



**Richtlinie für die Festlegung von Kontaminationswerten
zur Kontrolle von Fahrzeugoberflächen im
grenzüberschreitenden Verkehr nach dem
Strahlenschutzvorsorgegesetz**

Empfehlung der Strahlenschutzkommission

Verabschiedet in der 139. Sitzung am 26.-28. Juni 1996

Veröffentlicht in: - Bundesanzeiger Nr. 2 vom 04.01.1997
- Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission, Band 40

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Empfehlung	3
3	Begründung	3

Anlage 1

	Abschätzung von Dosen infolge von Fahrzeugkontaminationen	5
1	Berechnung der externen Dosis für Fahrzeugführer	5
2	Bestimmung der externen Dosis für Personen in der Nähe von Fahrzeugen.....	5
3	Abschätzung der Inkorporationsdosis	6
4	Berücksichtigung natürlicher Dekontamination	6
	Literatur	8

Anlage 2

	Freisetzungskategorie FK 4	9
--	---	----------

1 Einleitung

Richtwerte für Oberflächenkontaminationen an Fahrzeugen im Falle von Ereignissen mit möglichen, nicht unerheblichen radiologischen Auswirkungen können nach dem Strahlenschutzvorsorgegesetz (StrVG) aus aktuellem Anlaß festgesetzt werden. Die Meßverfahren sind in DIN 25700 „Oberflächenkontaminationsmessungen an Fahrzeugen und deren Ladungen in strahlenschutzrelevanten Ausnahmesituationen“ beschrieben und dienen der Prüfung auf Einhaltung der in einer Ausnahmesituation geltenden Richtwerte.

Die nachstehende Empfehlung soll Hinweise für eine Festlegung von Kontaminationswerten nach § 6 Strahlenschutzvorsorgegesetz (StrVG) und deren Anwendung im Rahmen des § 8 StrVG geben. Gemäß dieser Regelung können z.B. an den Grenzen Maßnahmen zur Dekontamination von Fahrzeugen angeordnet und Personen auf vorsorgliche Maßnahmen zum Gesundheitsschutz hingewiesen werden. Ob Betroffenen in Personenwagen der Grenzübertritt aufgrund einer Überschreitung der Kontaminationsrichtwerte verwehrt werden kann, wurde hier nicht geprüft.

2 Empfehlung

Als Richtwert für Maßnahmen bei Oberflächenkontaminationen an Fahrzeugen im Falle von Ereignissen mit möglichen, nicht unerheblichen radiologischen Auswirkungen wird ein Wert von **1 kBq/cm²**, bezogen auf ein bei Reaktorstö- und -unfällen typisches Nuklidgemisch, das den Annahmen der Freisetzungskategorie 4 der Deutschen Risikostudie, Phase A, entspricht (siehe Anlage 2), vorgeschlagen. Diesem Richtwert entspricht eine Gammadosisleistung von etwa 5 mSv/h in 1 m Abstand vom Fahrzeug, die meßtechnisch auch vom Hilfspersonal problemlos nachgewiesen werden kann. Der Richtwert gilt für das genannte Nuklidgemisch. Bei Abweichungen können andere Kontaminationswerte festgelegt werden.

Bei Überschreiten des Richtwertes für Fahrzeuge sollten Dekontaminationsmaßnahmen am Fahrzeug durchgeführt werden. Fahrzeuginsassen sind dann über eine mögliche Gefährdung aufzuklären.

3 Begründung

Bei einer nach DIN 25700 zu erarbeitenden Meßanweisung zur Feststellung der Kontamination von Fahrzeugen wird nur die Oberflächenkontamination betrachtet; eine Differenzierung zwischen verschiedenen Fahrzeugarten ist wegen des geringen Einflusses auf das Meßergebnis nicht notwendig. Ebenso erfolgt aufgrund des in erster Linie in Betracht kommenden direkten Meßverfahrens (Bestimmung der Kontamination durch Messung der Gammastrahlung) bei den unten dargestellten Abschätzungen keine Unterscheidung zwischen festhaftender und nicht-festhaftender Kontamination.

Bei der vorliegenden Empfehlung zur Festlegung eines Richtwertes wird die mögliche Gefährdung von Personen in den Fahrzeugen und in den Aufnahmegebieten dieser Fahrzeuge durch Direktstrahlung und Inkorporation betrachtet. Gemäß Tabelle 1 Anhang D der Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission, Band 13, 2., überarbeitete Auflage, gilt für Personen ein Richtwert für die Kontamination der Haut von 0,4 bis 4 kBq/cm², ab dem eine Dekontamination empfohlen wird. Eine Kontamination der Haut und Kleidung mit 0,4 kBq/cm² eines bei Reaktorstö-

und -unfällen typischen Nuklidgemischs, das den Annahmen der Freisetzungskategorie 4 der Deutschen Risikostudie, Phase A, entspricht, führt in 24 *h* zu einer β -Hautdosis von 10 *mSv* und einer γ -Knochenmarkdosis von 0,2 *mSv*. In diesem Nuklidgemisch spielen α -Strahler keine Rolle.

Die Empfehlung des Richtwertes von 1 *kBq/cm²* bei kontaminierten Fahrzeugen orientiert sich an diesem Richtwert für die Hautkontamination; dabei wird davon ausgegangen, daß die Kontaminationen von Fahrzeugen und der Haut der Insassen in der gleichen Größenordnung liegen können.

Bei einem Aufenthalt im Fahrzeug von 1000 *h* im ersten halben Jahr bleibt die von der Fahrzeugkontamination verursachte externe Strahlendosis für den Fahrzeugführer unter 2 *mSv*. Personen in 1 *m* Abstand vom Fahrzeug erhalten eine effektive Dosis unter 0,2 *mSv*. Dabei wurde ein zufälliger Aufenthalt von 2 *h* täglich in der Nähe eines kontaminierten Fahrzeuges im ersten halben Jahr unterstellt.

Die Inkorporationsdosis beträgt weniger als 0,1 *mSv* im ersten Halbjahr, wenn angenommen wird, daß täglich die auf einer kontaminierten Oberfläche von etwa 1 *cm²* verbliebene Aktivität inkorporiert wird.

Die Werte für die genannten Dosen ergeben sich aus den in der Anlage 1 beschriebenen Abschätzungen.

Bei der Empfehlung des Richtwertes wurde die Warenladung nicht berücksichtigt. Hierfür gelten andere Richt- oder Grenzwerte (z.B. für Lebensmittel). Ebenso wird die Strahlung von kontaminierten Kfz-Luftfiltern nicht betrachtet.

Kontaminationen in Höhe des für Fahrzeuge empfohlenen Richtwertes von 1 *kBq/cm²* können an Kontrollstellen auch von ausgebildetem Meßpersonal der Feuerwehren und des Katastrophenschutzes problemlos durch direkte γ -Strahlungsmessung festgestellt werden. Für ein typisches Nuklidgemisch, das den Annahmen der Freisetzungskategorie 4 der Deutschen Risikostudie Kernkraftwerke, Phase A, entspricht, beträgt bei einer Kontamination von 1 *kBq/cm²* die Dosisleistung in 1 *m* Abstand von Fahrzeugen etwa 5 *nSv/h*.

Anlage 1

Abschätzung von Dosen infolge von Fahrzeugkontaminationen

1 Berechnung der externen Dosis für Fahrzeugführer

Bei einem typischen Nuklidgemisch gemäß Freisetzungskategorie 4 der Deutschen Risikostudie Kernkraftwerke, Phase A, beträgt die Halbwertszeit in den ersten 30 Tagen ca. 7,7 d, danach 106 d. Die mittlere Photonendosisleistungskonstante für dieses Nuklidgemisch [Mis 94, SSK 95] hat den Wert $\Gamma = 140 \text{ (fSv/h)/(Bq/m}^2\text{)}$. Im Zentrum einer Kugel mit einer Oberflächenkontamination A_F folgt für die Dosisleistung:

$$\dot{H}(t) = \Gamma \cdot \frac{A_F(t)}{r^2} \cdot 4\pi r^2 = 4\pi\Gamma A_F(t)$$

und

$$A_F(t) = A_F(T=0) \cdot \exp\left(\frac{-t \cdot \ln 2}{T_{1/2}}\right)$$

$T_{1/2}$ sind dabei 7,66 d bzw. 106 d.

Die Dosis bestimmt sich danach zu

$$H = \int_0^{30} \dot{H}_{30}(t) dt + \int_{30}^{180} \dot{H}_{180}(t) dt$$

Bei einer Arbeitszeit von 40 Wochenstunden ist der so erhaltende Wert noch mit dem „Dutyfaktor“ $F = 40\text{h}/(7 \cdot 24\text{h})$ zu multiplizieren.

2 Bestimmung der externen Dosis für Personen in der Nähe von Fahrzeugen

In 1 m Abstand von einem Fahrzeug mit der Kontamination $A_F = 10^7 \text{ Bq/m}^2$ beträgt die Dosisleistung gemäß DIN 25700 [DIN 95], Bild 2, etwa 5 mSv/h. Analog zu den Berechnungen unter Nr. 1 bestimmt sich die Dosis aus der Summe der beiden Integrale für die ersten 30 Tage und den Rest.

Bei Annahme einer zufälligen täglichen Aufenthaltszeit von zwei Stunden in der Nähe solcher Fahrzeuge ist der Wert noch mit einem Dutyfaktor $F = 2\text{h}/24\text{h}$ zu multiplizieren.

3 Abschätzung der Inkorporationsdosis

Von Dunster [Dun 64] wird unterstellt, daß Arbeitnehmer täglich die Aktivität inkorporieren, die sich auf 10 cm² der Haut befindet. Diese Annahme der täglichen Aufnahme der auf 10 cm² befindlichen Kontamination wird auch für die Bestimmung von Richtwerten [Hun 83] für andere Oberflächenkontaminationen getroffen. Für das typische Spaltproduktgemisch [Mis 94] beträgt der Dosisfaktor für Inkorporation etwa $F_I = 5$ nSv/Bq. Unter der Annahme, daß diese Aktivität auch von der Fahrzeugoberfläche inkorporiert wird, berechnet sich die Folgedosis zu

$$H = F_I \cdot 10\text{cm}^2 \cdot \left[\int_0^{30} A_F(t) dt + \int_{30}^{180} A_F(t) dt \right]$$

Da sich die Annahme der 10 cm² auf beruflichen Umgang bezieht, wird hier ein Dutyfaktor von $F = 1/10$ angenommen; damit wird auch die obige evtl. zu konservative Annahme relativiert.

4 Berücksichtigung natürlicher Dekontamination

Von Pilwat et al. [Pil 92] wird berichtet, daß die Aktivität auf Gehwegplatten nach etwa 300 mm Niederschlag auf die Hälfte zurückgegangen ist. Unter der Annahme einer jährlichen Niederschlagsmenge von 600 mm ergibt sich daraus eine Halbwertszeit durch natürliche Dekontamination von etwa 180 Tagen.

Typische Halbwertszeiten für natürliche Dekontamination von lackierten Oberflächen stehen nicht zur Verfügung; für verschiedene Oberflächen werden aber Halbwertszeiten für natürliche Dekontamination von $T_{\text{dekon}} = 80$ d (nach Schwarz und Brenk [Sch 85]) berichtet.

Die daraus folgenden effektiven Halbwertszeiten und dadurch reduzierten Dosiswerte sind in der folgenden Ergebnistabelle in den Spalten 3 und 4 angegeben; eine wesentliche Veränderung gegenüber der Berechnung mit 180 Tagen ergibt sich nicht.

	phys. Zerfall	$T_{\text{dekon}} = 180 \text{ d}$	$T_{\text{dekon}} = 80 \text{ d}$
mittl. HWZ 30 d*)	7,66	7,35	6,73
mittl. HWZ 180 d*)	106,00	66,71	36,38
A_F (0d) (Bq/m ²)	1,00E+07	1,00E+07	1,00E+07
A_F (30d) (Bq/m ²)	6,63E+05	5,90E+05	4,55E+05
$\dot{H}$ (Kugel, 0d) ($\mu\text{Sv/h}$)	17,59	17,59	17,59
$\dot{H}$ (Kugel, 30d) ($\mu\text{Sv/h}$)	1,17	1,04	0,80
H (Kugel, 0d-30d) (mSv)	4,36	4,21	3,91
H (Kugel, 30d-180d) (mSv)	2,68	1,89	0,95
H (Kugel, 0d-180d) (mSv)	7,03	6,10	4,86
Dutyfaktor (40h/Woche)	0,24	0,24	0,24
H (Kraftfahrer) (mSv)	1,67	1,45	1,16
$\dot{H}$ (Passant, 0d) ($\mu\text{Sv/h}$)	5,00	5,00	5,00
$\dot{H}$ (Passant, 30d) ($\mu\text{Sv/h}$)	0,33	0,30	0,23
H (Passant, 30d) (mSv)	1,24	1,20	1,11
H (Passant, 30d-180d) (mSv)	0,76	0,54	0,27
H (Passant, 0d-180d) (mSv)	2,00	1,73	1,38
Dutyfaktor (2h/24h)	0,08	0,08	0,08
H (Passant) (mSv)	0,17	0,14	0,12
H (Inkorporation, 0d-30d) (mSv)	0,52	0,53	0,49
H (Inkorporation, 30-180d) (mSv)	0,32	0,22	0,11
H (Inkorporation, 0d-180d) (mSv)	0,83	0,75	0,60
Dutyfaktor: 1/10	0,10	0,10	0,10
H (Inkorporation) (mSv)	0,08	0,08	0,06
*) mittlere HWZ in den ersten 30 d bzw. 180 d			

Literatur

- [DIN 95] DIN 25700
Oberflächenkontaminationsmessungen an Fahrzeugen und deren Ladungen in strahlenschutzrelevanten Ausnahmesituationen, 1995
- [Dun 64] Dunster, H.J.:
Die radioaktive Kontaminierung der Arbeitskräfte, Euratom EUR 2210, 1964
- [Hun 83] Hunzinger, W.:
Sind die Richtwerte für Oberflächenkontaminationen tauglich?, in: 17. Jahrestagung des Fachverbandes Strahlenschutz, Red. Bonka, H.; Horn, H.-G., Aachen 1983, S. 53
- [Mis 94] Miska, H.:
Organisation des Katastrophenschutzes am Beispiel der Planungen in Rheinland-Pfalz, in: Medizinische Maßnahmen bei Strahlenunfällen, Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission, Band 27, Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, 1994
- [Pil 92] Pilwat, G.; Frenkler, K.L.; Hille, R.:
Experimentelle Untersuchungen zur Dekontamination urbaner Flächen, KFA-ASS-Bericht Nr. 0549, 1992
- [SSK 95] Leitfaden für den Fachberater Strahlenschutz der Katastrophenschutzleitung bei kerntechnischen Unfällen,
Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission, Band 13, 2. überarbeitete Auflage, Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, 1995
- [Sch 85] Schwarz, G.:
Deposition and Post-Deposition Behaviour of off-site Radiological Consequences of Nuclear Accidents (Proceed.), Luxembourg (Apr. 1985). Commission of the European Communities, EUR 10397 (1986)

Anlage 2 Freisetzungskategorie FK 4

Auszug aus der Tabelle F8, 3-2 Freisetzungskategorien der Deutschen Risikostudie Phase A, Fachband 8, Verlag TÜV Rheinland, Köln, 1981

Freisetzungskategorie (FK) Nr.	Beschreibung	Zeitpunkt der Freisetzung h	Dauer der Freisetzung h	Höhe der Freisetzung m	Freigesetzte Energie 10^6 kJ/h	Häufigkeit der Freisetzung 1/a
4	Kernschmelzen, kleines Leck im Sicherheitsbehälter (Ø 25 mm)	2	3	10	-	$3 \cdot 10^{-6}$

Freigesetzter Anteil des Kerninventars							
Xe-Kr	J _{org}	J ₂ -Br	Cs-Rb	Te-Sb	Ba-Sr	Ru ²⁾	La ³⁾
1,0	$7,0 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-2}$	$5,1 \cdot 10^{-3}$	$5,0 \cdot 10^{-3}$	$5,7 \cdot 10^{-4}$	$4,0 \cdot 10^{-4}$	$6,5 \cdot 10^{-5}$

²⁾ enthält Ru, Rh, Co, Mo, Tc

³⁾ enthält Y, La, Zr, Nb, Ce, Pr, Nd, Np, Pu, Am, Cm