



Fachverband für Strahlenschutz e. V.

Mitgliedsgesellschaft der
International Radiation
Protection Association
(IRPA)
für Deutschland
und die Schweiz

ANFORDERUNGSKATALOG ZU INKORPORATIONSÜBERWACHUNGEN VON PERSONEN BEI RADIOLOGISCHEN NOTFÄLLEN

**Arbeitskreis
Inkorporationsüberwachung (AKI)**

Ausgabe 1 vom 31. Januar 2023

ANFORDERUNGSKATALOG ZU INKORPORATIONSÜBERWACHUNGEN VON PERSONEN BEI RADIOLOGISCHEN NOTFÄLLEN

**Arbeitskreis
Inkorporationsüberwachung (AKI)**

Ausgabe 1 vom 31. Januar 2023

Stephan Ebert
Martina Froning
Dr. Daniel Gehre
Dr. Sven Hartmann
Dr. Peter Hill
Andreas Holz
Dr. Ulrich Kratzel
Dr. Winfried Lieberz
Günter Lünendonk
Daniela Löhnert
Oliver Meisenberg
Joel Piechotka
Dr. Clemens Scholl
Dr. Heike Stuhlfauth-Vonderau



Fachverband für Strahlenschutz e. V.

Mitgliedsgesellschaft der
International Radiation
Protection Association
(IRPA)
für Deutschland
und die Schweiz

**ANFORDERUNGSKATALOG ZU
INKORPORATIONSÜBERWACHUNGEN
VON PERSONEN BEI
RADIOLOGISCHEN NOTFÄLLEN**

**Arbeitskreis
Inkorporationsüberwachung (AKI)**

Ausgabe 1 vom 31. Januar 2023

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://gnb.d-nb.de> abrufbar.

Die Inhalte dieses Werkes werden von Verlag, Herausgebern und Autoren nach bestem Wissen und Gewissen erarbeitet und zusammengestellt. Eine rechtliche Gewähr für die Richtigkeit der einzelnen Angaben kann jedoch nicht übernommen werden. Gleiches gilt auch für die Websites, auf die über Hyperlink verwiesen wird. Es wird betont, dass wir keinerlei Einfluss auf die Inhalte und Formulierungen dieser Seiten haben und auch keine Verantwortung für sie übernehmen.

Grundsätzlich gelten die Wortlaute der Gesetzestexte und Richtlinien sowie die einschlägige Rechtsprechung.

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier.

ISSN: 1013-4506

ISBN: 978-3-7406-0812-5

© by TÜV Media GmbH, TÜV Rheinland Group, Köln 2023
TÜV, TUEV und TUV sind eingetragene Marken der TÜV Rheinland Group. Eine Nutzung und Verwendung bedarf der vorherigen Zustimmung durch das Unternehmen.

Gesamtherstellung: TÜV Media GmbH, Köln 2023

Printed in Germany 2023

ANFORDERUNGSKATALOG
ZU INKORPORATIONSÜBERWACHUNGEN
VON
PERSONEN BEI RADIOLOGISCHEN NOTFÄLLEN

Arbeitskreis Inkorporationsüberwachung (AKI)
Ausgabe 1 vom 31. Januar 2023

Inhalt

1	Einleitung.....	3
2	Zuständigkeiten	4
2.1	Notfallpläne des Bundes.....	4
2.1.1	Allgemeiner Notfallplan des Bundes (ANoPI-Bund)	4
2.1.2	Besonderer Notfallplan des Bundes (BNoPI-Bund)	4
2.2	Bundesländer bzw. Landesbehörden	4
2.3	Inkorporationsmessstellen	4
2.3.1	Behördlich bestimmte Inkorporationsmessstellen	4
2.3.2	Betreiber von Inkorporationsmessstellen	5
3	Rahmenbedingungen	5
3.1.1	Erreichbarkeit der Inkorporationsmessstellen	5
3.1.2	Messbereitschaft der Inkorporationsmessstellen.....	5
3.1.3	Zeitliche Rahmenbedingung (Vorlaufzeit) nach einem Ereignis	5
4	Ausschlüsse.....	6
5	Ansprechpartner.....	6
6	Übersichten und Abschätzungen	6
6.1	Abschätzung der Anzahl der Betroffenen und erforderlichen Kapazitäten	6
6.2	Mindestanforderung bezüglich der Anzahl zu überwachender Personen.....	7
6.3	Übersicht über relevante Radionuklide und deren Überwachungsverfahren.....	7
6.3.1	Notfallmanagement für Einsatzkräfte.....	7
6.3.2	Notfallmanagement für den Schutz der Bevölkerung.....	9
7	Inkorporationsüberwachung in Notfallexpositionssituationen	10
7.1	Ablauf einer Inkorporationsmessung in Notfallsituationen.....	11
7.1.1	In-vivo-Messungen	11
7.1.2	In-vitro-Messungen	14
8	Verzeichnisse	19
8.1	Literaturverzeichnis.....	19
8.2	Abbildungsverzeichnis	20
8.3	Tabellenverzeichnis	20
8.4	Abkürzungsverzeichnis	21
9	Anhang.....	22
9.1	Vorlage „Erhebungsbogen“ (deutsch und englisch).....	22
9.1.1	Vorlage „Erhebungsbogen für Einsatzkräfte“	22
9.1.2	Vorlage „Erhebungsbogen für Privatpersonen“	22
9.2	Vorlage einer Sammelanweisung (Deutsch und Englisch)	22

1 EINLEITUNG

Im Falle einer Notfallexpositionssituation bedarf es neben den Sofortmaßnahmen zur Eindämmung der Freisetzung auch Maßnahmen zur Analyse der möglicherweise inkorporierten Radionuklide bei Einsatzkräften und der direkt betroffenen Bevölkerung. Notfallexpositionssituationen können als Unfälle während geplanter Arbeiten eintreten oder aufgrund fahrlässiger oder vorsätzlicher Handlungen ausgelöst werden (ICRP 103, 2007). Kommt es zu einer Freisetzung von Radionukliden, besteht das Risiko einer Inkorporation.

In Notfallexpositionssituationen müssen dabei zwei Gruppen betrachtet werden:

- **Notfalleinsatzkräfte**
Die Durchführung der Messung bei Notfalleinsatzkräften ist anlog zur Überwachung von beruflich exponierten Personen bei geplanten Expositionssituationen. Hier gilt für die nachzuweisende effektive Dosis ein Referenzwert von 1 mSv der effektiven Dosis (RiPhyKo 2 2007).
- **direkt betroffene Bevölkerung**
Abhängig von den betrachteten Szenarien sind einzelne Betroffene bis hin zu größeren Personenzahlen aus der Bevölkerung zu betrachten. Basierend auf den Empfehlungen der ICRP (ICRP 103, 2007), der Strahlenschutzkommission (SSK 2017) und den Anforderungen nach § 93 Abs. 1 StrlSchG (StrlSchG, 2017) ist für die nachzuweisende effektive Dosis der Bevölkerung bei Erwachsenen ein Referenzwert von 100 mSv und bei Kindern und Jugendlichen ein Referenzwert von 20 mSv (ANoPI-Bund, Entwurf) nach einer Inkorporation anzuwenden.

Um eine ausreichende Zahl von Inkorporationsmessungen durchführen zu können, ist eine gleichmäßige regionale Verteilung der Messstellen in Deutschland wichtig. Die räumliche Nähe und kurzen Wege zu den Betroffenen (Einsatzkräfte und Bevölkerung) gewährleisten eine intensive Beratung und Durchführung von zeitnahen Inkorporationsmessungen. Ein Optimum an vorhandenen und vorgehaltenen Mess-, Analysen- und Auswertekapazitäten bei den In-vivo- und In-vitro-Messstellen muss bereitstehen (AKI, 2015), (BfS_AKI, 2008).

Dieser Anforderungskatalog dient als Grundlage für die Ausarbeitung von Regelungen im Falle von Notfallexpositionssituationen. Die nun folgend vorgestellten Empfehlungen erläutern und beschreiben:

- die Zuständigkeiten,
- Kontaktinformationen zu Ansprechpartnern dieses Anforderungskatalogs (siehe Kap. 4),
- die Durchführung von Inkorporationsmessungen für ausgewählte Radionuklide mit Festlegung der Messverfahren,
- eine Abschätzung benötigter Ressourcen von Inkorporationsmessstellen (organisatorische, technische und personelle Ressourcen) für die Überwachung von
 - ✓ Einsatzkräften durch ihren Einsatz in einer Notfallexpositionssituation oder einer anderen Gefahrenlage sowie
 - ✓ der Bevölkerung.

2 ZUSTÄNDIGKEITEN

2.1 NOTFALLPLÄNE DES BUNDES

Für eine Notfallvorsorge gegen nukleare Unfälle und andere radiologische Ereignisse müssen Bund und Länder in Notfallplänen geplante angemessene Reaktionen auf mögliche Notfälle anhand von Referenzszenarien darstellen.

Für die Notfallpläne des Bundes für den Katastrophenschutz, die allgemeine Gefahrenabwehr und Hilfeleistung sowie für die medizinische Behandlung und Vorsorge nach einer Exposition der Bevölkerung und der Einsatzkräfte ist das Bundesinnenministerium federführend zuständig.

2.1.1 Allgemeiner Notfallplan des Bundes (ANoPI-Bund)

Der allgemeine Notfallplan des Bundes enthält u. a. rechtliche und administrative Regelungen für die Notfallvorsorge und -reaktion wie z. B. das Notfallmanagementsystem des Bundes und der Länder mit Festlegung von Referenzszenarien, Notfallplanung.

2.1.2 Besonderer Notfallplan des Bundes (BNoPI-Bund)

Der allgemeine Notfallplan wird durch die besonderen Notfallpläne des Bundes für bestimmte Verwaltungs- und Wirtschaftsbereiche konkretisiert und ergänzt.

2.2 BUNDESLÄNDER BZW. LANDESBEHÖRDEN

Die Zuständigkeit für die Vorsorge und Bewältigung von regionalen und lokalen Notfällen liegt bei dem betroffenen Bundesland und der nach Landesrecht zuständigen Behörde. Bei länderübergreifenden Ereignissen oder den Ausmaßen, die die Ressourcen einzelner Länder übersteigen, sollte die Koordination der Messungen und deren Interpretation zentral durchgeführt werden.

2.3 INKORPORATIONSMESSSTELLEN

2.3.1 Behördlich bestimmte Inkorporationsmessstellen

Aufgrund ihrer Zuständigkeiten für die berufliche Inkorporationsüberwachung sind die nach StrlSchG § 169 behördlich bestimmten Inkorporationsmessstellen fachlich in der Lage, Inkorporationsmessungen im Rahmen der physikalischen Strahlenschutzkontrolle für Einsatzkräfte im Notfallschutz durchzuführen.

Bei radiologischen Notfällen sollen die Inkorporationsmessstellen zusätzlich auch den Katastrophenschutzbehörden zur Überwachung der tatsächlich oder potentiell betroffenen Bevölkerung zur Verfügung stehen bzw. die noch verfügbare Messkapazität sonstigen Dritten zur Verfügung stellen. Aus Sicht der Inkorporationsmessstellen wäre eine Einrichtung einer zentralen Verteilerstelle sinnvoll.

Die von den Inkorporationsmessstellen für die Ermittlung der Körperdosis bei innerer Strahlenexposition angewendeten üblichen Überwachungsverfahren sind:

- In-vivo-Verfahren: Bestimmung der Aktivität im Körper und in den Organen,
- In-vitro-Verfahren: Bestimmung der Aktivitätskonzentration in den Ausscheidungen

Die behördlich bestimmten Inkorporationsmessstellen in Deutschland sind über die gesamte Bundesrepublik verteilt. Diese Verteilung gewährleistet für die Anwender radioaktiver Stoffe sowie für

die Bevölkerung eine schnelle Erreichbarkeit, zum Beispiel im Falle einer radiologischen Notfallsituation.

Eine aktuelle Liste der nach § 169 Abs. 1 Nr. 2 StrlSchG behördlich bestimmten Inkorporationsmessstellen wird auf der Webseite der Leitstelle Inkorporationsüberwachung des Bundesamtes für Strahlenschutz geführt (siehe Kap. 5 a).

2.3.2 Betreiber von Inkorporationsmessstellen

Der Betreiber einer Inkorporationsmessstelle kann z. B. sein: ein Unternehmen, eine Einrichtung des Bundes oder eines Bundeslands sowie Forschungszentren. Der Betreiber trägt die Gesamtverantwortung für den Betrieb und gibt die Regeln und Randbedingungen der Organisation vor und bestimmt auch über die Verfügbarkeit einer Inkorporationsmessstelle für einen möglichen Notfall.

3 RAHMENBEDINGUNGEN

3.1.1 Erreichbarkeit der Inkorporationsmessstellen

Eine Inkorporationsmessstelle ist während der normalen Arbeitszeiten in der Regel zu erreichen. In einem Ereignisfall entscheidet zurzeit der Betreiber einer nach § 169 Abs. 1 Nr. 3 StrlSchG benannten Inkorporationsmessstelle, ob die Erreichbarkeit für Beratung, Durchführung von Messungen sowie Probeannahme auch außerhalb von Regelarbeitszeiten möglich ist.

3.1.2 Messbereitschaft der Inkorporationsmessstellen

Erste orientierende Messungen sollten bereits am Ort des Notfalls mit mobilen Messgeräten durchgeführt werden. Ergibt die radiologische Erstbeurteilung Hinweise auf eine Inkorporation sollten zeitnah Inkorporationsmessungen erfolgen.

Die Inkorporationsmessstelle stände der Einsatzleitung beratend zur Verfügung. Für weitere Informationen zum Leistungsangebot der jeweiligen Inkorporationsmessstelle liegt ein Messstellenkatalog der Leitstelle Inkorporationsüberwachung des BfS vor.

Es wäre sinnvoll, dass je eine für Notfallexposition verpflichtete Inkorporationsmessstelle pro Region des Bundesgebiets auch außerhalb der Dienstzeit erreichbar wäre (ggf. im Wechsel mehrerer Inkorporationsmessstellen).

Hier wäre auch eine Art Online-Tool z. B. die BfS Cloud zu empfehlen. Angaben zum Ereignisfall (Zeitpunkt, Pfad, beteiligte Nuklid(e)) könnten von der Einsatzleitung oder vom BfS zur Verfügung gestellt werden. Die jeweilige Inkorporationsmessstelle erhält Zugriff zu diesem Tool. Gleichzeitig kann die Messbereitschaft durch die Inkorporationsmessstelle aktuell eingepflegt werden und eine schnelle Übersicht über die Messkapazitäten stände zur Verfügung.

3.1.3 Zeitliche Rahmenbedingung (Vorlaufzeit) nach einem Ereignis

Die Inkorporationsmessstelle wird je nach Ereignis von den jeweils für diesen Einsatz zuständigen Behörden/ Einsatzleitung/ Leitstelle Inkorporationsüberwachung des BfS etc. kontaktiert.

Die Inkorporationsmessstelle benötigt eine Vorlaufzeit, um die Notfallmessungen vorzubereiten.

Zeitlicher Planungswert nach Eingang einer Ereignismeldung in der Inkorporationsmessstelle

- Ganzkörpermessungen sind nach Terminabsprache in der Regel kurzfristig möglich
- für Ausscheidungsmessungen sollte für die Vorbereitung einer Messung je nach zu messenden Radionukliden und Messverfahren bis zu 4 Werktagen eingeplant werden.

4 AUSSCHLÜSSE

Der vorliegende Anforderungskatalog beschreibt und empfiehlt nicht medizinische Behandlungen und Vorsorge nach einer Exposition der Einsatzkräfte und Bevölkerung.

Informationen zu medizinischen Behandlungen und Vorsorge nach einer Exposition siehe Empfehlung der SSK „Strahlennotfallmedizin Handbuch für die medizinische Versorgung und Ausbildung“ (SSK 2022).

5 ANSPRECHPARTNER

- a) Bundesamt für Strahlenschutz
Leitstelle Inkorporationsüberwachung
Köpenicker Allee 120-130, 10318 Berlin

Aktuelle Liste behördlich bestimmter Inkorporationsmessstellen:

https://www.bfs.de/DE/themen/ion/service/inkorporation/messstellen/messstellen_nod_e.html (Stand Oktober 2022)

- b) Arbeitskreis Inkorporationsüberwachung des Fachverbandes für Strahlenschutz e.V.
Postfach 1121, 21630 Jork
<https://www.fs-ev.org/arbeitskreise/inkorporation/> (Stand Januar 2023)

6 ÜBERSICHTEN UND ABSCHÄTZUNGEN

6.1 ABSCHÄTZUNG DER ANZAHL DER BETROFFENEN UND ERFORDERLICHEN KAPAZITÄTEN

Basierend auf den Empfehlungen der Strahlenschutzkommission (SSK 2017) werden in Tabelle 1 die für Inkorporationsüberwachungen relevanten Szenarien hinsichtlich der Anzahl möglicher Betroffener zusammengefasst.

Tabelle 1 Geschätzte Anzahl Betroffener in Deutschland bei verschiedenen radiologischen Notfallszenarien hinsichtlich einer Inkorporation

Szenarien	Geschätzte Anzahl Betroffener
Unfall in einem deutschen KKW	1 000 000
Unfall in einem KKW im grenznahen Ausland*	100 000 bis 1 000 000
Unfall in einem KKW im übrigen Europa	10 000 bis 50 000
Unfall in einer kerntechnischen Anlage bzw. Einrichtung	1-10
Terroristische oder anderweitig motivierte Handlungen	bis zu 1000
Transportunfall	1-10
Auffinden herrenloser Quellen	1-10
Satellitenabsturz	1-5

* Entfernung von der deutschen Staatsgrenze max. 100 km

Unfall in einem deutschen KKW: Bis April 2023 werden in Deutschland alle Kernkraftwerke abgeschaltet. Die Kernkraftwerke wechseln vom Leistungsbetrieb in den Nachbetrieb. Ereignisse bedingt durch Rückbau und etwaige Störfälle sind als Szenario dann unter „Unfall in einer kerntechnischen Anlage bzw. Einrichtung“ zu betrachten.

Unfall in einem KKW im grenznahen Ausland sowie im übrigen Europa: In der Regel können für die Inkorporationsüberwachung Teilkörpermessungen (Iod in der Schilddrüse) eingesetzt werden, die hauptsächlich in den Notfallstationen vom Katastrophenschutz durchgeführt werden. Unter

Umständen sind aber auch Inkorporationsmessungen bezüglich Iod in der Schilddrüse oder mit Ganzkörpermessungen in Inkorporationsmessstellen erforderlich.

Hinweis: Bei einem Unfall in einem grenznahen Kernkraftwerk kann Deutschland anlagenextern genauso betroffen sein wie das Land, in dem das Kernkraftwerk steht.

Darüber hinaus können im Rahmen der internationalen Hilfeleistung ggf. auch Anfragen zu Inkorporationsmessungen im nicht grenznahen Ausland bei den Inkorporationsmessstellen eingehen. Hier muss der jeweilige Betreiber einer Inkorporationsmessstelle entscheiden, welche Hilfeleistungen von der Inkorporationsmessstelle erbracht werden können.

Unfall in einer kerntechnischen Anlage bzw. Einrichtung, die keine KKW sind: Hierzu zählen u. a. auch Forschungsreaktoren und Einrichtungen, in denen Kritikalitätsunfälle auftreten können. Es werden Beschäftigte der Anlage betrachtet, eine Gefährdung der Bevölkerung in der unmittelbaren Umgebung ist nicht zu erwarten.

Terroristische oder anderweitig motivierte Handlungen: Eine Abschätzung der Anzahl von betroffenen Personen hängt stark von den jeweiligen Szenarien ab. Das kann von wenigen Personen bis hin zu komplexen Szenarien mit hunderten Betroffenen bedeuten.

Transportunfall, Auffinden herrenloser Quellen, Satellitenabsturz: Betroffene sind hier in der Regel Einzelpersonen oder nur eine geringe Anzahl von Personen.

6.2 MINDESTANFORDERUNG BEZÜGLICH DER ANZAHL ZU ÜBERWACHENDER PERSONEN

Grundsätzlich kann man je nach Szenarien von weitgehend überschaubaren bis zu kleinerer Anzahl von Betroffenen für eine erforderliche Inkorporationsmessung in Inkorporationsmessstellen ausgehen. Eine Inkorporation kann bei weitaus mehr Personen vorkommen, aber es wird nur bei einem kleinen Anteil eine Inkorporationsmessung erforderlich sein.

Im vorliegenden Anforderungskatalog wird je nach Fallbetrachtung eine mittlere Planungsgröße (Mindestanforderung) einer Personenzahl von 500 Personen für ein Ereignis angesetzt.

Hinweis:

- *Durch Einsatz von Schnellverfahren in der Inkorporationsüberwachung können bei Bedarf weitere betroffene Personen untersucht werden.*
- *Durch die gute Vernetzung von Inkorporationsmessstellen können bei einem Ereignis mehrere Inkorporationsmessstellen Messungen durchführen und somit ggf. weitere betroffene Personen untersucht werden.*

6.3 ÜBERSICHT ÜBER RELEVANTE RADIONUKLIDE UND DEREN ÜBERWACHUNGSVERFAHREN

6.3.1 Notfallmanagement für Einsatzkräfte

Die Durchführung der Messung bei Notfalleinsatzkräften ist analog zur Überwachung von beruflich exponierten Personen bei geplanten Expositionssituationen. Die nachzuweisende effektive Dosis im Notfall für Einsatzkräfte beträgt entsprechend Referenzwert der effektiven Dosis 1 mSv (StrlSchG, 2017).

In Tabelle 2 ist eine Zusammenstellung relevanter Radionuklide für Notfallexpositionen und Überwachungsverfahren aufgeführt.

Angaben der nachzuweisenden Körperaktivitäten in Bq für einen Erwachsenen in Tabelle 2 erfolgten unter folgenden Annahmen:

- ✓ Konzept Referenzwert von 1 mSv effektive Dosis

- ✓ Datengrundlage ICRP Publication Occupational Intakes of Radionuclides: Part 1- Part 5 (Viewer, March 2022)
- ✓ Zeitpunkt der Messung oder des Beginns der Probenahme: 24 Stunden nach einer einmaligen Inhalation
- ✓ Aerosolgröße/ Teilchengröße: 1 µm AMAD

Hinweis für Ausscheidung Matrix Urin: die nachzuweisende Aktivität bezieht sich auf eine 24-h-Urinprobe.

Tabelle 2 Übersicht von relevanten Radionukliden und Messverfahren mit nachzuweisender Körperaktivität mit dem Referenzwert der effektiven Dosis von 1 mSv

Radionuklid	Literaturstelle	Nachzuweisende Körperaktivität		Matrix*	Typ. Messverfahren**
		Ganzkörper in Bq	Ausscheidung in Bq/24h		
P-32	M (SSK 2015)	-	1,7E+03	U	LSC
S-35	S (SSK 2015)	-	1,4E+03	U	LSC
Mn-54	S (TMT, 2009)	7,8E+04	-	P	GK
Co-57	M (BfS-RESFOR-60/12, 2012)	7,7E+05	-	P	GK
Co-60	S (TMT, 2009), (BfS-RESFOR-60/12, 2012)	7,0E+03	-	P	GK
Se-75	S (TMT, 2009), (Youngman, 2011)	2,5E+05	4,8E+01	P, U	GK, LL-beta, LSC
Sr-90	S (TMT, 2009), (SSK, 2015)	-	5,0E-01	U	LSC, LL-beta
Cd-109	S (TMT, 2009)	9,1E+04	-	P	GK
Ag-110 ^m	S (TMT, 2009)	2,4E+04	-	P	GK
I-125	F (BfS-RESFOR-60/12, 2012)	3,6E+04	-	P	GK
I-131	F (TMT, 2009), (BfS-RESFOR-60/12, 2012)	2,5E+04	-	P	GK
Cs-137	S (TMT, 2009), (Yu, 2006)	3,9E+03	-	P	GK
Ba-133	F (TMT, 2009), (BfS-RESFOR-60/12, 2012)	3,8E+05	-	P	GK
Eu-152	M (TMT, 2009), (BfS-RESFOR-60/12, 2012)	1,1E+04	-	P	GK
Eu-154	M (TMT, 2009)	1,1E+04	-	P	GK
Ir-192	S (TMT, 2009), (Paschoa, 2014)	8,9E+04	-	P	GK
Po-210	S (TMT, 2009), (Paschoa, 2014)	-	1,8E-02	U	α-Sp., LSC
Ra-226	S (TMT, 2009), (SSK, 2015)	-	3,8E-04	U	ICP-MS, α-Sp.
Th-228	S (Youngman, 2011), (SSK, 2015)	-	5,2E-04	U	α-Sp
Th-232	S (BfS-RESFOR-60/12, 2012)	-	1,8E-04	U	ICP-MS, α-Sp
U-234	S (SSK, 2015)	-	5,2E-03	U	α-Sp., ICP-MS
U-235	S (SSK, 2015)	-	5,8E-03	U	α-Sp., ICP-MS
U-238	S (SSK, 2015)	-	6,0E-03	U	α-Sp., ICP-MS
Np-237	M (Youngman, 2011)	-	2,9E-01	U	ICP-MS, α-Sp
Pu-238	S (TMT, 2009), (SSK, 2015)	-	1,2E-04	U	α-Sp.
Pu-239	S (Yu, 2006), (SSK, 2015)	-	1,2E-04	U	α-Sp., ICP-MS
Am-241	M (TMT, 2009), (BfS-RESFOR-60/12, 2012)	-	3,0E-02	U	α-Sp., ICP-MS
Cm-244	M (Yu, 2006), (SSK 2015)	-	4,3E-02	U	α-Sp.
Cf-252	S (TMT, 2009), (SSK, 2015)	-	2,4E-03	U	α-Sp.

* P=Person
U=Urinprobe

** α-Sp. = Alphaspektrometrische Messverfahren
GK = Ganzkörperzähler
ICP-MS = Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
LL-beta = Alpha-Beta Low-Level Messplatz
LSC = Flüssig-Scintillationszähler

6.3.2 Notfallmanagement für den Schutz der Bevölkerung

Entsprechend § 93 StrlSchG (StrlSchG, 2017) wird für die Durchführung von Inkorporationsmessungen in einem Notfall ein Referenzwert von 100 mSv für die effektive Dosis zu Grunde gelegt.

In Tabelle 3 ist eine Zusammenstellung relevanter Radionuklide für Notfallexpositionen und Überwachungsverfahren aufgeführt.

Angaben der nachzuweisenden Körperaktivitäten in Bq für einen Erwachsenen in Tabelle 3 erfolgten unter folgenden Annahmen:

- ✓ Konzept Referenzwert von 100 mSv effektive Dosis
- ✓ in Ermangelung von biokinetischer Daten für Einzelpersonen der Bevölkerung auf Grundlage neuer Modelle der ICRP wurde die Datengrundlage ICRP Publication Occupational Intakes of Radionuclides: Part 1- Part 5 (Viewer, March 2022) verwendet
- ✓ Zeitpunkt der Messung oder des Beginns der Probenahme: 24 Stunden nach einer einmaligen Inhalation
- ✓ Aerosolgröße/ Teilchengröße: 1 µm AMAD

Hinweis für Ausscheidung Matrix Urin: die nachzuweisende Körperaktivität bezieht sich auf eine 24-h-Urinprobe.

Tabelle 3 Übersicht von relevanten Radionukliden und Messverfahren mit nachzuweisender Körperaktivität mit dem Referenzwert der effektiven Dosis von 100 mSv

Radionuklid	Absorptions- klasse	Literaturstelle	Nachzuweisende Körperaktivität		Matrix*	Typ. Messverfahren**
			Ganzkörper in Bq	Ausscheidung in Bq/24h		
P-32	M	(SSK 2015)	1,9E+07	1,7E+05	P, U	GK, LSC
S-35	S	(SSK 2015)	-	1,4E+05	U	LSC
Mn-54	M	(TMT, 2009)	7,8E+06	-	P	GK
Co-57	M	(Bfs-RESFOR-60/12, 2012)	7,7E+07	7,0E+05	P, U	GK, γ-Sp.
Co-60	S	(TMT, 2009), (Bfs-RESFOR-60/12, 2012)	6,9E+05	3,0E+02	P, U	GK, γ-Sp.
Se-75	S	(TMT, 2009), (Youngman, 2011)	2,5E+07	4,8E+03	P, U	GK, LL-beta
Sr-90	S	(TMT, 2009), (SSK, 2015)	1,1E+05	5,0E+01	P, U	GK, LSC, LL-beta
Cd-109	S	(TMT, 2009)	9,1E+06	-	P	GK
Ag-110 ^m	S	(TMT, 2009)	2,4E+06	-	P	GK
I-125	F	(Bfs-RESFOR-60/12, 2012)	3,6E+06	-	P	GK
I-131	F	(TMT, 2009), (Bfs-RESFOR-60/12, 2012)	2,5E+06	-	P	GK
Cs-137	S	(TMT, 2009), (Yu, 2006),	3,9E+05	-	P	GK
Ba-133	F	(TMT, 2009), (Bfs-RESFOR-60/12, 2012)	3,8E+07	-	P	GK
Eu-152	M	(TMT, 2009), (Bfs-RESFOR-60/12, 2012)	1,1E+06	-	P	GK
Eu-154	M	(TMT, 2009)	1,1E+06	-	P	GK
Ir-192	S	(TMT, 2009), (Bfs-RESFOR-60/12, 2012)	8,9E+06	-	P	GK
Po-210	S	(TMT, 2009), (Paschoa, 2014)	-	1,8E+00	U	α-Sp., LSC
Ra-226	S	(TMT, 2009), (SSK, 2015)	1,8E+03	3,8E-02	U	GK, ICP-MS, α-Sp.
Th-228	S	(Youngman, 2011), (SSK, 2015)	9,4E+01	5,2E-02	P, U	GK, α-Sp
Th-232	S	(Bfs-RESFOR-60/12, 2012)	-	1,8E-02	U	ICP-MS, α-Sp
U-234	S	(SSK, 2015)	1,8E+03	5,2E-01	P, U	LZ, α-Sp., ICP-MS
U-235	S	(SSK, 2015)	2,0E+03	5,8E-01	P, U	LZ, α-Sp., ICP-MS
U-238	S	(SSK, 2015)	-	6,0E-01	U	α-Sp., ICP-MS
Np-237	M	(Youngman, 2011)	5,3E+03	2,9E+01	P, U	GK, ICP-MS, α-Sp
Pu-238	S	(TMT, 2009), (SSK, 2015)	1,4E+03	1,2E-02	P, U	LZ, α-Sp.
Pu-239	S	(Yu, 2006), (SSK, 2015)	1,3E+03	1,2E-02	P, U	LZ, α-Sp., ICP-MS

Radionuklid		Literaturstelle	Nachzuweisende Körperaktivität		Matrix*	Typ. Messverfahren**
	Absorptions- klasse		Ganzkörper in Bq	Ausscheidung in Bq/24h		
Am-241	M	(TMT, 2009), (BfS-RESFOR-60/12, 2012)	2,9E+03	3,0E+00	P, U	LZ, α -Sp., ICP-MS
Cm-244	M	(Yu, 2006), (SSK 2015)	4,1E+03	4,3E+00	P, U	LZ, α -Sp.
Cf-252	S	(TMT, 2009), (SSK, 2015)	3,2E+03	2,4E-01	P, U	LZ, α -Sp.

P=Person
U=Urinprobe

α -Sp. = Alphaspektrometrische Messverfahren
GK= Ganzkörperzähler
ICP-MS=Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
LL=beta= Alpha Beta Low-Level Messplatz
LSC= Flüssig-Scintillationszähler
LZ= Lungenzähler
 γ -Sp. = Gammaskpektrometrie

7 INKORPORATIONSÜBERWACHUNG IN NOTFALLEXPOSITIONSSITUATIONEN

Eine behördlich bestimmte Inkorporationsmessstelle, welche zusätzlich zu ihrer Routinearbeit auch für Messungen in Notfallsituationen verpflichtet ist, muss über mehr Kapazitäten verfügen. Zu diesen Kapazitäten zählen zunächst ein größeres Spektrum an vorgehaltenen Normal- und Schnellverfahren für verschiedene Radionuklide in Notfallsituationen (kurz Notfallschnellmethoden). Dies bedeutet, dass es regelmäßige Überprüfungen dieser Notfallschnellmethoden geben muss (z. B. durch Ringversuche oder Messstellen-interne Qualitätssicherungen). Dadurch ergeben sich weitere notwendige Kapazitäten wie z. B. ausreichendes Personal und Verbrauchsmaterialien. Die Verbrauchsmaterialien müssen hierbei in ausreichender Menge kurzfristig verfügbar sein oder gelagert werden.

Setzt man bei einer Notfallexposition eine mittlere Planungsgröße mit einer Personenzahl von 500 Personen an, kann eine einzelne Inkorporationsmessstelle dies nicht bewältigen. Nur durch eine gute Vernetzung der Inkorporationsmessstellen in Deutschland, ggf. europaweit, ist eine gegenseitige Hilfestellung gewährleistet. So können Inkorporationsmessstellen, die auf spezielle Kundenanfragen oder auf die Eigenüberwachung spezialisiert sind, Inkorporationsmessstellen mit einem umfangreichen Angebot Hilfestellung im Rahmen der Notfallvorsorge geben. Zusätzlich können Inkorporationsmessstellen, die nicht behördlich bestimmt oder nicht behördlich beauftragt sind, und/oder qualifizierte Umweltlaboratorien unterstützend mitwirken.

Der Nachweis der fachlichen Kompetenz der Inkorporationsmessstelle erfolgt durch Qualitätssicherungsmaßnahmen (QS-Maßnahmen) wie

- die regelmäßige Teilnahme an Ringversuchen der Leitstelle Inkorporationsüberwachung des BfS
- je nach Angebot ggf. Teilnahmen an nationalen und internationalen Laborvergleichsmessungen von Ringversuchsanbietern
- sowie geeignete messstelleninterne QS-Maßnahmen z. B. Kontrollkarten, Messungen von Referenzmaterialien.

Eine aktuelle Liste behördlich bestimmter Inkorporationsmessstellen sowie qualifizierter Laboratorien mit ihren Messmöglichkeiten führt das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS, 2018).

Die Mindestanforderungen von personellen, räumlichen und technischen Ausstattungen von Inkorporationsmessstellen ergeben sich aus den normalen Aufgaben bei der Überwachung beruflich exponierter Personen und den Angaben der RiPhyKo 2 (RiPhyKo 2 2007). Bedingt durch die normalen Aufgaben und Beauftragung einer Inkorporationsmessstelle können die personellen, räumlichen und technischen Ausstattungen aber sehr unterschiedlich sein. Verfügt eine Inkorporationsmessstelle über vorgehaltene Schnellmethoden bzw. Auswerteroutinen, sollen für Notfallmessungen zusätzliche

Ausrüstung und Mittel sowie Personal zur Verfügung stehen, die über die Ausstattung für die Überwachung beruflich exponierter Personen hinausgehen.

In den folgenden Kapiteln werden die Messverfahren zur Inkorporationsmessungen kurz erläutert und der personelle und zeitliche Aufwand sowie zusätzliche erforderliche Ausrüstung aufgeführt.

7.1 ABLAUF EINER INKORPORATIONSMESSUNG IN NOTFALLSITUATIONEN

7.1.1 In-vivo-Messungen

7.1.1.1 Ablauf einer In-vivo-Messung

Schematischer Ablauf einer In-vivo-Messung in einer Inkorporationsmessstelle.

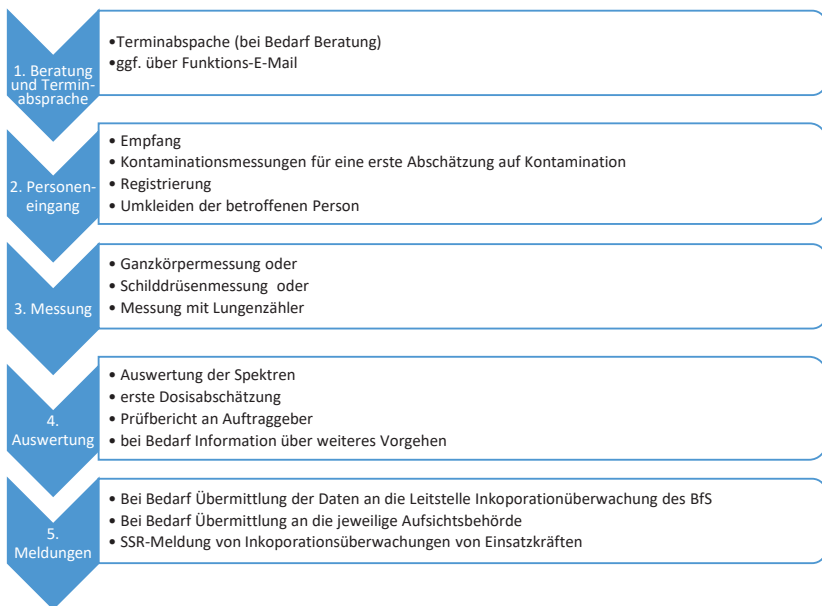


Abbildung 1: Schematischer Ablauf einer In-vivo-Messung

1. Beratung und Terminabsprache

Die Inkorporationsmessstelle führt je nach Ereignisfall eine Beratung durch. Ist eine In-vivo-Messung notwendig, erfolgt der Personeneingang nur nach vorheriger Terminabsprache mit der Inkorporationsmessstelle.

2. Personeneingang

(a) Die betroffene Person wird empfangen und über den Ablauf der Messung informiert.
Hinweis: Bei einer größeren Anzahl von Betroffenen muss ein Wartebereich eingerichtet werden.

(b) Die betroffene Person sollte bereits zuhause ihre Kleidung gewechselt und geduscht haben. Besteht der Verdacht auf eine Kontamination, müssen Kontaminationsmessungen

durchgeführt werden. Eine erste Abschätzung einer möglichen Kontamination erfolgt durch Messung mit einem Kontaminationsmessgerät.

- (c) Zur Vermeidung von Kontaminationen der Messsysteme muss sich die betroffene Person umkleiden (Einmalanzug). Besteht der Verdacht auf eine Kontamination, sollte sich die betroffene Person zur Verringerung der Kontamination duschen, sich die Haare waschen oder Teile der Körperoberfläche waschen. Hinweis: nicht in jeder Inkorporationsmessstelle sind die dafür notwendigen sanitären Einrichtungen vorhanden.
- (d) Zur Registrierung werden alle notwendigen Personendaten (Name, Geschlecht, Alter, Körpergröße und -gewicht) und Kontaktdaten sowie Informationen zum Vorkommnis in Form eines „Erhebungsbogens“ („Erhebungsbogen“ siehe Anhang 9) aufgenommen.

3. Durchführung der Messung

Je nach Radionuklid werden Ganzkörper- bzw. Teilkörpermessungen (Schilddrüse, Lunge) durchgeführt.

4. Aus- und Bewertung der Messung

Die betroffene Person wird über die Auswertung der Messung und Dosisabschätzung informiert. Es wird ein Prüfbericht an die betroffene Person bzw. den Auftraggeber geschickt.

5. Meldungen

Die Inkorporationsmessstelle übermittelt die Ergebnisse der Inkorporationsüberwachungen

- (a) bei Einsatzkräften in Auftrag durch den für den Schutz der Einsatzkräfte im Notfalleinsatz Verantwortlichen an das Strahlenschutzregister.
- (b) je nach Ereignisfall der Leitstelle Inkorporationsüberwachung des BfS eine Zusammenfassung der anonymisierten Daten.
- (c) bei Bedarf eine Zusammenfassung der durchgeführten Messungen der zuständigen Aufsichtsbehörde der Inkorporationsmessstelle.

7.1.1.2 *In-vivo-Messverfahren*

7.1.1.2.1 Mobile Messgeräte

Eine Dekorationstherapie ist kurz nach einer Zufuhr am wirksamsten. Deshalb ist es gegebenenfalls sinnvoll, In-vivo-Inkorporationsmessungen bereits am Ort des Ereignisses durchzuführen. Für solche Messungen besitzen manche Inkorporationsmessstellen mobile Messgeräte für Ganz- und Teilkörpermessungen. Es handelt sich um tragbare Gammaspektrometrie-Detektoren, die für Ganz- und Teilkörpergeometrien kalibriert sind. Die kalibrierte Geometrie muss reproduzierbar eingehalten werden, weshalb unter Umständen ein Stuhl und ein Tisch für die Aufstellung des Detektors mitgebracht werden.

Eine Verbreitung mobiler (tragbarer oder fahrzeuggestützter) Messgeräte für In-vivo-Inkorporationsmessungen ist wünschenswert.

7.1.1.2.2 Stationäre Ganzkörperzähler und Teilkörperzähler

Die typischen Gamma-Nuklide wie z. B. Cs-137, Co-60, Se-75, I-131 können mit den in den In-vivo-Messstellen vorhandenen Ganz- und Teilkörpermessanlagen hinreichend genau bestimmt werden. Die Durchführung der Messung erfolgt in Analogie zu dem Normalbetrieb bei Überwachungen beruflich exponierter Personen.

Durch verkürzte Messzeiten kann eine ausreichende Zahl von Ganz- und Teilkörpermessungen durchgeführt werden.

Die für die Messungen eingesetzten stationären Messgeräte sind für besonders große Aktivitäten nicht geeignet. Unter Umständen ist es deshalb erforderlich, Messungen mit geringerer Zählausbeute (zum Beispiel durch größeren Abstand zwischen Person und Messgerät) durchzuführen. Für manche Radionuklide sind bei großen Aktivitäten auch Messungen der Ortsdosisleistung in der Nähe der Person geeignet.

7.1.1.3 Personeller und zeitlicher Aufwand

Eine grobe Abschätzung des Aufwandes zeigt folgende Tabelle 4

Tabelle 4: Personeller und zeitlicher Aufwand einer Inkorporationsmessung mittels Ganz- und Teilkörpermessgerät

Arbeitsschritt	Erforderliches Personal*	Abgeschätzter Zeitaufwand
Personeneingang und kurze Absprachen	1 Person	10 min
Kontaminationsmessung	1 Person	5 min
Vorbereitung zur Messung (Umziehen etc.)	-	10 min
Durchführung der Messung	1 technisches Personal	10 min
Datenauswertung und Berichterstellung in Kurzform	1 technisches Personal	10 min
Beratung nach Befund	1 technisches Personal	10 min

* Angaben beziehen sich auf eingewiesenes Personal

Durchschnittlich sollte pro zu untersuchender Person eine Bearbeitungszeit von 20-30 min eingeplant werden. Einzelne Arbeitsschritte können parallel bearbeitet werden, sofern 2-3 Mitarbeiter zur Verfügung stehen. So könnten z. B. während einer Messung für die nächste Person der Eingang und die Kontaminationsmessung durchgeführt werden.

7.1.1.4 Zusätzliche erforderliche Ausrüstung für In-vivo Notfallmessungen

Die folgende Auflistung gibt Information darüber, welche zusätzlichen Material- und Geräte zur Verfügung stehen sollten.

- Dosisleistungsmessgerät¹
- Mobiles Messgerät¹
- Messgerät zum Nachweis äußerer Kontaminationen²
- Dekontaminationsmittel²
- Einmalanzüge, Handschuhe, Atemmaske²
- Einmal-Bettlaken²
- Schutzkleidung für Personal²

¹ geht über die Ausrüstung für Messungen im beruflichen Strahlenschutz hinaus

² muss in größerer Anzahl als für Messungen im beruflichen Strahlenschutz hinaus vorliegen

7.1.2 In-vitro-Messungen

7.1.2.1 Ablauf einer In-vitro-Messung

Die Vorlaufzeit für die Durchführung einer Ausscheidungsüberwachung muss beachtet werden. So müssen bei Bedarf auf Anfrage die Sammelgefäße, wenn vor Ort nicht verfügbar, zu den Betroffenen oder dem Auftraggeber verschickt werden.

Hinweis:

- Geeignete Sammelgefäße von Anbietern von Arzt-, Apotheken, und Praxisbedarf können ebenfalls verwendet werden.
- Versandgefäße entsprechend (ADR, 16. Nov. 2021) P650 (UN3373) für biologische Stoffe können bei diversen Internetanbietern erworben werden.

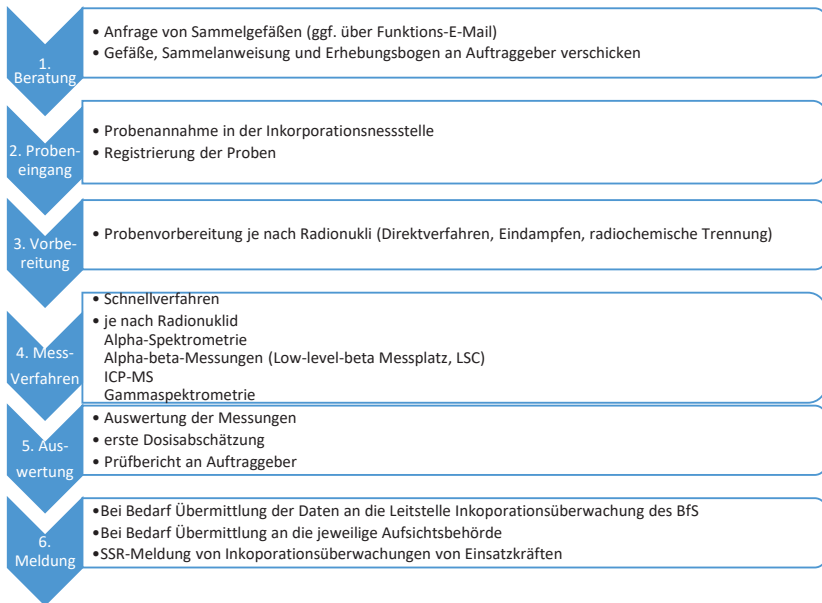


Abbildung 2: Schematischer Ablauf einer In-vitro-Messung

1. Probensammlung und Versand

- Für In-vitro-Messungen muss der Betroffene bei einer Inkorporationsmessstelle nicht persönlich erscheinen. Die Inkorporationsmessstellen stellen auf Anfrage Betroffenen oder den Auftraggebern dafür Sammelgefäße (je nach Überwachung 2L-PE-Sammelflasche oder 50/100 ml PE-Flaschen), Sammelanweisung und bei Bedarf Umverpackungen zur Verfügung.
- Die Betroffenen erhalten bei Anfrage geeignete Sammelgefäße mit einer Sammelanweisung mit allen notwendigen Angaben zu einer Urinsammlung.
Es muss beachtet werden, dass der Versand von Urinproben entsprechend (ADR, 16. Nov. 2021) Verpackungsanweisung P650 (UN3373) für biologische-Stoffen der Kat. B erfolgen muss. Eine Sammelanweisung und Angaben zum Versand siehe Anhang 9.
- Die Urinsammlungen sollten unverzüglich nach dem Ereignis in einer kontaminationsfreien Umgebung begonnen werden. Zur Erfassung aller notwendigen Personendaten (Name,

Geschlecht, Alter etc.) und Kontaktdaten sowie Informationen zum Vorkommnis wird vom Betroffenen ein „Erhebungsbogen“ („Erhebungsbogen“ siehe Anhang 9) ausgefüllt und mit dem Sammelgefäß zurück an die Inkorporationsmessstelle geschickt.

Hinweis: In der Regel wird der Urin über einen Zeitraum von 24 Stunden gesammelt. Je nach zu untersuchendem Radionuklid und Messverfahren können ggf. kleinere Volumina ausreichend sein.

2. Registrierung der Proben

(a) Die Proben werden bei Probeneingang in der Inkorporationsmessstelle erfasst, hier empfiehlt sich ein LIMS (ein auf EDV basiertes Labor-Informations-Management-System) für die Verwaltung von Labordaten.

(b) Die Angaben der zu messenden Person zu den Ausscheidungsproben gelten wie diese im Labor eingegangen sind.

3. Probenvorbereitung

Je nach zu untersuchendem Radionuklid und einzusetzendem Messverfahren ist eine Probenvorbereitung notwendig z. B.

- Zugabe interner Standard oder Szintillationscocktail
- Eindampfen, Mikrowellenaufschluss
- radiochemische Trennungen
- Elektrodeposition

4. In-vitro-Messverfahren

Die Inkorporationsmessstellen haben eigene Hausverfahren entwickelt. Eine detaillierte Beschreibung kann im Anforderungskatalog nicht wiedergegeben werden.

5. Aus- und Bewertung der Messung

Die betroffene Person bzw. der Auftraggeber der Messungen wird über die Auswertung der Messung und Dosisabschätzung schriftlich in Form eines Prüfberichtes informiert.

6. Meldungen

Die Inkorporationsmessstelle übermittelt die Ergebnisse der Inkorporationsmessungen

- (a) bei Einsatzkräften in Auftrag durch den für den Schutz der Einsatzkräfte im Notfalleinsatz Verantwortlichen an das Strahlenschutzregister.
- (b) je nach Ereignisfall der Leitstelle Inkorporationsüberwachung des BfS eine Zusammenfassung der anonymisierten Daten.
- (c) bei Bedarf eine Zusammenfassung der durchgeführten Messungen der zuständigen Aufsichtsbehörde der Inkorporationsmessstelle.

7.1.2.2 In-vitro-Messverfahren

7.1.2.2.1 Screeningmethoden und Schnellverfahren

Inkorporation von reinen Alpha- und Betastrahlern kann anhand der Untersuchung von Urinproben nachgewiesen werden. Messungen von Urinproben sind im Vergleich zu Ganzkörpermessungen deutlich zeitaufwendiger und die Messergebnisse je nach Radionuklid und Messverfahren liegen oftmals nicht sofort vor.

Daher kann bei einem Ereignisfall der Einsatz von Screening- bzw. Schnellmethoden zur Bestimmung von rein alpha- bzw. betastrahlenden Nukliden in Ausscheidungsproben als Vorauswahl dienen, um eine erste Abschätzung der Dosis durchzuführen und ggf. um weitere Maßnahmen einzuleiten.

Screening-Methoden:

- ✓ Probenahmen und Messung von Schnäuzproben
Einen ersten schnellen zeitnahen Überblick kann man durch Schnäuzproben erhalten. Im einfachsten Fall erfolgt die Probenahme mittels eines absorbierenden Materials z. B. Schnäuztücher oder Kosmetiktücher. Die Proben können ausgemessen und aus dem Messergebnis auf eine eventuelle Inkorporation geschlossen werden. Für eine grobe erste Abschätzung einer Inhalation ist diese Methode ausreichend empfindlich.
- ✓ Urinmischproben aus Aliquoten von Urinproben Betroffener
Eine weitere Vorselektion kann erfolgen, wenn die Wahrscheinlichkeit für eine nachzuweisende Inkorporation klein ist, indem sogenannte Urinmischproben hergestellt werden. Von den gesammelten 24h-Urinproben mehrerer Personen (z. B. 5 Personen) kann jeweils ein Aliquot entnommen, zu einer Mischprobe vereint und vermessen werden. Wird ein signifikantes positives Ergebnis (oberhalb der nachzuweisenden Aktivität) in der Mischprobe ermittelt, können die individuellen Urinproben dann je nach Radionuklid aufbereitet und vermessen werden.

Schnellverfahren:

- ✓ Alpha-beta-Summenmessung (Proportionalzähler, LSC)
Der Einsatz von Alpha-beta-Summenmessung ist kein typisch in der Routine eingesetztes Verfahren der Ausscheidungsanalytik. Das Messverfahren kann aber durchaus als erste Abschätzung für eine Entscheidung für notwendige weitere Messungen eingesetzt werden.
- ✓ Massenspektrometer mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS)
Bei der Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS) besteht die Möglichkeit wässrige Proben direkt ohne Probenvorbehandlung einzusetzen. Das ICP-MS-Verfahren bietet hier den Vorteil einer schnellen Analytik von bestimmten langlebigen Radionukliden wie U-234, U-235, U- 238, Th-232, Ra-226 und Np-237. Ein höherer Probendurchsatz ist durch Verwendung von Autosamplern möglich. Die geforderten Nachweisgrenzen müssen aber beachtet werden.

7.1.2.2.2 Nachweis von Alpha-Radionukliden

- ✓ Alpha-Spektrometrie:
Ein typisches Messverfahren für die Bestimmung von Alpha-Nukliden wie Am-241, Pu-, U- und Th-Isotope in Ausscheidungsproben ist die Alpha-Spektrometrie mit praktischen Nachweisgrenzen von 1 mBq/d. Um die gesuchte Radionuklidaktivität bestimmen zu können, bedarf es einer spezifischen radiochemischen Trennung des gesuchten Radionuklids aus dem Urin mit einer anschließenden Präparation eines Messpräparates durch eine Elektrodeposition. Für die Probenaufbereitung von Routineproben mit nach RiPhyKo 2 geforderten Nachweisgrenzen werden 24h-Sammelproben benötigt.
- ✓ Massenspektrometer mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS):
Mittels ICP-MS ist die Bestimmung einer Vielzahl von Elementen im Massenbereich m/z 7 bis m/z 252 in relativ kurzer Zeit und guter Nachweisempfindlichkeit möglich. Das Messverfahren ICP-MS wird in der Ausscheidungsüberwachung hauptsächlich für Radionuklide mit physikalischen Halbwertszeiten >500 Jahre für die Bestimmung von Uran (U-234, 235, 238), Thorium (Th-232), Ra-226 und Np-237 eingesetzt. Für die Analyse werden nur geringe Volumina, je nach Radionuklid und Probenvorbereitung von 1 ml bis 100 ml, benötigt. Die nach RiPhyKo2 (RiPhyKo 2 2007) geforderten Nachweisgrenzen werden erfüllt.

7.1.2.2.3 Alpha-beta- Messungen

✓ Flüssigszintillationsmessung (LSC):

Bei niederenergetischen rein betastrahlenden Radionukliden z. B. P-33, S-35 in Ausscheidungsproben erfolgt die Ermittlung der Aktivität mittels Flüssigszintillationsmessung (LSC). Für die Analyse wird ein Aliquot der Urinprobe entweder direkt mit dem entsprechenden Szintillator (LSC-Cocktail) vermischt und gemessen oder vorher durch Destillation von Verunreinigungen getrennt und dann im LSC-Cocktail gemessen. Für die Analysen werden von den 24h-Urinsammelproben nur geringe Volumina benötigt.

✓ Proportionalzähler-Spektroskopie

Das Messverfahren Low-level- β -Counter wird hauptsächlich für die Bestimmung von Sr-90, Sr-89, Y-90 in flüssigen und festen Proben eingesetzt.

7.1.2.3 Personeller und zeitlicher Aufwand

Eine Abschätzung des personellen und zeitlichen Aufwands hängt sehr stark vom Leistungsumfang der jeweiligen In-Vitro-Messstelle ab. Für detaillierte Informationen zum Leistungsumfang einer In-vitro-Messstelle liegt ein Messstellenkatalog der Leitstelle Inkorporationsüberwachung des BfS vor.

Durch eine gute Vernetzung der In-vitro-Labore besteht die Möglichkeit einer Arbeitsteilung. So kann bei einem hohen Probenaufkommen oder wenn z. B. die Messkapazität in einem In-vitro-Labor ausgeschöpft ist, eine fertig vorbereitete Probe zur Messung in ein anderes Labor verschickt werden.

Eine grobe Abschätzung des Aufwandes unter der Voraussetzung der Probenvorbereitung und Messdurchführung durch eine eingewiesene Laborkraft und einer nachzuweisenden Körperaktivität mit der effektiven Dosis von 100 mSv zeigt folgende Tabelle 5.

Tabelle 5: Gemittelter zeitlicher Aufwand und Probenkapazität von Messverfahren mittels Ausscheidungsüberwachung

Radio-nuklid	Mess-verfahren	gemittelte Analysendauer pro Probe	gemittelte Probenkapazität pro Analysendauer ^{*,**}	Anmerkung
S-35	LSC	bis 1 d	20	Direktmessung über Nacht
Sr-90	LSC	1 - 2 d	5	Probenaufarbeitung, Messung über Nacht
	LL-beta	1 - 2 d	7	Direktmethode über Sr-Resin
Po-210	α -Spektr.	3 d	6	-
Ra-226	ICP-MS	1 d	50	Probenaufbereitung, Messungen über Nacht
	α -Spektr.	5 d	8	Probenaufarbeitung
Th-228	α -Spektr.	3 d	6	Probenaufarbeitung
Th-232	ICP-MS	1 d	50	Probenaufbereitung, Messungen über Nacht
	α -Spektr.	4 d	5	Probenaufarbeitung
Np-237	ICP-MS	1 d	50	Probenaufbereitung, Messungen über Nacht
	α - und γ -Spektr.	5 d	2	Probenaufarbeitung
Pu-238	α -Spektr.	3 d	6	Probenaufarbeitung
Pu-239	ICP-MS	1 d	50	Probenaufbereitung, Messungen über Nacht
	α -Spektr.	3 d	6	Probenaufarbeitung

Radio-nuklid	Mess-verfahren	gemittelte Analysendauer pro Probe	gemittelte Probenkapazität pro Analysendauer ^{*,**}	Anmerkung
Am-241	ICP-MS	1 d	50	Probenaufbereitung, Messungen über Nacht
	α-Spektr.	3 d	6	Probenaufarbeitung
Cm-244	ICP-MS	1 d	50	Probenaufbereitung, Messungen über Nacht
	α-Spektr.	3 d	6	Probenaufarbeitung

* Angaben beziehen sich auf eingewiesenes Personal

**Durchsatz begrenzt durch Anzahl vorhandener Messkapazität wie z. B. Messkammern

7.1.2.4 Zusätzliche erforderliche Ausrüstung für In-vitro-Notfallmessungen

Hinweis: Durch die Verarbeitung von Proben mit höheren Aktivitätskonzentrationen besteht bei In-Vitro-Messungen ein Risiko der Querkontamination, insbesondere auf Labormaterial für Messungen niederaktiver Proben in geplanten Expositionssituationen. Um dies zu vermeiden, muss für Notfallproben zusätzliches von der Routinemessung getrenntes Labormaterial (z. B. Trennsäulenmaterial oder ggf. Messkammern) zur Verfügung stehen.

- Urinsammelgefäße (24h-Sammelgefäße, PE-Sammelflaschen unterschiedlicher Größen (2 l, 50 oder 100 ml)
- Umverpackungen und/ oder Anschrift eines Anbieters für Versandkartons entsprechend UN 3373 (Hinweis: die Lagerhaltung von größeren Mengen an Versandkartons ist logistisch nicht möglich).
- Je nach Messverfahren diverse radioaktive interne Standards
- Zusätzliche allgemeine Laborausstattung (Mikrowelle, Veraschungsöfen, Heizplatten, Laborgefäße etc.)
- Laborchemikalien (Cocktail für LSC-Messungen, div. Säuren)
- Zusätzliche Messausrüstung je nach Messverfahren
 - Alpha-Spektrometrie
 - Trennsäulenmaterial
 - Depositionszellen
 - ggf. Messkammern
 - ICP-MS
 - Ersatzteile bedingt durch hohen Probendurchsatz und/ oder Direktmessungen (z. B. Konen, Zerstäuber)

8 VERZEICHNISSE

8.1 LITERATURVERZEICHNIS

ADR. 16. Nov. 2021. *Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR)*. 16. Nov. 2021.

AKI. 2015. *Quo vadis? Inkorporationsüberwachung in Deutschland*. 2015.

ANoPI-Bund. Entwurf. *Allgemeiner Notfallplan des Bundes nach § 98 des Strahlenschutzgesetzes*. s.l. : BMUV, Entwurf.

BfS . 2018. Behördlich bestimmte Messstellen. [Online] 2018.
<http://www.bfs.de/DE/themen/ion/service/inkorporation/messstellen/messstellen.htm>.

BfS. 2013. *Diskussionspapier Notfall-AG*. 2013.

BfS_AKI. 2008. *Das gemeinsame Messstellenkonzept von Arbeitskreis Inkorporationsüberwachung des FS und Leitstelle Inkorporationsüberwachung des BfS*. 2008.

BfS-RESFOR-60/12. 2012. *Nutzung von Geräten in nuklearmedizinischen Einrichtungen bei radiologischen Notfallsituationen mit hohen bis sehr hohen Körperaktivitäten im Rahmen des REMPAN"Netzwerkes*. 2012. urn:nbn:de:0221-201203027635.

BNoPI-Bund. Entwurf. *Entwurf Allgemeine Verwaltungsvorschrift zu Besondere Notfallpläne des Bundes nach § 99 Abs. 2 Nr. 1*. Entwurf.

Eidgenossenschaft, Schweizerische. 28. November 2016. *Konzept: beratungsstelle Radioaktivität (BsR)*. 28. November 2016.

Ferguson, C. D., et al. 2003. *J. Commercial Radioactive Sources: Surveying the Security Risks*. s.l. : Monterey Institute of International Studies, Center for Nonproliferation Studies, 2003. ISBN 1-885350-06-6..

ICRP 103. 2007. Die Empfehlung der internationalen Strahlenschutzkommission (ICRP). Deutsche Ausgabe : BfS urn:nbn:de:20090821554, März 2007.

Paschoa, A. S. et al. 2014. *Brazilian Journal of Radiation Sciences : An attempt to evaluate the risks associated with radiological terror*, 2014.

RiPhyKo 2 2007. *RiPhyKo 2*. Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle zur Ermittlung der Körperdosis Teil 2 : s.n., RiPhyKo 2 2007.

SSK 2015. *Abgeleitete Richtwerte für Maßnahmen zum Schutz von Personen bei Kontaminationen der Umwelt mit Alpha- und Betastrahlern*. Empfehlung der Strahlenschutzkommission : Bekanntmachung im BAnz AT 01.07.2016 B3.

SSK 2017. *Erforderliche medizinische Kapazitäten für die radiologische Versorgung und Betreuung der Bevölkerung im radiologischen und nuklearen Notfall*. Bekanntmachung im BAnz AT 10.04.2018 B4 : Empfehlung der Strahlenschutzkommission.

SSK 2022. *Strahlennotfallmedizin Handbuch für die medizinische Versorgung und Ausbildung*. s.l. : Empfehlung der Strahlenschutzkommission. 28. August 2022.

StrlSchG. 2017. Gesetz zur Neuordnung des Rechts zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung. s.l. : Bundesgesetzblatt Jahrgang 2017 Teil 1, Nr. 42, 2017.

TMT. 2009. TMT Handbook: Triage, Monitoring and Treatment of people exposed to ionising radiation following a malevolent act. 2009.

Viewer, ICRP OIR Data. March 2022. ICRP Publication 134, 137, 141, 151. March 2022.
<https://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%20151>.

Weigelt, H., et al. 2011. Nutzung von Geräten in nuklearmedizinischen Einrichtungen bei radiologischen Notfallsituationen mit hohen bis sehr hohen Körperaktivitäten im Rahmen des REMPAN-Netzwerkes. s.l. : BfS-RESOR-60/12, 2011. urn:nbn:de:201203027635.

Youngman, et al. 2011. Guidance on Screening People for Internal Radioactive Contamination. [Hrsg.] HPA-CRCE-014. s.l. : Health Protection Agency Centre for Radiation,, 2011. 978-0-85951-687-7.

Yu, C., et al. 2006. Preliminary report on operational guidelines developed for use in emergency preparedness and response to a radiological dispersal device incident. Argonne National Laboratory. s.l., 2006.

8.2 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Schematische Ablauf einer In-vivo-Messung	11
Abbildung 2: Schematischer Ablauf einer In-vitro-Messung.....	14

8.3 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1 Geschätzte Anzahl Betroffener in Deutschland bei verschiedenen radiologischen Notfallszenarien hinsichtlich einer Inkorporation.....	6
Tabelle 2 Übersicht von relevanten Radionukliden und Messverfahren mit nachzuweisender Körperaktivität mit dem Referenzwert der effektiven Dosis von 1 mSv.....	8
Tabelle 3 Übersicht von relevanten Radionukliden und Messverfahren mit nachzuweisender Körperaktivität mit dem Referenzwert der effektiven Dosis von 100 mSv.....	9
Tabelle 4: Personeller und zeitlicher Aufwand einer Inkorporationsmessung mittels Ganz- und Teilkörpermessgerät.....	13
Tabelle 5: Gemittelter zeitlicher Aufwand und Probenkapazität von Messverfahren mittels Ausscheidungsüberwachung.....	17

8.4 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Abkürzung	
ADR	Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße
AMAD	Aktivitätsbezogener Medianwert des aerodynamischen Durchmessers
ANoPI-Bund	Allgemeiner Notfallplan des Bundes
BNoPI-Bund	Besonderer Notfallplan des Bundes
BfS	Bundesamt für Strahlenschutz
Bq	Becquerel
GK	Ganzkörpermessung
GK Brems	Ganzkörpermessung über Bremsstrahlung
ICP-MS	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
ICRP	International Commission on Radiological Protection
KKW	Kernkraftwerk
LSC	Flüssigszintillationzählung
LL-beta	Alpha-Beta Low-Level Messplatz
LZ	Lungenzähler
mSv	Millisievert
P	Person
RiPhyKo2	Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle zur Ermittlung der Körperdosis Teil 2
SSK	Strahlenschutzkommission
StrlSchG	Strahlenschutzgesetz
StrlSchV	Strahlenschutzverordnung
U	Urinprobe
α -Sp.	Alpha-Spektrometrie
γ -Sp.	Gamma-Spektrometrie

9 ANHANG

Hinweis: Dokumente sind aus technischen Gründen im Anhang zusammengefasst.

9.1 VORLAGE „ERHEBUNGSBOGEN“ (DEUTSCH UND ENGLISCH)

9.1.1 Vorlage „Erhebungsbogen für Einsatzkräfte“

9.1.2 Vorlage „Erhebungsbogen für Privatpersonen“

9.2 VORLAGE EINER SAMMELANWEISUNG (DEUTSCH UND ENGLISCH)

Erhebungsbogen, Anamnese zur Inkorporationsmessung für Einsatzkräfte

Daten zur Person	Personendaten (bitte selbst ausfüllen)							
	Name:				Vorname:			
	Geburtsname:				Geburtsort:			
	Geschlecht:	m	<input type="checkbox"/>	w	<input type="checkbox"/>	d	<input type="checkbox"/>	Nationalität:
	SSR-Nr. (falls vorhanden):							
	Kontaktdaten und Adresse							
	E-Mail:				Mobilnr. o. Telefonnr.:			
	Straße:					Nr.:		
PLZ:			Wohnort:					
Daten zum zuständige Verantwortlicher	Verantwortlichkeit für die Einsatzkräfte							
	Behörde/ Organisation/ Institution:						Bundesland:	
	Betriebskategorie:							
	<i>Aufsichts- behörde</i>	<i>Polizei/ Zoll</i>	<i>Feuer- wehr</i>	<i>Rettungs- dienst</i>	<i>Katastrophen- schutz</i>	<i>Bundes- wehr</i>	<i>Sonstiges:</i>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Kontaktdaten und Adresse zuständige Behörde:							
	Name, Vorname: <i>(für den Einsatz Verantwortlicher)</i>							
E-Mail:				Mobilnr. o. Telefonnr.:				
Straße:				Nr:				
PLZ:				Ort:				
Angaben zum Aufenthalt	Angaben zum Aufenthalt während Ereignis oder Vorkommnis							
	Ort:							
	Tag und Uhrzeit des Ereignisses:							
genaue Angaben, wo Sie sich beim Ereignis aufgehalten haben:								

Weitere Angaben	Weitere Angaben <i>(nur für Ganzkörpermessungen)</i>	
	Körpergröße in cm:	Körpergewicht in kg:
	Wurde bei Ihnen innerhalb der letzten 4 Wochen eine nuklearmedizinische Untersuchung durchgeführt? (z.B. Skelettszintigraphie)?	
	nein <input type="checkbox"/>	ja <input type="checkbox"/> wenn „ja“, Datum der letzten Untersuchung:
	Wurde bei Ihnen innerhalb der letzten 4 Wochen eine nuklearmedizinische Therapie durchgeführt? (z.B. Radioiodtherapie)?	
	nein <input type="checkbox"/>	ja <input type="checkbox"/> wenn „ja“, Datum der letzten Therapie:
Bemerkungen:		
Bestätigung der Angaben	Bestätigung der Angaben	
	Datum	Unterschrift
	<small>Informationen zum Datenschutz wurden ausgehändigt. Mit der Unterschrift nehmen Sie gleichzeitig die Hinweise zum Datenschutz zur Kenntnis.</small>	

Questionnaire for the internal contamination monitoring of first responders

Personal data	Personal data (please fill out)							
	Name:				First name:			
	Birth name:				Place of birth:			
	Geschlecht:	m	<input type="checkbox"/>	w	<input type="checkbox"/>	d	<input type="checkbox"/>	Nationality:
	National dose register number (if known):							
	Contact details and address							
	e-mail:				Mobile or telephone number.:			
	Street address:					Nr.:		
Postal code:			City:					
Data of responsible organisation	Organisation responsible for the first responder							
	Entity / organization / institution:						State:	
	Category of operation (check):							
	<i>surveillance authority</i>	<i>Police / customs</i>	<i>fire-fighters</i>	<i>EMS</i>	<i>emergency management</i>	<i>army</i>	<i>other:</i>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Responsible authority:							
	Name, first name: <i>(person responsible during the first responder's mission)</i>							
	e-mail:				Mobile or telephone number.:			
Street address:					Nr:			
Postal code:			City:					
Location data	Location during event or incident							
	locality:							
	Date and time of event:							
	Precise information on your location during the event:							

Further information	Further information		
	height (in cm):		weight (in kg):
	Were nuclear medical diagnostics carried out during the last four weeks? (e.g. scintigraphy)?		
	no <input type="checkbox"/>	yes <input type="checkbox"/>	If yes, date of last examination:
	Did you undergo a nuclear medical therapy within the last four weeks? (e.g. radioiodine therapy)?		
	no <input type="checkbox"/>	yes <input type="checkbox"/>	If yes, date of last treatment:
remarks:			
Confirmation of information	Confirmation of information		
	Date	Signature	
Privacy information: see page 3			

Erhebungsbogen, Anamnese zur Inkorporationsmessung für Privatpersonen

Daten zur Person	Personendaten (bitte selbst ausfüllen)			
	Name:			Vorname:
	Geburtsname:			Geburtsort:
	Geschlecht:	m <input type="checkbox"/>	w <input type="checkbox"/>	d <input type="checkbox"/>
	Kontaktdaten und Adresse			Nationalität:
	E-Mail:		Mobilnr. o. Telefonnr.:	
	Straße:			Nr.:
	PLZ:	Wohnort:		
Angaben zum Aufenthalt	Angaben zum Aufenthalt während Ereignis oder Vorkommnis			
	Ort:			
	Tag des Ereignisses:		Zeitpunkt (von ... bis ... Uhr)	
	genaue Angaben, wo Sie sich beim Ereignis aufgehalten haben:			
Weitere Angaben	Weitere Angaben <small>(nur für Ganzkörpermessungen)</small>			
	Körpergröße in cm:		Körpergewicht in kg:	
	liegt eine Schwangerschaft vor:	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>	stillen Sie zur Zeit: ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>
	Wurde bei Ihnen innerhalb der letzten 4 Wochen eine nuklearmedizinische Untersuchung durchgeführt? (z.B. Skelettszintigraphie)?			
	nein <input type="checkbox"/>	ja <input type="checkbox"/>	wenn „ja“, Datum der letzten Untersuchung:	
	Wurde bei Ihnen innerhalb der letzten 4 Wochen eine nuklearmedizinische Therapie durchgeführt? (z.B. Radioiodtherapie)?			
	nein <input type="checkbox"/>	ja <input type="checkbox"/>	wenn „ja“, Datum der letzten Therapie:	
Bemerkungen:				
Bestätigung der Angaben	Bestätigung der Angaben			
	Datum		Unterschrift	
	Bei Minderjährigen Bestätigung der Angaben durch den Erziehungs- bzw. Betreuungsberechtigten			
	Datum		Unterschrift	
<small>Informationen zum Datenschutz wurden ausgehändigt. Mit der Unterschrift nehmen Sie gleichzeitig die Hinweise zum Datenschutz zur Kenntnis.</small>				

Questionnaire for the internal contamination monitoring of private individuals

Personal data	Personal data (please fill out)				
	Name:		First name:		
	Birth name:		Place of birth:		
	Sex:	m <input type="checkbox"/>	f <input type="checkbox"/>	o <input type="checkbox"/>	Nationality:
	Contact data and address				
	E-mail:		Mobile or telephone number.:		
	Street address:			Nr.:	
	Postal code:		City:		
Location data	Location during event or incident				
	Locality:				
	Date of event:		time (from ... to ...)		
	Precise information on your location during the event:				
Further information	Further information <i>(only for bodycenter measurement)</i>				
	height (in cm):		weight (in kg):		
	Are you pregnant?	yes <input type="checkbox"/>	no <input type="checkbox"/>	Are you currently breastfeeding:	
				yes <input type="checkbox"/>	no <input type="checkbox"/>
	Were nuclear medical diagnostics carried out during the last four weeks? (e.g., scintigraphy)?				
	no <input type="checkbox"/>	yes <input type="checkbox"/>	If yes, date of last examination:		
	Did you undergo a nuclear medical therapy within the last four weeks? (e.g., radioiodine therapy)?				
	no <input type="checkbox"/>	yes <input type="checkbox"/>	If yes, date of last treatment:		
remarks:					
Confirmation of information	Confirmation of information				
	<i>date</i>		<i>signature</i>		
	Confirmation of information by parent or legal guardian				
	<i>date</i>		<i>signature</i>		
Privacy information: see rear page					

Kurzbeschreibung (Stand Oktober 2022)

Probeentnahme von Urinproben

Diese Kurzbeschreibung erläutert die Durchführung der Probeentnahme von Stichproben bzw. 24h-Urinproben.

1 Benötigtes Material

Bitte verwenden Sie möglichst die von der Inkorporationsmessstelle und/ oder der Leitstelle Inkorporationsüberwachung des Bundesamtes für Strahlenschutz zur Verfügung gestellten Sammelgefäße und Versandgefäße.

Hinweis:

- *Geeignete Sammelgefäße von Anbietern von Arzt-, Apotheken, und Praxisbedarf können ebenfalls verwendet werden.*
- *Versandgefäße entsprechend (ADR, 16. Nov. 2021) P650 (UN3373) für biologische Stoffe können bei diversen Internetanbietern erworben werden.*

2 Probeentnahme

- Die Urinprobe wird in den ausgehändigten Urinsammelflaschen gesammelt.
- Um das Risiko einer Kontamination der Probe zu verringern soll der Betroffene vor der Probeentnahme die Hände gründlich waschen.

3 Probensammlung

(a) *Stichprobe:* Für eine Stichprobe wird ein Volumen von 30 bis maximal 100 ml benötigt. Bitte sammeln Sie die Urinprobe in die dafür vorgesehene PE-Flasche.

(b) *Tagessammlung:*

Die Probeentnahme umfasst hier einen Zeitraum von 24 Stunden (z. B. Anfang der Probenahme 18:00 Uhr am Tag 1, Ende der Probenahme 18:00 Uhr am nachfolgenden Tag). In der Sammelprobe sollte ein Morgenurin enthalten sein. Der Sammelzeitraum muss auf dem Probenetikett mit Datum und Uhrzeit für Sammelbeginn und -ende angegeben werden. In dieser Zeit muss jede anfallende Probe gesammelt werden.

Hinweis bei anderem Zeitraum und Volumen:

- a) *Sollte der Sammelzeitraum keine 24h betragen oder*
 - b) *falls die Urinmenge grösser als 2,0 l ist*
- musst der Zeitpunkt der letzten Urinabgabe auf den Probenetikett notiert werden.*

4 Beschriftung der Ausscheidungsproben

Die Sammelgefäße werden mit dem vom Probanden ausgefüllten Probenetiketten versehen. Notfalls kann aber eine Kennzeichnung mittels wasserfestem Markierstift erfolgen.

5 Transport/ Versand von Urinproben

5.1 Anmerkung zum Versand

Es muss beachtet werden, dass der Versand von Urinproben entsprechend (ADR, 16. Nov. 2021) Verpackungsanweisung P650 (UN3373) für biologische Stoffe der Kat. B erfolgen muss.

Verpackungen guter Qualität können unter Beachten der Außenverpackung mittels eines Versandservice verschickt werden:

- gut verschlossenes Sammelgefäß und 2. Gefäß ausreichend versehen mit Aufsaugmaterial.
- Angabe von Absender und Empfänger
- Kennzeichnung der Außenverpackung mit der Angabe der UN-Nummer 3373.

5.2 Packungsanweisung

Nach der Probeentnahme müssen die Urin-Sammelflasche(n) **gut verschlossen** und mit einem ausgefüllten Etikett versehen werden.

1. Die Sammelflasche(n) wird in eine Versanddose(n) oder Versandgefäß gegeben.
2. Die Versanddose(n) wird mit einem absorbierenden Material aufgefüllt (z.B. Watte oder Zellstoff, welches ev. austretende Flüssigkeit aufsaugt). Die Versanddose wird gut verschlossen.
3. Die Versanddose(n) wird(werden) in ein Versandpaket gegeben und gut verschlossen.

Short description (as at January 2023) Urine sampling procedure

This short description explains the procedure for taking urine samples (spot or 24h samples)

1 Required materials

Please use the sample collection and shipping containers provided by the In-Vitro laboratory and/or the coordinating office for the monitoring of intake of radionuclides at the Federal Office for Radiation Protection (BfS) whenever possible.

Note:

- *Suitable sample collection containers from providers of medical, pharmacy, and practice supplies can also be used.*
- *Shipping containers in accordance with (ADR, Nov. 16, 2021) P650 (UN3373) for biological substances can be purchased from various online providers.*

2 Sample taking

- The urine sample is collected in the provided urine collection bottles.
- To reduce the risk of contaminating the sample, the affected person should wash their hands thoroughly before collecting the sample.

3 Sample collection

(a) *Spot sample: A volume of 30 ml up to 100 ml is needed for a spot sample. Please collect the urine sample in the designated PE bottle.*

(b) *Full day sample:*

The sample collection covers a period of 24 hours (e.g. start of sample collection at 6:00 p.m. on day 1, end of sample collection at 6:00 p.m. on the following day).

The sample collection period must be indicated on the sample label. Every sample produced during this period must be collected.

Note for other time periods and volumes:

a) *If the sample collection period is less than 24 hours, or*

b) *if the urine volume is greater than 2.0 liters*

the time of the last urine discharge must be noted on the sample label.

4 Labeling of samples

The sample containers are provided with a sample label to be filled out by the subject. In case of need, the container can be labeled using a waterproof marker.

5 Transportation/shipping of urine samples

5.1 Note on shipping

It must be noted that the shipping of urine samples must be in accordance with (ADR, Nov. 16, 2021) packaging instructions P650 (UN3373) for biological substances of category B.

Packages of good quality can be shipped with a shipping service observing the outer packaging:

- well-sealed sample container and 2nd container sufficiently equipped with absorbent material.
- indication of sender and recipient
- marking of the outer packaging with the UN number 3373.

5.2 Packaging instructions

After the sample is taken, the urine collection bottle(s) must be **well sealed** and labeled. The sample bottle(s) is/are placed in (a) shipping can(s) or container(s).

1. The shipping can is filled with an absorbent material (e.g., cotton or cellulose, which absorbs any leaking fluid). The shipping can is well sealed.
2. The shipping can is placed in a shipping package and well sealed.