



## Wegleitung L-06-01

# Dosimetrie beim Umgang mit offenem radioaktiven Material

## 1. Zweck/Ausgangslage

Nach Strahlenschutzverordnung (StSV) [1] und Dosimetrieverordnung [2] wird verlangt, dass die Strahlenexposition bei beruflich strahlenexponierten Personen individuell ermittelt werden muss. Beim Umgang mit offenem radioaktiven Material muss die Strahlenexposition je nach Radionuklid, Aktivität und Umsatz mittels Ganzkörperdosimetrie, Extremitätendosimetrie und / oder Triagemessung / Inkorporationskontrolle überwacht werden.

## 2. Dosimetrie beim Umgang mit offenem radioaktiven Material

Die strahlenschutzsachverständige Person eines Betriebs legt fest, welche Personen im Betrieb beruflich strahlenexponiert sind und dosimetriert werden müssen. Als beruflich strahlenexponiert gelten Personen, die:

- a) durch ihre berufliche Tätigkeit oder Ausbildung eine effektive Dosis von 1 mSv/Jahr, oder eine Organ-Äquivalentdosis der Augenlinse von 15 mSv/Jahr oder der Haut von 50 mSv/Jahr überschreiten können;
- b) mindestens einmal pro Woche in Kontrollbereichen arbeiten oder ausgebildet werden.

Personen, welche mit offenen radioaktiven Quellen umgehen und in Kontrollbereichen arbeiten, gehören zu den beruflich strahlenexponierten Personen der Kategorie A.

Personen mit kurzzeitigen Tätigkeiten (z.B. Praktikanten) in Kontrollbereichen können mit einem vorrätigen Nummerdosimeter ausgerüstet werden. Die Personalien werden dann mit der Rücksendung des Dosimeters der Dosimetriestelle gemeldet und von dieser nacherfasst. Die Überwachung von Personen mit einer Tätigkeit von einigen Tagen in Kontrollbereichen erfolgt in der Regel mittels elektronischem Dosimeter und Protokollierung der Dosis durch den Strahlenschutz-Sachverständigen.

### 2.1 Externe Bestrahlung durch offene radioaktive Quellen

#### Ganzkörperdosimetrie

Abhängig davon, mit welchen Nukliden und Aktivitäten gearbeitet wird (Anhang 1), muss die Strahlenexposition von beruflich strahlenexponierten Personen mit einem Ganzkörperdosimeter individuell überwacht werden.

#### Extremitätendosimetrie

Bei Tätigkeiten mit offenen radioaktiven Quellen, bei welchen im Bereich der Hände hohe Dosisleistungen auftreten können, muss zusätzlich ein Extremitätendosimeter getragen werden. Dies ist bei Manipulationen mit  $\gamma$ -Strahlern oder mit  $\beta$ -Strahlern mit  $E_{\beta \text{ max}} > 1 \text{ MeV}$  und einem Umsatz über 200 LA pro Jahr erforderlich (Anhang 1). Ein Extremitätendosimeter muss möglichst an derjenigen Stelle, an der die höchste Dosis zu erwarten ist, getragen werden. Diese ist in der Regel das Mittelglied des Zeigefingers/Mittelfingers mit einem der Handinnenfläche zugewandten TLD-Detektor (linken Hand bei Rechtshändern, rechte Hand bei Linkshändern).

Bei der Handhabung mit offenem radioaktivem Material berechnet die Dosimetriestelle die Extremitätendosis mit einem Korrekturfaktor von 5 aus der Fingerringdosis ( $H_{\text{extr}} = 5 \times \text{gemessene Fingerringdosis}$ ). Die Dosimetriestelle muss informiert werden, welche Personen mit offenen Quellen arbeiten. Mit Einverständnis der Aufsichtsbehörde kann ein individueller Korrekturfaktor mittels geeigneter



Messungen festgelegt und verwendet werden. Dieser personenbezogene Korrekturfaktor muss durch den Bewilligungsinhaber der Dosimetriestelle gemeldet werden.

## 2.2 Interne Bestrahlung durch offene radioaktive Quellen

### Inkorporationsüberwachung

Bei der individuellen Inkorporationsüberwachung wird die im Körper gespeicherte oder die ausgeschiedene Aktivität gemessen. Eine Inkorporationsüberwachung wird mittels Triagemessung durch den Betrieb oder durch eine Inkorporationsmessung durch eine anerkannte Personendosimetriestelle (Anhang 2) durchgeführt, falls bei einer Tätigkeit mit offenen radioaktiven Quellen der jährliche, nuklidspezifische Umsatz von 200 Bewilligungsgrenzen (LA) resp. von 20 Bewilligungsgrenzen bei Tätigkeiten mit flüchtigen oder gasförmigen Quellen überschritten wird (Anhang 1).

Die Ergebnisse der Triagemessung werden nicht zur Dosisermittlung verwendet. Liegt das Resultat einer Triagemessung über der nuklidspezifischen Messschwelle (Anhang 15, Dosimetrieverordnung [2]), so muss eine Inkorporationsmessung veranlasst werden. Bei Nukliden mit kurzen physikalischen Halbwertszeit ist eine Inkorporationsmessung nicht möglich. In diesem Fall ist nach einer Überschreitung der Messschwelle eine spezielle Untersuchung und Interpretation der Daten zur Ermittlung der effektiven Folgedosis E50 durch einen Sachverständigen im Einvernehmen mit der Aufsichtsbehörde erforderlich.

### Durchführung von Triagemessungen

Zur Durchführung von Triagemessungen müssen geeignete Messgeräte (Dosisleistungs- oder Kontaminationsmessgeräte) oder Messeinrichtungen (Flüssigszintillationsmessgeräte) zur Verfügung stehen. Die nuklidspezifischen Messschwellen der verwendeten, überwachungspflichtigen Nuklide müssen mittels Kalibrierung oder einer Vergleichsmessung festgelegt und regelmässig überprüft werden. Die für die Triagemessungen gewählte Vorgehensweise, die Kalibrierung sowie die Qualitätssicherung müssen in den betriebsinternen Weisungen dokumentiert sein. Die Resultate der Triagemessungen jeder beruflich strahlenexponierten Person müssen protokolliert werden.

## 3. Referenzen

[1] Strahlenschutzverordnung (StSV, SR 814.501) vom 26. April 2017.

[2] Verordnung des EDI über die Personen- und Umgebungsdosimetrie (SR 814.501.43) vom 26. April 2017.



Abteilung Strahlenschutz  
[www.str-rad.ch](http://www.str-rad.ch)

Referenz / Aktenzeichen: L-06-01.doc  
Erstellt: 09.01.2018  
Revisions-Nr. 7

## Anhang 1: Dosimetrie beim Umgang mit offenen rad. Quellen

Nuklid	Ganzkörper-Dosimetrie erforderlich ab:		Extremitäten-Dosimetrie erforderlich ab:		Inkorporations-Triagemessung erforderlich ab:		
	Aktivität in Arbeit <sup>1</sup>	Umsatz pro Jahr <sup>1</sup>	Aktivität in Arbeit <sup>1</sup>	Umsatz pro Jahr <sup>1</sup>	Umsatz pro Jahr	Triagemethode	Messschwelle, (Messintervall)
H-3/C-14/ S-35/P-33	-	-	-	-	>200 LA oder 20 LA in flüchtiger Form	Direkte Messung einer Urinprobe mittels Flüssigszintillationszähler.	H-3 42 000 Bq/l (30 Tage) C-14 200Bq/l (1 Woche) P-33 200 Bq/l (30 Tage) S-35 150 Bq/l (60 Tage)
P-32, Sr-89, Sr-90	>100 LA (Arbeitsbe- reich B)	> 200 LA	> 100 LA (Arbeitsbe- reich B)	>200 LA		Direkte Messung einer Urinprobe mittels Flüssigszintillationszähler.	P-32 200 Bq/l (30 Tage) Sr-89 0.5 Bq/l (30 Tage) Sr-90 0.05 Bq/l (30 Tage)
Y-90, Sm-153, Er-169, Lu- 177, Re-186,	>1 LA	> 200 LA	> 100 LA (Arbeitsbe- reich B)	>200 LA		Messung der Kontamination der Hände nach Ausziehen der Hand- schuhe mit einem Kontaminations- monitor.	Y-90, Sm-153, Lu-177, Re-186 300 Bq/cm <sup>2</sup> Er-169 1000 Bq/cm <sup>2</sup> (nach jeder Anwendung)
Ra-223	> LA			>200 LA		Messung der Kontamination der Hände nach Ausziehen der Hand- schuhe mit einem Kontaminations- monitor.	Ra-223 50 Bq/cm <sup>2</sup> (nach jeder Anwendung)
Tc-99m	> LA			>200 LA		Direkte Messung der Strahlung vor dem Magen respektive vor der Schilddrüse.	1 µSv/h (am Tagesende)



Abteilung Strahlenschutz  
[www.str-rad.ch](http://www.str-rad.ch)

Referenz / Aktenzeichen: L-06-01.doc  
Erstellt: 09.01.2018  
Revisions-Nr. 7

## Anhang 1 (Fortsetzung)

Nuklid	Ganzkörper-Dosimetrie erforderlich ab:		Extremitäten-Dosimetrie erforderlich ab:		Inkorporations-Triagemessung erforderlich ab:		
	Aktivität in Arbeit <sup>1</sup>	Umsatz pro Jahr <sup>1</sup>	Aktivität in Arbeit <sup>1</sup>	Umsatz pro Jahr <sup>1</sup>	Umsatz pro Jahr	Triagemethode	Messschwelle, (Messintervall)
F-18, O-15, C-11, Ga-68, N-13	> LA			>200 LA	>200 LA oder 20 LA in flüchtiger Form	Direkte Messung vor dem Magen/Abdomen oder Überwachung der Raumluft	1 µSv/h vor dem Magen min. alle 4 Stunden 4000Bq/m <sup>3</sup> <sup>2</sup>
I-123/I-124/ I-131	> LA			>200 LA		Direkte Messung der Schilddrüse mit einem Kontaminationsmonitor.	1400 Bq (I-123, 12h) 3000 Bq (I-124, 7 Tage) 2000 Bq (I-131, 7 Tage)
I-125	>100 LA (Arbeitsbereich B)	>200 LA	>100 LA (Arbeitsbereich B)	>200 LA		Direkte Messung der Schilddrüse mit einem Kontaminationsmonitor.	1300 Bq (30 Tage)

<sup>1</sup> Die entsprechende Dosimetrie muss durchgeführt werden, wenn eine der Bedingungen erfüllt wird.

<sup>2</sup> Nach Überschreitung der Messschwelle muss in Absprache mit der Aufsichtsbehörde eine Untersuchung zur Ermittlung der Folgedosis veranlasst werden.



Abteilung Strahlenschutz  
[www.str-rad.ch](http://www.str-rad.ch)

Referenz / Aktenzeichen: L-06-01.doc  
Erstellt: 09.01.2018  
Revisions-Nr. 7

## Anhang 2: Anerkannte Inkorporationsmessstellen und Nuklide

Institut de radiophysique (IRA) CHUV Rue du Grand-Pré 1 1007 Lausanne	Tel. 021 314 82 97 Fax 021 314 82 99 E-Mail: <a href="mailto:ira.dosimetrie@chuv.ch">ira.dosimetrie@chuv.ch</a> Internet: <a href="http://www.chuv.ch/ira">www.chuv.ch/ira</a>
Paul Scherrer Institut PSI Abteilung für Strahlenschutz und Sicherheit Sektion Messwesen Dosimetrie 5232 Villigen PSI	Tel. 056 310 21 11 Fax 056 310 44 12 E-Mail: <a href="mailto:dosimetry@psi.ch">dosimetry@psi.ch</a> Internet: <a href="http://www.psi.ch">www.psi.ch</a>
SUVA Bereich Physik Dosimetrie Postfach 4358 6002 Luzern	Tel. 041 419 58 57 Fax 041 419 62 13 E-Mail: <a href="mailto:dosimetrie@suva.ch">dosimetrie@suva.ch</a> Internet: <a href="http://www.suva.ch">www.suva.ch</a>
KKM - BKW Energie AG Kernkraftwerk Mühleberg Strahlenschutz/Personendosimetrie 3203 Mühleberg	Tel. 058 477 71 11 Fax 031 980 20 21 Internet: <a href="http://www.bkw.ch">http://www.bkw.ch</a>
HUG Service de Médecine Nucléaire Dosimetrie individuelle 4 rue Gabrielle-Perret-Gentil 1211 Genève 14	Tel. 022 372 71 44 Email : <a href="mailto:sophie.namy@hcuge.ch">sophie.namy@hcuge.ch</a> Internet: <a href="http://www.smn.hcuge.ch">www.smn.hcuge.ch</a>



Abteilung Strahlenschutz  
[www.str-rad.ch](http://www.str-rad.ch)

Referenz / Aktenzeichen: L-06-01.doc  
Erstellt: 09.01.2018  
Revisions-Nr. 7

Nuklid <sup>3</sup>	Methode	IRA	PSI	Suva	HUG	KKM
H-3	Urin	X	X	X		
C-14	Urin	X	X	X		
P-32	Urin	X	X	X		
P-33	Urin	X	X	X		
S-35	Urin	X	X	X		
Ca-45	Urin	X	X	X		
Cr-51	Ganzkörper		X		X	X
Fe-59	Ganzkörper		X		X	X
Co-57	Ganzkörper		X		X	
Co-58	Ganzkörper		X		X	X
Co-60	Ganzkörper		X		X	X
Ni-63	Urin		X			
Zn-65	Ganzkörper		X		X	
Ga-67	Ganzkörper		X		X	
Sr-85	Ganzkörper		X		X	X
Sr-89	Urin		X			
Sr-90	Urin	X	X			
Y-90	Urin		X			
Tc-99m	Ganzkörper		X		X	X
In-111	Ganzkörper		X		X	
I-123	Schilddrüse	X	X			
I-124	Schilddrüse		X			
I-125	Schilddrüse	X	X			

Nuklid	Methode	IRA	PSI	Suva	HUG	KKM
Cs-137	Ganzkörper		X		X	X
Sm-153	Ganzkörper		X		X	
Er-169	Urin		X			
Lu-177	Ganzkörper		X		X	
Re-186	Ganzkörper		X		X	
Re-188	Ganzkörper		X		X	
Tl-201	Ganzkörper		X		X	
Po-210	Urin, Stuhl	X	X			
Ra-226	Urin, Stuhl	X	X			
Th-228	Urin, Stuhl		X			
Th-232	Urin, Stuhl		X			
U-234	Urin, Stuhl	X	X			
U-235	Urin, Stuhl	X	X			
U-238	Urin, Stuhl	X	X			
Np-237	Urin, Stuhl		X			
Pu-238	Urin, Stuhl		X			
Pu-239	Urin, Stuhl	X	X			
Pu-240	Urin, Stuhl		X			
Am-241	Urin, Stuhl	X	X			
Cm-242	Urin, Stuhl		X			
Cm-244	Urin, Stuhl		X			

<sup>3</sup>Für die Ermittlung der effektiven Folgedosis von Nukliden, die in dieser Tabelle nicht aufgeführt werden, muss die Aufsichtsbehörde kontaktiert werden.