



29.11.2021

Version DE / [Version FR](#)

Empfehlung für die Neutronendosimetrie bei Nukleartransporten

1 Hintergrund

Bei Arbeiten zum An- und Abtransport von Nuklearmaterialien und insbesondere von abgebrannten Brennelementen aus Kernanlagen oder in Lagern können neben Strahlenexpositionen durch Photonenstrahlung auch signifikante Dosisbeiträge durch Neutronenstrahlung auftreten. Aus diesem Grund müssen Personen, die aktiv an solchen An- und Abtransportkampagnen beteiligt sind, zusätzlich zur Photonenstrahlung auch mittels anerkannter, passiver Neutronendosimeter auf Expositionen durch Neutronenstrahlung überwacht werden.

Gemäss Anhang 5 der Verordnung des EDI über die Personen- und Umgebungsdosimetrie (Dosimetrieverordnung, SR 814.501.43) müssen anerkannte Personendosimeter für Neutronenstrahlung als tiefste Dosis, die messbar sein muss, mindestens 0,5 mSv nachweisen können. Diese tiefste messbare Dosis für Neutronen ist verglichen mit Photonenstrahlung recht hoch, entspricht aber den technischen Möglichkeiten der verwendeten PADC-Detektoren (Polyallyldiglycolcarbonat-Detektoren). Dies gilt insbesondere, wenn die Auswertung der Neutronendosimeter gemäss StSV Art. 61 Abs. 2 standardmässig monatlich oder sogar kampagnenweise erfolgt.

Neben den anerkannten, passiven Neutronendosimetern sind seit einigen Jahren auch aktive Neutronendosimeter (APD für Neutronen) auf dem Markt erhältlich, die eine schnelle Ermittlung auch von tieferen Dosen erlauben sollen. Im Weiteren sollen solche aktiven Dosimeter auch als Warn-/Alarmgerät bei Arbeiten in Neutronenfeldern geeignet sein.

Aufgrund verschiedener Untersuchungen durch das Paul Scherrer Institut (PSI) und des Institut de Radiophysique (IRA) [1][2][3][4] über die Eignung der aktiven Neutronendosimeter für die genannten Zwecke lassen sich folgende Aussagen machen:

- Aktive Neutronendosimeter sind auf Grund der Energieabhängigkeit und insbesondere auch der Abhängigkeit vom Messort (Moderation) auf dem Träger ungeeignet, um belastbare Aussagen über die Neutronendosis zu machen.
- Für eine Ermittlung der Personendosen ist eine Bestimmung der Neutronen-Ortsdosisleistung an verschiedenen Arbeitsorten mit zusätzlicher Verbuchung der Aufenthaltszeit der Personen aussagekräftiger als die absoluten Werte von aktiven Neutronendosimetern.
- Geeignet sind aktive Neutronendosimeter gegebenenfalls als Alarm-/Warngerät (Optimierung des Strahlenschutzes) und als Triagegerät für eine Auswertung der anerkannten Neutronendosimeter.

Basierend auf diesem Hintergrund formuliert die KSR die folgenden Empfehlungen für die Neutronendosimetrie bei Nukleartransporten:

2 Empfehlungen

1. Basierend auf StSV Art. 61 Abs.3 soll das Intervall für die Auswertung von Neutronendosimetern (basierend auf PADC) auf mindestens ein halbes Jahr oder ein Jahr festgesetzt werden. Kürzere Auswertintervalle sind aufgrund des relativ hohen Wertes für die tiefste Dosis, die messbar sein muss, nur dann sinnvoll, wenn Hinweise eines anderen geeigneten Systems zur Dosisüberwachung (vgl. Bst. b bis d) für eine erhöhte Neutronendosis vorliegen.
2. Falls bei einer Transportkampagne die Photonendosis ein Richtwert von 2 mSv überschritten wird, soll das Neutronendosimeter ausgewertet werden
3. Als zusätzliches oder anderes geeignetes System zur Dosisüberwachung sollen die Arbeitsorte während der Abtransportkampagnen mittels Neutronen-Ortsdosisleistungs-Messgeräten am ungünstigsten Ort überwacht und die Aufenthaltszeit der beteiligten Personen protokolliert werden.
4. Aktive Neutronendosimeter sind nur als Zweitdosimeter gemäss Dosimetrieverordnung Art. 14 Bst. b und d geeignet und sollen auch nur so verwendet werden.
5. Falls aktive Neutronendosimeter eingesetzt werden, müssen die betroffenen Personen aktiv über die begrenzte Aussagekraft der absoluten Dosisanzeige von aktiven Neutronendosimetern (APD) informiert werden.

3 Verwendete Literatur

- [1] Intercomparison of the response of different photon and neutron detectors around a spent fuel cask, S. Mayer, M. Boschung, H. Hoedmoser, Th. Buchillier, C. Bailat, B. Bitterli, Radiation Measurements 2012, 1 – 6 (Elsevier).
- [2] Report: Neutron Spectrometric Measurements at Gösgen Nuclear Power Plant, Top of Spent Fuel Cask, 24. April 2011, Thierry Buchillier, Claude Bailat, 19. May 2011, CHUV.
- [3] Comparison of the neutron dose rate at work place fields indicated by commercial radiation protection survey instruments with evaluation of the spectral neutron distribution, Roman Galeev, PSI 2016.
- [4] Report: Neutron Spectrometric Measurements at ZWILAG on Top of a Spent Fuel Cask from KKL, 19. April 2016, Thierry Buchillier, Claude Bailat, 24. August 2016.

Recommandations pour l'utilisation de dosimètres à neutrons lors de transports nucléaires

1. Contexte

Lors de travaux liés à la livraison ou à l'évacuation de matériel nucléaire, notamment d'éléments combustibles usés issus d'installations nucléaires ou d'installations de stockage, le rayonnement neutronique peut provoquer d'importantes contributions de dose, en plus de l'exposition due au rayonnement photonique. Pour cette raison, il convient de surveiller les personnes participant activement à ces travaux, en ce qui concerne non seulement le rayonnement photonique, mais également les expositions au rayonnement neutronique, à l'aide de dosimètres à neutrons reconnus. Conformément à l'annexe 5 de l'ordonnance du DFI sur la dosimétrie individuelle et la dosimétrie de l'environnement (ordonnance sur la dosimétrie ; RS 814.501.43), les dosimètres individuels reconnus pour le rayonnement neutronique doivent pouvoir détecter au moins 0,5 mSv. Il s'agit de la dose la plus faible qui doit être mesurable. Cette valeur peut paraître élevée, comparée à celle prévue pour le rayonnement photonique, mais elle correspond aux possibilités techniques des détecteurs PADC utilisés (poly-allyl-diglycol carbonate). Cela s'applique notamment lorsque l'évaluation des dosimètres à neutrons est effectuée mensuellement (standard) ou dans le cadre d'une campagne, en vertu de l'art. 61, al. 2 de l'ordonnance sur la radioprotection (ORaP).

En plus des dosimètres à neutrons passifs reconnus, des appareils actifs sont également disponibles depuis quelques années sur le marché (APD pour neutrons). Ils permettent de déterminer rapidement des doses, même les plus faibles. Par ailleurs, ces dosimètres actifs peuvent également faire office d'avertisseur ou d'alarme lors de travaux dans des champs neutroniques.

Diverses études de l'Institut Paul Scherrer (IPS) et de l'Institut de radiophysique (IRA) [1][2][3][4] sur l'adéquation des dosimètres à neutrons actifs pour les objectifs mentionnés permettent de tirer les conclusions suivantes :

- En raison de leur dépendance énergétique, notamment de la dépendance par rapport au lieu de mesure (modération), les dosimètres à neutrons actifs portés par la personne ne permettent pas de tirer des conclusions solides sur la dose de neutrons.
- Pour calculer les doses individuelles, il est plus pertinent de déterminer les débits de dose ambiante de neutrons sur différents lieux de travail en comptabilisant le temps que les personnes ont passé sur chaque lieu plutôt que de se baser sur les valeurs absolues de dosimètres à neutrons actifs.
- Les dosimètres à neutrons actifs peuvent faire office d'avertisseur ou d'alarme (amélioration de la radioprotection) et peuvent être utilisés comme appareils de triage pour évaluer les dosimètres à neutrons reconnus.

Sur cette base, la CPR formule les recommandations suivantes pour la dosimétrie neutronique lors de transports nucléaires.

2. Recommandations

1. Sur la base de l'art. 61, al. 3, ORaP, l'intervalle pour l'évaluation de dosimètres à neutrons (à base de PADC) doit être fixé à au moins 6 mois ou une année. En raison de la valeur relativement élevée de la dose la plus faible qui doit être mesurable, des intervalles plus brefs sont pertinents uniquement si des éléments indiquent qu'il existe un autre système approprié de surveillance de dose (cf. let. b à d) pour une dose neutronique élevée.
2. Si, lors d'un transport, la dose photonique dépasse la valeur directrice de 2 mSv, le dosimètre à neutrons doit être évalué.
3. Pour surveiller les doses, un autre système doit être utilisé à titre de complément ou d'alternative : il consiste à surveiller les zones les moins favorables des lieux de travail, durant les transports d'évacuation, à l'aide d'appareils de mesure du débit de dose ambiante de neutrons et à consigner la durée du séjour des personnes concernées.
4. Les dosimètres à neutrons actifs doivent être employés uniquement comme deuxième dosimètre au sens de l'art. 14, let. b et d de l'ordonnance sur la dosimétrie, car ils ne sont adaptés qu'à cet usage.
5. En cas de recours à des dosimètres à neutrons actifs (APD), les personnes concernées doivent être informées activement de la pertinence limitée de la dose absolue indiquée par ces appareils.

3. Littérature utilisée

- [1] Intercomparison of the response of different photon and neutron detectors around a spent fuel cask, S. Mayer, M. Boschung, H. Hoedlmoser, Th. Buchillier, C. Bailat, B. Bitterli, Radiation Measurements 2012, 1 – 6 (Elsevier).
- [2] Report: Neutron Spectrometric Measurements at Gösgen Nuclear Power Plant, Top of Spent Fuel Cask, 24. April 2011, Thierry Buchillier, Claude Bailat, 19. May 2011, CHUV.
- [3] Comparison of the neutron dose rate at work place fields indicated by commercial radiation protection survey instruments with evaluation of the spectral neutron distribution, Roman Galeev, PSI 2016.
- [4] Report: Neutron Spectrometric Measurements at ZWILAG on Top of a Spent Fuel Cask from KKL, 19. April 2016, Thierry Buchillier, Claude Bailat, 24. August 2016.