

Leitlinie Medizinische Diagnostik und Therapie im radiologischen Notfall

Leitlinie Medizinische Diagnostik und Therapie im radiologischen Notfall

Impressum

Medieninhaber und Herausgeber:

Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, Stubenring 1, 1010 Wien

Autorinnen und Autoren: Prof. Dr. A. Ziegler, MSc, EMDM, MBA, unter Mitarbeit und fachlicher Beratung von: Prim. Univ. Prof. Dr. T. Leitha

Gesamtumsetzung: Abt. I/7 – Strahlenschutz, BMNT

Wien, 2019. Stand: 11. März 2019

Fotonachweis: S.120 und 125 IAEA/WHO

Copyright und Haftung:

Auszugsweiser Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet, alle sonstigen Rechte sind ohne schriftliche Zustimmung des Medieninhabers unzulässig.

Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung des Bundeskanzleramtes und der Autorin/des Autors ausgeschlossen ist. Rechtausführungen stellen die unverbindliche Meinung der Autorin/des Autors dar und können der Rechtsprechung der unabhängigen Gerichte keinesfalls vorgreifen.

Rückmeldungen: Ihre Überlegungen zu vorliegender Publikation übermitteln Sie bitte an peter.hofer@bmnt.gv.at.

Inhalt

Vorwort.....	7
1 Einleitung	8
1.1 Zweck.....	8
1.2 Anwendungsbereich.....	8
1.3 Rechtliche und fachliche Grundlagen.....	9
1.4 Gliederung des Dokuments	10
2 Handlungsanweisungen zum Ablauf der Notfallversorgung bei Strahlenunfällen .	13
2.1 Grundprinzipien.....	13
2.1.1 Medizinische Erstversorgung hat immer Vorrang vor Dekontamination.....	14
2.1.2 „Designiertes Krankenhaus“	15
2.2 Versorgung eines Strahlenunfall-Patienten im designierten Krankenhaus.....	17
2.2.1 Reihenfolge der Maßnahmen	18
2.2.2 Algorithmus Ablauf der Versorgung.....	19
2.2.3 Alarmierung, Entgegennahme der Vorankündigung.....	20
2.2.4 Vorbereitung.....	20
2.2.5 Eintreffen und Übernahme des Patienten	21
2.2.6 Notfallmedizinische Erstversorgung und Versorgung schwerer begleitender Verletzungen bzw. Erkrankungen	22
2.2.7 Radiologische Erstbeurteilung	24
2.2.8 Maßnahmen bei Verdacht auf Kontamination	24
2.2.9 Maßnahmen bei Verdacht auf Inkorporation	27
2.2.10 Wundversorgung.....	32
2.2.11 Akute Strahlenkrankheit (Acute Radiation Syndrome, ARS).....	32
2.2.12 Lokaler Strahlenschaden (Local Radiation Injury, LRI)	36
2.2.13 Übergabe in den reinen Bereich, Wiederherstellung	37
2.2.14 Kontaktaufnahme mit spezialisierten Einrichtungen und REMPAN	38
2.2.15 Weitere Hinweise zu medizinischen Maßnahmen nach Strahlenunfällen...	40
2.3 Versorgung eine Strahlenunfall-Patienten im nicht designierten Krankenhaus.....	51

2.4 Maßnahmen am Einsatzort, präklinische Versorgung und Transport ins Krankenhaus	55
2.4.1 Meldeverpflichtungen an zuständige Behörden.....	59
2.4.2 Verständigung des Krankenhauses	59
2.4.3 Übergabe im Krankenhaus.....	60
2.4.4 Verhalten während Schutzausrüstung getragen wird	61
2.5 Beurteilung durch Expertise vor Ort, Maßnahmen im Betrieb	61
2.6 Maßnahmen durch niedergelassene Ärzte	62
3 Vorkehrungen und Vorbereitungen.....	63
3.1 Im Bundesland.....	63
3.2 Im designierten Krankenhaus	64
3.2.1 Ablaufplan Strahlenunfälle	64
3.2.2 Vorhaltungen für Strahlenunfälle.....	65
3.2.3 Ausbildung, Schulungen, Übungen	67
3.3 Im nicht designierten Krankenhaus	67
3.4 In den Einsatzorganisationen.....	68
3.5 Information niedergelassener Ärzte	69
4 Arbeitsmaterialien.....	70
4.1 Formblätter	70
4.1.1 Erfassung Unfallumstände	72
4.1.2 Erfassung Messergebnisse	74
4.1.3 Erfassung Patientenzustand	76
4.1.4 Anforderung einer Analyse zur biologischen Dosimetrie.....	83
4.2 Tabellen.....	85
4.2.1 Signs and symptoms	85
5 Hintergrundinformationen	95
5.1 Szenarien, Dosis für Personal der Einsatzorganisationen	95
5.2 Zum Begriff Strahlenunfall: Definition und Kategorisierung.....	99
5.3 Zur Einteilung von Patienten	101

5.4	Nutzbare Ressourcen.....	101
5.5	Begriffserläuterungen.....	104
5.6	Abkürzungen und Definitionen.....	104
6	Literatur und Informationsquellen	108
6.1	Informationsquellen	108
6.2	Kontaktangaben – Auskunftsstellen, spezialisierte Institute.....	109
6.2.1	Allgemeine Kontakte	109
6.2.2	Laboratorien mit Kompetenzen in Dosimetrie	110
6.2.3	Laboratorien für biologische Dosimetrie	110
6.2.4	REMPAN-Kontaktpersonen in den Nachbarländern	110
6.3	Literaturverzeichnis.....	111
6.4	Relevante Literaturstellen im Original (Auszug oder Download-Link)	116
6.4.1	Empfehlungen zur Dekontamination aus SSK 32	116
6.4.2	Empfehlungen zur Wundversorgung aus SSK 32.....	118
6.4.3	IAEA: How to recognize and initially respond to an accidental radiation injury	120
6.4.4	ÖNORM D 2305 Sofort-Dekontamination (Auszug).....	127
6.4.5	ÖNORM S 2604: Strahlenmedizinische Notfall- und Deko-Station (Auszug) ...	131

Vorwort

Die Leitlinie „**Medizinische Diagnostik und Therapie im radiologischen Notfall**“ wurde im Auftrag des BMNT erstellt. Diese fasst den aktuellen Stand der Wissenschaft und Technik zur medizinischen Diagnostik und Therapie für Personen, die in einem radiologischen Notfall höher exponiert wurden, zusammen.

Die Leitlinie wurde zur Unterstützung der Planungen der Strahlenschutzbehörden der Bundesländer und der Aktualisierung des gesamtstaatlichen Notfallplans „Medizinische Diagnostik und Therapie im radiologischen Notfall“ ausgearbeitet.

Die Leitlinie beinhaltet Empfehlungen zu Maßnahmen der Einsatzorganisationen **am Unfallort, während des Transportes** der Patientinnen und Patienten, sowie zu Erstmaßnahmen **bei der Aufnahme** des Patienten **im Krankenhaus**. Dabei wird zwischen Erstmaßnahmen in der Aufnahme im dafür nicht spezialisierten und dem dafür spezialisierten "designierten" Krankenhaus unterschieden.

Es werden auch Planungsmaßnahmen auf der Ebene des Bundeslandes, für Krankenhäuser, für Einsatzorganisationen und für den niedergelassenen Bereich der medizinischen Versorgung beschrieben. Zusätzliche Arbeitsmaterialien und Hintergrundinformationen werden bereitgestellt und basieren ebenfalls auf dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik in diesem Bereich.

1 Einleitung

1.1 Zweck

Aufgrund der Verordnung über Interventionen bei radiologischen Notfällen und bei dauerhaften Strahlenexpositionen, BGBl. II Nr.145/2007 novelliert 2017 BGBl. II Nr.276/2017, hat das BMNT unter Einbeziehung aller betroffenen Bundesministerien einen gesamtstaatlichen Notfallplan für radiologische Notfälle zu erstellen. Inhalte und Struktur richten sich nach den internationalen Richtlinien der IAEA [EPR-Method-2003] und sind in Anlage 4 der Interventionsverordnung angegeben.

Ebendort sind unter Punkt 3.8 "Medizinische Hilfeleistung und Eindämmung nichtradiologischer Auswirkungen" angeführt: "Organisatorische Regelungen für die Behandlung von Personen mit schweren deterministischen Strahlenschäden ...".

Die vorliegende Leitlinie fasst den aktuellen Stand der Wissenschaft und Technik zusammen, dient als Planungsgrundlage für die Strahlenschutzbehörden der Bundesländer und liefert eine Anleitung, in welcher Form die medizinische Diagnostik und Therapie für Personen, die eine unfallbedingte Einwirkung ionisierender Strahlen erlitten haben, ablaufen soll.

Dies soll allerdings nicht begrenzt auf Personen mit tatsächlich vorhandenen schweren Strahlenschäden verstanden werden. Das vorliegende Dokument behandelt auch die diagnostische Abklärung von Betroffenen unterhalb der deterministischen Schwellendosis.

Der Fokus dieser Leitlinie liegt auf der Bewältigung kleinräumiger Ereignisse mit einigen schwer Betroffenen (dies meistens infolge hoher externer Exposition) und einigen Dutzend involvierten Personen.

1.2 Anwendungsbereich

Der Anwendungsbereich der vorliegenden Leitlinie kann – aufgrund der landesgesetzlichen Regelung des Gesundheitswesens – nur darin liegen, eine Grundlage und einen Rahmen für die korrespondierenden medizinischen Planungen der Bundesländer (für die Diagnostik und Therapie nach unfallbedingter Einwirkung ionisierender Strahlen) zu bilden.

Diejenigen Aspekte radiologischer Notfälle, die nicht vorwiegend die Organisation der medizinischen Diagnostik und Therapie betreffen oder die Schnittstellen zu anderen Bereichen der Ablaufplanung aufweisen, werden in den entsprechenden Kapiteln des gesamtstaatlichen Notfallplanes behandelt (z. B. "großräumige Kontamination", "radiologischer Terror").

Medizinische Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung bei großräumiger Kontamination (v.a. die Iodblockade der Schilddrüse durch KI-Tabletten) werden ebenfalls nicht hier, sondern im gesamtstaatlichen Notfallplan für "Zwischenfälle in kerntechnischen Anlagen" (Kapitel 3.4 Auszug aus dem Maßnahmenkatalog und 3.5 Interventionsmaßnahmen) abgehandelt.

Die vorliegende Leitlinie beinhaltet keine Angaben zu den grundlegenden Kenntnissen in Strahlenschutz-Einsatztaktik, diesbezüglich wird auf die Literatur sowie auf die Ausbildungs- und Einsatzunterlagen der Einsatzorganisationen verwiesen. Ebenso kann und will dieses Dokument kein medizinisches Lehrbuch über die Behandlung von "Strahlenpatienten" sein. Die aus Sicht des Autors relevanten Publikationen sind im Anhang aufgelistet sowie im Original oder als Auszug verfügbar.

Der Autor war bestrebt, die Literaturrecherche so umfassend wie möglich durchzuführen und in der Auswahl der zitierten Literatur einen aktuellen Stand des Wissens wiederzugeben. Medizin ist jedoch ständig im Fluss. Daher ist der Leser gut beraten, die Aktualität der zitierten Literatur bei Bedarf selbst zu überprüfen.

1.3 Rechtliche und fachliche Grundlagen

Die rechtlichen Grundlagen sind ident mit denen, die in den gesamtstaatlichen Notfallplänen aufgelistet sind.

Dazu kommen wesentliche Rechtsvorschriften aus dem Bereich des Gesundheitswesens, von denen im Folgenden nur der Begriff der Unabweisbarkeit angeführt werden soll:

KAKuG – Bundesgesetz über Krankenanstalten und Kuranstalten (Hervorhebungen hinzugefügt):

§ 22. (2) ...Unabweisbare Kranke müssen in Anstaltspflege genommen werden. Öffentliche Krankenanstalten sind weiters verpflichtet, Personen,

für die Leistungsansprüche aus der sozialen Krankenversicherung bestehen, als Pflegelinge aufzunehmen.

(4) Als unabweisbar im Sinne des Abs. 2 sind Personen zu betrachten, deren geistiger oder körperlicher Zustand wegen Lebensgefahr oder wegen Gefahr einer sonst nicht vermeidbaren schweren Gesundheitsschädigung sofortige Anstaltsbehandlung erfordert, sowie jedenfalls Frauen, wenn die Entbindung unmittelbar bevorsteht.

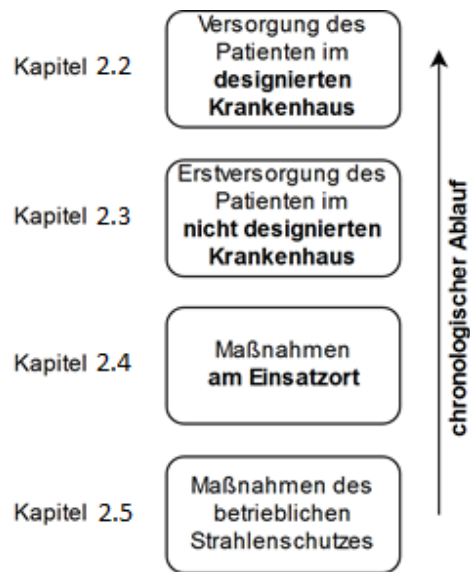
Die Erarbeitung dieses Dokuments erfolgt auf Basis der Empfehlungen und Vorgaben betreffend "Goals of emergency response" in IAEA GS-R-7 "Preparedness for a Nuclear or Radiological Emergency" sowie betreffend "Managing the medical response (A8 elements)" in IAEA EPR 2003 "EPR-Method - Nuclear Emergency Response".

Als hauptsächliche Quellen für den fachlichen Inhalt sind REAC/TS ("Medical Aspects of Radiation Incidents - Revision 2013", "REACTS Radiation Patient Treatment Algorithm", Version 2, 2102) und TMT ("TMT handbook. Triage, monitoring and treatment of people exposed to ionizing radiation following a malevolent act", 2009) anzuführen.

1.4 Gliederung des Dokuments

Dieses Dokument folgt nicht dem chronologischen oder logischen Ablauf der Versorgung (vom Unfallort bis in das designierte Krankenhaus), sondern stellt die im Inhalt wesentlichsten Teile entsprechend ihrer Wichtigkeit an den Beginn.

Abbildung 1 Gliederung des Dokuments im Bezug zum Ablauf der Versorgung



In **Kapitel 2** ("Handlungsanweisungen zum Ablauf der Notfallversorgung") wird **Versorgung** des Patienten daher zuerst a) aus der Sicht des **designierten Krankenhauses** beschrieben.

Hinweis: Ein "designiertes Krankenhaus" im Sinne dieser Leitlinie ist ein geeignetes Krankenhaus, dem im Rahmen der Planungen der Bundesländer die Aufgabe zugewiesen wurde, Patienten nach Strahlenunfällen zu versorgen (siehe 2.1.1). Alle anderen Kategorisierungen innerhalb des Spitalswesens bleiben davon unberührt.

Anschließend erfolgt die Beschreibung der b) **Erstmaßnahmen in einem nicht designierten Krankenhaus** sowie die c) **Maßnahmen der Einsatzorganisationen am Unfallort und während des Transportes des Patienten**.

Zuletzt werden mögliche **Maßnahmen d) von Personen mit Fachkenntnissen am Unfallort** (Strahlenschutzbeauftragter oder ggf. ermächtigter Arzt) und e) im niedergelassenen Bereich der Gesundheitsversorgung erläutert.

In **Kapitel 3** ("Vorkehrungen und Vorbereitungen") werden Planungs- und Vorhaltungs-Maßnahmen a) auf der Ebene des Bundeslandes, b) für das designierte Krankenhaus, c) für nicht designierte Krankenhäuser, d) für Einsatzorganisationen und e) für den niedergelassenen Bereich der medizinischen Versorgung beschrieben.

Das **Kapitel 4** ("Arbeitsmaterialien") beinhaltet Formblätter, Checklisten und Tabellen zur ersten Dosisabschätzung.

Das **Kapitel 5** ("Hintergrundinformationen") beinhaltet definitorischen Überlegungen. Es sind dies Begriffsbestimmungen zum Strahlenunfall selbst und zur Kategorisierung von Patienten und betroffenen Personen, zugrunde gelegte Szenarien mit Abschätzungen der Dosis für medizinisches Personal und Überlegungen zu den nutzbaren Ressourcen.

Eine Auflistung der verwendeten Begriffe und relevante Begriffsdefinitionen sind hier ebenfalls enthalten.

Im **Kapitel 6** ("Literatur") ist, wie der Name schon sagt, ein ausführliches Verzeichnis der Literatur sowie weiterer Informationsquellen zu finden. Im Anhang wird relevante Literatur, soweit es der Umfang erlaubt, im Original wiedergeben bzw. sind Links zu den Originaldokumenten angegeben.

2 Handlungsanweisungen zum Ablauf der Notfallversorgung bei Strahlenunfällen

Es wird darauf hingewiesen, dass diese Leitlinie die medizinischen Maßnahmen (der Diagnostik und Therapie) nach Strahlenunfällen zum Inhalt hat. Andere Aspekte werden hier nicht notwendigerweise abgehandelt.

Allgemeingültige Grundlagen werden vorausgesetzt, aber nicht näher ausgeführt:

- allgemeine Schadstoff- und Strahlenschutz-Taktik,
- Abläufe der Erste Hilfe und der Notfallmedizin (z. B. Reanimation),
- katastrophenmedizinische Grundlagen wie Triage oder Großschadens-Management,
- Krankenhaus -Alarm- oder Katastrophenplanung,
- Zuständigkeiten der Behörden, Meldepflichten, Einsatzleitung, Medienarbeit, usw.

Weiters ist zu beachten, dass die Vorschriften des Arbeitnehmerschutzes auch während der medizinischen Versorgung nach Strahlenunfällen volle Gültigkeit behalten und nicht ignoriert werden dürfen.

Der hier beschriebene Versorgungsablauf soll zur Unterstützung im Einsatzfall, vor allem aber als Gedankengerüst für die vorbereitende Planung dienen. Da jeder Unfall aber Unwägbarkeiten beinhaltet, die nicht umfassend im Voraus erfasst werden können, kann vom Inhalt dieser Leitlinie nach individueller Einschätzung jederzeit abgewichen werden, wenn es erforderlich erscheint.

Der hier beschriebene Ablauf wird auch immer (im Rahmen der vorbereitenden Planung) an die örtlichen Gegebenheiten anzupassen sein.

2.1 Grundprinzipien

Strahlenunfälle können nicht einer einzigen Einsatzorganisation oder medizinischen Fachrichtung zugeordnet werden und erfordern daher ein Höchstmaß an interdisziplinärem Vorgehen.

Am Einsatzort müssen sich Feuerwehr und Rettungsorganisationen aufeinander abstimmen und darüber hinaus mit der Exekutive und Behörden zusammenarbeiten.

Im Krankenhaus müssen sich Ärzte verschiedener Fachrichtungen untereinander und mit Experten anderer Berufsgruppen wie z. B. Medizin-Physikern koordinieren; in noch höherem Ausmaß gilt das natürlich für sogenannte "komplizierte Strahlenunfälle" (Kombination mit Trauma).

Das für die Behandlung des Patienten optimale Gleichgewicht zwischen medizinischen diagnostisch-therapeutischen Maßnahmen und physikalisch begründeten Notwendigkeiten des Strahlenschutzes muss für jeden Einzelfall - sowohl präklinisch als auch klinisch - gefunden werden.

2.1.1 Medizinische Erstversorgung hat immer Vorrang vor Dekontamination

Die gesamte hier zitierte Literatur weist unisono darauf hin, dass die **medizinische Erstversorgung** ("lebensrettende Sofortmaßnahmen") **Vorrang vor der Dekontamination** haben muss.

Dies wird wie folgt begründet:

Erstens zeigt die Erfahrung, dass bei der Hilfeleistung an einem kontaminierten Patienten keine relevante Dosis für das medizinische Personal oder andere Helfer zustande kommt (siehe BUMED 2003, IAEA EPR 2006 FR, REACTS 2002, SSK 32).

Es reicht völlig aus, sich gegen Kontamination der Körperoberfläche und gegen Inkorporation durch Inhalation oder Ingestion zu schützen; dazu genügen die in der Medizin üblichen "standard precautions¹":

- Handschuhe,
- (OP-)Maske – besser: FFP3-Maske,
- Schutz-Brille,
- (OP-)Haube und (OP-)Mantel oder Einweg-Schutzanzug.

¹ „ein guter Grundsatz ist, bezüglich Selbstschutz wie bei einer bakteriellen Verunreinigung vorzugehen“ (SUVA 2001)

Die o. a. Ausstattung – mit einer FFP3 Maske oder ähnlichem – wird im Folgenden als **Basis-Schutzausrüstung** bezeichnet.

Zweitens: Die deterministischen Strahlenschäden haben (mit Ausnahme der Frühsymptome wie z. B. Erbrechen) eine Latenzzeit von Tagen bis Wochen. Wenn jemand nach einem Strahlenunfall "lebensrettende Sofortmaßnahmen" benötigt, dann nicht wegen der Strahlung, sondern infolge schwerer begleitender Verletzungen oder Erkrankungen.

Wenn also (im seltenen Ausnahmefall) "lebensrettende Sofortmaßnahmen" erforderlich sind, sind diese unverzüglich zu beginnen (unter Basis-Schutzausrüstung; wenn diese nicht zur Verfügung steht, unter behelfsmäßigem Schutz); sie dürfen diese keinesfalls verzögert werden, um die Dekontamination oder um Strahlenmessungen abzuwarten.

Die Basis-Schutzausrüstung soll auch nach erfolgter (Not-)Dekontamination noch getragen werden. Es ist immer davon auszugehen, dass trotzdem noch Spuren des Stoffs am Verunfallten vorhanden sind.

Meistens werden von Strahlenunfällen betroffene Personen überhaupt keine akute Symptomatik aufweisen.

Die Literatur weist außerdem darauf hin, dass eine Kontamination mit radioaktiven Stoffen natürlich ehestmöglich beseitigt werden soll, dass aber Kontaminationen der Haut nur selten direkte gesundheitliche Auswirkungen haben und bezüglich der akuten Bedrohlichkeit (sowohl für den Betroffenen wie für die Helfer) keineswegs mit chemischen Kontaminationen - insbesondere mit ätzenden Stoffen - verglichen werden können (z. B. SUVA 2001, BUMED 2003).

2.1.2 „Designiertes Krankenhaus“

Strahlenunfälle sind insgesamt seltene Ereignisse. Die Vorhaltung spezieller Strukturen oder die Schaffung spezieller Einrichtungen für die medizinische Diagnostik und Therapie nach Strahlenunfällen wird daher nicht sinnvoll sein.

Im Rahmen ihrer Ablaufplanung können und sollen die Bundesländer die Aufgaben der medizinischen Diagnostik und Therapie nach Strahlenunfällen denjenigen Krankenanstalten zuweisen, in denen die benötigten Fachkompetenzen und Einrichtungen vorhanden sind.

Diese Krankenanstalten werden in diesem Dokument als "**designierte Krankenhäuser**" bezeichnet und werden meist der Versorgungsebene "Schwerpunkt-Krankenhaus" oder "Zentral-Krankenhaus" (Krankenhäuser der Maximalversorgung) angehören. Typischerweise verfügen sie über Abteilungen oder Institute für Nuklearmedizin und Strahlentherapie sowie hämatologisch-intensivmedizinische Kompetenz (bis hin zu Zentren für Knochenmarkstransplantation).

Da für eine erfolgreiche Behandlung von Strahlenunfall-Patienten das Grundprinzip ohnehin in der Bildung interdisziplinärer Netzwerke (und nicht in der Schaffung zentraler Einheiten) liegt, ist durchaus denkbar, dass die Funktion eines "designierten Krankenhauses" nicht von einer einzelnen Krankenanstalt, sondern von einem Verbund von Krankenhäusern übernommen wird.

Das "designierte Krankenhaus" ist bei bekannten Strahlenunfällen vom Rettungsdienst primär anzufahren.

Für alle Fragen, die selbst auf der Ebene eines "designierten Krankenhauses" nicht geklärt werden können, steht das Radiation Emergency Medical Preparedness and Assistance Network (REMPAN) der WHO und IAEA für Konsultationen und in Extremfällen für die Übernahme des Patienten zur Verfügung.

Die oben zitierte "Unabweisbarkeit von Kranken" bedingt aber, dass die Versorgung von "Strahlenunfallopfern" nicht ausschließlich einigen wenigen designierten Krankenhäusern zugeordnet werden kann. Daher müssen alle anderen (**Akut-) Krankenhäuser** mit internen und/oder (unfall-) chirurgischen Abteilungen – in Hinblick auf "Selbsteinweiser" – imstande sein, Basismaßnahmen durchzuführen:

- **Erkennung** durch Hinweise des Betroffenen und Anamnese
- **erste Dekontamination** (sofern erforderlich), Wundversorgung
- **erste Diagnostik**
- **Weiterleitung** an das zuständige "designierte Krankenhaus"

Wo es geographisch und organisatorisch sinnvoll erscheint, kann auch ein nicht designiertes "Akut-Krankenhaus" zur Durchführung von Erstmaßnahmen wie einer behelfsmäßigen Dekontamination und für eine erste Beurteilung des Patienten herangezogen werden. Diese können dann bei bekannten Strahlenunfällen vom Rettungsdienst primär angefahren werden und transferieren den Patienten sobald als möglich in das designierte Krankenhaus.

Der Ablauf der Versorgung im nicht designierten Krankenhaus ist bei Selbsteinweisern und bei geplanter Einbindung zur Erstversorgung derselbe und wird in 2.3 beschrieben.

2.2 Versorgung eines Strahlenunfall-Patienten im designierten Krankenhaus

Die Aufgaben des designierten Krankenhauses sollten darin bestehen, die

- notwendige medizinische Versorgung durchzuführen, unter Beachtung des Grundsatzes: **Vorrang "lebensrettender Sofortmaßnahmen" vor Dekontamination und Messung**
- den Schutz des eigenen Personals (gegen Kontamination und Inkorporation) sicherzustellen,
- Verschleppung zu vermeiden und etwaige Kontaminationen gezielt zu beseitigen,
- das Management kontaminierter Wunden durchzuführen und
- die strahlenunfallbezogene Diagnostik (als kontinuierlichen Prozess) gezielt durchzuführen und definitiv abzuklären,
 - ob ein deterministischer Strahlenschaden vorliegt (oder zu erwarten ist), und
 - ob radioaktive Substanz inkorporiert wurde,
- die strahlenunfallbezogene Therapie einzuleiten,
- als regionaler Ansprechpartner für die medizinische Diagnostik und Therapie nach Strahlenunfällen zu dienen und
- internationale Ressourcen, falls erforderlich, zu kontaktieren und in das medizinische Management einzubinden.

Um diese Aufgaben verlässlich erfüllen zu können, benötigt jedes designierte Krankenhaus einen **Ablaufplan**, der das eingeteilte Personal und dessen Aufgaben, die zu nutzenden Räume und das Material dafür sowie die vorgesehenen Abläufe regelt (siehe 3.2.1). Ziel dieser Vorbereitungen ist nicht zuletzt, dem eigenen Personal Sicherheit durch Wissen zu vermitteln.

Grundlage der Versorgung bildet ein "Kompetenz-Netzwerk", welches die Abteilungen und Institute mit "Strahlenkompetenz" (v. a. Nuklearmedizin und Strahlentherapie) und die Einrichtungen der medizinischen Erstversorgung (z. B. internistische Aufnahmestation, Unfall-Ambulanz oder Schockraum) zusammenfasst und durch hämatologische und intensivmedizinische Kompetenzen erweitert werden kann.

Das designierte Krankenhaus soll vom Rettungsdienst bei Verdacht auf Strahlenunfall gezielt angefahren und gemäß 2.4.1 frühzeitig (und möglichst detailliert) detailliert **vorverständigt** werden. Es sollte somit eine Vorwarnzeit bestehen, die für gezielte Vorbereitungen genutzt werden kann.

Im Ablaufplan ist jedoch auch der Fall zu berücksichtigen, dass ein Betroffener **unangekündigt** eintrifft. Der Betroffene soll dann in einem geeigneten Raum eine angeleitete Eigen-Dekontamination durchführen und neue Kleidung anlegen; die Bereiche, die der Betroffene betreten hat, sind auf Kontamination zu prüfen.

2.2.1 Reihenfolge der Maßnahmen

Bei der medizinischen Versorgung eines "Strahlenunfall-Patienten" ergibt sich typischerweise folgender **Ablauf**:

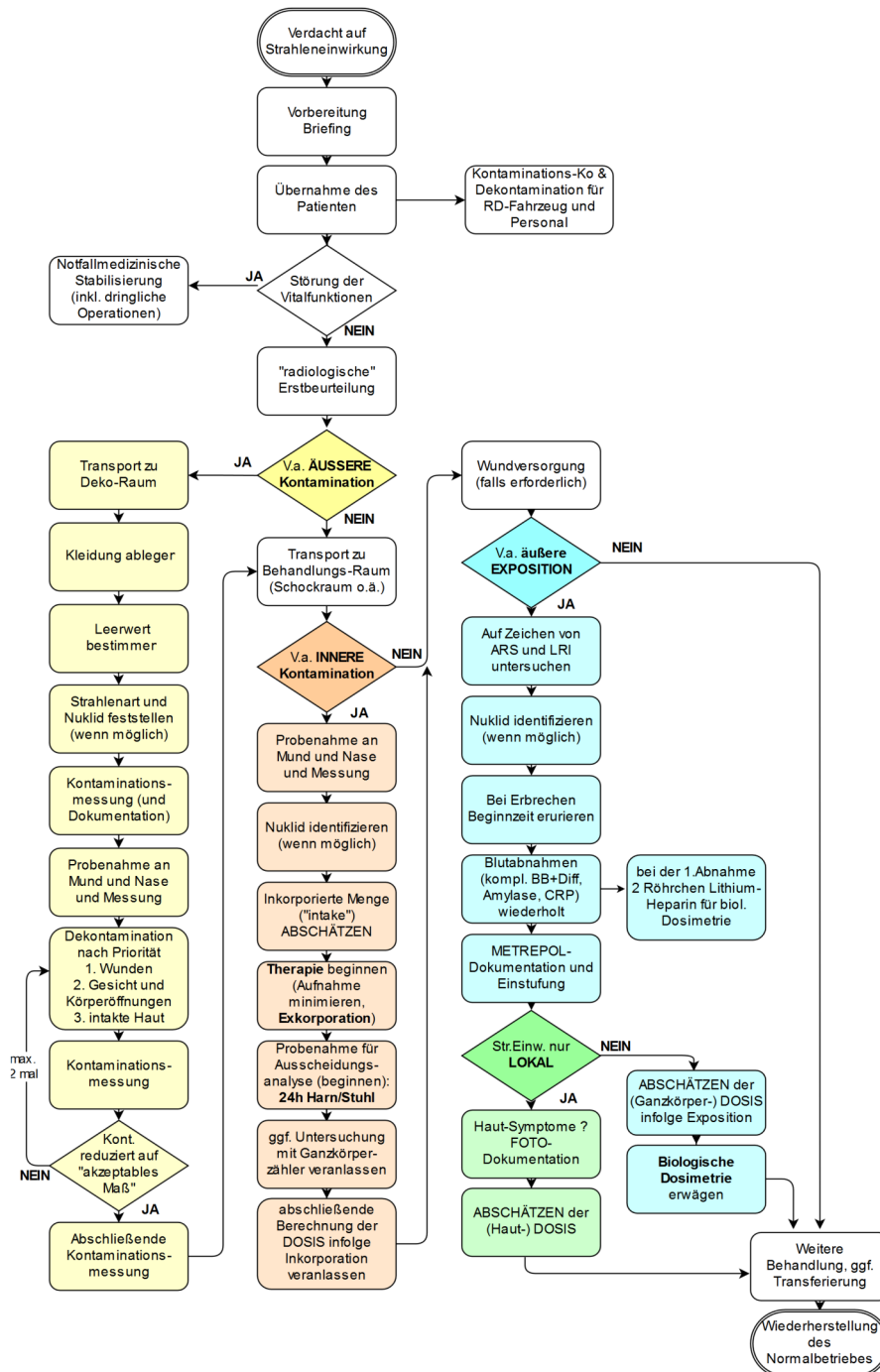
- geordnete Übernahme
- Erkennen einer Vitalbedrohung und notfallmedizinische Stabilisierung (sofern erforderlich)
- Versorgung schwerer begleitender Verletzungen (sofern erforderlich)
- "radiologische" Erstbegutachtung
- Erkennen und Beseitigen einer äußeren Kontamination
- Erkennen einer inneren Kontamination und ggf. Einleitung der Behandlung
- Wundversorgung (sofern erforderlich)
- Untersuchung auf Zeichen einer Ganzkörperexposition und ggf. Einleitung der Behandlung
- Untersuchung auf Zeichen einer lokal beschränkten Exposition und ggf. Einleitung der Behandlung

Diese Liste zeigt eine typische Prioritätenreihung auf, ist aber **keine absolute Reihung**, bei der der nächste Schritt erst nach Abschluss des vorigen erfolgen dürfte! Viele der o.a. Aufgaben können (und sollen) parallel ausgeführt werden. So wird z.B. die "radiologische Erstbegutachtung" schon während der "notfallmedizinischen Stabilisierung" beginnen.

Der oben beschriebene Ablauf ist nachfolgend auch als Ablaufdiagramm dargestellt und ist auch die Grundlage für die weitere Gliederung dieses Abschnittes.

2.2.2 Algorithmus Ablauf der Versorgung

Abbildung 2 Algorithmus für die Versorgung eines Strahlenunfall-Patienten im designierten Krankenhaus



Quelle: Erstellt auf Basis von REAC/TS und NCRP (ARS = acute radiation syndrome, LRI = local radiation injury)

2.2.3 Alarmierung, Entgegennahme der Vorankündigung

Im Ablaufplan des designierten Krankenhauses ist zu regeln, wer die Vorankündigung des Strahlenunfall-Patienten entgegennimmt. Die Erreichbarkeit eines kompetenten Ansprechpartners (für Einsatzorganisationen und Akutkrankenhäuser) ist idealerweise 24/7 sicherzustellen.

Folgende Inhalte sollen **nach Möglichkeit** bei Entgegennahme der Vorankündigung abgefragt werden:

- **Art** des Unfalles?
 - Mit welchem Gerät? Bei welcher Tätigkeit?
 - Welcher radioaktive Stoff? In welcher Menge?
 - Waren auch "chemische" oder "biologische" Stoffe vorhanden?
- **Zeitpunkt** des Unfalles?
- **Anzahl** der Betroffenen?
- Besteht die Möglichkeit einer Kontamination?
 - Wurde vor Ort eine Dekontamination durchgeführt?
- Bestehen begleitende Verletzungen oder Erkrankungen?
- Bestehen Frühsymptome der Strahlenkrankheit (Erbrechen)?
- Messwerte?
- Welche Behandlung wurde durchgeführt?
- Voraussichtliche Eintreffzeit?

Dem Anrufer ist mitzuteilen, über welchen Eingang ein vermutlich kontaminierter Patient in das Krankenhaus gebracht werden soll.

Der Anrufer ist aufzufordern, relevante Unterlagen wie Transportpapiere oder Anlagenbeschreibungen und Kontaktdaten von kundigen Personen (z. B. Strahlenschutzbeauftragter) mitzubringen.

2.2.4 Vorbereitung

Im Ablaufplan des designierten Krankenhauses ist zu regeln, wie der Plan auszulösen ist, wie die "Herstellung der Aufnahmebereitschaft" erfolgt und wer die Gesamtleitung für das gesamte Management des Patienten übernimmt.

Während dieser Aktivierungsphase sollen folgende Schritte erfolgen:

- Vorberechnung mit Personal ("Briefing")
 - das Risiko ist gering

- notwendige Schutzmaßnahmen: Basis-Schutzausrüstung
- geplantes Vorgehen (lebensrettende Sofortmaßnahmen – "survey" – Diagnostik)
- Verschleppung vermeiden – Wege kurzhalten
- Aufgabenverteilung klären
- Basis-Schutzausrüstung (oder äquivalentes Material wie OP-Mantel) anlegen
- Dosimeter ausgeben
 - TLD-Dosimeter für jeden Mitarbeiter
 - direkt ablesbare Dosimeter für Team-Leader
- Messgeräte vorbereiten
- ggf. Eingang für kontaminierte Personen öffnen
- Raum zur Übernahme des Patienten vorbereiten
 - klar erkennbare Grenze zum reinen Bereich definieren (z. B. mit Klebeband)
 - ev. Boden abdecken
 - ev. Lüftungseinlässe schließen²
- Raum zur Behandlung des Patienten vorbereiten
 - nicht benötigte Geräte und Material entfernen oder abdecken
 - ev. Boden abdecken
 - ggf. Lüftungseinlässe schließen³
- Meldung an die Strahlenschutzbehörde im Bundesland und Weitermeldung an die Abteilung Strahlenschutz des BMNT (durch die Strahlenschutzbehörde des Bundeslandes)

2.2.5 Eintreffen und Übernahme des Patienten

Der Betroffene wird im vorbereiteten Bereich vom Krankenhaus-Personal, das mit Basis-Schutzausrüstung (oder Äquivalent) bekleidet ist, vom Rettungsdienst übernommen. Dabei sind folgende Punkte zu beachten:

- restliche Bekleidung des Patienten entfernen (und verpacken)
- Umlagern auf saubere Trage
- patientenbezogene Übergabe nach notfallmedizinischen (rettungsdienstlichen) Standards durchführen
- so früh als möglich orientierende Erstmessung durchführen (und Messwert notieren)
- alle bisher erhobenen Informationen und Unterlagen übernehmen

² Nur notwendig, wenn die Luft aus dieser Einlassöffnung in andere Gebäudeteile kommt – dies ist während der Planungsphase abzuklären

³ Siehe Fußnote 2

2.2.5.1 KONTAMINATIONS-KONTROLLE UND DEKONTAMINATION DES EINLIEFERNDEM RETTUNGSDIENST-PERSONAL

Ohne die Versorgung des Patienten zu verzögern, ist das Rettungsdienst-Personal, welches den Patienten eingeliefert hat, auf Kontamination zu prüfen und ggf. zur Eigen-Dekontamination anzuleiten.

Dabei ergibt sich meist folgender Ablauf:

- kurze Aufklärung ("Briefing")
 - Basis-Schutzausrüstung war ausreichend, das Risiko ist gering
 - Verschleppung vermeiden – Wege kurzhalten
 - geplantes Vorgehen: Ablegen der Schutzausrüstung – Messung – Dekontamination
- Fahrzeug auf Kontamination kontrollieren
- Fahrzeugreinigung nach den Vorgaben der Rettungsorganisation vom Rettungsdienst-Personal durchführen lassen
- beim Ablegen der Schutzausrüstung Anleitung geben
- Kontaminations-Kontrolle durch Messung durchführen
- Eigendekontamination selbständig nach Anleitung des Krankenhaus -Personals durchführen lassen
 - Kleidung ablegen und in Behälter legen
 - Duschen
 - Abtrocknen, neue Kleidung anziehen

Alternativ kann sich das Rettungsdienst-Personal zu einer geeigneten Einrichtung begeben und die Fahrzeugreinigung sowie Eigendekontamination dort entsprechend den Vorgaben der Rettungsorganisation bzw. nach Anleitung durch Fachpersonal durchführen.

Unabhängig davon, welche Möglichkeit zur Anwendung kommt, ist die Kontaminations-Kontrolle und Dekontamination für das einliefernde Rettungsdienst-Personal im Ablaufplan des designierten Krankenhauses vorzusehen und ohne lange Wartezeiten sicherzustellen.

2.2.6 Notfallmedizinische Erstversorgung und Versorgung schwerer begleitender Verletzungen bzw. Erkrankungen

Wie bereits ausgeführt, werden Patienten nach einem Strahlenunfall bei Einlieferung ins Krankenhaus kaum akut lebensbedrohliche Zustände aufweisen, sofern nicht begleitende Verletzungen oder Erkrankungen vorliegen.

Akut notwendige medizinische Maßnahmen dürfen keinesfalls verzögert werden, um Strahlenmessungen oder Dekontamination abzuwarten. Sie erfolgen nach aktuellem Stand der Medizin (z.B. gemäß des ABCDE-Ablaufes).

Für das medizinische Personal kann dabei durch Basis-Schutzausrüstung (oder äquivalentes Material wie OP-Bekleidung) ein adäquater Schutz vor Kontamination sichergestellt werden.

Auch akute chirurgische Eingriffe oder für die Versorgung erforderliche diagnostische Verfahren wie CT-Untersuchungen können und sollen in dieser Phase erfolgen.

Bei der **operativen Versorgung** ist das Zeitfenster vor Einsetzen der hämatopoetischen Strahlenwirkung zu nutzen. Es wird in der Literatur empfohlen, nur die unbedingt notwendigen Eingriffe durchzuführen und diese so zu planen, dass sie **spätestens 72 h nach dem Unfallereignis abgeschlossen** sind. Weitere chirurgische Eingriffe können erst nach Restitution der Hämatopoese (d.h. nach einigen Wochen) erfolgen.

Falls ein instabiler Patient ohne vorherige Dekontamination in den OP oder zum CT transportiert werden muss, sind folgende Punkte zu beachten:

Vor einem Transport durch das Krankenhaus:

- Patienten auf saubere Trage/Transportwagen umlagern
- Patienten soweit möglich in Folie oder Alu-Decke oder Leintuch einhüllen
- begleitendes Personal wechselt Schutzbekleidung

Während des Transports durch das Krankenhaus und während OP oder Untersuchung:

- die Abdeckung des Patienten so wenig wie möglich entfernen
- Kontakt mit kontaminierten Stellen und Aufwirbelung von Stoff bestmöglich vermeiden
- möglicherweise kontaminierte oder radioaktive Fragmente (z.B. in Wunden) nicht direkt berühren
- Abfälle (in Plastiksäcken) sammeln und ggf. für weitere Messungen aufbewahren

Nach der Intervention sind die Bereiche, in denen der Betroffene sich aufgehalten hat, auf Kontamination zu prüfen. Dies erfolgt nach den Vorgaben der zuständigen Strahlenschutzbehörde (des Bundeslandes). Mit dieser Vorgangsweise kann die rasche Wiederaufnahme des Routinebetriebes gesichert werden.

Schon während der "notfallmedizinischen Stabilisierung" wird die "radiologische Erstbeurteilung" beginnen. Idealerweise erfolgen medizinische Versorgung einerseits und

radiologische Beurteilung sowie Strahlenschutzmaßnahmen andererseits parallel durch zwei getrennte Teams.

2.2.7 Radiologische Erstbeurteilung

Bei der "radiologischen" Erstbeurteilung sind folgende Fragen zu klären:

- Bestehen Hinweise auf eine Kontamination der Körperoberfläche ("äußere Kontamination")?
 - Unfallhergang? Umgang mit offenen Stoffen? Beschädigung von Behältern und Quellen? Kontamination messbar?
- Bestehen Hinweise auf eine Inkorporation von radioaktiven Stoffen ("innere Kontamination")?
 - Unfallhergang mit Inhalation oder Ingestion? Kontamination bei Mund und Nase messbar?
- Bestehen Hinweise auf akute Strahlenschäden nach Einwirkung hoher Dosis?
 - Unfallhergang? Dosisleistung und Aufenthaltszeit? Frühsymptome?
 - Strahleneinwirkung lokal oder am ganzen Körper?

Um die o. a. Fragen zu klären, können folgende Elemente herangezogen werden:

- Informationen aus der Vorankündigung gem. 2.2.3
- Informationen aus der Übergabe durch den Rettungsdienst
- ggf. Rückfragen am Einsatzort
- Anamnese
- orientierende Kontrolle auf Kontamination (Messwerte notieren!)

Die "radiologische" Erstbeurteilung soll Aufschluss geben über die notwendigen Behandlungsschritte für den Patienten nach Strahlenunfall, oder - anders gesagt - welche Teile des Ablaufdiagrammes in 2.2.2 durchlaufen werden müssen. Eine vollständige Abklärung ist zu diesem Zeitpunkt noch nicht möglich und wird auch nicht angestrebt.

2.2.8 Maßnahmen bei Verdacht auf Kontamination

Wenn bei der radiologischen Erstbeurteilung das Vorhandensein einer Kontamination nicht sicher ausgeschlossen werden kann, ist eine Dekontamination wie im Ablaufdiagramm beschrieben durchzuführen.

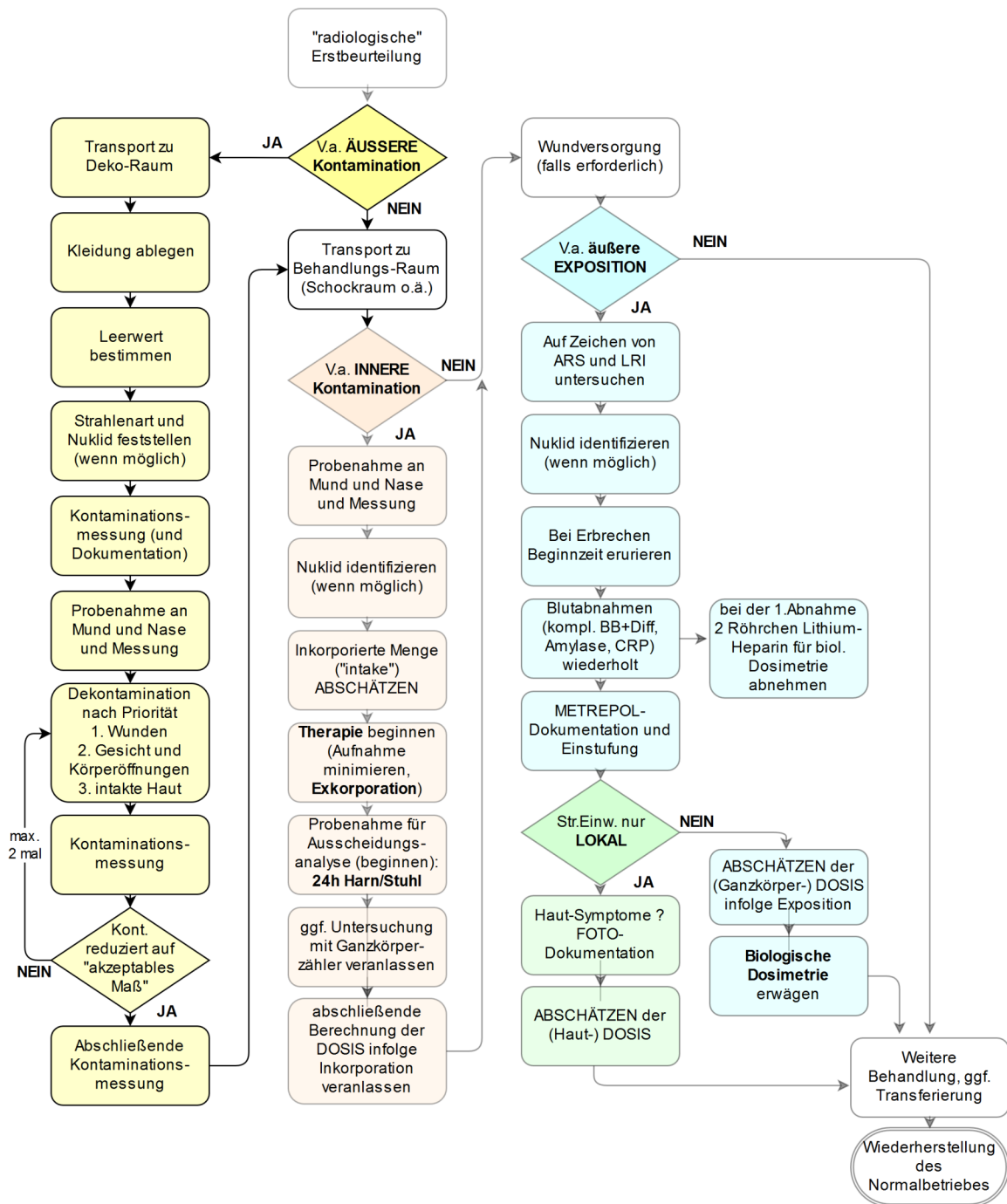
Das designierte Krankenhaus sollte über einen geeigneten Raum zur Dekontamination verfügen, der entweder für diesen Zweck gewidmet ist oder innerhalb kürzester Zeit für die

Dekontamination adaptiert und in Betrieb genommen werden kann (für gehende und liegende Patienten).

Folgendes ist zu beachten:

- Verschleppung vermeiden – Wege kurzhalten
- Kleidung ablegen und in Kunststoff sack verschließen
- Kontrolle auf Kontamination ("survey")
 - Leerwert dokumentieren
 - gesamte Körperoberfläche "abspüren" (langsam, 5cm Abstand, Messgerät abgedeckt)
 - kontaminierte Areale dokumentieren
 - ggf. Probennahme (Abstriche) an Mund und Nase und gemessene Zählrate dokumentieren
- Dekontamination nach Prioritäten durchführen
 - 1.Wunden 2. Gesicht 3. intakte Haut
 - bei nicht gehfähigen Personen "Liegend-Dekontamination"
 - auf einer Dekontaminations-Liege (mit ungehindertem Abfluss der Reinigungsflüssigkeit vom Körper des Patienten)
 - bei mobilen Personen angeleitete Eigendekontamination selbständig unter Aufsicht und nach Anleitung des Krankenhaus -Personals
 - Kleidung ablegen und in Behälter legen
 - Duschen
 - Abtrocknen, neue Kleidung anziehen
- Kontrolle auf verbliebene Kontamination ("survey")
 - Dekontaminationsvorgang max. 2x wiederholen (insgesamt max. 3 Durchgänge)
- Kontamination beenden, wenn
 - nur mehr der doppelte Leerwert gemessen wird,
 - sich der Messwert nach der Deko nicht ändert,
 - Zeichen der Hautreizung (Rötung) vorliegen.

Abbildung 3 Algorithmus für die Versorgung eines Strahlenunfall-Patienten im designierten Krankenhaus, Bereich Kontamination hervorheben



Quelle: Erstellt auf Basis von REAC/TS und NCRP (ARS = acute radiation syndrome, LRI = local radiation injury)

Nach Abschluss der Dekontaminationsmaßnahmen kann der Patient ungehindert transportiert und in allen Räumlichkeiten behandelt werden. Normale Hygiene-Maßnahmen

sind im Umgang mit dem Patienten ausreichend. Detaillierte Hinweise zur Dekontamination sind im Anhang enthalten.

2.2.9 Maßnahmen bei Verdacht auf Inkorporation

Sobald sich in der "radiologischen Erstbeurteilung" Hinweise auf eine Inkorporation von radioaktiven Stoffen ("innere Kontamination") ergeben, sind die Maßnahmen gemäß Ablaufdiagramm durchzuführen.

Die Maßnahmen zum Nachweis einer Inkorporation (wie Ausscheidungsanalyse oder Ganzkörperzähler) sind oft zeitaufwändig, sodass Resultate oft nicht sofort vorliegen.

Mit der Sammlung geeigneten Probenmaterials für Ausscheidungsanalyse - 24 Stunden Harn und Stuhl Sammlung - soll unverzüglich begonnen werden.

Nach Ingestion können Standardmethoden der primären Giftelimination (gastroskopische Absaugung, Laxantien) angezeigt sein.

Auch eine Dekorporationstherapie mit "nuklearmedizinischen Antidoten"⁴ soll bei Notwendigkeit sobald als möglich - vor dem Vorliegen der Resultate aus den o. a. Untersuchungen begonnen werden. Inkorporationen von Radionukliden sind praktisch nie von direkt lebensbedrohlichem Ausmaß. Dennoch kann eine rasche Dekorporation relevant sein, um das Risiko von Langzeiteffekten zu vermindern.

Bei Verdacht auf eine relevante Inkorporation von radioaktiven Iod-Isotopen ist zu erwägen, eine Blockade der Schilddrüse mit stabilem Iod (gemäß den geltenden Richtlinien für die KI-Verabreichung) noch vor Vorliegen von Messergebnissen zu beginnen.

Durch geeignete Messungen und Probennahmen (an Eintrittspforten wie Mund, Nase oder Wunden) ist festzustellen, ob eine Inkorporation vorliegt und ob die aufgenommene Stoffmenge von medizinischer Relevanz ist.

⁴ TMT handbook (Triage, monitoring and treatment of people exposed to ionizing radiation following a malevolent act), Annex 12: Management of internal contamination

Zur improvisierten Schilddrüsen- und Ganzkörpermessung können behelfsmäßig auch Dosisleistungsmessgeräte herangezogen werden⁵.

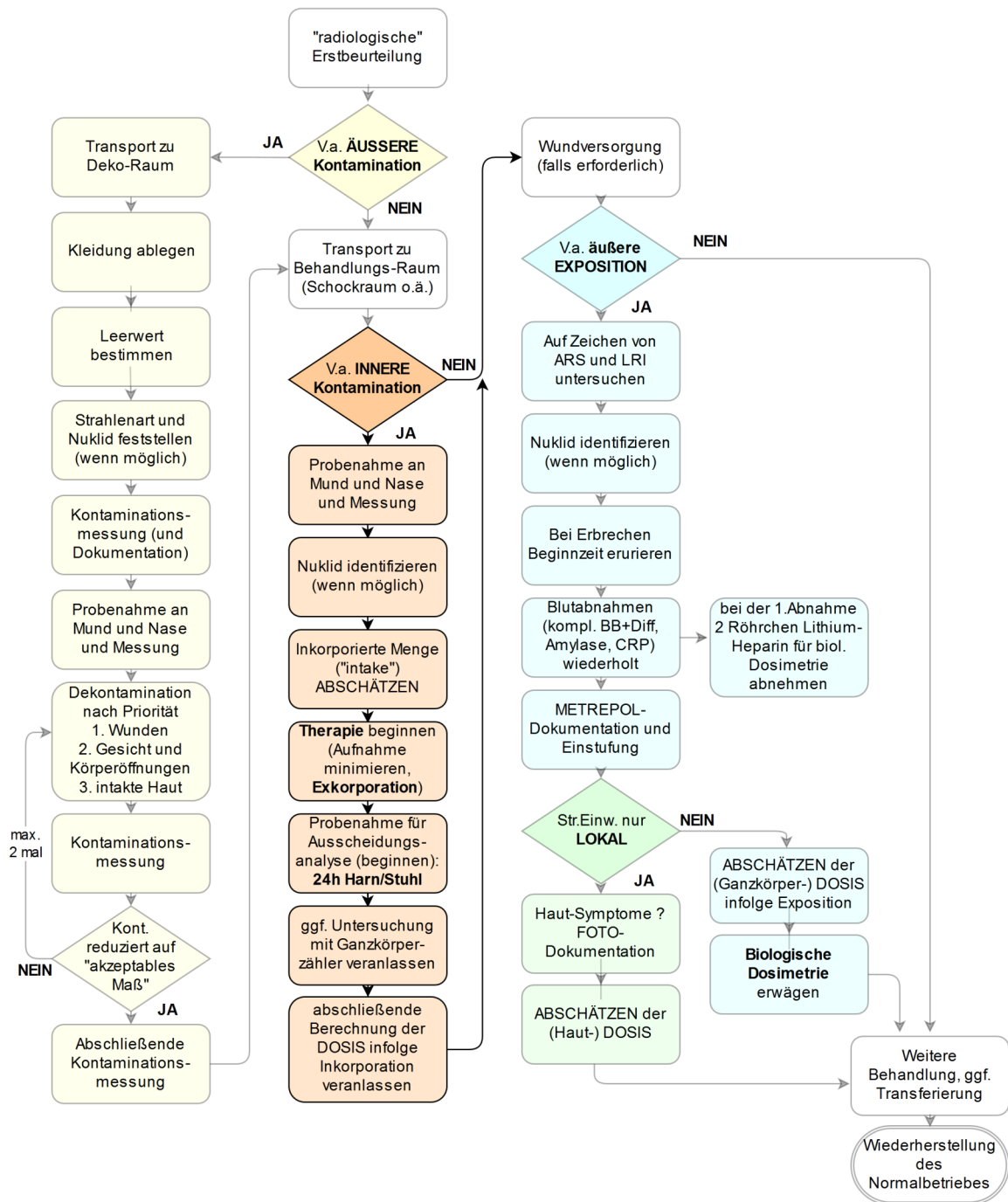
Für die Beurteilung ist es meist hilfreich, aus der Anamnese ein "worst case scenario" (mit 100% Aufnahme des gesamten vorhandenen Stoffes) abzuleiten, um die Relevanz der inkorporierten Stoffmenge zumindest in der Größenordnung beurteilen zu können.

Zur Schnellabschätzung der inkorporierten Stoffmenge und der resultierenden Dosis können verschiedene Methoden herangezogen werden, die darauf beruhen, einen Messwert mit Referenzwerten in Tabellen zu vergleichen (siehe 2.2.9.1).

Aufgrund der abschließenden Berechnung der Inkorporationsdosis (welche erst nach einiger Zeit vorliegen wird) ist die Notwendigkeit eines "long term follow-up" zu bewerten.

⁵ TMT handbook, S. 139, S. 141

Abbildung 4 Algorithmus für die Versorgung eines Strahlenunfall-Patienten im designierten Krankenhaus, Bereich Inkorporation hervorgehoben



Quelle: Erstellt auf Basis von REAC/TS und NCRP (ARS = acute radiation syndrome, LRI = local radiation injury)

2.2.9.1 Schnellabschätzung der aufgenommenen Stoffmenge

Im Folgenden werden einige Methoden zur Schnellabschätzung der aufgenommenen Menge des radioaktiven Stoffes vorgestellt. Es sei betont, dass es sich dabei wirklich nur um grobe und rasche Abschätzungen handelt, um die Größenordnung des Problems zu erfassen.

Eine weitere Einschränkung liegt darin, dass die zitierten Dokumente nur Tabellen und Diagramme für eine Auswahl von Radioisotopen enthalten. Die Dokumente sind im Original verfügbar (Links im Kapitel 6 "Literatur").

Abbildung 5 Beispiel-Tabelle

Annex 13: Look-up tables for the assessment of internal doses

<i>Table A13.16c. Doses from an intake by INHALATION of ²⁴¹Am (ABSORPTION TYPE M) corresponding to a measurement of 1 Bq/day in URINE at specified times after a single intake.</i>						
Measured quantity: Urine	Intake, Bq	Organ:	RBE-weighted absorbed dose, Gy-Eq			Effective dose, Sv
			Lungs	Red bone marrow	Colon	
			Integration period: 30 d			
Measurement time						
1 d	544		2.8E-03	4.3E-06	4.0E-07	1.7E-02
2 d	4,110		2.1E-02	3.2E-05	3.0E-06	1.3E-01
3 d	7,200		3.7E-02	5.7E-05	5.3E-06	2.2E-01
4 d	10,400		5.4E-02	8.2E-05	7.6E-06	3.2E-01
5 d	12,800		6.6E-02	1.0E-04	9.5E-06	4.0E-01
6 d	14,500		7.5E-02	1.1E-04	1.1E-05	4.5E-01
7 d	15,800		8.2E-02	1.2E-04	1.2E-05	4.9E-01
10 d	18,500		9.6E-02	1.5E-04	1.4E-05	5.7E-01
14 d	21,800		1.1E-01	1.7E-04	1.6E-05	6.7E-01
21 d	27,100		1.4E-01	2.1E-04	2.0E-05	8.4E-01
28 d	31,700		1.6E-01	2.5E-04	2.3E-05	9.8E-01
Notes: Doses calculated for adults Route of intake: Acute inhalation Activity median aerodynamic diameter (AMAD) = 5 µm Absorption Type: M Organs for which absorbed doses are calculated: Lungs, Red bone marrow or Colon (IAEA EPR-Medical, 2005) The RBE-weighted absorbed dose is obtained by multiplying the absorbed dose by the RBE factor [Table H5]. The units are Gray-Equivalent (Gy-Eq) Integration period for absorbed dose = 30 d						

Quelle: Annex 13 (Lookup tables for the assessment of internal doses) TMT Handbook

Tabellen im TMT-Handbook:

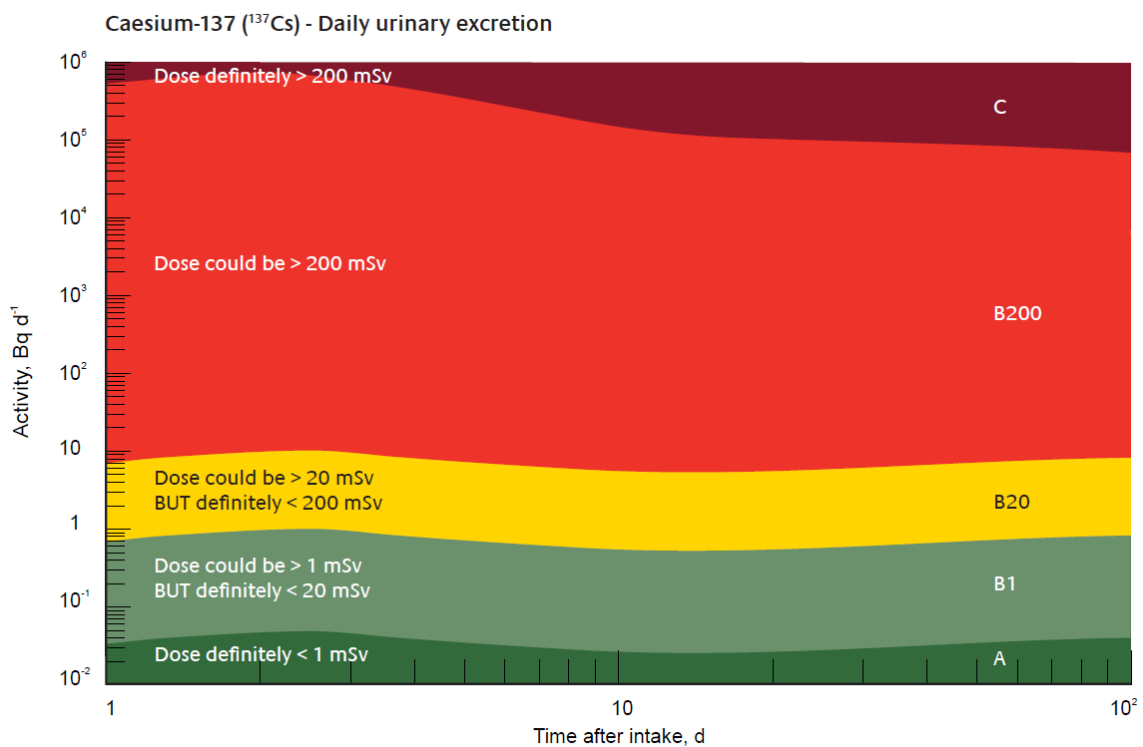
Aus den Tabellen des Annex 13 im TMT Handbook ("Lookup tables for the assessment of internal doses ") kann für Ingestion oder Inhalation, bezogen auf 1 Bq, im 24-Stunden Harn (oder im ganzen Körper bzw. in Schilddrüse oder Lunge) und für verschiedene Zeitpunkte folgendes abgelesen werden:

- die aufgenommene Menge ("intake")
- die zu erwartende Dosis

Tiara Methode⁶ (in: Dose Assessment of Inhaled Radionuclides in Emergency Situations):

- 24-Stunden-Menge des Radionuklids in Harn oder Stuhl feststellen
 - alternativ kann die Aktivität im ganzen Körper (bei Iod: in der Schilddrüse) verwendet werden
- aus der entsprechenden Tabelle den zu erwartenden Dosisbereich ablesen

Abbildung 6 Beispiel-Diagramm aus Dose Assessment of Inhaled Radionuclides in Emergency Situations



Quelle: HPA 2007: Dose Assessment of Inhaled Radionuclides in Emergency Situations

⁶ HPA: 2007: Dose Assessment of Inhaled Radionuclides in Emergency Situations

Weitere Anleitungen zur Schnellabschätzung sind im REAC/TS Dokument " Rapid Internal and External Dose Estimation" enthalten (Link im Kapitel 6 "Literatur").

2.2.10 Wundversorgung

Die chirurgische Versorgung möglicherweise kontaminierter Wunden erfolgt genauso wie beim Vorliegen anderer (nicht radioaktiver) Verunreinigungen. Zusätzlich sind die Schutzmaßnahmen gemäß 2.2.6 zu beachten, insbesondere sollten möglicherweise kontaminierte oder radioaktive Fragmente (z.B. in Wunden) nicht direkt berührt werden. Die Ausschneidung der Wunde soll nach unfallchirurgischer Indikation erfolgen.

Die Abfälle bei der Wundversorgung sind als kontaminiert zu betrachten, sicher zu verwahren (Plastiksack, schwarze Tonne) und zu kennzeichnen. Aus der Wunde entfernte Fremdkörper sind in geeigneten aufzubewahren und ggf. für weitere Erhebungen möglichst genau zu beschriften (Körperregion der Entnahme, Zeitpunkt).

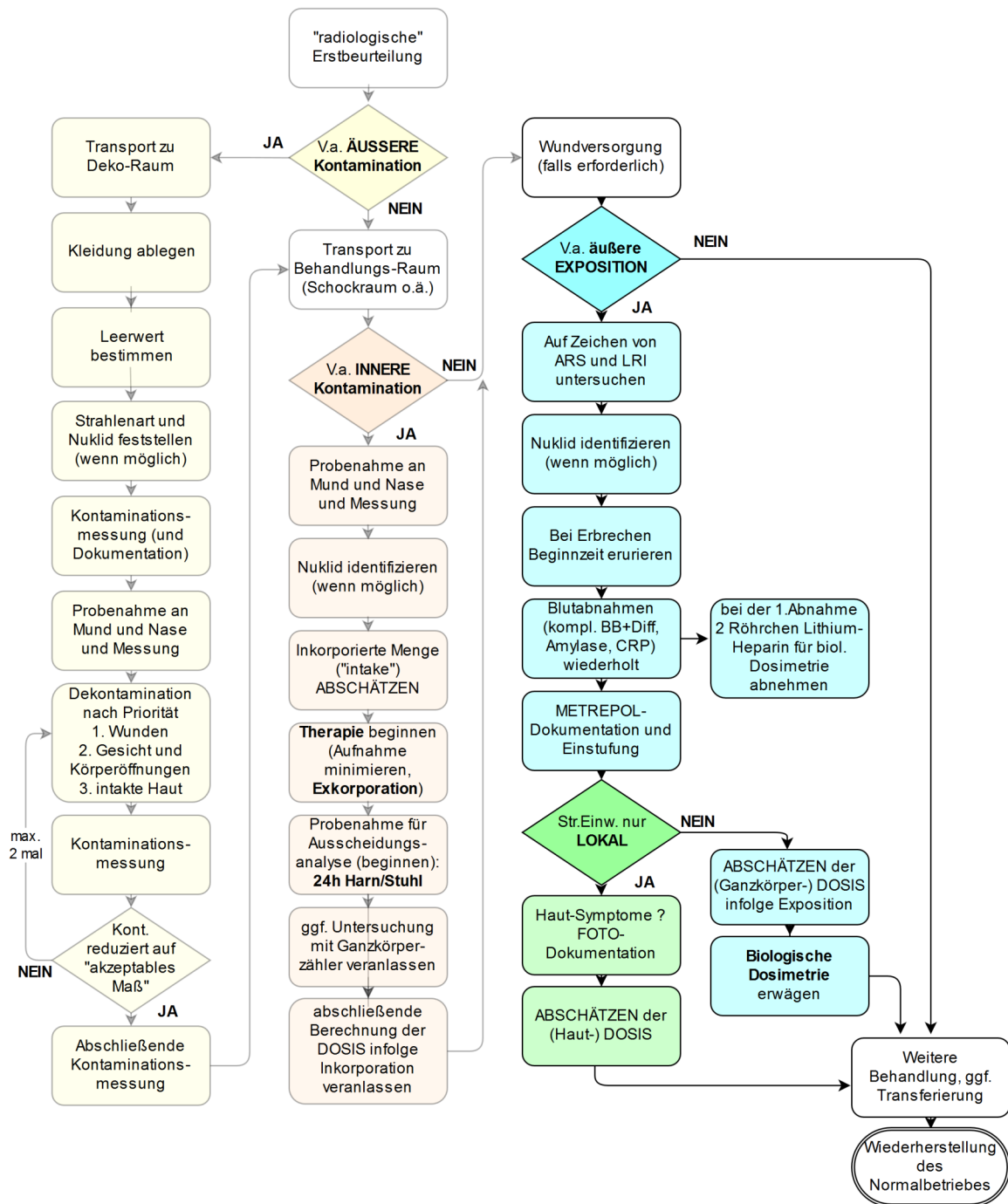
Idealerweise soll eine messtechnische Kontrolle während der Wundversorgung stattfinden (Zählrate über der Wunde vor und nach der Reinigung, Zählrate von aus der Wunde entferntem Material...).

Detailliertere Hinweise zur Wundversorgung sind im Kapitel 6 ("Literatur") enthalten.

2.2.11 Akute Strahlenkrankheit (Acute Radiation Syndrome, ARS)

Bei Verdacht auf die Einwirkung einer relevanten Dosis ist gezielt nach Zeichen der Strahlenkrankheit (ARS) oder des lokalen Strahlenschadens (LRI) bzw. nach Prodromalsymptomen wie Erbrechen zu suchen und diese zu dokumentieren.

Abbildung 7 Algorithmus für die Versorgung eines Strahlenunfall-Patienten im designierten Krankenhaus, Bereich Exposition hervorgehoben



Quelle: Erstellt auf Basis von REAC/TS und NCRP (ARS = acute radiation syndrome, LRI = local radiation injury)

Eine gründliche Anamnese zur Erfassung der Unfallumstände ist durch Rückfragen am Unfallort (z.B. bei Fachkräften wie dem Strahlenschutzbeauftragten oder bei Einsatzkräften vor Ort) zu ergänzen. Sofern das beteiligte Nuklid noch nicht bekannt ist, können ggf. weitere

Nachforschungen und Messungen veranlasst werden (durch die zuständige Strahlenschutzbehörde des Bundeslandes oder die Abt. Strahlenschutz im BMNT). Sobald als möglich ist ein komplettes Blutbild durchzuführen.

Frühsymptome und Blutbildveränderungen werden für eine erste Abschätzung des Schweregrades herangezogen.

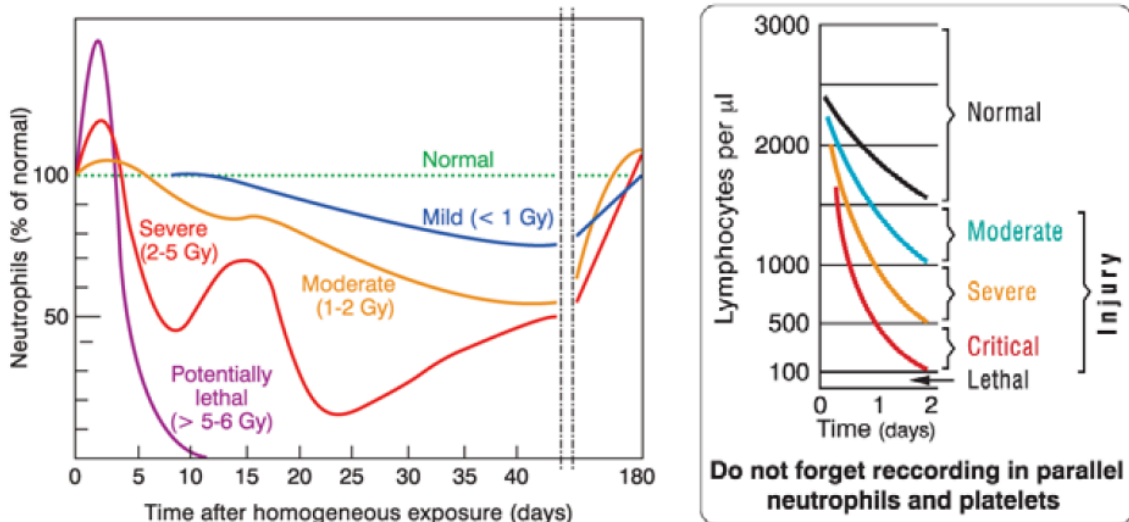
Tabelle 1 Initiale Beurteilung anhand von Frühsymptomen und Blutbildveränderungen, nach EBMT (European Group for Blood and Marrow Transplantation)

Table J2. Scoring for the first 48 hours¹ (adapted from EBMT, 2007).

	Score I	Score II	Score III
Delay	< 12 hours	< 5 hours	< 30 minutes
erythema	0	+/-	+++ < 3 rd hour
asthenia	+	++	+++
nausea	+	+++	(-)
vomiting (per day)	1	1-10	>10; intractable
diarrhoea (stools per day)	2-3; bulky	2-9; soft	>10; watery
abdominal pain	minimal	intense	excruciating
headaches	0	++	excruciating; ICHT ²
temperature	< 38 °C	38-40 °C	> 40 °C
blood pressure	normal	temporary decrease	Systolic < 80 mm
loss of consciousness	0	0	temporary / coma
Lymphocytes at 24h	> 1500/µl	< 1500/µl	< 500/µl
Lymphocytes at 48h	> 1500/µl	< 1500/µl	< 100/µl
Strategy	Outpatient monitoring	Hospitalisation for curative treatment³	Hospitalisation (MOF predicted)
<p>1 The symptoms and values presented in this table are reliable only in cases where the whole body or large parts of the body have been externally exposed to a high dose absorbed in a short time (minutes to few hours)</p> <p>2 ICHT: intra-cranial hypertension</p> <p>3 Depending on the scale of the event, see if some patients on score 2 could be managed as outpatients (e.g. mass casualty event).</p>			

Quelle: TMT Handbook

Abbildung 8 Dosisabhängiger Verlauf der Lymphozyten- und Granulozyten-Werte, nach EBMT (European Group for Blood and Marrow Transplantation)



Quelle: TMT Handbook

Bei der ersten Blutabnahme sollten zweckmäßigerweise zusätzliche Proben abgenommen werden:

- komplettes Labor
- Probe für biologische Dosimetrie (2 Röhrchen Li-Hep, können bei Umgebungstemperatur gelagert und transportiert werden).
- Probe für HLA-Typisierung

Bei Frauen im gebärfähigen Alter ist ein Schwangerschaftstest angezeigt.

Zur kontinuierlichen Überwachung und Dokumentation der Klinik kann sie METREPOL-Methode verwendet werden. Dazu werden 27 Symptome in den Schweregraden 0 bis 4 erfasst und daraus ein "Grading" sowie insgesamt die "Response Category" bestimmt.

Formularvorlagen dazu finden sich in Kapitel 4 ("Arbeitsmaterialien").

Die Therapie ist zunächst rein symptomatisch und umfasst nach Bedarf Antiemetika, Analgetika, antibiotische Abschirmung und angepasste Ernährung. Die psychische Belastung des Unfallopfers kann eine entsprechende Versorgung bzw. Begleitung erfordern.

Bei Notwendigkeit erfolgt eine spezifische Therapie des hämatopoetischen Syndroms mit Wachstumsfaktoren oder einer allogenen Stammzellentransfusion ("Knochenmarkstransplantation", KMT).

Der zeitliche Verlauf der Strahlenkrankheit ermöglicht es, frühzeitig anhand von Frühsymptomen und Blutbildveränderungen den Schweregrad einzuschätzen und dementsprechend eine Behandlungsstrategie im Einvernehmen z.B. mit KMT-Zentren festzulegen.

Sobald der Verdacht auf die Einwirkung einer relevanten Dosis mit möglicherweise daraus entstehender Strahlenkrankheit oder lokalem Strahlenschaden besteht, ist eine umgehende Meldung an die Strahlenschutzbehörde des Bundeslandes zu übermitteln sowie umgehende Weitermeldung an die Abteilung Strahlenschutz des BMNT (als internationaler Kontaktpunkt) durch die Strahlenschutzbehörde des Bundeslandes.

Weitere Information und Tabellen zu Zeichen und Symptomen der Strahlenkrankheit sind im Kapitel 4 ("Arbeitsmaterialien") enthalten.

2.2.12 Lokaler Strahlenschaden (Local Radiation Injury, LRI)

Das Auftreten von Haut-Symptomen erfolgt verzögert; eine Verwechslung mit Ausschlägen anderer Ursache ist nicht auszuschließen.

Sobald der Verdacht besteht, dass eine Hautläsion strahlenbedingt ist, sollte eine fotografische Dokumentation (in Farbe) begonnen werden. Die kontinuierliche Überwachung und Dokumentation der Klinik kann mittels der Tabelle "Hautsymptome" der METREPOL-Methode erfolgen.

Der zeitliche Verlauf des lokalen Strahlenschadens ermöglicht es, eine Behandlungsstrategie im Einvernehmen spezialisierten Abteilungen (wie Dermatologie, plastische Chirurgie oder Verbrennungsstationen) festzulegen.

Die Zuweisung an ein spezialisiertes Zentrum im Ausland ist zu erwägen. Vor der Kontaktaufnahme soll die Strahlenschutzbehörde des Bundeslandes und die Abteilung Strahlenschutz des BMNT (als internationaler Kontaktpunkt) verständigt werden (siehe 2.2.14).

Die Abschätzung der Haut-Dosis erfolgt primär anhand des klinischen Verlaufes (siehe Tabelle 2). Weitere Information und Tabellen zu lokalen Strahlenschäden sind im Kapitel 4 ("Arbeitsmaterialien") enthalten.

Tabelle 1 Hautsymptome, Zeit des Auftretens und Dosisbereiche

Stage/symptoms	Dose range (Gy)	Time of Onset (d)
Erythema	3-10	14-21
Epilation	> 3	14-18
Dry desquamation	8-12	25-30
Moist desquamation	15-20	20-28
Blister formation	15-25	15-25
Ulceration (within skin)	> 20	14-21
Necrosis (deeper penetration)	> 25	> 21

Quelle: IAEA 1998

2.2.13 Übergabe in den reinen Bereich, Wiederherstellung

Wenn der Patient nach Abschluss der Dekontamination in den "reinen" Bereich des Krankenhauses verlegt wird, sollte folgende Vorgangsweise eingehalten werden.

- Patienten an der Grenzlinie auf saubere Trage/Transportwagen umlagern
- Räder des Transportwagens auf Kontamination prüfen
- Begleitung durch nicht kontaminiertes Personal
 - Personal, welches die Erstversorgung durchgeführt hat, ist als kontaminiert zu betrachten und darf den Patienten erst nach Eigen-Dekontamination begleiten

Nach Abschluss der Akutversorgung sind etwaige Kontaminationen im Krankenhaus – in gleicher Weise wie am Unfallort – zu erkennen und zu beseitigen. Bereiche, in denen sich der Betroffene aufgehalten hat, sind auf Kontamination zu prüfen.

Dabei sind die Regelungen und Grenzwerte gemäß StrSchG und AllgStrSchV anzuwenden, der Strahlenschutzbeauftragte des Krankenhauses zuzuziehen und etwaige Vorgaben durch die zuständige Strahlenschutzbehörde des Bundeslandes zu beachten.

Zu beachten sind jedenfalls:

- Eigendekontamination des eingesetzten Personals
- Kontaminationskontrolle des eingesetzten Personals ("Freimessung")
- Kontaminationskontrolle der benutzten Räume
 - ggf. Dekontaminations-Maßnahmen
- Kontaminationskontrolle von benutzten medizinischen Geräten und Material
 - ggf. Dekontaminations-Maßnahmen oder Entsorgung

2.2.14 Kontaktaufnahme mit spezialisierten Einrichtungen und REMPAN

Auf Ebene des designierten Krankenhauses wird eine Kontaktaufnahme mit anderen Institutionen immer dann erfolgen müssen, wenn die Expertise im Haus nicht sicher ausreicht. Beispiele dafür wären die Konsultierung spezialisierter Einrichtungen für allogene Stammzellentransfusion ("Knochenmarks-transplantation", KMT) oder für Hämatologie (z.B. betreffend die Therapie des hämatopoetischen Syndroms mit Wachstumsfaktoren).

Kontaktaufnahme mit REMPAN: Darüber hinaus können Institutionen im Ausland über das "Radiation Emergency Medical Preparedness and Assistance Network" (REMPAN) der WHO und IAEA kontaktiert werden. Der Internetlink zur aktuelle Listen der Liaison Institutes und zu den Kontaktdetails des REMPAN Sekretariats in der WHO ist im Kapitel 6 ("Literatur und Informationsquellen") enthalten.

Ablauf: Das BMNT als zuständige Behörde und "focal point" kann ein Hilfeleistungsansuchen (entsprechend der Assistance Convention) an die IAEA übermitteln. Diese leitet das Hilfsansuchen an das REMPAN Sekretariat in der WHO weiter. Die Details der Hilfeleistung werden ggf. zwischen IAEA, BMNT und der zuständigen Behörde des Mitgliedsstaates, der Hilfeleistung anbietet, vereinbart.

Falls nur eine Konsultation erwünscht ist, kann eine Kontaktaufnahme auch direkt mit dem REMPAN Sekretariat in der WHO erfolgen. Das BMNT als zuständige Behörde und "focal point" sollte in jedem Fall informiert werden (siehe unten unter "Meldeverpflichtungen").

Anforderung einer internationalen Hilfeleistung über RANET (IAEA): Das Übereinkommen über Hilfeleistung bei nuklearen Unfällen oder strahlungsbedingten Notfällen wurde 1986 von der IAEA ausgearbeitet und ist für Österreich 1989 in Kraft getreten. Im Artikel 2 des Abkommens ist unter anderem festgelegt, dass ein Vertragsstaat bei einem nuklearen Unfall oder strahlungsbedingten Notfall jeden anderen Vertragsstaat unmittelbar oder über die IAEA um Hilfeleistung ersuchen kann. Zur Umsetzung dieses Übereinkommens wurde von der IAEA das IAEA Response and Assistance Network (RANET) eingerichtet. Derzeit haben 34 Mitgliedsstaaten - darunter auch Österreich - Ressourcen eingemeldet (Stand Februar 2019).

Tabelle 3 Ressourcen im Bereich Medizinische Hilfeleistung

Medical Support (MS)

This page lists National Assistance Capabilities (NACs) registered in the area of 'Medical Support (MS)' [Description...](#)

Country	MS-1 Medical triage	MS-2 Support in treatment	MS-3 Emergency treatment	MS-4 Psychological support
Belarus, Republic of	FAT EBS	EBS		
Bulgaria	FAT EBS	EBS		FAT EBS
China		FAT EBS	FAT EBS	FAT EBS
Egypt	EBS			
France	FAT EBS	FAT EBS	EBS	
Germany	FAT EBS	FAT EBS		FAT EBS
Hungary	FAT	FAT		
Japan	EBS	EBS	EBS	
Korea, Republic of	FAT EBS	FAT EBS	FAT EBS	
Pakistan	EBS	EBS	EBS	
Russian Federation	FAT EBS	FAT EBS	FAT EBS	
Slovenia	FAT EBS	FAT EBS	FAT EBS	FAT EBS
United States of America	FAT EBS	FAT EBS		

Field Assistance Team External Based Support

Quelle: IAEA-RANET

Im Bereich Dose Assessment haben 22 Staaten (Stand Februar 2019) Ressourcen in RANET eingemeldet.

Ablauf: Das BMNT als zuständige Behörde kann ein Hilfeleistungsansuchen (RANET-Formular: Request for Assistance) an die IAEA übermitteln und diese verteilt das Hilfsansuchen weiter. Bei Rückmeldungen von anderen Mitgliedsstaaten (Offer of Assistance) werden die Details der Hilfeleistung zwischen IAEA, BMNT und der zuständigen Behörde des Mitgliedsstaates, der Hilfeleistung anbietet, vereinbart.

Schwellen:

- Kontaktaufnahme mit REMPAN auf jeden Fall bei Verdacht auf Exposition mit über 2 Sv Effektivdosis,
- RANET-Anforderungen auf jeden Fall bei etwa 10 Personen mit Verdacht auf Exposition mit jeweils über 1 Sv Effektivdosis.

Meldeverpflichtungen: Die Abteilung Strahlenschutz des BMNT (als im Rahmen des Übereinkommens über Hilfeleistung bei nuklearen Unfällen oder strahlungsbedingten Notfällen zuständige Behörde in Österreich) ist durch die zuständige Strahlenschutzbehörde des Bundeslandes umgehend zu verständigen:

- wenn der Verdacht auf die Einwirkung einer relevanten Dosis mit möglicherweise daraus entstehender Strahlenkrankheit oder lokalem Strahlenschaden besteht (Meldepflicht gem. § 11 IntV in der geltenden Fassung)
- bevor eine Kontaktaufnahme mit ausländischen Institutionen erfolgt

Es empfiehlt es sich unbedingt, die Frage der Kostenübernahme mit den verantwortlichen Stellen und Kostenträgern zu klären und die o.a. Strahlenschutz-Behörden zu informieren, bevor Leistungen in Anspruch genommen werden, die über den reinen Informationsaustausch hinausgehen.

2.2.15 Weitere Hinweise zu medizinischen Maßnahmen nach Strahlenunfällen

2.2.15.1 Sonderlage mehrere Betroffenen – Triage

Falls eine größere Anzahl von ähnlich schwer betroffenen oder verletzten Personen zu behandeln ist, erfolgt - so wie sonst auch in der Großschadensmedizin - eine Triage zur Prioritätenreihung und bestmöglichen Nutzung vorhandener Ressourcen.

Im Fall eines "Strahlenunfalls" mit mehreren Betroffenen wird folgende Vorgangsweise in der Literatur empfohlen:

1. Zuerst erfolgt die "**Trauma-Triage**"⁷ basierend auf der Beurteilung der Vitalfunktionen und des Verletzungsmusters nach denselben Kriterien und Prozessen wie sie standardmäßig angewendet werden. Bei der operativen Versorgung von Verletzungen ist das Zeitfenster vor Einsetzen der hämatopoetischen Strahlenwirkung zu nutzen. Es wird in der Literatur empfohlen, nur die unbedingt notwendigen Eingriffe durchzuführen und diese so zu planen, dass sie spätestens 72h nach dem Unfallereignis abgeschlossen sind. Weitere chirurgische Eingriffe können erst nach Restitution der Hämatopoese (d.h. nach einigen Wochen) erfolgen.
2. Die anschließende "**radiologische Triage**" stützt sich auf folgende Faktoren:
 - **Entfernung von der Strahlenquelle** ("triage based on information on location"). Häufig kann das Auftreten von akuten deterministischen Strahlenschäden schon aufgrund der Entfernung von der Strahlenquelle als äußerst unwahrscheinlich eingestuft werden. Während einer kurzen Anamnese sind folgende Frage zu klären:

⁷ äquivalent zum Grundsatz, dass medizinische Erstversorgung immer Vorrang vor Strahlenschutzmaßnahmen haben muss.

- Zeitpunkt des Ereignisses
- Bestand direkter Kontakt zu Strahlenquelle? Wie lange?
- Wurde die Quelle bewegt oder "gehandhabt"?
- Wenn kein direkter Kontakt zu Quelle bestanden hat:
 - Was war der geringste Abstand zu Quelle?
 - Wie lange hat sich die Person dort aufgehalten?
- Hat sich die Person überhaupt innerhalb des "inneren Absperrbereiches" gemäß 2.4 befunden?
- **Auftreten von Frühsymptomen oder Blutbildveränderungen**
 Siehe Tabelle 1 (Initiale Beurteilung anhand von Frühsymptomen und Blutbildveränderungen, nach EBMT). Die Anzahl der Blutbilduntersuchungen kann dadurch reduziert werden, dass alle Personen über einer festzulegenden Entfernung von der Strahlenquelle auch ohne Blutbilduntersuchung als nicht betroffen eingestuft werden können. Andererseits sollte bei jeder Person mit Hautrötung eine Blutbilduntersuchung erfolgen.
- **Messergebnisse**
 in vivo: Kontaminationsmessung:
 - Vorhandensein von Kontamination?
 - Kontamination im Gesicht?
 - Kontamination am Nasenabstrich? Siehe 2.9.2.1 Schnellabschätzung des "Intake" bei Inhalation gemäß REAC/TS
 in vivo: Ganzkörperzähler (nur bei gezielter Fragestellung)
 in vitro: Ausscheidungsanalysen (nur bei gezielter Fragestellung)

Die Vorgangsweise zum Monitoring und zur Triage einer größeren Anzahl betroffener Personen bei Strahlenunfällen kann jenseits der o.a. Basisregeln nicht allgemeingültig im Detail angegeben werden, sondern muss nach "automatisch" ablaufenden Erstmaßnahmen anlassbezogen für das jeweilige Nuklid und die Art der Freisetzung festzulegen.

Dazu empfiehlt sich eine **umgehende Rücksprache mit der zuständigen Strahlenschutzbehörde des Bundeslandes und der Abteilung Strahlenschutz des BMNT.**

Detaillierte Informationen zum Thema Triage sind im TMT Handbook enthalten (Kapitel F2, J5).

2.2.15.2 Betroffene ohne akute medizinische Probleme: "Worried Well"

Bei einem Strahlenunfall ist damit zu rechnen, dass sich eine größere Menge von Personen besorgt an Einrichtungen des Gesundheitswesens wenden wird, um sich untersuchen oder "messen" zu lassen.

Das Ziel wird einerseits sein, diejenigen Personen zu finden, die radioaktiven Stoff inkorporiert haben könnten und die von einer Dekorparationstherapie profitieren würden.

Für tatsächliche kontaminierte Personen kann die Dekontamination durch Entfernen der Kleidung und Duschen erfolgen; entweder in dafür geschaffenen oder adaptierten Einrichtungen oder im häuslichen Bereich.

Betreffend beider o.a. Ziele wurde das Konzept einer "**strahlenmedizinische Notfall- und DEKO-Station**" in einer ÖN (S 2604 "Dekontaminierung von Personen im Fall einer großräumigen radioaktiven Kontamination") publiziert.

Für den vermutlich größten Anteil der Personen wird das Ergebnis sein, dass Inkorporation oder Kontamination nicht nachweisbar sind, was der persönlichen Rückversicherung dient und damit die Inzidenz psychologischer Langzeitfolgen reduziert.

Die anzuwendenden Entscheidungsprozesse sind ident mit denen der "radiologischen Triage" in 2.2.15.1

2.2.15.3 Anforderung von Untersuchungen zur biologischen Dosimetrie

Die zytogenetischen Methoden der „biologischen Dosimetrie“ - v.a. die Analyse dizentrischer Chromosomen ("dicentric assay") - sind wissenschaftlich gut fundierte Instrumente für die retrospektive Dosisabschätzung nach vermuteter Strahlenexposition.

Folgendes ist zu beachten:

- Die biologische Dosimetrie liefert gute und verlässliche Abschätzungen vor allem nach **Ganzkörperexposition**.
 - Bei Teilkörperexpositionen kann eine biologische Dosimetrie (unter Verwendung von Korrekturfaktoren) erwogen werden, wenn ein ausreichend großer Teil des Körpers betroffen wurde.
- Die Untersuchung ist **zeitaufwendig**. Die Blutzellen müssen 2 Tage lang kultiviert werden. Zur Dosisabschätzung müssen 1000 Zellteilungen begutachtet werden. Mit dem

Vorliegen eines Ergebnisses ist daher im Allgemeinen nach ca. 10 (Werk-) Tagen bzw. nach 2 (Kalender-) Wochen zu rechnen.

- Für eine Schnellabschätzung (Dosis unter 1 Gy oder über 2 Gy) müssen nur wenige Zellen begutachtet werden; ein vorläufiges Ergebnis kann nach 3 Tagen erhalten werden.
- Die biologische Dosimetrie hat ihren Stellenwert primär für die Beweissicherung nach vermuteter Exposition, insbesondere, wenn die angenommene Dosis im "subklinischen" Bereich liegt.
 - Auch bei Strahlenunfall-Patienten mit manifester Erkrankung kann die biologische Dosimetrie trotz nachweisbarer Blutbildveränderungen (vgl. METREPOL, BIR 2001) als zusätzliche Informationsquelle sinnvoll sein.
- Die retrospektive Dosisabschätzung mittels "dicentric assay" ist **bis 6 Monate nach dem Ereignis** verlässlich möglich.
 - Mit anderen Methoden (Fluorescent In Situ Hybridisation: FISH) kann eine Exposition auch noch nach Jahrzehnten nachgewiesen werden.
- Die Kosten für eine biologische Dosimetrie betragen ca. EUR 2700.- (Stand 2017, Bundesamt für Strahlenschutz).

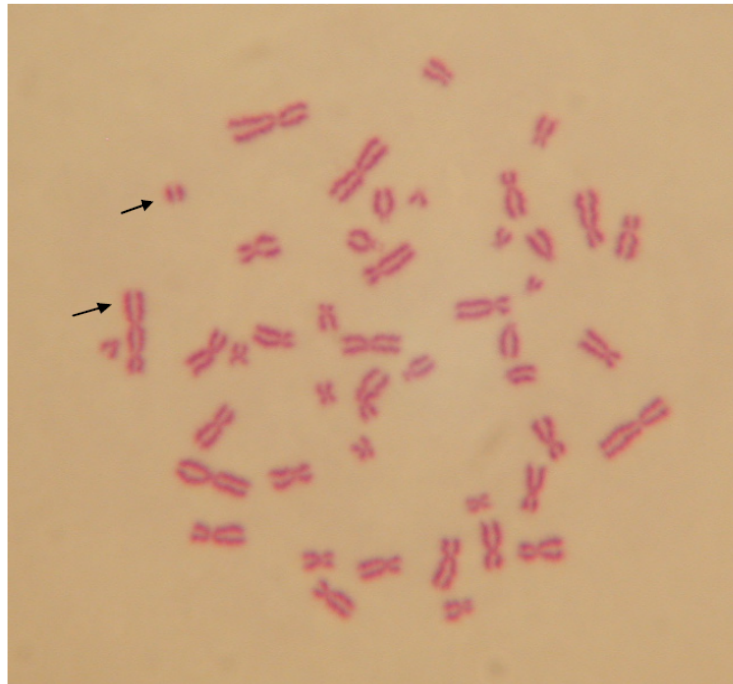
Die Nachweisgrenze für eine homogene Ganzkörperbestrahlung liegt für locker ionisierende Strahlung bei ca. 0,1 Gy. Laut IAEA EPR Biodosimetry 2011 liegt der Anwendungsbereich der biologischen Dosimetrie im Bereich von 0.1 - 5 Gy (Ganzkörperdosis).

Ab einer Ganzkörperdosis von 0,5 Gy sollten deterministische Effekte z.B. anhand einer Lymphozyten-abnahme mit Blutbilduntersuchungen (vgl. METREPOL) erfassbar sein. Die biologische Dosimetrie kann trotzdem als zusätzliche Informationsquelle erwogen werden.

Unabhängig von der Dosis kann eine biologische Dosimetrie durchgeführt werden, wenn

- bei einer Strahlenexposition oder einer vermutlichen Strahlenexposition **kein Dosimeter** getragen wurde,
- sich bei der Auswertung der physikalischen Strahlenschutzüberwachung und bei der Dosisrekonstruktion **Unstimmigkeiten** ergeben und eine unabhängige Informationsquelle benötigt wird; oder wenn
- zu vermuten ist, dass der Träger des Dosimeters trotz aufgezeichneter Dosis **gar nicht exponiert** wurde.

Abbildung 9 Dizentrisches Chromosom und azentrisches Fragment



Quelle: IAEA EPR Biodosimetry 2011

Sobald der Einsatz der biologischen Dosimetrie erwogen wird, sollte mit einem entsprechenden Labor (z.B. am BfS) Kontakt aufgenommen werden, um die o.a. Faktoren (Art und Zeitpunkt der vermuteten Strahlenexposition) zu besprechen und die Sinnhaftigkeit und Durchführbarkeit einer Chromosomenanalyse mit dem Ziel der Dosisabschätzung abzuklären.

Das Dosimetrielabor des Bundesamtes für Strahlenschutz in Neuherberg bei München ist das deutsche Referenzlabor für biologische Dosimetrie und übernimmt - soweit möglich - auch Proben aus anderen europäischen Ländern. Es besteht eine Absprache, dass aus Österreich jederzeit um eine biologische Dosimetrie angefragt werden kann.

Falls aus Kapazitätsgründen eine Untersuchung im BfS Labor nicht möglich wäre, würde die Probe innerhalb des Europäischen Biodosimetrie Labor Netzwerks RENEb an Partnerinstitute weitergeleitet.

Das **Dosimetrielabor des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS)** dient auch in diesem Fall als Ansprechpartner:

Postadresse:

Bundesamt für Strahlenschutz

Fachbereich Strahlenschutz und Gesundheit

AG-SG 1.2 Biologische Strahleneffekte, biologische Dosimetrie

Labor für Biologische Dosimetrie

Ingolstädter Landstraße 1, 85764 Oberschleissheim / Neuherberg

Erreichbarkeit (Telefon, E-Mail, Fax):

Telefon: 030 18 333 -2210 / -2213/ -2214/ -2216

Fax: 030 18 333 -2205

e-mail: UOestreicher@bfs.de, Ukulka@bfs.de

Wenn die Untersuchung vom BfS Labor durchgeführt werden kann, erhält der behandelnde Arzt bzw. die anfordernde Stelle Folgendes zugesandt:

- einen Vertrag zur Durchführung einer Chromosomenanalyse
- ein geeignetes Blutabnahmesystem mit einer Transportverpackung
- einen Benutzerleitfaden
- einen Fragebogen (Angaben zur Blutprobe)

Aus organisatorischen Gründen sollte die Abnahme und Versendung der Blutproben an einem Montag oder Dienstag erfolgen (nach Koordinierung mit dem Labor). Jedenfalls sollte das Blut unmittelbar nach der Abnahme mit Expressversand verschickt werden und innerhalb von 24 Stunden nach Abnahme im Labor eintreffen (am besten am frühen Morgen des folgenden Werktages).

Die Dokumentation (vom BfS zugesandt oder Formular in 4.1.6) mit dem Fragebogen zur Exposition ist vollständig gefüllt gemeinsam mit den Proben versenden; sie sollte zusätzlich per E-Mail (oder Fax) an das Empfänger-Labor übermittelt werden. Das Vorliegen von Infektionskrankheiten (z.B. Hepatitis C) ist zu vermerken.

Zusammenfassung Vorgangsweise:

- Kontaktaufnahme mit Empfänger-Labor vor der Blutabnahme
- Röhrchen kennzeichnen / etikettieren
- Blutentnahme sobald als möglich (aber frühestens 24h nach Exposition)
- Lithium-Heparin-Röhrchen (z.B.: Vacutainer grün)
 - alternativ: Natrium- oder Ammonium-Heparin
- Abnahmeevolumen ca. 10 ml (2 x 4-5 ml oder 1x 8-10 ml)

- alle Blutproben kurz schütteln
- Lagerung und Transport bei Raumtemperatur (RT): 20°C; wenn nötig, Styroporbehälter oder Gelpacks verwenden
- Blutproben dürfen niemals eingefroren werden oder während des Transportes einfrieren
- Fragebogen zur Exposition vollständig ausfüllen und gemeinsam mit den Proben versenden; zusätzlich per E-Mail (oder Fax) an Empfänger-Labor senden
- Verpackung in Transportbehälter für Blutproben, Behälter entsprechend Transportvorschriften kennzeichnen ("Diagnostische Proben UN 3373 Kat. B")
- Blut unmittelbar nach der Abnahme mit Expressversand versenden - es soll innerhalb von 24 Stunden nach Abnahme im Labor eintreffen (am besten am frühen Morgen des folgenden Werk-Tages)
- Blutproben sollen während des Transports nicht ionisierender Strahlung (z.B. Gepäck- oder Frachtdurchleuchtung) ausgesetzt werden - falls dies nicht vermeidbar ist, sollte ein Dosimeter beigelegt werden
- Geeignetes Versandunternehmen beauftragen, Empfänger-Labor darüber informieren und Transportauftragsnummer mitteilen (für Rückverfolgungen)

Eine Formularvorlage für die begleitende Dokumentation ist im Kapitel 4 ("Arbeitsmaterialien") enthalten.

Für weitere Informationen siehe IAEA EPR Biodosimetry 2011 "Cytogenetic Dosimetry: Applications in Preparedness for and Response to Radiation Emergencies" aus 2011, online verfügbar unter:

http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/EPR-Biodosimetry%202011_web.pdf

2.2.15.1 Nachsorge "Long Term Follow Up"

Wie zuvor ausgeführt, muss die Vorgangsweise zum Monitoring und zur Triage betroffener Personen bei Strahlenunfällen nach "automatisch" ablaufenden Erstmaßnahmen anlassbezogen für das jeweilige Nuklid und die Art der Freisetzung festgelegt werden.

Dasselbe gilt auch für die Langzeit Nachsorge, wobei zweckmäßigerweise zu unterscheiden ist zwischen

- a) Patienten, die Symptome erlitten hatten und
- b) asymptomatischen Personen nach Exposition.

Für Patienten mit manifesten Symptomen (Strahlenkrankheit oder lokaler Strahlenschaden) ergibt sich die hämatologische oder dermatologische Nachsorge betreffend ihre Symptomatik.

In Bezug auf das Krebsrisiko wird empfohlen, die betroffenen Personen nicht durch zu engmaschige und intensive Früherkennungsuntersuchungen einer dauernden psychischen Belastung auszusetzen.

Dies gilt umso mehr für primär asymptomatische Personen nach geringen Dosen. Ein Screening einer größeren Anzahl von Personen sollte nur erfolgen, wenn der Nutzen die nachteiligen Effekte überwiegen wird.

Die Voraussetzungen dafür sind:

- für eine betroffene Personengruppe oder eine Untergruppe (wie Kinder oder schwangere Frauen) liegt eindeutig ein klar umrissenes Risiko vor
- es gibt eine verlässliche Methode zur Früherkennung
- Früherkennung bringt nachweislich einen Vorteil bezüglich des Überlebens
- es gibt eine verlässliche Methode zur Behandlung

Das beste Beispiel dafür sind Schilddrüsenkarzinome bei Kindern nach Inkorporation von radioaktivem Iod. In allen anderen Fällen muss eine anlassbezogene Abwägung erfolgen.

2.2.15.2 Indikation zum Schwangerschaftsabbruch

Die Gefahr von Abort oder kindlichen Missbildungen ist eine deterministische Strahlenwirkung. Die Schwellendosis für diese Effekte wird bei Anwendungen in der diagnostischen Medizin (Röntgen, Nuklearmedizin) nicht erreicht; im Zuge eines Unfalls ist nicht auszuschließen, dass eine relevante Dosisbelastung der Beckenorgane bzw. des Embryos stattfindet.

In der Literatur ist die Angabe zu finden, dass unter 50 mSv Dosis (von Embryo bzw. Uterus) Schäden nicht nachweisbar sind. Bei einer Dosis von 500 mSv sei mit einem Abort zu rechnen.

Für externe Exposition kann die fetale Exposition der abdominalen Exposition der Mutter gleichgesetzt werden. Bei Inkorporation ist eine allfällige Gewebekonzentration im Gewebe des Fetus (Iod, Fe-59, Gallium-67, Strontium-90, Yttrium-90) ebenso zu berücksichtigen, wie eine uterusnahe maternale Konzentration (z.B. in der Blase). Hier ist für Radionuklide eine Dosisabschätzung nach (NCRP) Report No. 128, "Radionuclide Exposure of the Embryo/Fetus" möglich. Für die Dosisabschätzung nach medizinischen Expositionen kann die "Publication 84: Pregnancy and Medical Radiation" der ICRP herangezogen werden.

Insgesamt empfiehlt sich bei Frauen im gebärfähigen Alter folgende Vorgangsweise betreffend der kindlichen Risiken bei Strahlenunfällen:

- im Zuge der Erstbeurteilung die Wahrscheinlichkeit einer relevanten Dosis auf den Unterleib abklären
- im Zuge der Erstbeurteilung einen Schwangerschaftstest durchführen
- bei Verdacht auf eine relevante Unterleibs-Dosis eine Dosis-Berechnung veranlassen
- ggf. pränatale Diagnostik veranlassen
- Beratung der Mutter wie bei jeder anderen Risikoschwangerschaft

In der Literatur wird nachdrücklich davor gewarnt, Schwangere bezüglich eines Strahlenrisikos für das ungeborene Kind zu beraten, ohne dass eine genaue Dosisrekonstruktion für die Beckenorgane bzw. das Kind erfolgt ist.

Detailliertere Informationen sind im DGMP Bericht Nr. 7 "Pränatale Strahlenexposition aus medizinischer Indikation. Dosisermittlung, Folgerungen für Arzt und Schwangere" aus 2002 (ISBN 3-925218-41-6) zu finden. Dort heißt es für eine Uterusdosis über 200 mSv, dass der Arzt beim Beratungsgespräch "den Wunsch nach Interruptio unterstützen" soll.

Tabelle 4 Deterministische Effekte pränataler Exposition

Deterministische Effekte pränataler Exposition					
Akute Dosis* von Embryo/Fetus	Blastogenese (-2 Wochen)	Organogenese (2-7 Wochen)	Fetogenese (8-15 Wochen)	(16-25 Wochen)	(26-38 Wochen)
< 0.05 Gy †	Keine Schäden nachweisbar				
0.05-0.50 Gy	Wahrscheinlichkeit erfolgreicher Implantation der befruchteten Eizelle ist möglicherweise geringfügig vermindert, ein überlebender Embryo hat jedoch keine erhöhtes Gesundheitsrisiko; Alles-oder-Nichts- Gesetz	Wahrscheinlichkeit von Organmissbildungen ist geringfügig erhöht Wachstumsretention möglich	Wachstumsretention möglich Dosisabhängige IQ Reduktion (bis - 15) möglich Dosisabhängige mentale Retardierung in bis zu 20% möglich	Karzinomrisiko	
> 0.50 Gy in Abhängigkeit ihrer Ganzkörperdosis ist auch ein evtl. ARS der Mutter zu bedenken	Wahrscheinlichkeit erfolgreicher Implantation der befruchteten Eizelle ist möglicherweise höher vermindert, ein überlebender Embryo hat jedoch keine erhöhtes Gesundheitsrisiko; Alles-oder-Nichts- Gesetz	Abortwahrscheinlichkeit dosisabhängig erhöht Hohes Risiko schwerer Missbildungen (neurologische und motorische Defizite) Wachstumsretention wahrscheinlich	Abortwahrscheinlichkeit dosisabhängig erhöht Wachstumsretention wahrscheinlich Dosisabhängige IQ Reduktion (bis -15) möglich Dosisabhängige mentale Retardierung in bis zu 20% möglich Wahrscheinlichkeit schwerer Missbildungen erhöht	Abortwahrscheinlichkeit dosisabhängig erhöht Wachstumsretention wahrscheinlich Dosisabhängige IG Reduktion Schwere mentale Retardierung möglich Wahrscheinlichkeit schwerer Missbildungen erhöht	Abortwahrscheinlichkeit und Wahrscheinlichkeit eines neonatalen Todes dosisabhängig erhöht §
* Akute Dosis: Doisaufbau innerhalb kurzer Zeit (Minuten), für fraktionierte Dosen oder chronische Exposition des Fetus gilt diese Tabelle nicht.					
† Die Dosisangaben beziehen sich auf die Ganzkörperdosis des Fetus und beziehen sich auf Beta-, Gamma oder Röntgenstrahlung, für Neutronen- oder Protonenstrahlen sind entsprechende Wichtungsfaktoren zu berücksichtigen.					
‡ Die embryonale LD50 = 1 Gy, die LD100 für Feten und Embryonen = 5 Gy					
§ Die LD50/60 für Erwachsene (Tod in 50% der Exponierten innerhalb von 60 Tagen) = 3-5 Gy, die LD 100 = 10 Gy					

Quelle: DGMP Bericht 7, 2002

Tabelle 5 Biologische Effekte einer pränatalen Strahlenexposition

Effekt	Zeitraum nach Konzeption	Unterer Schwellenwert der Dosis für Auftreten des Effekts	Risiko-Koeffizient
Tod während der Präimplantationsphase	-10 d	100 mSv	0,1 % pro mSv *
Mißbildungen	10 d - 8. Woche	100 mSv	0,05 % pro mSv *
Schwere geistige Retardierung	8. - 15. Woche	300 mSv	0,04 % pro mSv *
	16. - 25. Woche	300 mSv	0,01 % pro mSv *
IQ-Reduktion (Intelligenztest)	8.- 15. Woche		0,03 IQ pro mSv
	16.- 25. Woche		0,01 IQ pro mSv
Maligne Erkrankungen			0,006 % pro mSv
Vererbare Defekte			0,0003 % pro mSv männl.
			0,0001 % pro mSv weibl.
			* oberhalb des Schwellenwertes

Quelle: DGMP Bericht 7, 2002

2.2.15.3 Verstorbene

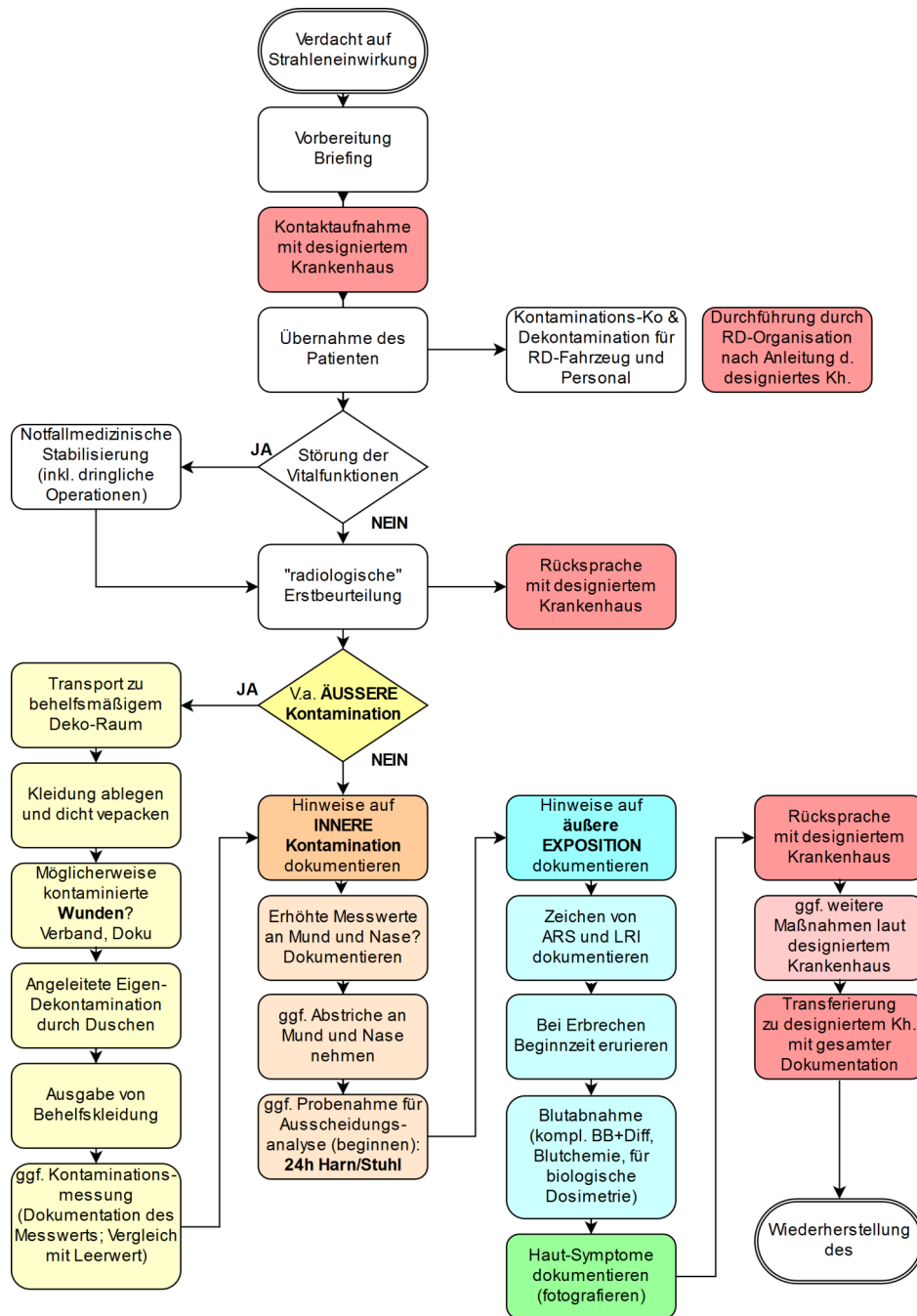
Beim Umgang mit Verstorbenen, die kontaminiert waren und nicht einer Dekontamination gemäß 2.2.8 unterzogen wurden, sind die gleichen Schutzmaßnahmen anzuwenden wie bei der Versorgung gemäß 2.2.6.

Vor der Freigabe zur Abholung ist durch Messung sicherzustellen, dass keine Kontamination außen am Sarg vorhanden ist und dass die Dosisleistung in einem Bereich liegt, der nicht gesundheitsschädlich ist.

Der Sarg sollte nicht mehr geöffnet werden.

2.3 Versorgung eines Strahlenunfall-Patienten im nicht designierten Krankenhaus

Abbildung 10 Algorithmus für die Erstversorgung eines Strahlenunfall-Patienten im nicht designierten Krankenhaus



Quelle: Erstellt auf Basis von REAC/TS und NCRP (ARS = acute radiation syndrome, LRI = local radiation injury)

Nicht designierte Krankenhäuser im Sinne dieser Leitlinie sind alle (Akut-) Krankenhäuser mit internen und/oder (unfall-) chirurgischen Abteilungen, welche vom Rettungsdienst mit Notfällen angefahren werden können.

Sie sollen – in Hinblick auf "Selbsteinweiser" – imstande sein, Basismaßnahmen durchzuführen:

- Erkennung durch Hinweise des Betroffenen und Anamnese
- erste Dekontamination (sofern erforderlich), Wundversorgung
- erste Diagnostik
- Weiterleitung an das zuständige "designierte Krankenhaus"

Wo es geographisch und organisatorisch sinnvoll erscheint, kann in den Planungen des Bundeslandes ein nicht designiertes "Akut-Krankenhaus" zur Durchführung dieser Erstmaßnahmen vor dem Weitertransport zum designierten Krankenhaus herangezogen werden.

Der Ablauf der Versorgung im nicht designierten Krankenhaus ist bei Selbsteinweisern und bei geplanter Einbindung zur Erstversorgung derselbe und ist in Abb. 10 grafisch dargestellt.

Die Aufgaben bestehen darin:

- die notwendige medizinische Versorgung durchzuführen,
 - unter Beachtung des Grundsatzes: **Vorrang "lebensrettender Sofortmaßnahmen" vor Dekontamination und Messung**
- den Schutz des eigenen Personals (gegen Kontamination und Inkorporation) sicherzustellen,
- Verschleppung zu vermeiden und Kontamination zu reduzieren,
- das Management kontaminierter Wunden einzuleiten und
- erste Schritte der strahlenunfallbezogenen Diagnostik und durchzuführen.

Betreffend Vorbereitung, Briefing des Personals, notfallmedizinischer Erstversorgung und radiologischer Erstbeurteilung gilt dasselbe wie für das designierte Krankenhaus ausgeführt (2.2.4 bis 2.2.6).

Falls das Krankenhaus nicht in der Lage ist, die Kontaminations-Kontrolle und Dekontamination für das einliefernde Rettungsdienst-Personal durchzuführen, ist sicherzustellen, dass diese Kontrolle von einer anderen Institution und möglichst nach den Vorgaben durch die zuständige Strahlenschutzbehörde des Bundeslandes oder das designierte Krankenhaus gemacht wird.

Sobald als möglich, spätestens aber nach der radiologischen Erstbeurteilung, soll eine Rücksprache mit dem designierten Krankenhaus betreffend Patientenzustand und der bisher erhobenen Befunde erfolgen. Dabei wird die weitere Vorgehensweise festgelegt.

Von dem im Diagramm dargestellten Ablauf kann auf Anordnung des designierten Krankenhauses auch abgewichen werden.

Die Dekontamination des Betroffenen - bei Verdacht auf Verschleppung auch von etwaigen Begleitpersonen - kann als angeleitete Eigendekontamination in einem behelfsmäßigen Deko-Raum oder im Freien durchgeführt werden.

Ein solcher Dekontaminations-Raum sollte in jedem Akut-Krankenhaus vorbereitet werden; dazu können beispielsweise verwendet werden:

- ein Patientenbad, das möglichst abseits liegt und nicht sofort wieder benötigt wird,
- eine Krankenwagenzufahrt oder Garage, etc.

Der Dekontaminations-Raum soll über einen Warmwasseranschluss verfügen und Schutz gegen Sicht (Duschvorhang) und Witterungseinflüsse bieten.

Der Betroffene führt die Dekontamination selbständig unter Aufsicht und nach Anleitung des Krankenhaus-Personals durch:

- Kleidung ablegen und in Behälter legen
- Duschen
- Abtrocknen
- neue Kleidung anziehen

In Dekontaminations-Raum sollten Handtücher und Ersatzkleidung (z. B. Spitalshemd, OP-Kleidung, Trainingsanzug) vorbereitet sein.

Nach erfolgter (gründlicher) Körperreinigung sind normale Hygienemaßnahmen als Schutz für das Personal beim Kontakt mit dem Betroffenen ausreichend.

Als erster Schritt der strahlenunfallbezogenen Diagnostik wird eine Blutbild-Untersuchung durchgeführt. Es empfiehlt sich, bei der ersten Blutabnahme Material für Untersuchungen aller Art ("einen kompletten Satz Röhrchen") zu gewinnen (z. B. HLA-Typisierung, biologische Dosimetrie, bei Frauen Schwangerschaftstest), welches mit dem Patienten an das designierte Krankenhaus weitergeleitet wird.

Bei der Anamnese ist gezielt nach Frühsymptomen (Übelkeit, Brechreiz und Erbrechen) zu fragen und der Zeitpunkt des Auftretens (bezogen auf die vermutete Exposition) festzuhalten.

Messtechnische Maßnahmen werden nicht als Aufgabe des nicht designierten Krankenhauses betrachtet, sind aber nicht ausgeschlossen, wenn entsprechend ausgebildetes Personal und geeignete Messgeräte zur Verfügung stehen.

Die Einleitung einer Dekorporationstherapie mit "nuklearmedizinischen Antidoten" ist ebenfalls keine Standardaufgabe des nicht designierten Krankenhauses, kann aber nach Rücksprache begonnen werden (siehe "ggf. weitere Maßnahmen laut designierten KH." im Diagramm).

Falls sich der Verdacht auf einen Strahlenunfall während der Versorgung im nicht designierten Krankenhaus mit Sicherheit als unzutreffend herausstellt, kann der Betroffene ev. auch von dort entlassen werden. Eine Rücksprache mit dem designierten Krankenhaus ist jedenfalls anzuraten; ggf. ist bei beruflich strahlenexponierten Personen eine Sofort-Untersuchung durch einen ermächtigten Arzt zu veranlassen.

In allen anderen Fällen wird der Betroffene dem zuständigen designierten Krankenhaus zum weiteren Management vorgestellt.

Die Transferierung sollte rasch erfolgen, wenn

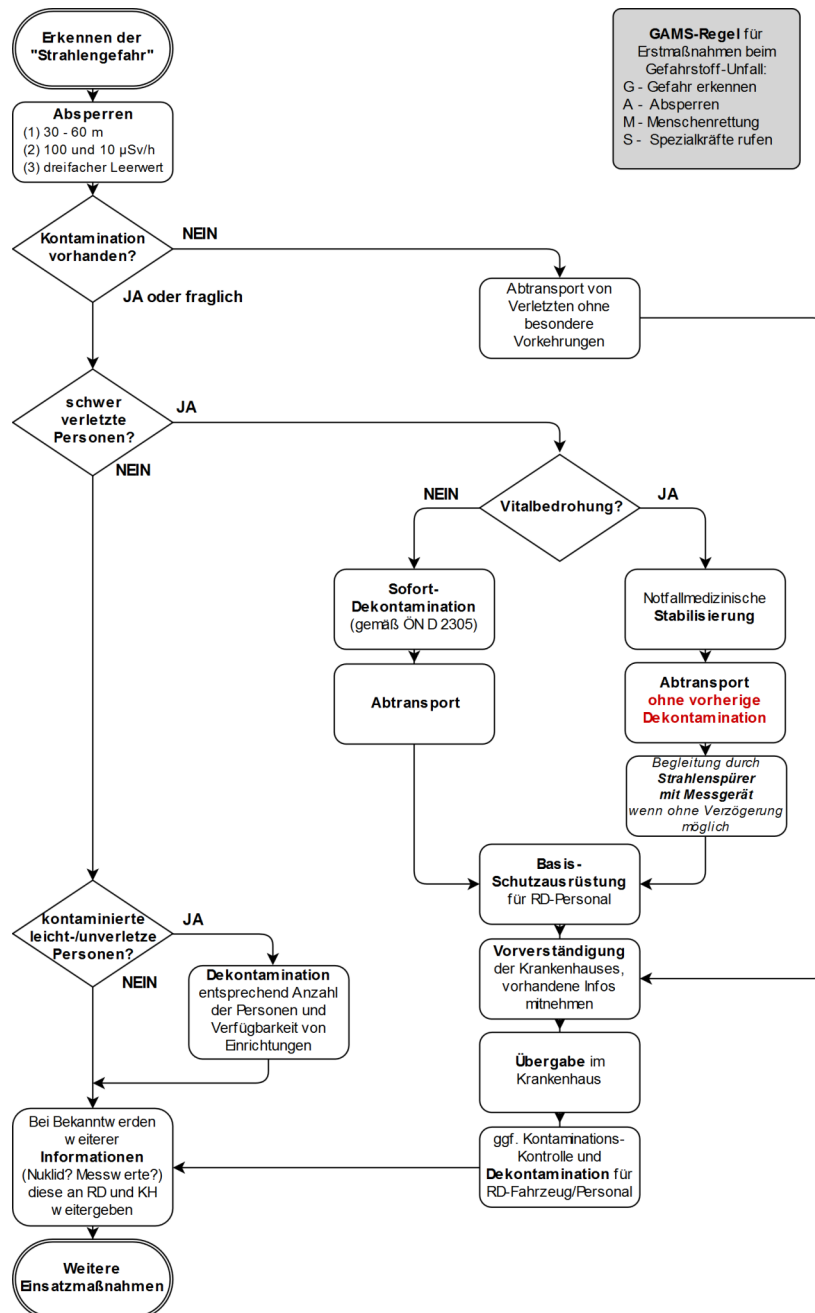
- kontaminierte Wunden vorliegen,
- ein Verdacht auf Inkorporation besteht oder
- im Blutbild ein Lymphozytenabfall festgestellt wurde.

Betreffend Wiederherstellung des Normalbetriebes gilt dasselbe wie in 2.2.13 ausgeführt.

Für die geschilderten Maßnahmen sollte jedes Akut-Krankenhaus über einen Ablaufplan verfügen, der das eingeteilte Personal und dessen Aufgaben, die zu nutzenden Räume und das Material dafür sowie die vorgesehenen Abläufe (wer, was, wann, wie, wo?) regelt. Diese Leitlinie sollte keinesfalls für sich alleinstehen, sondern in ein Gesamtsystem der (landesgesetzlich geregelten) Krankenhaus -Katastrophenplanung eingebunden sein.

2.4 Maßnahmen am Einsatzort, präklinische Versorgung und Transport ins Krankenhaus

Abbildung 11 Ablaufdiagramm für die Maßnahmen der Patientenversorgung am Ort eines Strahlenunfalls - patientenbezogene Maßnahmen der Einsatzorganisationen Absperren: (1) als Initialmaßnahme, (2) bei umschlossenen Strahlenquellen, (3) bei Kontamination



Quelle: Erstellt auf Basis von REAC/TS und NCRP (ARS = acute radiation syndrome, LRI = local radiation injury)

Strahlenunfälle können nicht einer einzigen Einsatzorganisation zugeordnet werden und erfordern interdisziplinäres Vorgehen. Am Einsatzort müssen Feuerwehr und Rettungsorganisationen zusammenarbeiten und sich darüber hinaus mit der Exekutive und Behörden abstimmen.

Die Einsatzkräfte von Feuerwehren und Rettungsdiensten wenden für die Erstmaßnahmen bei Unfällen mit "gefährlichen Stoffen" (im weitesten Sinne) die **GAMS-Regel** (Gefahr erkennen, Absperren, Menschenrettung durchführen, Spezialkräfte rufen) an. Diesbezüglich wird an die Ausbildungs- und Einsatzunterlagen der Einsatzorganisationen verwiesen, besonders erwähnt sei die ÖBFV Richtlinie E 09 "Einsatz beim Vorhandensein radioaktiver Stoffe".

Für den Einsatz bei Strahlenunfällen muss die GAMS-Regel- welche ursprünglich für flüssige chemische Gefahrstoffe entwickelt wurde - in dem Sinne adaptiert werden, als hier die medizinische Erstversorgung ("lebensrettende Sofortmaßnahmen") Vorrang vor der Dekontamination und Strahlenschutz haben muss (siehe 2.1.1).

Die Beurteilung des Risikos einer **Kontamination** (offene radioaktive Stoffe? Beschädigungen an Behältern?) ist eine der wichtigsten Maßnahmen am Ort eines Strahlenunfalls. Bis das Gegenteil bewiesen ist, wird bei den Erstmaßnahmen vom Vorhandensein einer Kontamination ausgegangen.

Falls es nur zu einer ausschließlich **externen Exposition** (Bestrahlung von außen ohne Kontakt zum radioaktiven Stoff und ohne Kontamination) gekommen ist, sind weder Dekontamination noch Schutzmaßnahmen, die über die normale Hygiene hinausgehen, erforderlich.

Falls eine Kontamination vorliegt oder vermutet wird, erfolgt die **Sofort-Dekontamination** am Einsatzort. Für weitere Informationen dazu siehe die ÖNORM D 2305 "Dekontamination von Personen nach CBRN-Ereignissen — Anforderungen an die Sofort-Dekontamination". Die Kontrolle auf Kontamination mittels Messgerät (das "Abspüren" von Personen) ist für die Sofort-Dekontamination nicht erforderlich.

Beim Vorhandensein von **Wunden** gilt:

- Wunden, die im kontaminierten Bereich liegen, ausspülen und danach keimfrei abdecken
- Wunden, die außerhalb des kontaminierten Bereiches liegen, keimfrei abdecken (vor der Dekontamination)

Kontaminierte Abfälle und Gegenstände (v. a. die bei der SOFORT-Dekontamination entfernte Kleidung) sind dicht zu verschließen (Plastiksäcke), zu kennzeichnen und für weitere Erhebungen möglichst genau zu beschriften. Wertgegenstände werden in einem Plastiksack verschlossen mit dem Patienten mitgenommen. Bei der SOFORT-Dekontamination abfließendes Wasser muss nicht aufgefangen werden.

In Situationen höchster Dringlichkeit (z. B. Polytrauma, nicht stabilisierbare Blutung im Abdomen) wird die **SOFORT-Dekontamination unterlassen**. Das angefahrene Krankenhaus ist davon unbedingt so früh als möglich zu **verständigen**.

Der Patient ist bestmöglich einzuhüllen (Plastikfolie, Rettungsdecke o.ä.); Zeitverlust durch Vorbereitung des Fahrzeuges muss vermieden werden. Es kann aber eine Plastikplane unter die Krankentrage gelegt und/oder an der Wand des RTW neben der Trage befestigt werden.

Falls schon Strahlenschutz-Kräfte anwesend sind, ist zu erwägen, den Transport durch eine Strahlenschutz-Kraft mit Messgerät begleiten zu lassen, sofern das ohne Zeitverlust möglich ist. Diese kann während des Transportes die Dosisleistung in der Umgebung des Patienten dokumentieren, ggf. die Kontamination am Patienten eingrenzen (und bei der Übergabe darauf hinweisen) sowie bei der Kontaminationskontrolle nach der Übergabe unterstützen. Es sei nochmals betont, dass es dadurch aber nicht zu Verzögerungen kommen darf.

Der Selbstschutz für das Personal bleibt derselbe wie beim Transport nach SOFORT-Dekontamination (Basis-Schutzausrüstung, siehe 2.1.1).

Bei der Auswahl des Zielkrankenhauses sind die Planungen des Bundeslandes zu beachten; entweder erfolgt der Transport direkt zum zuständigen designierten Krankenhaus oder - wenn das im Plan so vorgesehen ist - wird zur Erstversorgung ein nicht designiertes Akut-Krankenhaus angefahren.

Wenn möglicherweise kontaminierte unverletzte oder leicht verletzte Personen am Einsatzort anwesend sind, kann für diese je nach Anzahl der Personen und je nach Verfügbarkeit von Einrichtungen die effektivste Methode zur Dekontamination ausgewählt werden.

Denkbare Varianten sind in der folgenden Tabelle aufgeführt. Weitere Informationen sind im TMT Handbook (Chapter G, "Decontamination of people in the field") enthalten.

Tabelle 6 Mögliche Varianten für die Dekontamination größerer Personenzahlen

Variante	Vorteile	Nachteile
Sofort-Dekontamination am Unfallort (ggf. mehrere Deko-Stellen parallel)	wenig Zeitverlust	Wie immer bei der Sofort-Deko: rohes Verfahren, mögliche Unterkühlung, Sichtschutz für Privatsphäre meist unvollkommen
mobile Deko-Einrichtungen	geringere Probleme mit Unterkühlung und Sichtschutz für Privatsphäre Messung ist möglich	lange Zeit bis zur Einsatzbereitschaft
Transport zu geeigneter Einrichtung (z.B. öffentliches Bad)	kaum Probleme mit Unterkühlung und Sichtschutz für Privatsphäre Messung ist möglich	Reinigung und Freigabe nach der Dekontamination erforderlich
Transport zu Einrichtung für Personen-Deko (z.B. ortsfeste Deko-Straße)	optimale Durchführung der Deko Messung ist möglich	nicht überall vorhanden, Reinigung und Freigabe nach der Dekontamination erforderlich
zur Eigen-Dekontamination nach Hause schicken	wenig Zeitverlust, wenig Aufwand	keine Kontrolle

Methoden der "Massendekontamination", die für C-Dekontamination vorgeschlagen wurden und daraus bestehen, Personenmengen durch Wasservorhänge "hindurchzutreiben", sind bei Verdacht auf Kontamination mit radioaktiven Stoffen nie indiziert. Man kann und soll sich die Zeit nehmen, eine möglichst effektive Dekontamination mit möglichst geringen Nebenwirkungen (Hypothermie!) zu organisieren.

Personen, die den Einsatzort verlassen haben und möglicherweise kontaminiert waren, sollten in geeigneter Weise kontaktiert und zur Eigen-Deko im häuslichen Bereich angeleitet werden.

Sobald die Gefahrenzone abgesperrt und Betroffene abtransportiert sind, kann am Einsatzort die Lage als stabilisiert betrachtet werden.

Strahlenschutzkräfte der Einsatzorganisationen werden nun auf Anordnung der zuständigen Behörde die weiteren Maßnahmen zur Bewältigung des Strahlenunfalles durchführen. Diese werden hier nicht näher behandelt. Nur die folgenden Punkte seien erwähnt:

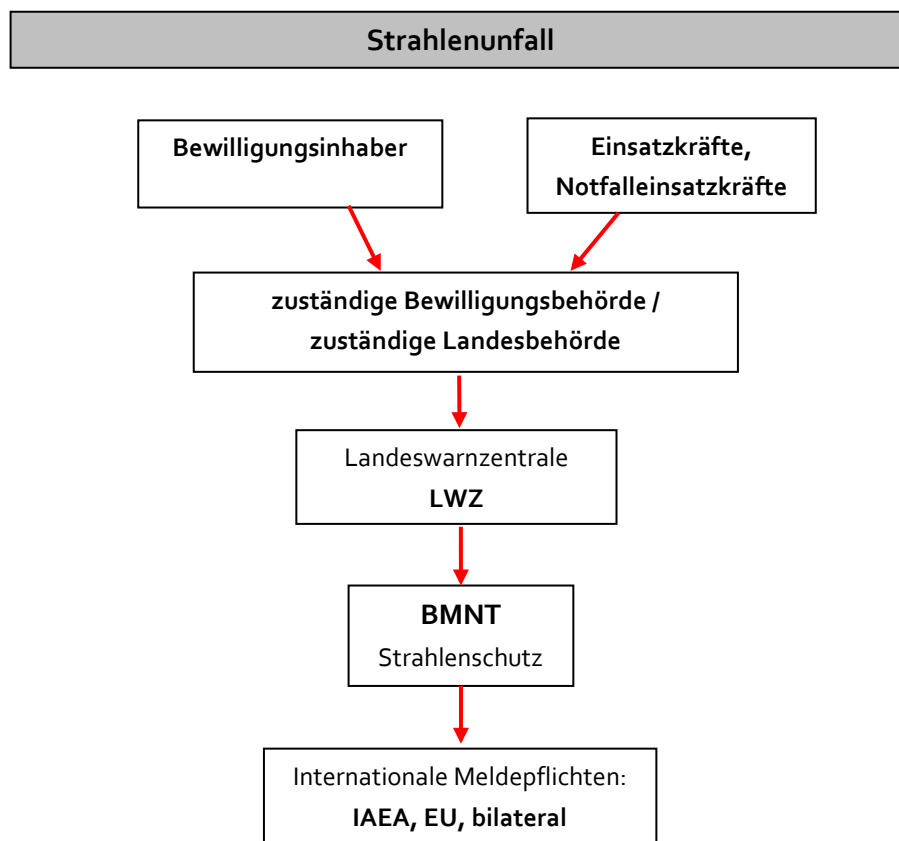
Zweifellos erfolgt nun eine weitere Erhebung der Unfallumstände, welche nützliche Daten zur Dosisabschätzung liefern wird. Solche Informationen sollen unverzüglich auch an die Rettungsorganisation und an das Krankenhaus übermittelt werden.

Wenn Messungen durchgeführt werden, ist das Ergebnis ebenfalls dem aufnehmenden Krankenhaus mitzuteilen. Zusätzlich ist - auf Anforderung - die kontaminierte Kleidung zur Messung ins Krankenhaus zu transportieren.

2.4.1 Meldeverpflichtungen an zuständige Behörden

Sofortige Verständigung der zuständigen Behörden auf Landesebene und der Abt. Strahlenschutz im BMNT auf Bundesebene (gemäß StrSchG und IntV).

Abbildung 12 Meldewege bei einem Strahlenunfall



Quelle: BMNT Abt. Strahlenschutz

2.4.2 Verständigung des Krankenhauses

Für die weitere Abklärung ist es hilfreich, wenn vor Ort möglichst viele Informationen zusammengetragen werden:

- Umstände des Unfalles möglichst genau erfragen
 - vom Betroffenen

- von anderen Einsatzkräften (Feuerwehr)
- von orts- und fachkundigen Personen (z. B. Strahlenschutzbeauftragter)
- vorhandene Unterlagen möglichst mitnehmen
 - Transportpapiere, Anlagenbeschreibungen
- Messwerte notieren
- Kontaktdaten von fachkundigen Personen (z. B. Strahlenschutzbeauftragter) notieren oder, wenn möglich, Begleitung des Betroffenen veranlassen

Das angefahrene Krankenhaus soll eine möglichst detaillierte Vor-Information erhalten. Diese soll zunächst im Wege der Leitstelle übermittelt werden. Falls möglich, soll ein direktes Gespräch mit dem Verantwortlichen im Ziel-Krankenhaus erfolgen.

- ein Strahlenunfall liegt vor
- Anzahl der Betroffenen
- Art des Unfalls
 - mit welchem Gerät?
 - bei welcher Tätigkeit?
- welcher radioaktive Stoff? (sofern bekannt)
- die Möglichkeit einer Kontamination besteht / besteht nicht
- Dekontamination wurde vor Ort durchgeführt / nicht durchgeführt
- Betroffener hat erbrochen / hat nicht erbrochen
- begleitende Verletzungen oder Erkrankungen bestehen / bestehen nicht ("komplizierter Strahlenunfall"?)
- voraussichtliche Eintreffzeit

Bei der Kontaktaufnahme ist zu erfragen, über welchen Eingang ein vermutlich kontaminierter Betroffener in das Krankenhaus gebracht werden soll.

Es ist nicht zu erwarten, dass alle diese Informationen sofort in vollen Umfang vorliegen.

Es empfiehlt sich, die Verständigung des Krankenhauses nicht zu verzögern, bis alle Fragen geklärt sind. Eine erste Information soll so früh als möglich erfolgen, weitere Aktualisierungen sollen möglichst durch direkten Kontakt bei jeder Änderung der Lage mitgeteilt werden.

2.4.3 Übergabe im Krankenhaus

Bei der Übergabe im Krankenhaus ist zu beachten:

- patientenbezogene Übergabe nach rettungsdienstlichen Standards durchführen
- alle bisher erhobenen Informationen und Unterlagen weitergeben

- den Aufnahmebereich erst nach Freigabe durch den Strahlenschutz-Verantwortlichen des Krankenhauses verlassen
- sich selbst auf Kontamination kontrollieren lassen
- das Fahrzeug auf Kontamination kontrollieren lassen
- Eigendekontamination nach Anweisung des Strahlenschutz-Verantwortlichen des Krankenhauses durchführen
- Fahrzeugreinigung nach den Vorgaben der Rettungsorganisation durchführen
 - wenn nötig, Fachpersonal oder Vorgesetzte konsultieren

2.4.4 Verhalten während Schutzausrüstung getragen wird

Es empfiehlt sich immer, folgende allgemeine Schutzmaßnahmen einzuhalten:

- verdächtige Stoffe nicht berühren, nicht aufwirbeln - Verhalten wie an einem Tatort!
- bis zur Körperreinigung nach der Übergabe im Krankenhaus nicht essen, nicht trinken und nicht rauchen
- mit offenen Wunden oder Hautkrankheiten keine Tätigkeiten mit Kontaminations-Gefahr ausüben
- 3A-Regel einhalten: Abstand – Aufenthaltsdauer – Abschirmung (weitere A's: Abklingen, Abschalten)

Bezüglich der zu erwartenden Dosis-Belastung für Rettungsdienst-Personal bei der Erstversorgung und während des Transportes siehe Kapitel 5 ("Hintergrundinformationen").

2.5 Beurteilung durch Expertise vor Ort, Maßnahmen im Betrieb

In manchen Situationen können Bagatell(un)fälle im Rahmen des betrieblichen Strahlenschutzes und der arbeitsmedizinischen Betreuung abgehandelt werden.

Die Voraussetzungen dafür sind, dass die Beurteilung als "nicht relevant" vor Ort sicher möglich ist (z.B. durch Strahlenschutzbeauftragten und oder Bewilligungsinhaber) und dass eine Unfallmeldung an die Behörde gemäß geltender Vorschriften erfolgt (wenn erforderlich).

Für alle Unfallereignisse, die über dieses Maß hinausgehen, sieht der vorliegende Teil dieser Leitlinie das Tätigwerden der Einsatzorganisationen und die Hospitalisierung betroffener Personen vor.

Es besteht keine Verpflichtung zu einer Beurteilung wie oben beschrieben. Beim geringsten Zweifel sollten die Einsatzorganisationen alarmiert werden. Beim Notruf sind dann folgende Informationen weiterzugeben:

- ein Strahlenunfall liegt vor
- Anzahl der Betroffenen
- die Möglichkeit einer Kontamination besteht / besteht nicht

Der Betrieb kann die Maßnahmen der Einsatzkräfte unterstützen:

- durch eine fachkundige Person (meist der Strahlenschutzbeauftragte), die über die Art der Strahleneinwirkung Auskunft geben kann, begleitet den Betroffenen oder gibt Erreichbarkeit bekannt
 - Charakteristika der Unfallverursachenden Anlage bzw. des Umgangs
 - Umstände der Exposition
- ggf. durch Rücknahme kontaminierter Gegenstände und kontaminierten Abfalls

2.6 Maßnahmen durch niedergelassene Ärzte

Im Fall, dass ein niedergelassener Arzt den Verdacht auf Strahleneinwirkung hat, sollte er direkt das regional zuständige designierte Krankenhaus kontaktieren und Rücksprache halten.

Bei der Anforderung eines Rettungstransportes ist ggf. auf eine möglicherweise bestehende Kontamination hinzuweisen.

In Kapitel 6 dieses Dokuments ("Literatur") findet sich eine Übersetzung des IAEA / WHO Merkblattes "How to recognize and initially respond to an accidental radiation injury".

Dieses Merkblatt sollte ebenso wie die Kontakt-Telefonnummer des örtlich zuständigen designierten Krankenhauses in der Ärzteschaft bekannt gemacht werden.

3 Vorkehrungen und Vorbereitungen

Zur Umsetzung des oben beschriebenen Ablaufes sind Vorbereitungen auf Ebene des Bundeslandes sowie in den Krankenhäusern erforderlich.

Insellösungen nur für Strahlenunfälle sind nicht erstrebenswert, die Vorkehrungen für den Strahlenunfall sollten sich in ein Gesamtkonzept für "ABC"- oder "CBRN"-Lagen einfügen.

Die folgenden Aufstellungen umreißen die Vorkehrungen auf der jeweiligen Ebene - ohne Anspruch auf Vollständigkeit und ohne einer Anpassung an die örtlichen Gegebenheiten vorzugreifen.

3.1 Im Bundesland

Die Planungen des Bundeslands werden typischerweise folgende Schritte zu umfassen haben:

- Erfassung potentiell geeigneter klinischer Abteilungen
- Festlegung der designierten Krankenhäuser
- Festlegung, ob nicht designierte Krankenhäuser für die Erstmaßnahmen einzubinden sind
- Erstellung und laufende Aktualisierung einer Telefon- und Kontaktliste
- Bildung einer Arbeitsplattform aller designierten Krankenhäuser
- Festlegung der Alarmierungswege und Abläufe
 - unter Berücksichtigung der "Aufräumarbeiten" zur Wiederherstellung des Normalbetriebs
 - Unterstützung der Krankenhäuser durch Notfalleinsatzkräfte?
- Organisation der Antidota-Lagerung
 - über KH Apotheke
 - für ein oder mehrere Bundesländer
- Bekanntmachung der Planungen
- Praktische Erprobung der Planungen

3.2 Im designierten Krankenhaus

3.2.1 Ablaufplan Strahlenunfälle

Jedes designierte Krankenhaus benötigt einen Ablaufplan, der das eingeteilte Personal und dessen Aufgaben, die zu nutzenden Räume und das Material dafür sowie die vorgesehenen Abläufe regelt.

Dieser Ablaufplan sollte keinesfalls für sich allein stehen, sondern in ein Gesamtsystem der (landesgesetzlich geregelten) Krankenhaus -Katastrophenplanung eingebunden sein und die in der folgenden Tabelle zusammen gefassten Inhalte abdecken.

Tabelle 7 Vorgeschlagene Elemente eines Strahlenunfall-Ablaufplanes für designierte Krankenhäuser

Abschnitt des Planes	Hinweise und Anmerkungen
Alarmierung, Aktivierung des Planes	Alarmabläufe
Zusage bzw. Entgegennahme der Ankündigung	Kontakttelefon – wer nimmt Anfragen entgegen Alarmtelefon – wer nimmt die Vorverständigung entgegen (und darf den Alarmplan auslösen) Rufbereitschaft bzw. Erreichbarkeit von qualifizierten Auskunftspersonen
Räume und Wege	Behandlungsraum "unrein" Dekontaminationsraum Eingang für fraglich kontaminierte Trennung von anderen Patienten
Vorbereitung für Empfang Patient	
Aufgabenzuweisung	Gesamtleitung
Erstversorgung	LRSM vor STS
Maßnahmen bei Kontamination	
Maßnahmen bei Inkorporation	
Maßnahmen bei relevanter Exposition	
Überstellung auf Normalstation	
Wiederherstellung des Normalbetriebes	Eigendeko Personal, Reinigung, Freimessung der Räume
Dokumentation, Berichtspflichten	

Grundlage der Versorgung bildet ein "Kompetenz-Netzwerk", das die Abteilungen und Institute mit "Strahlenkompetenz" (v. a. Nuklearmedizin und Strahlentherapie) und die Einrichtungen der medizinischen Erstversorgung (z. B. internistische Aufnahmestation, Unfall-Ambulanz oder Schockraum) zusammenfasst.

Spezifische Aufgaben sollten dabei nicht an Personen, sondern an Funktionen (z. B. "diensthabender Oberarzt der Abteilung") zugewiesen werden.

Die Nutzbarkeit für andere Notfälle (v.a. Chemieunfälle) ist dadurch gegeben, dass dort ähnliche Prozeduren angewendet werden und dieselbe Schutzausrüstung benutzt werden kann. Die fachspezifische Ausrichtung der Krankenhaus -Abteilungen ist natürlich zu berücksichtigen; ein "interdisziplinäres Netzwerk" für wird andere Abteilungen zu umfassen haben als hier für Strahlenunfälle beschrieben.

3.2.2 Vorhaltungen für Strahlenunfälle

3.2.2.1 Räume – Übernahmestelle, Behandlungsraum „unrein“ und Deko-Raum

Das designierte Krankenhaus sollte über geeignete Räume

- zur Übernahme des Patienten,
- zur Erstversorgung vor der Dekontamination ("Behandlungsraum unrein") und
- zur Dekontamination ("Deko-Raum")

verfügen, die entweder für diesen Zweck gewidmet sind oder innerhalb kürzester Zeit für die Erstversorgung bzw. Dekontamination adaptiert und in Betrieb genommen werden können.

Der **Ort für die Übernahme** des Patienten sollte sich außerhalb des eigentlichen Gebäudes befinden (z.B. auf einer Zufahrtsrampe, in einem Vorraum oder im Freien). Eine deutlich sichtbare Grenzlinie sollte vorhanden sein bzw. im Anlassfall markiert werden.

Der **Behandlungsraum "unrein"** könnte z.B. der zum Eingang nächstgelegene Behandlungsraum sein, der im Anlassfall adaptiert wird durch:

- Abdecken oder Entfernen von nicht benötigten Geräten
- ggf. Abdecken des Bodens
- ggf. Schließen von Lüftungseinlässen⁸

⁸ nur notwendig, wenn die Luft aus dieser Einlassöffnung in andere Gebäudeteile kommt - dies ist während der Planungsphase abzuklären

Dekontaminationsräume in designierten Krankenhäusern sollten Einrichtungen für gehende und liegende Patienten beinhalten und für alle Bereiche des Gefahrenspektrums (d.h. auch für Chemieunfälle) nutzbar sein.

Für eine Deko-Einrichtung erscheinen folgende Räumlichkeiten geeignet:

- zweckgewidmete Räumlichkeiten für die Dekontamination
- Hygiene-Räume (Patientenbad) in der Nähe der Notfallaufnahme (Erstversorgung)
- Doppelnutzung von Infrastruktur des Routinebetriebs z.B. Gipsraum, physikalische Therapieeinrichtung, vorhandener Isolierraum, eventuell Obduktionsraum
- Rettungszufahrt oder Garage

Eine in Ausarbeitung befindliche ÖN empfiehlt, dass die Deko-Einrichtung ermöglichen sollte, pro Stunde zwei liegende Patienten und vier gehende Patienten soweit zu dekontaminieren, dass diese ohne Gefährdung in die Bettenstation oder andere Bereiche des Krankenhauses gebracht werden können.

Eine Deko-Einrichtung sollte über einen gesonderten Eingang aus dem Freien verfügen, welcher rasch mit Kennzeichnungsschildern markiert werden kann.

Bei der Planung ist darauf zu achten, dass sich die Wege von kontaminierten Personen möglichst nicht mit den Wegen anderer Personen kreuzen. Absperrmaßnahmen zur Lenkung von Personenströmen (Trennung von kontaminierten und nicht kontaminierten Personen) sind nach Erfordernis herzustellen. Neben baulichen Maßnahmen (Absperrungen) können Personen als "Ordner" eingesetzt werden.

3... Material und persönliche Schutzausrüstung

Es erscheint als unbedingt ratsam, Basis-Schutzausrüstung (wie in 2.1 beschrieben) im Aufnahmebereich der Krankenhäuser ubiquitär und jederzeit einsatzbereit zu bevorraten. Im Sinne "Quer-Nutzbarkeit" ist dazu festzuhalten, dass diese Basis-Schutzausrüstung

- auch für biologische Gefahrenlagen wie z. B. hoch kontagiöse Patienten geeignet ist und
- bei ("chemischen") Kontaminationen mit Gift- oder Ätzstoffen nach einer Not-Dekontamination entsprechend der GAMS-Regel ebenfalls ausreichenden Schutz bietet.

Bezüglich einer ausreichenden Materialvorhaltung sind außerdem folgende Punkte zu beachten:

- medizinisches Material für den unreinen Bereich (Behandlungsraum "unrein")
- Antidota-Lager (wie abzurufen?)

- Material für den Dekontaminationsraum.

Für Anregungen die Materialvorhaltung betreffend siehe im Anhang bei ÖN S2604.

3.2.3 Ausbildung, Schulungen, Übungen

Auf die Notwendigkeit regelmäßiger Schulungen – besonders für nicht spezialisiertes Personal in Ambulanzen und Erstaufnahmen – sei, mit Hinblick auf die üblicherweise vorhandene Fluktuation des Personals, hingewiesen:

- Erkennung der Gefahrensituation
- Verdachtsmomente für Kontamination
- sicherer Gebrauch der Basis-Schutzausrüstung
- Inhalte des Ablaufplanes
- Kontaktaufnahmen: wann ist wer zu verständigen?

Ziel dieser Vorbereitungen ist nicht zuletzt, dem eigenen Personal Sicherheit durch Wissen zu vermitteln. Das Personal soll wissen, dass:

- die externe Dosisbelastung infolge Kontamination eines Patienten gering ist,
- dass mit Basis-Schutzausrüstung ein ausreichender Schutz gegen Kontamination möglich ist und
- dass unter Einhaltung der im Kapitel 2.3.1 angeführten Schutzmaßnahmen keinerlei gesundheitliche Gefährdung zu erwarten ist.

3.3 Im nicht designierten Krankenhaus

Im nicht designierten Akut-Krankenhaus soll der Ablaufplan für Strahlenunfälle die genannten Inhalte in einfacherer Weise abdecken (siehe Ablaufdiagramm in 2.3).

Die Dekontamination des Betroffenen - bei Verdacht auf Verschleppung auch von etwaigen Begleitpersonen - kann als angeleitete Eigendekontamination in einem behelfsmäßigen Deko-Raum oder im Freien durchgeführt werden.

Ein solcher Dekontaminations-Raum sollte in jedem Akut-Krankenhaus vorbereitet werden; dazu können beispielsweise verwendet werden:

- ein Patientenbad, das möglichst abseits liegt und nicht sofort wieder benötigt wird,
- eine Krankenwagenzufahrt oder Garage, etc.

Der Dekontaminations-Raum soll über einen Warmwasseranschluss verfügen und Schutz gegen Sicht (Duschvorhang) und Witterungseinflüsse bieten.

Die Notwendigkeit von Ausbildungsmaßnahmen bleibt im Wesentlichen derselbe wie oben für das designierte Krankenhaus ausgeführt.

3.4 In den Einsatzorganisationen

In den Ausbildungsunterlagen der Einsatzorganisationen ist das notwendige methodische Rüstzeug für die Erstmaßnahmen gemäß 2.4 größtenteils bereits vorhanden.

Es erscheint jedoch notwendig, den Ausbildungsstand v. a. in den folgenden Bereichen zu verbessern:

- Erkennung einer Kontamination
 - anhand des Unfallherganges und der Art des radioaktiven Stoffes
 - anhand von Messungen
- realistische Risikoeinschätzung
 - Gefährdung durch radioaktive Kontamination in Relation zu einer ("chemischen")
 - Kontamination mit Gift- oder Ätzstoffen
 - Gefährdung durch radioaktive Kontamination in Relation zu typischen Infektionserkrankungen
- Leistungsfähigkeit und Einsatzgrenzen der Basis-Schutzausrüstung
- Erhebung von zur Beurteilung der Exposition wichtigen Informationen
 - Umstände des Unfalles – siehe Kapitel 2.3.1
 - Relevanz von ev. verfügbaren Unterlagen, wie Transportpapiere, Anlagenbeschreibungen
 - Relevanz von Messwerten
- Schnittstelle Feuerwehr – Rettungsdienst
 - sofortiger Transport bei Lebensgefahr darf nicht durch Koordinationsprobleme oder irrealen Ängste verzögert werden
- Schnittstelle Rettungsdienst – Krankenhaus
 - Rettungsdienst muss die designierten Krankenhäuser kennen
 - notwendige Inhalte der Vor-Information an das Krankenhaus
 - Rettungsdienst muss die bei Kontamination zu benutzenden Eingänge kennen

Bezüglich der zu erwartenden Dosis-Belastung für Rettungsdienst-Personal bei der Erstversorgung und während des Transportes siehe Kapitel 5 ("Hintergrundinformationen").

Im Bereich der Ausrüstung sind nur wenige Anpassungen erforderlich.

Es erscheint als unbedingt ratsam, Basis-Schutzausrüstung (wie in 2.1 beschrieben) im Rettungsdienst ubiquitär und jederzeit einsatzbereit zu bevorraten. Im Sinne "Quernutzbarkeit" ist dazu festzuhalten, dass diese Basis-Schutzausrüstung

- auch für biologische Gefahrenlagen wie z. B. Infektionstransporte geeignet ist und
- bei ("chemischen") Kontaminationen mit Gift- oder Ätzstoffen nach einer Not-Dekontamination entsprechend der GAMS-Regel ebenfalls ausreichenden Schutz bietet.

3.5 Information niedergelassener Ärzte

Nach Fertigstellung der Planungen im Bundesland erscheint es angezeigt, die niedergelassene Ärzteschaft auf geeignetem Weg über vorgesehene Vorgangsweise und die Kontakt-Telefonnummer des örtlich zuständigen designierten Krankenhauses zu informieren.

Informationsmaterial aus diesem Dokument - insbesondere die Übersetzung des IAEA Merkblattes "How to Recognize and Initially Respond to an Accidental Radiation Injury" - kann versendet oder "online" zugänglich gemacht werden.

4 Arbeitsmaterialien

4.1 Formblätter

Auf den nächsten Seiten sind Vorlagen für Formblätter enthalten.

Das zweiseitige Formblatt "**ERFASSUNG UNFALLUMSTÄNDE (VORANKÜNDIGUNG)**" (4.1.1) soll zur Dokumentation der Unfallsituation z.B. durch betriebliche Strahlenschutzbeauftragte oder Einsatzkräfte vor Ort dienen.

Dieselben Informationen sind aber auch bei einer Vorverständigung eines Krankenhauses von Interesse; das Formblatt kann vom Melder als Checkliste für Vollständigkeit der Angaben sowie vom Krankenhaus zur Dokumentation der erhaltenen Informationen dienen.

Das zweiseitige Formblatt "**ERFASSUNG MESSERGEBNISSE**" (4.1.2) kann unabhängig vom Ort der Messung und unabhängig von der durchführenden Person bzw. Institution verwendet werden zur Dokumentation

- der Kontrolle auf Kontamination
- der Tests betreffend Inkorporation (inklusive veranlasster Maßnahmen)
- von Messwerten vor und nach der Dekontamination.

Darüber hinaus können Informationen betreffend verwendetes Gerät, der gewählten Einstellungen und der angezeigten Einheiten festgehalten werden.

Das zweiseitige Formblatt "**ERFASSUNG PATIENTENZUSTAND**" (4.1.3) kann - gemeinsam mit dem METROPOL FORMULAR (4.1.4) - entweder

- in einer zuweisenden Institution (z.B. "nicht designiertes Krankenhaus" oder Ambulanz) oder
- im "designierten Krankenhaus"

durch medizinisches Fachpersonal zur Dokumentation des Patientenzustandes verwendet werden.

Weiters können festgehalten werden:

- Befunde wie z.B. Laborwerte
- die Metropol-Einstufung (siehe dazu auch METROPOL FORMULAR UND DIAGRAMME, 4.1.4)

- weitere Maßnahmen
- Ergebnisse von Konsultationen.

Jedes Formular enthält auch Raum für eine **ID-Nummer**, die nach den Vorgaben der Notfallpläne der Länder vergeben werden kann (z.B. PLS-Nummer, KH-Patientennummer, sonstige Registriernummer).

4.1.1 Erfassung Unfallumstände

(ggf. durch betrieblichen Strahlenschutz, auch für Vorverständigung des Krankenhauses)

ERFASSUNG UNFALLUMSTÄNDE (Seite 1) Name: _____ ID#: _____

A. Patientenidentifikation:		M <input type="checkbox"/>	W <input type="checkbox"/>
Vorname:	_____	Zuname:	_____
SVNR:	_____	Geburtsdatum:	____. ____ . ____ (tt,mm,jj)
Adresse:	_____	Telefon:	_____
Strahlenexponierte Arbeitskraft:	ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>	ID-Nummer:	_____
ausgefüllt durch:			
Name:	_____		
Institution:	_____		

Datum:	____. ____ . ____ (tt,mm,jj)	Uhrzeit:	____ : ____
Telefon:	_____		

B. Angaben zum Unfallort:	
Firma/Institution:	_____
Adresse:	_____
Art der Anlage:	_____

C. Angaben zum Unfallhergang:			
Expositionsdatum:	____. ____ . ____ (tt,mm,jj)	Uhrzeit:	____ : ____
Art des Zwischenfalls:	_____		
Kurze Beschreibung der Strahlenexposition (Tätigkeit):	_____		

Skizze der Unfallsituation: (Position des Verunfallten in Bezug zur Strahlenquelle, möglichst mit Angabe der Entfernung)			
.			
.			
.			
.			
.			
.			
.			
.			
.			
.			
.			
.			

D. Erste Dosis-Abschätzung:

Dosimeter getragen J/N? _____ Auswertung veranlasst: _____

Externe Exposition

Ganzkörperbestrahlung Dosis: _____

Teilkörperbestrahlung bestr. Körperteil: _____ Dosis: _____

Unsicher:

Verdacht auf Kontamination weshalb: _____

Nuklid: _____ Dosis/Menge: _____

Kontaminierte Wunde (J/N? Lokalisation): _____

Verdacht auf Inkorporation weshalb: _____

Nuklid: _____ Dosis/Menge: _____

Wie wurde die Dosis bestimmt: _____

(Dosimeter-Auswertung, Messung vor Ort, Berechnung, Schätzung...)

E. Weitere Angaben zur Exposition (sofern erhebbar):

Strahlenqualität:	Röntgenstrahlung	<input type="checkbox"/>	kV:	_____
	γ-Strahlung	<input type="checkbox"/>	Nuklid:	_____
	β-Strahlung	<input type="checkbox"/>	Nuklid:	_____
	α-Strahlung	<input type="checkbox"/>	Nuklid:	_____
	Neutronen	<input type="checkbox"/>	keV:	_____

F. Weitere Angaben (sofern erhebbar):

Nuklid: _____ Menge/Aktivität: _____

chemische Form: _____

Beteiligung anderer Gefahrstoffe (giftig, ätzend, ansteckend): _____

Verletzungen oder begleitende Erkrankungen: _____

G. Angaben zu getroffenen Maßnahmen:

Dekontamination durchgeführt? (J/N, Methode) _____

Messungen durchgeführt? (J/N, Ergebnis) _____

Kleidung entfernt? (J/N, wo ist sie jetzt) _____

Proben genommen? (J/N, wo sind sie jetzt, Messungen veranlasst) _____

Therapien begonnen? (J/N, welche) _____

(modifiziert von SSK 32, Strahlenunfall-Erhebungsbogen und von InstRadBioBw)

4.1.2 Erfassung Messergebnisse

ERFASSUNG MESSERGEBNISSE (Seite 1) Name: _____ ID#: _____

A. Patientenidentifikation: M W

Vorname: _____ Zuname: _____

SVNR: _____ Geburtsdatum: _____. _____. _____. (tt,mm,jj)

Adresse: _____ Telefon: _____

Strahlenexponierte Arbeitskraft: ja nein ID-Nummer: _____

ausgefüllt durch:

Name: _____

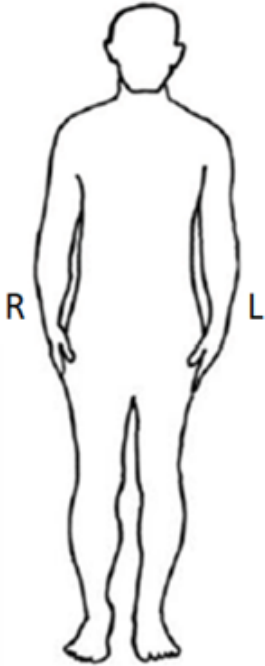
Institution: _____

Datum: _____. _____. _____. (tt,mm,jj) Uhrzeit: ____ : ____

Telefon: _____

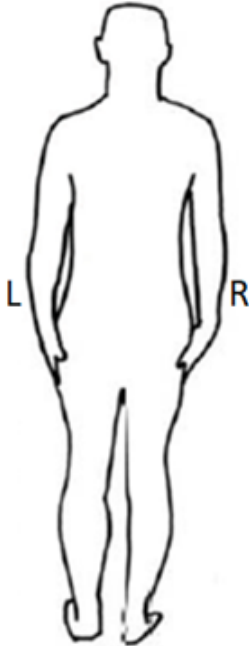
B. Ergebnis der Kontaminationskontrolle s⁻¹ Bq/cm²

vorne



Ort	MW1	MW2

hinten



Messwert 1 Uhrzeit: ____ : ____ Messwert 2 Uhrzeit: ____ : ____

**Tragen sie die Messwerte in die Tabelle ein und markieren Sie die Orte (durch Ziffern, Buchstaben oder Pfeile).
Bitte schraffieren Sie kontaminierte Areale und kennzeichnen Sie kontaminierte Wunden gesondert!**

C. Messgerät und Einstellungen

Messgerät (Type): _____ Sonde: _____
Gerätetyp: Zählrohr eingebaut Endfenster-Z. Großflächensonde Szintillator
Einstellungen: α -Messung β -Messung γ -Messung Geräteeinstellung: _____
Ergebnisanzeige: Impulse/Sekunde s^{-1} Bq/cm²

Raum für Bemerkungen

D. Inkorporation

Inkorporationsverdacht besteht
Begründung: Unfallhergang Kontamination im Gesicht klin. Beschwerden
(Inhalationstrauma, SH-Reizung etc.)

Nuklid: _____ Dosis/Mengen-Schätzung : _____

Art des Messwerts: _____ **Messwert:** _____
(Abstrich, Sekret, Oberflächenmessung...)

Messung veranlasst? (J/N, Art/Ort) _____

Therapie veranlasst? (J/N, Art/Ort) _____

Raum für Bemerkungen

E. Dekontaminationsmaßnahmen

s^{-1} Bq/cm²

Art der Maßnahme: Duschen lokale Reinigung Wundreinigung

Ort: _____ Messwert zu Beginn: _____ Messwert nach Deko: _____

Ort: _____ Messwert zu Beginn: _____ Messwert nach Deko: _____

Ort: _____ Messwert zu Beginn: _____ Messwert nach Deko: _____

Raum für Bemerkungen

4.1.3 Erfassung Patientenzustand

ERFASSUNG PATIENTENZUSTAND (Seite 1) Name: _____ ID#: _____

A. Patientenidentifikation:		M <input type="checkbox"/> W <input type="checkbox"/>
Vorname:	_____	Zuname: _____
SVNR:	_____	Geburtsdatum: ____ . ____ . ____ (tt,mm,jj)
Adresse:	_____	Telefon: _____
Strahlenexponierte Arbeitskraft: ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>		ID-Nummer: _____

ausgefüllt durch:	
Name:	_____
Institution:	_____
Datum:	____ . ____ . ____ (tt,mm,jj)
Uhrzeit:	____ : ____
Telefon:	_____

B. Aktuelles Befinden: Beschwerden und Beschwerde-BEGINN	
Übelkeit, Erbrechen, Schwindel? (J/N, Beschreibung)	_____
	seit wann: _____
Kopfschmerz, Schwäche? (J/N, Beschreibung)	_____
	seit wann: _____
Magen-Darmbeschwerden? (J/N, Beschreibung)	_____
	seit wann: _____
Hautveränderungen? (J/N, Beschreibung)	_____
	seit wann: _____
Akute Vitalgefährdung (ABCDE)	
A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> aufgrund von:	_____
Begleit-Erkrankungen oder Verletzungen: _____	

begonnene oder erfolgte Behandlungen: _____	

Raum für Bemerkungen	

C. Untersuchungsbefunde (Labor etc.)

D. Beurteilung gemäß METREPOL-Schema (siehe Formular 5.1.4)

H / hämatol. H0 H1 H2 H3 H4 aufgrund von: _____
C / kutan C0 C1 C2 C3 C4 aufgrund von: _____
G / gastrointest. G0 G1 G2 G3 G4 aufgrund von: _____
N / neurovask.: N0 N1 N2 N3 N4 aufgrund von: _____

Response Category

RC1 ("ambulant") RC2 ("stationär") RC3 ("Spezialabteilung") RC4

E. Notwendige weitere Maßnahmen

ambulante Kontrollen wo/bei: _____
stationäre Aufnahme wo/bei: _____
Zuweisung zu Spezialabteilung wo/bei: _____
weitere Kontrolle auf Inkorporation wo/bei: _____
Dekorporationstherapie wo/bei: _____
fachärztliche Kontrolle wo/bei: _____
(Augen, Derma, Neuro ...)
Dekorporationstherapie wo/bei: _____
biologische Dosimetrie wo/bei: _____

F. Kontaktaufnahme, Zuweisung

Kontaktaufnahme mit
Institution: _____
Name: _____
Datum: ____ . ____ . ____ (tt,mm,jj) Uhrzeit: ____ : ____
Telefon: _____
Ergebnis: Pat. wird vorgestellt Pat. wird übernommen keine Maßnahmen
Begründung: _____
Raum für Bemerkungen

METREPOL Formular und Diagramme

Abbildung 13 Medical Management Of Radiation Accidents - Manual on the Acute Radiation Syndrome

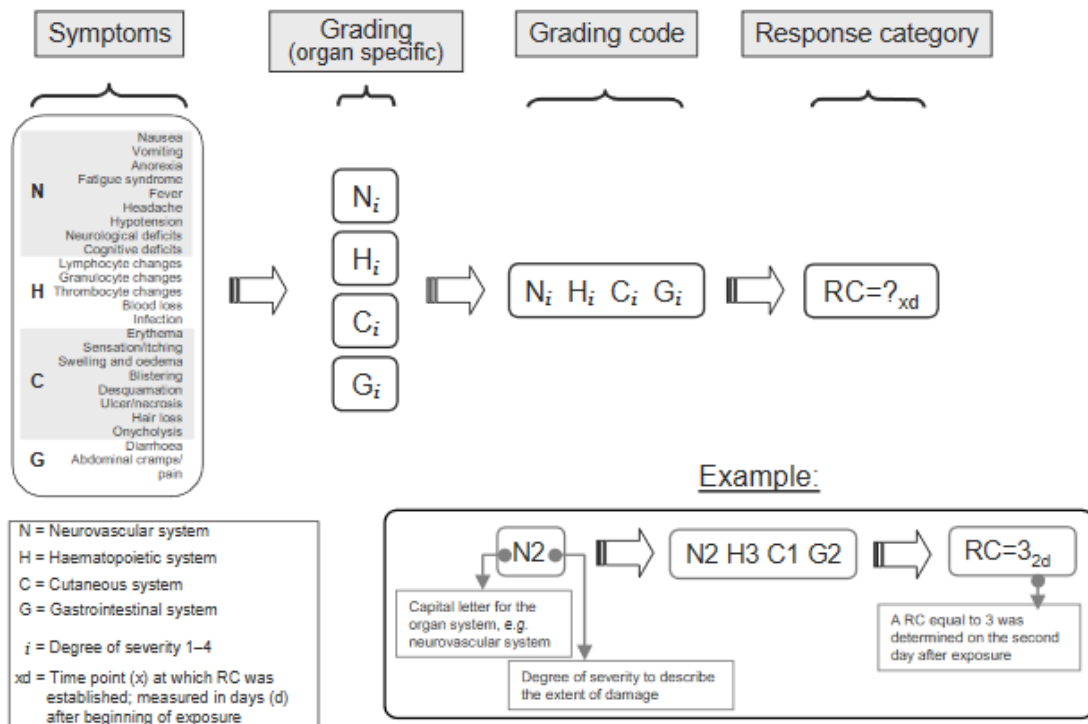
Documentation sheet for signs and symptoms as a function of time

Use the following template to document ARS symptoms as a function of time according to the "Checklist" of ARS specific clinical symptoms of the four early reacting organ systems. Copy as required!

Patient ID:		Beginning of exposure:				Examiner:		
Date and time of examination								
N	Degree of severity	Degree of severity	Degree of severity	Degree of severity	Degree of severity	Degree of severity	Degree of severity	Degree of severity
Nausea								
Vomiting								
Anorexia								
Fatigue syndrome								
Fever								
Headache								
Hypotension								
Neurological deficits								
Cognitive deficits								
Maximum								
Grading N								
H	Degree of severity	Degree of severity	Degree of severity	Degree of severity	Degree of severity	Degree of severity	Degree of severity	Degree of severity
Lymphocyte changes								
Granulocyte changes								
Thrombocyte changes								
Infection								
Blood loss								
Maximum								
Grading H								
C	Degree of severity	Degree of severity	Degree of severity	Degree of severity	Degree of severity	Degree of severity	Degree of severity	Degree of severity
Erythema								
Sensation/itching								
Swelling/oedema								
Blistering								
Desquamation								
Ulcer/necrosis								
Hair loss								
Onycholysis								
Maximum								
Grading C								
G	Degree of severity	Degree of severity	Degree of severity	Degree of severity	Degree of severity	Degree of severity	Degree of severity	Degree of severity
Frequency (stool)								
Consistency (stool)								
Mucosal loss/d (stool)								
Bleeding/d (stool)								
Abdominal cramps/pain								
Maximum								
Grading G								
Grading code	<u>N H C G</u>	<u>N H C G</u>	<u>N H C G</u>	<u>N H C G</u>	<u>N H C G</u>	<u>N H C G</u>	<u>N H C G</u>	<u>N H C G</u>
RC =								
Days after exposure								

Quelle: Medical Management Of Radiation Accidents - Manual on the Acute Radiation Syndrome, edited by T M Fliedner, I Friesecke and K Beyrer, The British Institute of Radiology (BIR), London, 2001

Abbildung 14 Medical Management Of Radiation Accidents - Manual on the Acute Radiation Syndrome



Complexity of clinical care ↑	Response category	Therapeutic interventions	Institutional requirements
	RC4 Autologous recovery most unlikely	+ Stem cell transplantation	Specialised hospital with experience in all areas of intensive care medicine, particularly allogeneic SCT
	RC3 Autologous recovery possible	+ Stimulation (growth factor therapy)	Haematological–oncological institutes with reverse isolation; intensive care unit; consultations of all medical specialities
	RC2 Autologous recovery likely	+ Supportive care; substitution (blood component therapy)	Medical wards with haemato-oncological, neurological and dermatological consultation services
	RC1 Autologous recovery certain	General support of recovery processes; usually no specific therapy	Outpatient care or general medical wards

Quelle: Medical Management Of Radiation Accidents - Manual on the Acute Radiation Syndrome, edited by T M Fliedner, I Friesecke and K Beyrer, The British Institute of Radiology (BIR), London, 2001

Abbildung 15 Medical Management Of Radiation Accidents - Manual on the Acute Radiation Syndrome

Neurovascular system

Symptom	Degree 1	Degree 2	Degree 3	Degree 4
N				
Nausea	mild	tolerable	intense	excruciating
Vomiting	occasional, 1/d	intermittent, 2–5/d	persistent, 6–10/d	refractory >10/d or parenteral nutrition
Anorexia	able to eat, reasonable intake	significantly decreased intake but able to eat	no significant intake	parenteral nutrition
Fatigue syndrome ^a	able to work or perform normal activity	interferes with work or normal activity	needs some assistance for self-care	prevents daily activity
Fever	<38 °C	38–40 °C	>40 °C for less than 24 h	>40 °C for more than 24 h or accompanied by hypotension
Headache	minimal	tolerable	intense	excruciating
Hypotension	HR>100/BP>100/70	BP<100/70	BP<90/60; transient	BP<80/?; persistent
Neurological deficits ^b	barely detectable neurological deficit; able to perform normal activity	easily detectable neurological deficit, no significant interference with normal activity	prominent neurological deficit, significant interference with normal activity	life threatening neurological signs, loss of consciousness
Cognitive deficits	minor loss of memory, reasoning and/or judgement	moderate loss of memory, reasoning and/or judgement	major intellectual impairment since accident	complete memory loss and/or incapable of rational thought

HR, heart rate; BP, blood pressure.

^aFatigue: self-recognised state of overwhelming, sustained exhaustion and decreased capacity for physical and mental work—not relieved by rest. Typical descriptions are drained, finished off, lethargic, beaten, exhausted or worn out, prostration, drowsiness. Components are physical, cognitive, emotional/affective.

^bNeurological deficits: reflex status including reflexes of the eye, ophthalmoscopy (oedema of papilla), fainting, dizziness, ataxia and other motor signs, sensory signs.

Haematopoietic system

Symptom	Degree 1	Degree 2	Degree 3	Degree 4
H				
Lymphocyte changes ^a	$\geq 1.5 \times 10^9/l$	$(<1.5-1) \times 10^9/l$	$(<1-0.5) \times 10^9/l$	$<0.5 \times 10^9/l$
Granulocyte changes ^b	$\geq 2 \times 10^9/l$	$(<2-1) \times 10^9/l$	$(0.5-1) \times 10^9/l$	$<0.5 \times 10^9/l$ or initial granulocytosis
Thrombocyte changes ^c	$\geq 100 \times 10^9/l$	$(<100-50) \times 10^9/l$	$(<50-20) \times 10^9/l$	$<20 \times 10^9/l$
Infection	local; no antibiotic therapy required	local; only local antibiotic therapy required	systemic; p.o. antibiotic treatment sufficient	sepsis; i.v. antibiotics necessary
Blood loss	petechiae; easy bruising; normal Hb	mild blood loss with <10% decrease in Hb	gross blood loss with 10–20% decrease in Hb	spontaneous bleeding or blood loss with >20% decrease in Hb

^aReference value: $(1.5-4) \times 10^9/l$.

^bReference value: $(4-9) \times 10^9/l$.

^cReference value: $(140-400) \times 10^9/l$.

Quelle: Medical Management Of Radiation Accidents - Manual on the Acute Radiation Syndrome, edited by T M Fliedner, I Friesecke and K Beyrer, The British Institute of Radiology (BIR), London, 2001

Abbildung 16 Medical Management Of Radiation Accidents - Manual on the Acute Radiation Syndrome

Cutaneous system				
Symptom	Degree 1	Degree 2	Degree 3	Degree 4
C				
Erythema ^a	minimal and transient	moderate; isolated patches <10 cm ² ; not more than 10% of body surface (BS)	marked; isolated patches or confluent; 10–40% of BS	Severe ^b ; isolated patches or confluent; >40% of BS; erythroderma
Sensation/itching	pruritus	slight and intermittent pain	moderate and persist pain	severe and persistent pain
Swelling/oedema	present; asymptomatic	symptomatic; tension	secondary dysfunction	total dysfunction
Blistering	rare, with sterile fluid	rare, with haemorrhage	bullae with sterile fluid	bullae with haemorrhage
Desquamation	absent	patchy dry	patchy moist	confluent moist
Ulcer/necrosis	epidermal only	dermal	subcutaneous	muscle/bone involvement
Hair loss	thinning, not striking	patchy, visible	complete and most likely reversible	complete and most likely irreversible
Onycholysis	absent	partial	∅	complete

Changes in the skin pigmentation may also occur. However, given the lack of reference data describing depigmentation or hyperpigmentation, this symptom is not included in the grading. Nevertheless it should be recorded systematically, as it may be helpful in future radiation accidents.

∅, not defined.

^aThe extent of the skin area affected is decisive and should be documented for all skin changes.

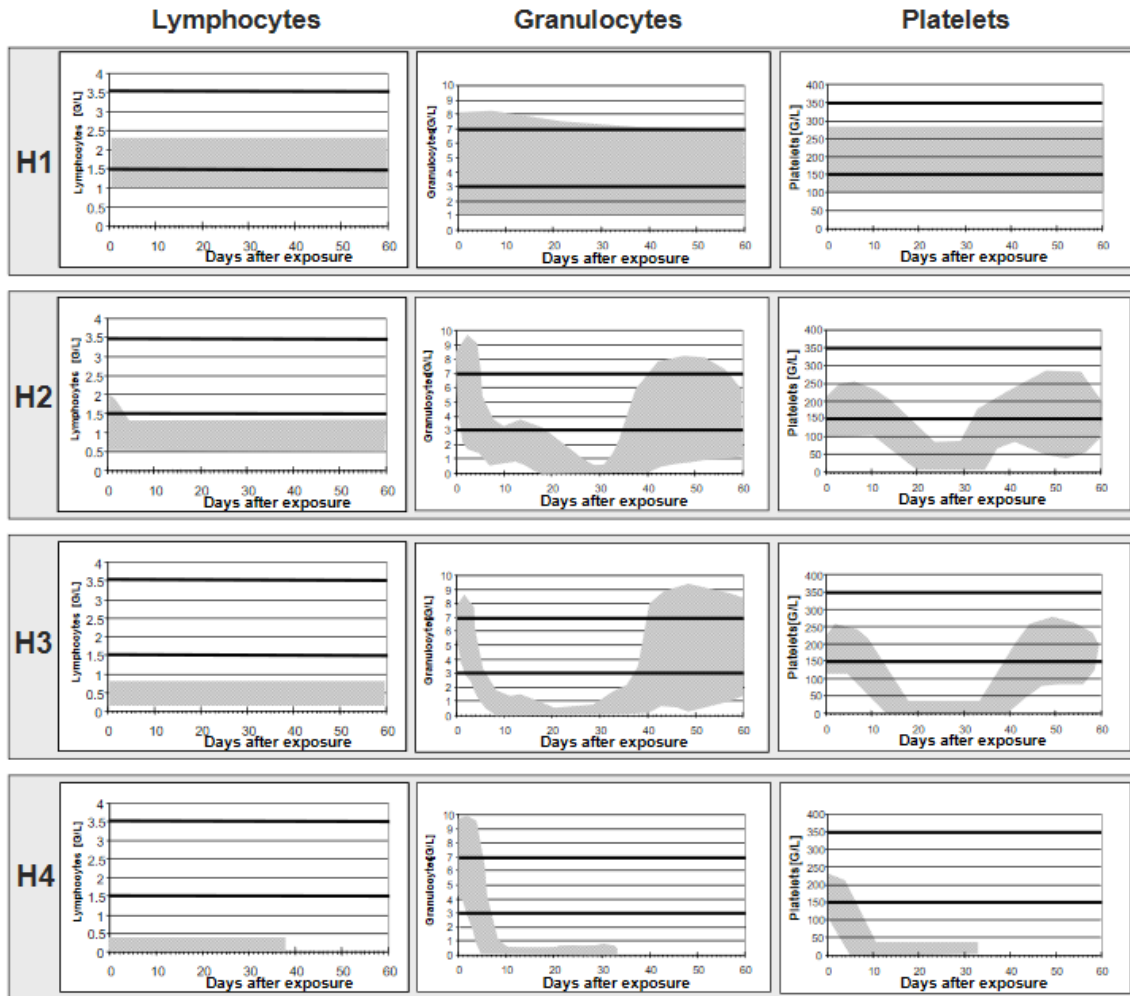
^bOnly for penetrating irradiation.

Gastrointestinal system

Symptom	Degree 1	Degree 2	Degree 3	Degree 4
G				
Diarrhoea				
Frequency	2–3 stools/d	4–6 stools/d	7–9 stools/d	≥10 stools/d; refractory diarrhoea
Consistency	bulky	loose	sloppy	watery
Mucosal loss/d	intermittent	intermittent with large amount	persistent	persistent with large amount
Bleeding/d	occult	intermittent	persistent	gross haemorrhage
Abdominal cramps/pain	minimal	tolerable	intense	excruciating

Quelle: Medical Management Of Radiation Accidents - Manual on the Acute Radiation Syndrome, edited by T M Fliedner, I Friesecke and K Beyrer, The British Institute of Radiology (BIR), London, 2001

Abbildung 17: aus Medical Management Of Radiation Accidents - Manual on the Acute Radiation Syndrome, edited by T M Fliedner, I Friesecke and K Beyrer, The British Institute of Radiology (BIR), London, 2001



Quelle: Medical Management Of Radiation Accidents - Manual on the Acute Radiation Syndrome, edited by T M Fliedner, I Friesecke and K Beyrer, The British Institute of Radiology (BIR), London, 2001

4.1.4 Anforderung einer Analyse zur biologischen Dosimetrie

Expositionsinformation¶ (vom anfordernden Arzt auszufüllen)¶

Einverständniserklärung des Untersuchten:¶
 Ich, _____ (Name, Vorname),
 geboren am _____ (tt,mm,jj) gebe meine Zustimmung zur Abnahme einer
 Blutprobe zum Zweck der Abschätzung der Strahlenexposition mittels Analyse von
 Chromosomenaberration.¶

 (Ort, Datum) (Unterschrift)¶

A. Probanden-/Patientenidentifikation:¶
 Vorname: _____ Zuname: _____ M W
 SVNR: _____ Geburtsdatum: _____
 Blut: → Lithium-Heparin anderes Antikoagulanz:
Entnahmedatum: _____ (tt,mm,jj) **Uhrzeit:** _____
 Abnehmender Arzt: _____ Telefon: _____

B. Angaben zur Strahlenexposition:¶
 1. Strahlenexponierte Arbeitskraft: ja nein
 2. Expositionsdatum: _____ (tt,mm,jj) Uhrzeit: _____
 3. Ort der Exposition (Betrieb, Anlage): _____
 4. Kurze Beschreibung der Strahlenexposition (Tätigkeit): _____

 → 4.1 Externe Exposition → → ¶
 → → Ganzkörperbestrahlung → → → → → Dosis: _____
 → → Teilkörperbestrahlung → → bestr. Körperteil: _____ Dosis: _____
 → → Unsicher: ¶
 → 4.2 Kontamination¶
 → → Intern → Nuklid: _____ → Dosis: _____
 → → Extern → Nuklid: _____ → Dosis: _____
 → 4.3 Wie wurde die Dosis bestimmt: _____
 ¶
 Strahlenqualität: → Röntgenstrahlung → → kV: → → _____
 → → → γ-Strahlung → → → Nuklid: → → _____
 → → → β-Strahlung → → → Nuklid: → → _____
 → → → α-Strahlung → → → Nuklid: → → _____
 → → → Neutronen → → → keV: → → _____

(modifiziert von einer Vorlage des InstRadBioBw)¶

C. Zusätzliche Probanden-/ Patientendaten:

1. Frühere Strahlenexposition durch medizinische Behandlungen

Strahlentherapie Jahr: _____ Körperteil: _____ .
Röntgendiagnostik Jahr: _____ Körperteil: _____ .
Nuklearmedizin Jahr: _____ Körperteil: _____ .

2. Erkrankung innerhalb der letzten vier Wochen vor Blutentnahme: _____ .

3. Eingenommene Medikament: ja nein

4. Namen des Medikaments: _____ .

Medikamentendosis: _____ . Dauer/Zeitraum: _____ .

5. Raucher: ja nein Anzahl/Tag: : _____ .

6. bekannte chronische Infektionskrankheiten (Hepatitis C etc.): _____ .

Adressat für den Befundbericht:

Name: _____ .

Institut/Krankenhaus: _____ .

Adresse: _____ .

_____ .

Telefon: _____ FAX: _____ E-mail: _____ .

sonstige Angaben:

Empty box for additional information.

(modifiziert von einer Vorlage des InstRadBioBw)

4.2 Tabellen

4.2.1 Signs and symptoms

Tabelle 8 Merkblatt "European approach for the medical management of mass radiation exposure", Therapeutical management according to the European consensus conference, The first 48 hours - EBMT (European Group for Blood and Marrow Transplantation)

**EUROPEAN APPROACH
FOR THE MEDICAL MANAGEMENT OF MASS
RADIATION EXPOSURE
THERAPEUTICAL MANAGEMENT**

THERAPEUTICAL MANAGEMENT
According to the European consensus conference « *European approach for the medical management of mass radiation exposure* » updated in October 2017

Beyond the first 48 hrs, a second patient scoring is done by organs (Haematopoietic, Gastrointestinal, Cutaneous, Neurovascular) according to the METREPOL document for therapeutical management and Multiple Organ Failure (MOF) prediction.

Cytokines

Score I: Monitoring. No cytokine

- Outpatient clinical monitoring.
- Blood count day 1 - 2 and then once a week for 2 months.

Score II: Cytokines (curative)

- G-CSF (Pegylated or not) should be used within 48 hrs or as soon as possible until neutrophil recovery (ANC > 0.5 x 10⁹/L). EPO and TPO agonists can be used if needed. Routine marrow failure support with antibiotics, blood products as per routine haemato-oncology care.
- Symptomatic treatment of gastrointestinal damage.
- If severe aplasia → Protected environment.
- Accidental radiation exposure is generally heterogeneous. Some under-exposed/protected regions of bone marrow can give rise to endogenous haematopoietic recovery.

Score III: Cytokines (until reappraisal of score)

- Patients to be treated as score II until it is clear that they are score III.
- Palliative and end of life care to be initiated.
- Re-evaluation of score during the first week based on laboratory or clinical symptoms revealing irreversible organ damage or MOF.

Haematopoietic Stem Cell (HSC) transplantation

Background

- HSC transplantation is not an emergency.
- It is crucial to avoid GVHD in order not to compromise an endogenous recovery.
- If severe aplasia persists under cytokines for more than 14 days, the possibility of an haematopoietic stem cell (HSC) transplantation is discussed (as below).

Criteria to transplant

- Severe marrow aplasia persisting 14 - 21 days despite cytokines.
- No residual haematopoiesis on bone marrow biopsy.
- No other irreversible organ damage.
- Treated or controlled infection, if present.

Graft

- Type of graft:**
 - Bone marrow.
 - Peripheral blood HSC (depleted or not).
 - Cord blood.
- Donor in the following order of priority** (as per current transplant criteria):
 - HLA-identical sibling.
 - HLA-identical unrelated donor.
 - Cord blood > 4/6 matched.
- Doses of cells to be grafted:
 - At least:
 - 2x10⁶ CD34 cells. kg⁻¹ (peripheral blood).
 - 2x10⁶ nucleated cells. kg⁻¹ (bone marrow).
 - 3x10⁷ nucleated cells (cord blood).

Conditioning and GVHD prevention (as per current transplant criteria):

- Reduced intensity conditioning.
- No Methotrexate.

EBMT pocket guide, October 2017

ALL BLOOD PRODUCTS SHOULD BE IRRADIATED.

SEVERE RADIATION SKIN LESIONS HAVE A PECULIAR EVOLUTION. CONSIDER MESENCHYMAL STEM CELLS AT SPECIALIST CENTRES.

References:

- Gorin NC et al – *Ann Hematol*, 85: 671-679, 2006.
- Flechner T et al – *Medical Management of Radiation Accidents - Manual of the acute radiation syndrome*, published by BIR, 2001.
- Powles R et al – *Health Phys*, 98: 810-814, 2010.

What can the European Blood and Marrow Transplant Group (EBMT) offer ?

Advice on:

- Secondary Triage and Treatment
- Ongoing feedback from experts on how the clinical scenario is evolving
- Optimizing care outside of national borders
- Skilled network of 500 BMT Centres
- Generating prospective database of event

The amount of energy absorbed by the organs of the body is measured in Gray (Gy); the effect of this radiation is given by the equivalent dose which is measured in Sievert (Sv).
For X-rays, gamma rays, and beta particles 1 Gray ≈ 1 Sievert.

Contacts

- M Benderitter (France): marc.benderitter@usn.fr
- N Cent (United Kingdom): Nick.Cent@phe.gov.uk
- N C Corin (France): geniclaude@gmail.com
- M Port (Germany): matthiasport@huksewehr.org
- R Powles (United Kingdom): rpowles@clara.co.uk
- B Ströhl (United Kingdom): bhazmasstrohl13@gmail.com
- L Stenke (Sweden): leif.stenke@hls.se

THE FIRST 48 HOURS

Decontamination after stabilisation.

Life-threatening wounds and burns should be treated first.

Radiation dose review comes later – Irradiation is not contamination – An irradiated person is not a source of radiation.

Acute Radiation Injury

The severity of prodromal clinical features is indicative of probable significant injury.

- Extensive and immediate erythema.
- Early Transient Incapacitation Syndrome (temporary loss of consciousness).
- High fever.
- Hypotension; Early Vomiting.
- Immediate diarrhoea.

Accident Characterisation

- Inquiry: circumstances of the accident (is irradiation +/- contamination present; use contamination monitoring device), source characteristics, source-victim geometry, duration of exposure, shielding, homogeneous / heterogeneous irradiation.
- Labelling and storage of personal belongings and clothes, biological material (hair, nails).

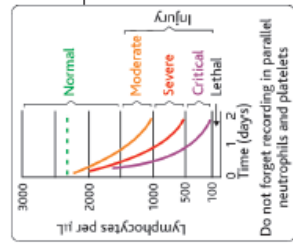
Urgent sampling

- Blood cell counts (+ differentials) every 4-8 hours for the 1st 24 hours, 12-24 h every day after.
- Red cell group typing.
- Standard biochemistry + amyloasemia.
- Urine and faeces if radionuclide contamination is suspected.
- Store serum and cells or DNA for further analyses including HLA typing.
- Chromosome aberrations on blood lymphocytes (biodosimetry) (15 ml + heparin). Seek advice from national / international biodosimetry networks as soon as possible.

Primary scoring

Record all clinical symptoms on a date and hour-stamped chart

	Score I	Score II	Score III
Average delay before symptoms appear	Less than 12 hours	Less than 5 hours	Less than 30 minutes
Cutaneous erythema	0	+/-	+++; before 3 rd hour
Asthenia/Weakness	+	+++	+++
Nausea	+	+++	(-)
Vomiting per 24 hrs	Maximum 1	1 to 10	Above 10; intractable
Diarrhea / Number of stools per 20 hrs	Maximum 2 - 3; bulky	2 - 9; soft	Above 10; watery
Abdominal pain	Minimal	intense	Excruciating
Headaches	0	++	Excruciating; Signs of intra-cranial HT
Temperature	Below 38°C	38 - 40°C	Above 40°C
Blood pressure	Normal	Normal - Possible temporary decrease	Systolic below 80
Temporary loss of consciousness	0	0	+ / Coma



Depletion of blood lymphocytes

At 24 hours
At 48 hours

Above 1 500 / µL
Above 1 500 / µL

Below 500 / µL
Below 100 / µL

Outpatient monitoring

Hospitalisation for curative treatment

Hospitalisation (MOF predicted)
Multiple Organe Failure (MOF)

WARNING: the symptoms and values indicated above are reliable only in case the whole body or large parts of the body have been externally exposed to a high radiation dose delivered within few minutes or few hours. Fill and fax EBMT MEDA to : (+33)1 71 97 04 88. To download EBMT MED A: www.ebmt.org in Data-Management/Registry structure/data collection forms & manuals.

Tabelle 9 Early effects of total-body radiation, causative doses and clinical characteristics (UNSCEAR, 1988)

Table 3.1—Early effects of total-body radiation, causative doses, and clinical characteristics (UNSCEAR, 1988) (also as Table 5.2).

Acute Dose [Gy (rad)]	Incidence Percentage	Latency	Syndrome or Organ Involved	Clinical Characteristics	Critical Period After Exposure
>50 (5,000)	100	Minutes	Neurological syndrome	Cramps, tremor, ataxia, lethargy, impaired vision, coma	1 – 48 h
10 – 15 (1,000 – 1,500)	100	0.5 h	Intestinal syndrome	Diarrhea, fever, electrolyte imbalance	3 – 14 d
5 – 10 (500 – 1,000)	100	0.5 – 1 h	Bone marrow syndrome	Thrombopenia, leukopenia, hemorrhage, infections, epilation	2 – 6 weeks
2 – 5 (200 – 500)	50 – 90	1 – 2 h	Bone marrow syndrome	Thrombopenia, leukopenia, hemorrhage, infections, epilation	2 – 6 weeks
1 – 2 (100 – 200)	0 – 50	>3 h	Bone marrow syndrome	Mild leukopenia and thrombopenia	2 – 6 weeks

Quelle: NCRP Bericht 161

Tabelle 10 Radiation skin injury and associated skin dose (Gusev et al., 2001; IAEA, 1998b)

Table 6.2—Radiation skin injury and associated skin dose (Gusev et al., 2001; IAEA, 1998b).

Stage/Symptoms	Dose Range (Gy)	Time of Onset (d)
Erythema	3 – 10	14 – 21
Epilation	>3	14 – 18
Dry desquamation	8 – 12	25 – 30
Moist desquamation	15 – 20	20 – 28
Blister formation	15 – 25	15 – 25
Ulceration (within skin)	>20	15 – 25
Necrosis (deeper penetration)	>25	>21

Quelle: NCRP Bericht 161

Tabelle 11 Signs and symptoms resulting from various levels of whole-body radiation dose (AFFRI, 2003; Hall and Giaccia, 2005; Ricks et al., 2002)

Table 6.1—Signs and symptoms resulting from various levels of whole-body radiation dose
(AFFRI, 2003; Hall and Giaccia, 2005; Ricks et al., 2002).

Syndrome Phase	Feature	Effects of Acute Whole-Body Irradiation or Internal Dose of 0 – 30 Gy (0 – 3,000 rad)					
		0 – 1 Gy (0 – 100 rad)	1 – 2 Gy (100 – 200 rad)	2 – 6 Gy (200 – 600 rad)	6 – 8 Gy (600 – 800 rad)	8 – 30 Gy (800 – 3,000 rad)	>30 Gy (>3,000 rad)
Prodromal	Nausea, vomiting	None	5 – 50 %	50 – 100 %	75 – 100 %	90 – 100 %	100 %
	Time of onset		3 – 6 h	2 – 4 h	1 – 2 h	<1 h	Minutes
	Duration		<24 h	<24 h	<48 h	<48 h	N/A
	Lymphocyte count	Unaffected	Minimally decreased	<1,000 at 24 h	<500 at 24 h	Drops within hours	
	CNS function	No impairment	No impairment	Routine task performance, cognitive impairment for 6 – 20 h	Simple, routine task performance, cognitive impairment for >24 h	Rapid incapacitation, may have lucid intervals of several hours	
Latent Manifest illness	No symptoms		7 – 15 d	0 – 7 d	0 – 2 d	None	
	Signs, symptoms	None	Moderate leukopenia	Severe leukopenia, purpura, hemorrhage, hair loss after 300 rad		Diarrhea, fever, electrolyte disturbance	Convulsions, ataxia, tremor, lethargy
	Time of onset		>2 weeks	2 d – 2 weeks		1 – 3 d	
	Critical period		None	4 – 6 weeks, greatest potential for effective medical intervention		2 – 14 d	1 – 48 h
	Organ system	None		Hematopoietic, respiratory (mucosal) systems		GI tract, mucosal systems	CNS
	Hospitalization duration	0 %	<5 % 45 – 60 d	90 % 60 – 90 d	100 % 90+ d	100 % Weeks to months	100 % Days to weeks
Mortality	None	Minimal	Low with aggressive therapy	High	Very high, significant neurological symptoms indicate lethal dose		

Quelle: NCRP Bericht 161

Tabelle 12 Methods for Early Diagnosis of Radiation Injuries

TABLE IV. METHODS FOR EARLY DIAGNOSIS OF RADIATION INJURIES^a

Procedure	Finding	Time of onset	Minimum exposure (Gy)
Clinical observations	Nausea, vomiting	Within 48 h	~1
	Erythema	Within hours to days	~3
	Epilation	Within 2–3 weeks	~3
Laboratory examinations			
Blood count	Absolute lymphocyte count ^b < 1 G/L	Within 24–72 h	~0.5
Cytogenetics ^c	Dicentrics, rings, fragments	Within hours	~0.2

^a Partly from Ref. [9].

^b Lymphocytes may decrease within hours. The baseline count should be obtained as soon as possible and the counting repeated daily. Lymphocyte count (G/L) expressed as 10^9 cells/L.

^c Requires 48–72 h for analysis.

Quelle: IAEA 1998

Tabelle 13 Time of Onset of Clinical Signs of Skin Injury depending on the Dose received

TABLE V. TIME OF ONSET OF CLINICAL SIGNS OF SKIN INJURY DEPENDING ON THE DOSE RECEIVED

Stage/symptoms	Dose range (Gy)	Time of onset (d)
Erythema	3–10	14–21
Epilation	>3	14–18
Dry desquamation	8–12	25–30
Moist desquamation	15–20	20–28
Blister formation	15–25	15–25
Ulceration (within skin)	>20	14–21
Necrosis (deeper penetration)	>25	>21

Quelle: IAEA 1998

Tabelle 14 Clinical Signs of LRI to the Hand following low energy Radiation exposure

TABLE VI. CLINICAL SIGNS OF LRI TO THE HAND FOLLOWING LOW ENERGY RADIATION EXPOSURE

Period of onset of clinical signs in the acute phase					Time and evolution of late phase effects (d)	Delayed effects	Estimated dose range (Gy)
Primary erythema	Secondary erythema	Blisters	Erosion, ulceration	Necrosis			
None or 12–24 h	12–20 d				30–35 Dry desquamation	None	12–18 ^a 10–15 ^b
6–12 h	6–14 d	8–15 d			40–50 Moist desquamation, epithelialization	None, or slight atrophy	20–30 ^a 18–25 ^b
4–6 h	3–7 d	5–10 d	10–18 d		50–70 Epithelialization	Atrophy, depigmentation, telangiectasia	35–80 ^a 30–70 ^b
1–2 h	0–4 d	3–5 d	6–7 d	6–10 d	60–80 Scar formation, no healing without surgery	Atrophy, depigmentation, telangiectasia, possible functional incapacity	>80

^a Fingers only.

^b Whole hand.

Quelle: IAEA 1998

Tabelle 15 Clinical and Diagnostic Aspects, and Therapeutic Options for Local Radiation Injuries: Acute Phase

TABLE VII. CLINICAL AND DIAGNOSTIC ASPECTS, AND THERAPEUTIC OPTIONS FOR LOCAL RADIATION INJURIES: ACUTE PHASE

Irradiation ↓		Dose estimation	<ul style="list-style-type: none"> History Physical dosimetry Accident reconstruction Biological dosimetry Peripheral blood counts Sperm counts Slit lamp examination of eyes Serial colour photographs Vascular scintigraphy CAT scan MRI Thermography 	Vascular thermography
		Routine examinations		
		Specialized studies		
		end of ↓ 1st day	end of ↓ 1st week	end of ↓ 1st month
		PRODRIMAL PHASE LATENT PHASE ACUTE PHASE		
Clinical picture	Symptoms	Heat sensation Itching Tenderness	Minor (itching, pain), if any	Pain Itching Paresthesia Hyperalgia
	Signs	Transient erythema	Minor epilation, if any	Erythema Oedema Blistering Moist desquamation
Treatment		Symptomatic	Avoidance of trauma Analgesics Hydration emulsion (sweet almond oil)	Pain relief Non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) Local antibiotics Vasodilators Healing drugs Anti-adherent platelet drugs Epidermal growth factors Debridement

TABLE VII. (cont.) CLINICAL AND DIAGNOSTIC ASPECTS, AND THERAPEUTIC OPTIONS FOR LOCAL RADIATION INJURIES: CHRONIC PHASE (continued time-scale)

Vascular scintigraphy Thermography Biopsy (histo- and immunocytochemical studies)		Vascular scintigraphy Bone scan Thermography	Vascular scintigraphy Bone scan Thermography
1st year		2nd year	
HEALING OR CHRONIC EVOLUTION (SCLEROSIS AND FIBROSIS) (SECONDARY INFECTION POSSIBLE)			
Pain	Injury Reopening Vasculitis (possible) Pain Late erythema	Pain Altered tactile and thermal sensitivities Paresthesia Skin dryness	
Ulceration Necrosis	Oedema Ulcer Necrosis (spontaneous healing impossible)	Atrophy, telangiectasia, pigmentary changes, keratoses, epilation or problems with hair, deformity (ankilosis), functional incapacity	
Surgery (necrectomy, skin grafts, amputation)	Conservative Analgesics NSAIDs Surgery (necrectomy)	Avoidance of trauma Rehabilitation Superoxide dismutase (liposomal and topical) Surgery	

Quelle: IAEA 1998

Tabelle 16 Prodromal Phase of Acute Radiation Syndrome

TABLE VIII. PRODROMAL PHASE OF ACUTE RADIATION SYNDROME

Symptoms and medical response	ARS degree and the approximate dose of acute WBE (Gy)				
	Mild (1–2 Gy)	Moderate (2–4 Gy)	Severe (4–6 Gy)	Very severe (6–8 Gy)	Lethal ^a (>8 Gy)
<i>Vomiting</i>					
Onset	2 h after exposure or later	1–2 h after exposure	Earlier than 1 h after exposure	Earlier than 30 min after exposure	Earlier than 10 min after exposure
% of incidence	10–50	70–90	100	100	100
<i>Diarrhoea</i>	None	None	Mild	Heavy	Heavy
Onset	—	—	3–8 h	1–3 h	Within minutes or 1 h
% of incidence	—	—	<10	>10	Almost 100
<i>Headache</i>	Slight	Mild	Moderate	Severe	Severe
Onset	—	—	4–24 h	3–4 h	1–2 h
% of incidence	—	—	50	80	80–90
<i>Consciousness</i>	Unaffected	Unaffected	Unaffected	May be altered	Unconsciousness (may last seconds/minutes)
Onset	—	—	—	—	Seconds/minutes
% of incidence	—	—	—	—	100 (at >50 Gy)
<i>Body temperature</i>	Normal	Increased	Fever	High fever	High fever
Onset	—	1–3 h	1–2 h	<1 h	<1 h
% of incidence	—	10–80	80–100	100	100
<i>Medical response</i>	Outpatient observation	Observation in general hospital, treatment in specialized hospital if needed	Treatment in specialized hospital	Treatment in specialized hospital	Palliative treatment (symptomatic only)

^a With appropriate supportive therapy individuals may survive whole body doses as high as 12 Gy [36].

Quelle: IAEA 1998

Tabelle 17 Change of Lymphocyte Counts (G/L) in the initial Days of Acute Radiation Syndrome depending on the Dose of Acute Whole Body Exposure

TABLE IX. CHANGE OF LYMPHOCYTE COUNTS (G/L) IN THE INITIAL DAYS OF ACUTE RADIATION SYNDROME DEPENDING ON THE DOSE OF ACUTE WHOLE BODY EXPOSURE

Degree of ARS	Dose (Gy)	Lymphocyte counts (G/L) ^a after 6 d since first exposure
Pre-clinical phase	0.1–1.0	1.5–2.5
Mild	1.0–2.0	0.7–1.5
Moderate	2.0–4.0	0.5–0.8
Severe	4.0–6.0	0.3–0.5
Very severe	6.0–8.0	0.1–0.3
Lethal	>8.0	0.0–0.05

^a Expressed as 10⁹ cells/L.

Quelle: IAEA 1998

Tabelle 18 Latent Phase of Acute Radiation Syndrome

TABLE X. LATENT PHASE OF ACUTE RADIATION SYNDROME

	Degree of ARS and approximate dose of acute WBE (Gy)				
	Mild (1–2 Gy)	Moderate (2–4 Gy)	Severe (4–6 Gy)	Very severe (6–8 Gy)	Lethal (>8 Gy)
Lymphocytes (G/L) (days 3–6)	0.8–1.5	0.5–0.8	0.3–0.5	0.1–0.3	0.0–0.1
Granulocytes (G/L)	>2.0	1.5–2.0	1.0–1.5	≤0.5	≤0.1
Diarrhoea	None	None	Rare	Appears on days 6–9	Appears on days 4–5
Epilation	None	Moderate, beginning on day 15 or later	Moderate or complete on days 11–21	Complete earlier than day 11	Complete earlier than day 10
Latency period (d)	21–35	18–28	8–18	7 or less	None
Medical response	Hospitalization not necessary	Hospitalization recommended	Hospitalization necessary	Hospitalization urgently necessary	Symptomatic treatment only

Quelle: IAEA 1998

Tabelle 19 Critical Phase of Acute Radiation Syndrome

TABLE XI. CRITICAL PHASE OF ACUTE RADIATION SYNDROME

	Degree of ARS and approximate dose of acute WBE (Gy)				
	Mild (1–2 Gy)	Moderate (2–4 Gy)	Severe (4–6 Gy)	Very severe (6–8 Gy)	Lethal (>8 Gy)
Onset of symptoms	>30 d	18–28 d	8–18 d	<7 d	<3 d
Lymphocytes (G/L)	0.8–1.5	0.5–0.8	0.3–0.5	0.1–0.3	0–0.1
Platelets (G/L)	60–100 10–25%	30–60 25–40%	25–35 40–80%	15–25 60–80%	<20 80–100% ^a
Clinical manifestations	Fatigue, weakness	Fever, infections, bleeding, weakness, epilation	High fever, infections bleeding, epilation	High fever, diarrhoea, vomiting, dizziness and disorientation, hypotension	High fever, diarrhoea, unconsciousness
Lethality (%)	0	0–50 Onset 6–8 weeks	20–70 Onset 4–8 weeks	50–100 Onset 1–2 weeks	100 1–2 weeks
Medical response	Prophylactic	Special prophylactic treatment from days 14–20; isolation from days 10–20	Special prophylactic treatment from days 7–10; isolation from the beginning	Special treatment from the first day; isolation from the beginning	Symptomatic only

^a In very severe cases, with a dose >50 Gy, death precedes cytopenia.

Quelle: IAEA 1998

Tabelle 20 Principal Therapeutic Measures for Acute Radiation Syndrome according to Degree of Severity

TABLE XII. PRINCIPAL THERAPEUTIC MEASURES FOR ACUTE RADIATION SYNDROME ACCORDING TO DEGREE OF SEVERITY

Whole body dose (Gy)	1-2	2-4	4-6	6-8	>8	
Degree of severity of ARS	Mild	Moderate	Severe	Very severe	Lethal	
Medical management and treatment	Outpatient observation for maximum of one month	Hospitalization				
		Isolation, as early as possible				
		G-CSF or GM-CSF as early as possible (or within the first week)		IL-3 and GM-CSF		
		Antibiotics of broad spectrum activity (from the end of the latent period) Antifungal and antiviral preparations (when necessary)				
		Blood components transfusion: platelets, erythrocytes (when necessary)				
		Complete parenteral nutrition (first week) Metabolism correction, detoxication (when necessary)				
		Plasmapheresis (second or third week) Prophylaxis of disseminated intravascular coagulation (second week)				
			HLA-identical allogene BMT (first week)	Symptomatic therapy only		

Note: BMT: bone marrow transplantation; G-CSF: granulocyte-colony stimulating factor; GM-CSF: granulocyte macrophage-colony stimulating factor; IL-3: interleukin.

Quelle: IAEA 1998

5 Hintergrundinformationen

5.1 Szenarien, Dosis für Personal der Einsatzorganisationen

In Österreich mögliche radiologische Notfälle/Szenarien:

Entsprechend den Richtlinien der IAEA [EPR-Method-2003] sind im Gesamtstaatlichen Notfallplan folgende Ereignistypen, die einen radiologischen Notfall verursachen können bzw. einen solchen darstellen, berücksichtigt:

Ereignisse mit **großräumigen Kontaminationen**:

- Zwischenfälle in KKW (und anderen kerntechnischen Anlagen)
- Absturz von Satelliten mit radioaktivem Inventar

Ereignisse mit **kleinräumigen Kontaminationen bzw. Auswirkungen**:

- Zwischenfälle in österreichischen Anlagen: Forschungsreaktor im Atominstitut, Anlagen am Standort Seibersdorf
- Zwischenfälle mit gefährlichen Strahlenquellen: Transportunfälle mit offenen radioaktiven Stoffen, Brand im Beisein von (umschlossenen) Strahlenquellen
- Radiologischer Terror

Bei Zwischenfällen in Kernkraftwerken:

- Das Auftreten von deterministischen Gesundheitsschäden in Österreich (Bevölkerung, Personal von Einsatzorganisationen und Notfalleinsatzkräfte) ist auszuschließen.
- Eine höhere Strahlenexposition, Inkorporation sowie Kontamination kann bei Personen, die aus einem stark kontaminierten Gebiet des Unfallslandes (Notfallplanungszonen) kommen, auftreten. Entsprechende Maßnahmen (Dekontamination, medizinische Versorgung) werden in der Regel vom Unfallsland selbst durchgeführt.

Bei allen anderen in Österreich möglichen Ereignistypen kann es je nach Ablauf und vorhandenem Gefährdungspotential zu deterministischen Gesundheitsschäden für die Betroffenen in Österreich kommen. (siehe auch IAEA Gefährdungskategorien).

Exposition des Personals von Einsatzorganisationen:

Die Exposition für das Personal der Einsatzorganisationen wurde vom BMNT für verschiedene Szenarien abgeschätzt. Die höchste Dosis wird für die nachfolgend beschriebenen Szenarien: Transportunfall im Beisein offener radioaktiver Stoffe, Brand im Beisein von (umschlossenen) Strahlenquellen, Terroranschlag mit einer „Schmutzigen Bombe“ abgeschätzt:

Szenarium 1: Transportunfall im Beisein offener radioaktiver Stoffe

- Verletzte und zugleich kontaminierte Personen, die rasche medizinische Versorgung benötigen
- Schutz vor Kontamination und Inhalation (Standardausrüstung: Handschuhe, leichter Atemschutz, etc.)

Tabelle 21 Transport von offenen radioaktiven Stoffen in Österreich (primär Medizin)

Radioaktiver Stoff	Max. Aktivität Transport	Halbwertszeit	Verwendung
F-18 (Fluor)	300 GBq	2 h	Diagnose (Positron Emission Tomographie)
Mo-99 (Molybdän)	90 GBq	66 h	Technetium-Generator
Tc-99m (Technetium)	100 GBq	6 h	Diagnose (Schilddrüse, Lunge,..)
I-131 (Iod)	16 GBq	8 d	Krebstherapie (Schilddrüse,..)
Lu-177 (Lutetium)	20 GBq	6,7 d	Krebstherapie (Prostata,..)
Sm-153 (Samarium)	11 GBq	1,9 d	Krebstherapie (Lunge,..)
In-111 (Indium)	1,7 GBq	2,8 d	Diagnose
Weitere radioaktive Stoffe (Ra-223, Ge-68, In-111,..) → geringere Aktivitäten			

Tabelle 22 Externe Dosisleistung verursacht durch Kontamination des Patienten (Annahme: 10% der radioaktiven Stoffe auf Patienten)

Radioaktiver Stoff	Max. Aktivität/ Transport	Externe Dosisleistung (1m)
F-18	300 GBq	5 mSv/h
Mo-99	90 GBq	0,5 mSv/h
Tc-99m	100 GBq	0,1 mSv/h
I-131	16 GBq	0,1 mSv/h
Lu-177	20 GBq	0,01 mSv/h
Sm-153	11 GBq	0,01 mSv/h
Alle anderen offenen radioaktive Stoffe		< 0,01 mSv/h

Szenarium 2: Unfälle mit Strahlenquellen: Brand im Beisein von (umschlossenen) Strahlenquellen

- Cs-137, Se-75 (physikalische Eigenschaften Hülle, Strahlenquelle)
- typische Aktivitäten (Radiographie)
- Max. Dosisleistung Boden/Bodenkontamination: **Cs-137: ~100 µSv/h, ~ 0,05 GBq/m²**

Szenarium 3: Terroranschlag „Schmutzige Bombe“

- Strahlenquellen, die prinzipiell in Österreich leichter verfügbar sind
- typische Aktivitäten für diese Strahlenquellen
- Verschiedene Szenarien je nach Strahlenquelle: Max. Dosisleistung aus Deposition: **< 1 mSv/h, < 1 GBq/m²**

Dies wird auch in der Literatur bestätigt:

Die Literatur stellt übereinstimmend fest, dass medizinisches Personal, welches kontaminierte Patienten betreut, sich durch entsprechende Schutzausrüstung vor Kontamination und Inkorporation schützen muss. Hingegen ist **eine relevante Strahlenbelastung durch Aufenthalt in der Nähe einer kontaminierten Person nicht zu erwarten** (Hervorhebungen und Anmerkungen in eckiger Klammer in den Zitaten wurden vom Verfasser hinzugefügt).

Die NCRP sagt im Report 161 aus:

- Contaminated or irradiated patients do not pose a health risk to medical responders.

- Medical personnel should consider both medical and radiological issues, but critical medical concerns should be addressed first.

In einer Dienstanweisung des Bureau of Medicine der US Navy (BUMED1NST 6470.10B, 2003) heißt es ganz klar:

- Treatment of life-threatening injuries, e.g., severe trauma, shock, hemorrhage, and respiratory distress, always takes precedence over decontamination procedures, treatment of possible symptoms from irradiation, and dose estimation procedures. Medical emergency response personnel teams must not be impeded when proceeding to render emergent care for reasons such as issuing dosimeters or controlling access to restricted areas. To stop emergency response personnel in such situations clearly displays a lack of understanding and good judgment. It is instructive to note **no health care worker in the United States has ever suffered radiation injury secondary to rendering emergency care to a contaminated patient.**
- Under no circumstances will any individual be denied access to necessary treatment or MTFs [medical treatment facilities] because of radioactive contamination. Medical treatment of emergency medical conditions (conditions which can become medically critical or life threatening) and medical conditions with the risk of morbidity (conditions which will result in permanent injury or deficits) must always take precedence over decontamination or containment procedures. Concerns about the spread of radioactivity, i.e., radioactive contamination, or the possible contamination of medical personnel are, nonetheless, appropriate, and should be attended to after the patient has been stabilized.

Die Strahlenschutzkommission hält in ihrem Band 32 (Der Strahlenunfall, Ein Leitfaden für Erstmaßnahmen) zum Thema " Mögliche Strahlenexposition der Ärzte und des medizinischen Assistenz- und Pflegepersonals" Folgendes fest:

- Kontaminationen erreichen in der Regel nur eine solche Höhe, dass die daraus resultierende äußere Exposition der Ärzte und des medizinischen Assistenz- und Pflegepersonals bei der Behandlung von kontaminierten Patienten **unterhalb 1 mSv/h** liegt, in den meisten Fällen ist sie wesentlich geringer.

Das zusammenfassende **Statement der SSK in Band 32** lautet:

- **Es sind keine Kontaminationen vorstellbar, die bei Beachtung der beschriebenen Schutzmaßnahmen [äquivalent zur Basisschutzausrüstung gem. 2.1.1] zu einer nennenswerten Gefährdung des behandelnden Personals führen können.**

5.2 Zum Begriff Strahlenunfall: Definition und Kategorisierung

In den o. a. gesetzlichen Grundlagen ist der Begriff des Strahlenunfalls gar nicht eindeutig definiert; das Strahlenschutzgesetz beschreibt im § 2 (Begriffsbestimmungen) lediglich die "radiologischen Notfälle" als Situationen, in denen Dringlichkeitsmaßnahmen zum Schutz von Arbeitskräften, Einzelpersonen der Bevölkerung, Teilen der Bevölkerung oder der gesamten Bevölkerung erforderlich sind.

Der Begriff Strahlenunfall wird jedoch in der Literatur häufig verwendet; es werden auch zahlreiche Definitionen angeboten. Beispielsweise legte die SSK in ihrem Band 27 umfangreiche Literatur zur "Kategorisierung von Strahlenunfällen und -katastrophen als Grundlage medizinischer Maßnahmen" vor und definiert ebendort "Strahlenunfälle im engeren Sinne" in Übereinstimmung mit der ICRP, der NCRP und der WHO (incl. REAC/TS) als Ereignisse, bei denen eines von fünf Kriterien, die sich meist auf die erhaltene Dosis beziehen, erfüllt ist (SSK 27; IAEA 1990).

Nachdem solche grenzwertbezogenen Kriterien bei der Durchführung der Erstmaßnahmen üblicherweise noch gar nicht bekannt sein können, erscheinen sie wenig hilfreich.

Noch häufiger ist in der Literatur allerdings der Fall, dass der anscheinend so selbsterklärende Begriff "Strahlenunfall" überhaupt nicht definiert wird.

Zur einfachen Lesbarkeit verwendet die vorliegende Leitlinie folgende Arbeitsdefinition, welche alle in Frage kommenden Szenarien zu umfassen trachtet:

Strahlenunfall: "ein (unbeabsichtigtes, plötzlich auftretendes, auf äußerer Einwirkung beruhendes) Unfall-Ereignis, bei dem es bekannt ist oder vermutet wird, dass eine gesundheitsrelevante Exposition, Kontamination oder Inkorporation bei mindestens einer Person stattgefunden hat".

Dieses Dokument geht davon aus, dass bei einem Strahlenunfall die räumliche Ausdehnung und die Anzahl der Betroffenen meist gering sind, und beschreibt die medizinischen Maßnahmen für jene umschriebenen Ereignisse mit einzelnen bis wenigen Betroffenen.

Diese kleinräumigen Ereignisse sind auch wesentlich häufiger bzw. bei über 90% der bekannten Strahlenunfälle gab es nur 1–10 Beteiligte (SSK 27).

Zur Gegenüberstellung großräumige Unfälle – kleinräumige Unfälle

Die SSK unterscheidet zwischen dem "großen Strahlenunfall" (gemeint ist der Kernkraftwerksunfall), der in Band 4 abgehandelt wird, und dem "kleinen Strahlenunfall" (beim Umgang mit oder Transport von radioaktiven Stoffen), dem der Band 32 gewidmet ist (SSK 27:256; FS 2008:97).

Der "kleine Strahlenunfall" ist das weit häufigere Geschehen. Es entspricht der veröffentlichten internationalen Erfahrung, dass bei den meisten Unfällen mit ionisierender Strahlung nur wenige Personen verwickelt sind (SSK 27; IAEA EPR 2005; FS 2008).

In einer Synopsis öffentlich bekannter Unfälle, die weltweit 352 Unfälle umfasst, ergab sich für den Zeitraum von 1944 bis 1991 folgende Aufteilung:

- 91% 1 bis 10 Beteiligte
- 7% 10 bis 100 Beteiligte
- 2% (8 Ereignisse) 100 bis 1000 oder mehr Beteiligte (REACTS, in SSK 2002)

Die Arten der Unfälle sind für die Jahre 1944-1999 ohne Anspruch auf Vollständigkeit in der nachfolgenden Tabelle aufgelistet.

Tabelle 23 Art der Unfälle eine Aufstellung 1944-1999

Art des Unfalls	Zahl der Unfälle
Kritikalitätsunfälle (kritische Anordnungen, Reaktoren und chemische Aufarbeitung)	22
Unfälle mit Bestrahlungsgeräten (primär verschlossene Quellen, Röntgengeräte, Beschleuniger)	305
Unfälle mit Radioisotopen (Industrie, Forschung und Medizin)	84
Total	411

Quelle: UNSCEAR 2000 in SSK 2002

5.3 Zur Einteilung von Patienten

Strahlenunfälle sind inhomogene Geschehnisse, bei denen Exposition, Kontamination und Inkorporation in jeder Kombination miteinander und mit anderen (z. B. mechanischen, thermischen oder chemischen) Noxen kombiniert vorkommen können.

Aus der Vielzahl der möglichen Kombinationen ergeben sich unterschiedliche Erscheinungsbilder der betroffenen Personen wie z. B. "kontaminiert und exponiert", "kontaminiert und verletzt", "nur exponiert" oder ähnliches.

Die Beschränkung auf Basis-Kategorien scheint ein gangbarer Weg, um die Einteilung nicht zu kompliziert werden zu lassen. Auch im SSK Leitfaden für Strahlenunfälle werden lediglich die prinzipiellen Möglichkeiten einer erhöhten Strahleneinwirkung aufgelistet:

- Ganzkörper-Exposition,
- Teilkörper-Exposition,
- Kontamination,
- Inkorporation sowie
- kontaminierte Wunden als Sonderfall (SSK 32).

Eine allenfalls wichtige Unterscheidung ist die zwischen "unkomplizierten Unfällen" ("nur" Folgen einer externen Strahlenbelastung) und "komplizierten Unfällen" (externe Strahlenbelastung mit zusätzlichen chemischen, thermischen und physikalischen Verletzungen), da solche Noxen-Kombinationen die Prognose meist drastisch verschlechtern (SSK 27:255; ähnlich: SUVA 2001).

Weiters ist die Unterscheidung zwischen Exposition und Kontamination aus ganz praktischen Gründen unabdingbar, da im ersten Fall die Bestrahlung nach Verlassen der Gefahrenzone abgeschlossen ist, im zweiten Fall aber andauert und Kontaminationsschutz für die Helfer erforderlich ist (siehe dazu SUVA 2001).

5.4 Nutzbare Ressourcen

Spezialisierte Einrichtungen für die medizinische Diagnostik und Therapie nach Strahlenunfällen stehen in Österreich zurzeit nicht rund um die Uhr zur Verfügung.

Es sind jedoch zahlreiche Ressourcen in der Medizin und im Strahlenschutz vorhanden, die als Grundlage eines Versorgungskonzepts dienen können. Diese sind im Folgenden aufgeführt.

Ressourcen außerhalb der Krankenhäuser (nicht medizinisch und medizinisch):

- Strahlenschutzbeauftragte in Betrieben
für: Erstmaßnahmen bei betrieblichen Unfällen (im eigenen Betrieb),
zur Information über Charakteristika der eigenen Anlage, Dosisabschätzung
- ermächtigte Ärzte für Strahlenschutz
für: Erstmaßnahmen bei betrieblichen Unfällen, Sofortuntersuchung gemäß AllgStrSchV
- Arbeitsmedizinische Einrichtungen mit praktischer Erfahrung im Management von Zwischenfällen (z. B. Seibersdorf Labor GmbH)
für: Auskünfte über Erstmaßnahmen
- Einsatzorganisationen
für: Erstmaßnahmen am Einsatzort, Transport ins Krankenhaus
- Notfalleinsatzkräfte (z. B. Strahlenspürer der Bundespolizei)
für: weitere Maßnahmen des Strahlenschutzes

Ressourcen in den Krankenhäusern:

- Nuklearmedizin-Abteilungen (gemäß Liste von BMASGK und OGN) diagnostisch,
therapeutisch, bettenführend Depots für nuklearmedizinische Antidote
für: Kontamination, Inkorporation
- Strahlentherapie-Einrichtungen (gemäß Liste von BMASGK und ÖGRO) ambulant,
bettenführend
für: Exposition, kutanes Strahlensyndrom
- Medizinphysiker
für: Messtechnik, Dosisabschätzung, Kontaminationsnachweis ...
- Abteilungen für Hämatologie oder Hämato-Onkologie
für: hämatopoetisches Strahlensyndrom
- Zentren für allogene Stammzell-Transplantation (KMT-Einrichtungen)
für: hämatopoetisches Strahlensyndrom, Isolierung bei schwersten Formen des ARS
- Abteilungen für Dermatologie
für: kutanes Strahlensyndrom, ev. spezielle Fragestellungen der Dekontamination
- Abteilungen für Intensivmedizin
für: schwerste Formen des ARS
- Abteilungen für (Unfall-)Chirurgie
für: Wundreinigung, lokale Dekontaminationsmaßnahmen
- Medizinisch-Diagnostische Labors
für: Diagnostik und Dokumentation des ARS (hämatopoetisches Strahlensyndrom)
- Anstaltsapotheken
für: Depots für nuklearmedizinische Antidote

Spezialisierte diagnostische Ressourcen:

- Spezialisierte Laboratorien für biologische Dosimetrie
für: Expositionsnachweis, Dosisbestimmung
- Akkreditierte Stellen für Ausscheidungsanalysen
für: Inkorporationsnachweis, Alpha-Messung
- AGES – Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit
für: Nachweis radioaktiver Stoffe in Umweltproben und Lebensmitteln
- Dosimeter-Services und Auswertestellen
für: Dosisbestimmung

Ressourcen außerhalb von Österreich:

- Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) hat schon vor mehr als 20 Jahren in enger Zusammenarbeit mit der IAEA ein Netz von Kollaborationszentren unter der Bezeichnung Radiation Emergency Medical Preparedness and Assistance Network (REMPAN) begründet und seitdem aktualisiert.
- Zweck ist die internationale Hilfestellung und die konkrete Zusammenarbeit bei der Diagnose, Therapie und Beurteilung von Strahlenwirkungen bei Einzelpersonen und Personengruppen auf wissenschaftlicher Basis sowie der regelmäßige Austausch von Erfahrungen über Strahlenunfälle (SSK 2002; FS 2008:3).
- Die Österreich am nächsten gelegenen REMPAN-Zentren sind in Würzburg, München, Ulm, Köln und Budapest situiert (Liste der Zentren: WHO 2014).
- Internationale Assistenz kann auch über RANET (IAEA) angefordert werden.

Abbildung 18 WHO/REMPAN Kollaborationszentren und Liaison Institutionen



Quelle: WHO 2014

5.5 Begriffserläuterungen

Für die in dieser Leitlinie verwendeten Begriffe gelten die Begriffsbestimmungen aus StrSchG, IntV und AllgStrSchV in der jeweils geltenden Fassung sowie aus den anderen Teilen des gesamtstaatlichen Notfallplanes.

Zur Erläuterung des Begriffes "Strahlenunfall" siehe Kapitel 5.2.

5.6 Abkürzungen und Definitionen

ARS	acute radiation syndrome
LRI	local radiation injury
ABC	"atomar", biologisch, chemisch
CBRN	chemical, biological, radiological and nuclear

ARS	acute radiation syndrome
Externe Exposition	externe Bestrahlung (ohne Kontakt mit dem radioaktiven Stoff), wird in zwei Untergruppen eingeteilt, weil Klinik und Therapie recht unterschiedlich sind: Ganzkörper- und Teilkörper-Exposition (Ganzkörperexposition über 1 Gy: Strahlenkrankheit; Teilkörperexposition: lokaler Gewebeschaden). Signifikante oder letale Strahlenunfälle werden fast immer durch externe Bestrahlung verursacht.
GAMS-Regel	G – Gefahr erkennen A – Absperren M – Menschenrettung S – Spezialkräfte rufen
Kontamination:	eine durch radioaktive Stoffe verursachte "Verunreinigung" von Gegenständen, Atemluft, Nahrungsmitteln oder Personen; in der vorliegenden Leitlinie ist damit stets die Verunreinigung der Körperoberfläche mit radioaktiven Stoffen gemeint. Kontaminationen der Haut haben nur selten direkte gesundheitliche Auswirkungen, die Gefahr besteht darin, dass die radioaktive Substanz von der Körperoberfläche in den Körper selbst gelangt und damit eine Inkorporation stattfindet.
Inkorporation:	Aufnahme radioaktiver Stoffe in den Organismus über die Atmung (Inhalation), über die Nahrungsaufnahme (Ingestion) oder über die intakte Haut oder über Wunden.
deterministische Strahlenwirkungen	Schäden, die bald nach der Bestrahlung (Latenzzeit Tage bis Wochen) oberhalb bestimmter Schwellendosen auftreten, wobei der Schweregrad mit steigender Dosis zunimmt; dazu gehören die akute Strahlenkrankheit und akute ⁹ Gewebe- und Organveränderungen (z. B. akute Radiodermatitis, akute Pneumonitis); außerdem das Auftreten von Missbildungen nach intrauteriner Bestrahlung (Teratogenese)
stochastische Strahlenwirkungen:	nach langer Latenzzeit (Jahre) auftretende Schäden, für welche die Wahrscheinlichkeit des Auftretens, nicht aber die Schwere des Schadens, mit steigender Dosis zunimmt und für die es keine Dosischwelle gibt; am wichtigsten sind bösartige Neubildungen (kanzerogenetische Wirkung), die mutagenetische Wirkung (Erbkrankheiten) ist meist nur von akademischem Interesse

⁹ es gibt auch chronische Gewebe- und Organveränderungen (z. B.: chronisches Radioderm, chronische Lungenfibrose), die ebenfalls zu den deterministischen Wirkungen gehören und im Verlauf von Monaten bis Jahren auftreten

Österreichische Behörden und Organisationen:

BMNT	Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus www.bmnt.gv.at ; www.strahlenschutz.gv.at
BMASGK	Bundesministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit und Konsumentenschutz www.bmgf.gv.at
AGES	Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH www.ages.at
ÖVS	Österreichischer Verband für Strahlenschutz www.strahlenschutzverband.at
VMSÖ	Verband für medizinischen Strahlenschutz in Österreich www.strahlenschutz.org
ÖGRO	Österreichische Gesellschaft für Radioonkologie, Radiobiologie und Medizinische Radiophysik gin.uibk.ac.at/oegro
OGN	Österreichische Gesellschaft für Nuklearmedizin www.ogn.at
ÖBFV	Österreichischer Bundesfeuerwehrverband www.bundesfeuerwehrverband.at

Österreichische Gesetze und Verordnungen:

Quelle: www.ris.bka.gv.at

StrSchG	Bundesgesetz über Maßnahmen zum Schutz des Lebens oder der Gesundheit von Menschen einschließlich ihrer Nachkommenschaft vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzgesetz – StrSchG)
IntV	Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über Interventionen bei radiologischen Notfälle und bei dauerhaften Strahlenexpositionen (Interventionsverordnung – IntV 2007, novelliert 2017)
AllgStrSchV	Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, des Bundesministers für Wirtschaft und Arbeit, des Bundesministers für Verkehr, Innovation und Technologie, der Bundesministerin für Bildung, Wissenschaft und Kultur sowie der Bundesministerin für Gesundheit und Frauen über allgemeine Maßnahmen zum Schutz von Personen vor Schäden durch ionisierende Strahlung (Allgemeine Strahlenschutzverordnung – AllgStrSchV)
KAKuG	Bundesgesetz über Krankenanstalten und Kuranstalten

Internationale Behörden und Organisationen:

IAEA	International Atomic Energy Agency www.iaea.org
EPR	Emergency Preparedness and Response (IAEA)
TECDOC	Technical Document (IAEA)
REMPAN	Radiation Emergency Medical Preparedness and Assistance Network www.who.int/ionizing_radiation/a_e/rempan/en
WHO	World Health Organisation www.who.int/en
UNSCEAR	United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation www.unscear.org
ICRP	International Commission on Radiological Protection www.icrp.org

Nationale Behörden und Organisationen:

NCRP	National Council on Radiation Protection & Measurements www.ncrponline.org
REAC/TS	Radiation Emergency Assistance Center/Training Site http://orise.orau.gov/reacts
BUMED	Bureau of Medicine and Surgery, US Navy http://navymedicine.med.navy.mil
BIR	British Institute of Radiology www.bir.org.uk
SUVA	Schweizerische Unfallversicherungsanstalt www.suva.ch
BfS	Bundesamt für Strahlenschutz (Deutschland) www.bfs.de
SSK	Strahlenschutzkommission (SSK) des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU, Deutschland) www.ssk.de
FS	Fachverband für Strahlenschutz e.V. (Vereinigung deutscher und schweizerischer Strahlenschutz-Fachleute) www.fs-ev.de
DGMP	Deutsche Gesellschaft für Medizinphysik, www.dgmp.de

6 Literatur und Informationsquellen

6.1 Informationsquellen

Österreichische Strahlenschutz-Links:

- Atominstitut der Österreichischen Universitäten: www.ati.ac.at
- Seibersdorf Labor GmbH: www.seibersdorf-laboratories.at
- Bundesministerium für Inneres – Strahlenschutzratgeber: https://www.bmi.gv.at/204/Download/files/007_Strahlenschutzratgeber.pdf
- Institut für Medizinische Physik und Biostatik der Veterinärmedizinischen Universität Wien: www-med-physik.vu-wien.ac.at
- Österreichische Gesellschaft für Medizinische Physik (ÖGMP): www.oegmp.at
- Österreichische Gesellschaft für Nuklearmedizin: www.ogn.at

Europäische Links:

- European Coordination Committee of the Radiological and Electromedical Industry: www.cocir.org
- Health Protection Agency (UK) Radiation Protection Division: www.hpa.org.uk/radiation
- Radiation and Nuclear Safety Authority of Finland (STUK): <https://www.stuk.fi/web/en>
- Royal College of Radiologists: www.rcr.ac.uk
- Société Française de Radiologie (SFR): www.sfrnet.org
- Schweizerische Unfallversicherung (SUVA): www.suva.ch
- Swedish Radiation Protection Institute, SSM: <https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/>
- Tschechische Röntgengesellschaft: www.crs.cz/en.html
- European Group for Blood and Marrow Transplantation (EBMT): www.ebmt.org
- Deutsche Gesellschaft für Medizinphysik: www.dgmp.de

Internationale Links:

- Radiation Emergency Medical Management: REMM: www.remm.nlm.gov/
- Armed Forces Radiobiology Research Institute (AFRRI): <https://cbrnecentral.com/profiles/name/armed-forces-radiobiological-research-institute-afrrj/>
- Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency (ARPANSA): www.arpansa.gov.au
- CDC Emergency Preparedness and Response: <https://emergency.cdc.gov/>
- Center for Devices and Radiological Health (CDRH) der US Food and Drug Administration (FDA): www.fda.gov/MedicalDevices/default.htm

- International Atomic Energy Agency (IAEA): www.iaea.org
- International Commission on Radiation Protection (ICRP): www.icrp.org
- International Commission on Radiation Units and Measurement (ICRU): www.icru.org
- International Radiation Protection Association (IRPA): www.irpa.net
- National Cancer Institute (NCI): Radiation Epidemiology Branch:
<https://dceg.cancer.gov/about/organization/programs-ebp/reb>
- National Council on Radiation Protection and Measurements (NCRP) (USA):
www.ncrp.com
- REACT/TS (Oak Ridge, USA): <http://orise.orau.gov/reacts>
- Radiation Effects Research Foundation (aus den Laboratorien in Hiroshima und Nagasaki): www.rerf.or.jp
- Radiological Society of North America (RSNA): www.rsna.org
- The Radiation Information Network, Idaho State University:
www.physics.isu.edu/radinf/index.html
- The Virtual Nuclear Tourist: www.nucleartourist.com
- United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR):
www.unscear.org
- United States Environmental Protection Agency (EPA):
www.epa.gov/radiation/index.html

6.2 Kontaktangaben – Auskunftsstellen, spezialisierte Institute

6.2.1 Allgemeine Kontakte

- Bundesorganen (BMEIA, BMASGK, BMLVS, BMBWF, BMNT, BMI mit SKKM und BWZ/EKC)
- Bundesdienststellen sowie Notfalleinsatzkräfte auf Bundesebene (ZAMG, AGES, ABC-Abwehr des ÖBH, Strahlenspürer des BMI, NES GmbH = Nuclear Engineering Seibersdorf, Seibersdorf Labor GmbH)
- Landesdienststellen (Landeswarnzentralen, Ämter der Landesregierungen)
- internationalen Organisationen (IEC der IAEA, ECURIE und bilaterale Kontaktpunkte) siehe "Kontaktadressen" im gesamtstaatlichen Notfallplan
- Krankenhäuser, BMASGK: Krankenanstalten in Österreich:
https://www.sozialministerium.at/site/Gesundheit/Gesundheitssystem/Krankenanstalten/Krankenanstalten_und_selbststaendige_Ambulatorien_in_Oesterreich/Krankenanstalten_in_Oesterreich

6.2.2 Laboratorien mit Kompetenzen in Dosimetrie

Dosimeter-Services und Auswertestellen für Dosisbestimmung:

- Seibersdorf Labor GmbH
- Labor für Strahlenschutz der PTPA, MA 39 -
- Institut für medizinischen Strahlenschutz und Dosimetrie (ISD)

Akkreditierte Stellen für Ausscheidungsanalysen (für: Inkorporationsnachweis, Alpha-Messung):

- Seibersdorf Labor GmbH

6.2.3 Laboratorien für biologische Dosimetrie

Bundesamt für Strahlenschutz, Fachbereich Strahlenschutz und Gesundheit

AG-SG 1.2 Biologische Strahleneffekte, biologische Dosimetrie

Labor für Biologische Dosimetrie

- Ingolstädter Landstraße 1
- 85764 Oberschleissheim / Neuherberg
- Erreichbarkeit (Telefon, E-Mail, Fax):
- Telefon: 030 18 333 -2210 / -2213/ -2214/ -2216
- Fax: 030 18 333 -2205
- e-mail: UOestreicher@bfs.de , Ukulka@bfs.de

6.2.4 REMPAN-Kontaktpersonen in den Nachbarländern

Das aktuelle Verzeichnis der REMPAN-Institutionen kann über die Webseite des "Radiation Team" der WHO heruntergeladen werden: www.who.int/ionizing_radiation/a_e/rempan/en

Radiation Team (RAD):

- in: Interventions for Health Environments Unit (IHE)
- in: Department of Public Health, Environment AND Social Determinants of Health (PHE)
- in: Family, Women's and Children's Health Cluster (FWC)

Direkter Link (geprüft September 2018): www.who.int/ionizing_radiation/a_e/rempan-directory-2017.pdf?ua=1

6.3 Literaturverzeichnis

- BIR 2001** Medical Management Of Radiation Accidents – Manual on the Acute Radiation Syndrome, edited by T M Fliedner, I Friesecke and K Beyrer, The British Institute of Radiology (BIR), London, 2001
- BUMED 2003** Initial Management of Irradiated or Radioactively Contaminated Personnel, Department of the Navy, Bureau of Medicine and Surgery (BUMED), BUMEDINST 6470.10B, Washington DC, 26 Sep 2003, (im Internet abrufbar)
- DGMP/DRG 2002** Pränatale Strahlenexposition aus medizinischer Indikation. Dosisermittlung, Folgerungen für Arzt und Schwangere, 1990, 2. Aufl. 2002, ISBN 3-925218-41-6, www.dgmp.de/de-DE/130/dgmp-berichte
- FS 2008** Fragen des radiologischen und nuklearen Notfallschutzes aus medizinischer Sicht, Gemeinsames Seminar des Arbeitskreises Notfallschutz und des Deutschen WHO REMPAN-Zentrums, Publikationsreihe FORTSCHRITTE IM STRAHLENSCHUTZ, ISSN 1013-4506, Fachverband für Strahlenschutz, Würzburg, 02.-04.04.2008
- HPA 2007** Dose Assessment of Inhaled Radionuclides in Emergency Situations, HPA (Health Protection Agency) Centre for Radiation, in: Chemical and Environmental Hazards Radiation Protection Division, http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20131102011205_www.hpa.org.uk/webc/HPAwebFile/HPAweb_C/1240472271131, HPA ist 2013 übergeführt worden in Public Health England (PHE).
- IAEA 1990** Medical Preparedness for Radiological Accidents, IAEA TECDOC, IAEA, Wien, 1990
- IAEA 1998** Diagnosis and Treatment of Radiation Injuries, Safety Reports Series No. 2, sponsored by IAEA and WHO, IAEA, Wien, 1998 (im Internet abrufbar)
- IAEA EPR 2003** Method for Developing Arrangements for Response to a Nuclear or Radiological Emergency, Emergency Preparedness and Response,

EPR-Method-2003 (Updating IAEA-TECDOC-953), IAEA, Wien, 2003, www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Method2003_web.pdf

IAEA EPR 2005 MED Generic Procedures for Medical Response During a Nuclear or Radiological Emergency, Emergency Preparedness and Response, EPR-MEDICAL (2005), co-sponsored by IAEA and WHO, IAEA, Wien, April 2005, www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/EPR-MEDICAL-2005_web.pdf

IAEA EPR 2006 FR Manual for First Responders to a Radiological Emergency, Emergency Preparedness and Response EPR-FIRST RESPONDERS (2006), jointly sponsored by CTIR IAEA, PAHO and WHO; IAEA, Wien, 2006, www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/EPR_FirstResponder_web.pdf

IAEA EPR Biodosimetry 2011 Cytogenetic Dosimetry: Applications in Preparedness for and Response to Radiation Emergencies, co-sponsored by IAEA and WHO, IAEA, Wien, 2011, www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/EPR-Biodosimetry%202011_web.pdf

IAEA GS-R-7 2015 General Safety Requirements, No. GSR Part 7, "Preparedness for a Nuclear or Radiological Emergency", Jointly sponsored by the FAO, IAEA, ICAO, ILO, IMO, INTERPOL, OECD/NEA, PAHO, CTBTO, UNEP, OCHA, WHO, WMO, Wien 2015, www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/P_1708_web.pdf

NCRP 2008 NCRP Management of Persons Contaminated with Radionuclides: Handbook, NCRP Report No. 161 - distributed by the NCRP Publications Office. <http://NCRPpublications.org>
an update and expansion of NCRP Report No. 65, Management of Persons Accidentally Contaminated with Radionuclides

ÖBFV RL E-09 Einsatz beim Vorhandensein radioaktiver Stoffe, ÖBFV Richtlinie E-09, Österreichischer Bundesfeuerwehrverband, Sachgebiet 4.5. "Strahlen- und Bioschutz", Wien, i.d.j.g.F.

ÖN S 2604 ÖNORM S 2604 Dekontaminierung von Personen im Fall einer großräumigen radioaktiven Kontamination, Teil 1: Einrichtung und

Ausstattung von Baulichkeiten als strahlenmedizinische Notfall- und DEKO-Station, Teil 2: Ablauforganisation und Verfahrenshinweise in der strahlenmedizinischen Notfall- und DEKO-Station, Österreichisches Normungsinstitut, Wien, 2008, www.on-norm.at/shop

- REACTS 2002** The Medical Basis für Radiation-Accident Preparedness – The Clinical Care of Victims, Proceedings of the Fourth International REAC/TS Conference on The Medical Basis for Radiation-Accident Preparedness March 2001, Orlando, Florida; Edited by Robert C. Ricks, Mary Ellen and Frederick M. O’Hara, Jr., The Parthenon Publishing Group, Boca Raton, 2002
- REACTS 2001** Handling Of Radiation Accidents By Emergency Personnel, Course Materials, Radiation Emergency Response and Dose Assessment Program, Oak Ridge Institute For Science And Education, REAC/TS Oak Ridge /TN, September 11-14, 2001, www.orau.gov/reacts
- REAC/TS 2012** REACTS Radiation Patient Treatment Algorithm, Version 2, 2102
- REAC/TS 2013** REAC/TS Medical Aspects of Radiation Incidents - Revision 2013 <https://orise.orau.gov/reacts/documents/medical-aspects-of-radiation-incidents.pdf> and a pocket guide: <https://orise.orau.gov/reacts/documents/medical-aspects-of-radiation-incidents.pdf>
- REAC/TS 2015** REAC/TS Early Internal and External Dose Magnitude Estimation - Revision 2015, <https://orise.orau.gov/reacts/documents/rapid-internal-external-dose-magnitude-estimation.pdf>
- SNS 2004** Waselenko JK et. al. (2004) Medical Management of the Acute Radiation Syndrome: Recommendations of the Strategic National Stockpile (SNS) Radiation Working Group, Ann Intern Med. 2004;140:1037-1051. www.annals.org , <http://annals.org/aim/fullarticle/717538/medical-management-acute-radiation-syndrome-recommendations-strategic-national-stockpile-radiation>

- SSK 4** Medizinische Maßnahmen bei Kernkraftwerksunfällen, Leitfaden für: Ärztliche Berater der Katastrophenschutzleitung, Ärzte in Notfallstationen und Ärzte in der ambulanten und stationären Betreuung; 3., überarbeitete Auflage, Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission – Band 4, Herausgegeben vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, ISBN 978-3-87344-131-6 H. HOFFMANN GmbH – FACHVERLAG, Berlin, 2007
- SSK 18** Maßnahmen nach Kontamination der Haut mit radioaktiven Stoffen – Empfehlung der Strahlenschutzkommission – Manuskripte des Fachgespräches des Ausschusses "Medizin und Strahlenschutz"; Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission – Band 18, Herausgegeben vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, ISBN 3-437-11450-6, Stuttgart: Gustav Fischer Verlag 1992
- SSK 27** Medizinische Maßnahmen bei Strahlenunfällen, Klausurtagung 1992, Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission, Bd. 27, ISBN 3-437-11633-9, Gustav Fischer-Verlag, Stuttgart, 1994
- SSK 32** Der Strahlenunfall – Ein Leitfaden für Erstmaßnahmen; 2., überarbeitete Auflage, Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission Band 32, Herausgegeben vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, ISBN 978-3-87344-139-2 H. HOFFMANN GmbH – FACHVERLAG, Berlin, 2008
- SSK 2002** Maßnahmen zur Organisation und Optimierung der medizinischen Versorgung von Strahlenunfall-Patienten in der Bundesrepublik Deutschland, Empfehlung der Strahlenschutzkommission, verabschiedet i. d. 179. Sitzung, Juli 2002, <http://www.ssk.de/werke/w2002.htm>
- SUVA 2001** Der Strahlenunfall – Informationsschrift zur Behandlung von Strahlenverletzten, 2. überarbeitete Auflage, SUVA (Schweizerische Unfallversicherungsanstalt) Arbeitsmedizin, Luzern, Juli 2001 (im Internet abrufbar)

- TMT** TMT handbook. Triage, monitoring and treatment of people exposed to ionizing radiation following a malevolent act, 2009
www.tmthandbook.org/en/Disclaimer_download
- UNSCEAR 2000** UNSCEAR 2000 Report: Sources and Effects of Ionizing Radiation, United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, Wien, 2000
www.unscear.org/unscear/en/publications/2000_1.html
- WHO 2017** Radiation Emergency Medical Preparedness and Assistance Network (REMPAN) Collaborating Centres and Liaison Institutions Members Directory, WHO, Genf, 2017;
www.who.int/ionizing_radiation/a_e/rempan-directory-2017.pdf?ua=1
- Staudenherz, Leitha 2011** Medical preparedness in radiation accidents: a matter of logistics and communication not treatment! Int Journal Occup Environ Med. 2011 Jul; 2(3):133-42.
- Ziegler 2006** Hospital Preparedness for Contaminated Patients in Austria. A Survey with a Proposed New Evaluation Tool, Dissertation for the MSc in Risk, Crisis and Disaster Management, University of Leicester 2006.

6.4 Relevante Literaturstellen im Original (Auszug oder Download-Link)

6.4.1 Empfehlungen zur Dekontamination aus SSK 32

Allgemeine Hinweise zur Dekontamination, insbesondere zur Personendekontamination (5.1.2)

Dekontamination der Haut

- Leicht anhaftende, geringe Kontaminationen lassen sich meist im ersten Waschgang mit Wasser entfernen.

Die Haut ist nur an den kontaminierten Stellen mit lauwarmem fließendem Wasser (ca. 30°C), wie beim normalen Waschen, bei Bedarf unter Benutzung einer schonenden, im schwach sauren pH-Bereich gepufferten Flüssigseife und eines Schwammes möglichst umgehend zu reinigen (ggf. mehrmals, evtl. unter messtechnischer Kontrolle).

Dabei ist zu beachten:

- So hautschonend wie möglich dekontaminieren!
- Kontamination nicht auf andere Körperteile verschleppen!
- Von zentral nach peripher, ggf. unter Schutzabdeckung nicht kontaminierter Körperteile dekontaminieren.
- Spätestens bei beginnender Hautrötung die Dekontamination einstellen, Haut nicht durch Dekontaminationsmaßnahmen verletzen!
- Nach Ende der Dekontamination Hautpflegemittel benutzen!

Dekontamination der Haare

- Die Haare mit nach hinten geneigtem Kopf von einem Helfer (mit Handschuhen) waschen und gut nachspülen lassen.

Dabei beachten:

- Kein kontaminiertes Wasser ins Gesicht oder die Ohren gelangen lassen!

Dekontamination der Augen

Nur von einem Arzt, einem Sanitäter oder einer in Erster Hilfe ausgebildeten Person durchführen lassen:

- Spülen der Augen mit geeigneter Spülflüssigkeit vom inneren Augenwinkel nach außen.

Dekontamination von Mund, Nase, Ohren

- Ausspülen des Mundes mit reichlich Wasser!
- Dekontamination der Nase durch Schnäuzen!
- Dekontamination der Gehörgänge – Ohrspülung bzw. Austupfen mit Wasser unter otoskopischer Kontrolle – nur durch einen Arzt

Dabei beachten:

- Bei Kontamination Mund, Nase und Ohren besteht immer Inkorporationsgefahr, ihre Behandlung hat Priorität! Zur Erfassung müssen ggf. nuklidabhängig erforderliche diagnostische Maßnahmen veranlasst werden.

Hautfalten Nagelfalz und Fingernägel

- Wenn in Hautfalten, im Nagelfalz oder unter den Fingernägeln Kontamination nachgewiesen wird, ist diese gezielt zu entfernen. Hierfür sind einfache Instrumente wie Nagelreiniger, weiche Bürste oder Klebestreifen geeignet.

Vorgehen bei verbleibender Kontamination (5. .3)

Falls der erste Dekontaminationsvorgang nicht zum Erfolg führt, ist die Dekontamination bis zu zweimal zu wiederholen und der jeweilige Dekontaminationseffekt zu messen. Solange der Dekontaminationseffekt größer als 10 % ist, und der Zustand der Haut es erlaubt, sind weitere Waschvorgänge angezeigt.

- Ist der Dekontaminationseffekt kleiner als 10 % und die verbleibende flächenbezogene Aktivität geringer als 10 Bq/cm² (gemittelt über 100 cm² bei einer überwiegend über die gesamte Fläche verteilten Kontamination), kann auf eine weitere Dekontamination verzichtet werden.

Falls eine vorzeitige Beendigung der Dekontamination nach den oben genannten Kriterien erforderlich ist und dennoch eine flächenbezogene Aktivität von mehr als 10 Bq/cm² verbleibt, ist wie folgt vorzugehen:

- Hinzuziehen des Strahlenschutzbeauftragten und des ermächtigten Arztes
- Abschätzung der Hautdosis
- Entscheidung über weitere Dekontaminationsmaßnahmen
- Aufzeichnung auf möglichst vorgefertigtem Protokoll mit folgenden Angaben:
 - Name / Abt.
 - Zeitpunkt der Kontamination und Dekontaminationsmaßnahme
 - kontaminierter Körperteil
 - Fläche der Kontamination in cm²
 - Anfangs- und Restwert der flächenbezogenen Aktivität in Bq/cm²
 - Nuklidzusammensetzung
 - verwendete Dekontaminationsmittel
 - resultierende Hautdosis
 - angeordnete Auflagen zur Freigabe

An eine mögliche Inkorporation über die Haut muss gedacht werden, ebenso an die Möglichkeit einer Verschleppung von radioaktiven Stoffen bei großflächigen Kontaminationen. Auch bei hartnäckigen Kontaminationen bewirkt der rasche Zellumsatz der Haut eine Abstoßung des kontaminierten Areals in wenigen Tagen. Die Strahlenexposition in der Umgebung ist dabei zu vernachlässigen.

6.4.2 Empfehlungen zur Wundversorgung aus SSK 32

Maßnahmen bei kontaminierten Wunden (5. .)

Ersthelfende Ärzte oder das Rettungsdienstpersonal werden bisweilen im Zusammenhang mit der gezielten Hilfe bei sogenannten kombinierten Unfällen, d. h. konventionellen Verletzungen bei gleichzeitiger Kontamination oder anderweitiger Strahleneinwirkung, insbesondere bei kontaminierten Wunden, vor Probleme gestellt.

Bei einer Kombinationsverletzung hat die Behandlung der lebens- oder funktionsbedrohenden konventionellen Verletzung den Vorrang.

Grundsätzlich ist eine offene Verletzung in einem Kontrollbereich oder beim Umgang mit radioaktiven Stoffen wegen der damit erhöhten Inkorporationsgefahr als radioaktiv verunreinigt anzusehen, solange nicht durch Messung das Gegenteil feststeht.

Vorgehen bei gesicherter Kontamination: Die Wunde wird unter fließendem Wasser, eventuell mit steriler Kochsalzlösung ausgespült, erforderlichenfalls, z. B. bei tiefen Stichwunden, kommt eine Förderung der Wundblutung durch venöse Stauung infrage. Vor Dekontamination der eigentlichen Wunde wird zunächst die Umgebung unter Abdeckung der Wunde mit einem wasserdichten Pflasterverband mit saugender Unterlage gereinigt. Nach Dekontamination der Wundumgebung wird der Pflasterverband entfernt, die Wunde dekontaminiert und danach ebenso wie eine konventionelle Wunde versorgt.

Kontaminierte Wunden und Abschürfungen sollten mit einiger Dringlichkeit behandelt werden, die sorgfältige Überwachung und Bestimmung der Aktivität unter Berücksichtigung der Art der Radionuklide in der Wunde ist für die eigentliche Behandlung maßgebend.

Ob eine chirurgische Intervention indiziert ist, hängt weitgehend von dem durch die Wunde aufgenommenen radioaktiven Stoff und dem Zustand der Wunde ab. Radioaktive Stoffe, die leicht löslich sind und damit vom Körper schnell aufgenommen und gelöst in ihm transportiert werden, können eine lokale und eine allgemeine Behandlung erfordern. Im Gegensatz dazu ist bei schwer löslichen Radionukliden eine chirurgische Entfernung zu überlegen. Unter Umständen müssen stark kontaminierte Gewebeteile entfernt werden. Während operativer Maßnahmen müssen die Wunde und das entfernte Material fortlaufend messtechnisch kontrolliert werden.

- Es ist grundsätzlich wichtiger, die Funktion der Organe und deren Struktur und Aussehen zu bewahren als die vollständige Entfernung der Kontamination anzustreben, sofern nicht im Einzelfall mit deterministischen Gesundheitsschäden durch eine Langzeitwirkung radioaktiver Stoffe im Körper gerechnet werden muss.

Bei allen Personen mit bedeutsamen Wundkontaminationen sollten abhängig von infrage kommenden Nukliden Proben von Urin und Stuhl und das ggf. exzidierte Gewebe asserviert werden, um eine eventuelle Aktivitätsaufnahme aus den Ausscheidungen mit Hilfe einer geeigneten Inkorporationsmessstelle nachweisen zu können.

Wunden durch Hitze und chemische Einflüsse können ebenso wie Verletzungen nach Oberflächenkontamination das Eindringen radioaktiver Stoffe in den Körper ermöglichen. Wenngleich die Aufnahme der Aktivität dabei nicht so wahrscheinlich wie bei offenen Wunden ist, soll auch in solchen Fällen rasch gehandelt werden.



International Atomic Energy Agency and
World Health Organization

HOW TO RECOGNIZE AND INITIALLY RESPOND TO AN ACCIDENTAL RADIATION INJURY

Since the discovery of ionizing radiation, knowledge of its detrimental effects has accumulated. Despite considerable development in the techniques of radiation safety, accidents may happen which might injure people.

Radiation sources are widely used in medicine, industry, agriculture and research. They might be lost, stolen, or otherwise out of proper control and this can lead to injuries to persons who came into contact with them.

Radiation accidents are rare. The statistics show that between 1944 and 1999 in 405 accidents worldwide, approximately 3000 persons were injured, with 120 fatalities (including the 28 Chernobyl victims). During the last few years the number of accidents and incidents involving radiation sources has increased. Often the victims of such occurrences are unaware that they may have been exposed to radiation. The medical consequences of these situations might first be observed by general practitioners (GPs), dermatologists, haematologists, specialists in infectious diseases and other medical doctors, but diagnosis may not be immediately obvious. Lack of knowledge about the consequences of exposure to radiation is one of the main reasons why many accidental injuries are not recognized early enough for the most effective

five treatment. Health authorities and medical personnel therefore need to be prepared for such an eventuality.

This leaflet is intended to inform physicians — mainly GPs — and medical students on how to recognize a possible radiation injury. It is important to note that radiation injury has no special signs and symptoms. However, the combination of some of them may be typical of radiation injury.

What are the types of radiation exposure that might arise from an accident?

The exposure can be

- external to the body, in which case it may be to the whole body or limited to larger or smaller parts of the body, or
- internal due to contamination with radioactive materials, if ingested, inhaled, or deposited in wounds.

Exposure can be acute, protracted or fractionated. It can occur alone, or be combined with other injury, such as trauma, thermal burn, etc.

Recognizing radiation injuries by their clinical manifestations

Following a high-level accidental exposure to radiation, injuries evolve over time in distinct phases. The length and time of the occurrence of the phases depend on the dose. Low doses do not produce observable effects.

A typical course following a whole body exposure to a source of penetrating radiation involves an initial prodromal phase with symptoms such as nausea, vomiting, fatigue and possibly fever and diar-

rhoea, followed by a latent period of varying lengths. A period of illness follows, characterized by infection, bleeding and gastrointestinal symptoms. Problems in this period are due to deficiencies of cells of the haematopoietic system, and, with higher doses, to loss of cells lining the gastrointestinal tract.

A local exposure, depending on dose, can produce signs and symptoms in the exposed area such as erythema, oedema, dry and wet desquamation, blistering, pain, necrosis, gangrene or epilation. Local skin injuries evolve slowly over time — usually weeks to months — may become very painful and are difficult to treat by usual methods.

Partial body exposures result in a combination of varying symptoms as mentioned above, the type and severity of which depend on the dose to and volume of the exposed part of the body. Additional symptoms may be related to location of the tissues and organs involved.

There are usually no early symptoms associated with internal contamination unless the intake has been very high, which is extremely rare. If this has occurred, it will normally be obvious to the person concerned. Therefore, the focus of this leaflet is on external exposure resulting from radiation sources.

What are the main questions to ask the patients (when taking detailed anamnesis of a suspected radiation exposure)?

- a) Did you find or come into physical contact with an unknown metallic object? If yes, when, where and how?
- b) Did you see a sign like this  (eg. on its package)?
- c) Were there similar symptoms among family members and colleagues at the same time?
- d) Do you know how you received this injury?

What should the physician do if radiation injury is suspected?

- If the patient has a conventional injury or illness, save life and treat as normally required. Note that radiation does not produce life threatening early symptoms.
- Be aware that a radiation injured person does not present a health risk to the doctor.
- Do not touch any unfamiliar object in the patient's possession and move staff and patients to another room until the nature of the object has been determined by a radiation protection specialist.
- If contamination is suspected, avoid spread of material by using isolation procedures. Contact a radiation authority or radiation protection service for monitoring.
- Do a prompt complete blood count, repeated in 4 to 6 hours within a day. Look for a drop in the absolute lymphocyte count if exposure was recent. If the initial white blood cell and platelet counts are at the same time abnormally low, consider the possibility of an exposure of 3 to 4 weeks earlier. Additional daily blood counts will be needed.



Photo 1a. Early erythema in the frontal and antilateral right side of the chest 5 days after the exposure to an Iridium-192 source (185 GBq, 5 Ci) mounted in a pen-size source holder for industrial radiography which was placed to the pocket of the worker's overall and kept there for about two hours.

Photo 1b. Early erythema 11 days after exposure.

- Notify health authority and radiation protection service if radiation injury is diagnosed or suspected.

Differential diagnosis of radiation injury

Consider radiation injury in a differential diagnosis if the patient presents with:

- A description of circumstances that might have led to a radiation exposure (eg. work with scrap metal).
- Nausea and vomiting, especially if accompanied by erythema, fatigue, diarrhoea or other symptoms not explained by other causes, such as intestinal infections, food poisoning and/or allergy.
- Skin lesions without knowledge of a chemical or thermal burn, or insect bite, or history of skin disease or allergy, but with desquamation and epilation in the exposed area further to erythema having occurred 2 to 4 weeks previously.
- Epilation or bleeding problems (such as petechia, gingival or nose bleedings) with a history of nausea and vomiting 2 to 4 weeks previously.

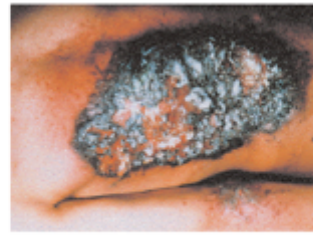


Photo 1c. Desquamation and skin necrosis 21 days after exposure. Note: the white areas correspond to silver ointment.



Photo 1d. Tense painful blisters of the left palm on day 20 evolving from erythema with early blistering which had appeared on day 10 after the initial contact for a few minutes with the Iridium-192 source.

Some recommendations on your preparedness

- Have available in advance the telephone numbers of the health authorities and radiation protection service (and keep them up-to-date).
- Rely on professional information from the national health authority and radiation protection service and assist in the implementation of their recommendations.

Further readings

IAEA-WHO: Diagnosis and Treatment of Radiation Injuries. Safety Report Series, No. 2, IAEA, Vienna, 1998.

IAEA-WHO: Planning the Medical Response to Radiological Accidents. Safety Report Series, No. 4, IAEA, Vienna, 1998.

IAEA-ILO-WHO: Health Surveillance of Persons Occupationally Exposed to Ionizing Radiation. Safety Report Series, No. 5, IAEA, Vienna, 1998.

© IAEA, 2000 00-01288



Photo 2a. An ulcer in subacute stage and five ulcers following self-healing with depigmentation caused by being unawarely exposed 4-8 months earlier to the same 164 GBq (4.4 Ci) cesium-137 source (placed in a pocket of a trench coat used as a blanket).



Photo 2b. Deep infected ulcer on the upper medial part of right thigh six months after being unawarely exposed to a 164 GBq (4.4 Ci) cesium-137 source.



International Atomic Energy Agency and World Health Organization

Strahlenschäden bei Strahlenunfällen - Erkennung und Erstmaßnahmen

Seit der Entdeckung der ionisierenden Strahlung hat sich die Kenntnis ihrer schädlichen Wirkungen angesammelt. Trotz eines hoch entwickelten Strahlenschutzes können Unfälle passieren, die Menschen verletzen könnten.

Strahlenquellen sind weit verbreitet in Medizin, Industrie, Landwirtschaft und Forschung. Diese können verloren gehen oder gestohlen werden, oder aus einem anderen Grund nicht mehr der Kontrolle [durch Strahlenschutzbeauftragte oder Behörden] unterliegen. Dies kann zu Verletzungen von Personen führen, die mit ihnen in Berührung gekommen sind.

Strahlenunfälle sind selten. Die Statistik zeigt, dass zwischen 1944 und 1999 bei 405 Unfällen weltweit etwa 3000 Personen verletzt wurden, mit 120 Todesopfern (einschließlich der 28 Tschernobyl-Opfer). In den letzten Jahren hat sich die Zahl der Unfälle und Zwischenfälle mit Strahlungsquellen erhöht. Oft sind sich die Opfer solcher Vorkommnisse nicht bewusst, dass sie der Strahlung ausgesetzt sind.

Die daraus entstehenden Gesundheitsfolgen könnten zunächst von Hausärzten, Dermatologen, Hämatologen, Spezialisten für Infektionskrankheiten und anderen Ärzten beobachtet werden, aber die Diagnose kann (und wird wahrscheinlich) nicht sofort offensichtlich sein.

Mangel an Wissen über die Konsequenzen einer Strahlenexposition ist einer der Hauptgründe, warum viele Unfallverletzungen nicht früh genug für die effektivste Behandlung erkannt werden. Gesundheitsbehörden und medizinisches Personal müssen daher für eine solche Möglichkeit vorbereitet werden.

Diese Broschüre soll Ärzte - vor allem Allgemeinmediziner - und Medizinstudenten darüber informieren, wie man eine mögliche Strahlenbelastung erkennt.

Es ist wichtig zu beachten, dass Strahlenverletzungen keine besonderen Anzeichen und Symptome haben. Allerdings kann die Kombination von einigen von ihnen typisch für Strahlenverletzungen sein.

Was sind die Arten von Strahlenbelastung, die aus einem Unfall entstehen könnten?

- Es kann zu einer Strahlenexposition von außen kommen, entweder am gesamten Körper oder an Teilen des Körpers.
- Radioaktiver Stoff kann auf die Körperoberfläche gelangen (Kontamination) oder durch Einatmen, Verschlucken oder über Wunden in den Körper aufgenommen werden (Inkorporation).

Die Strahlenbelastung kann akut, protrahiert oder fraktioniert sein. Sie kann alleine auftreten oder mit anderen Verletzungen kombiniert werden, wie z.B. Trauma, thermische Verbrennung usw.

Erkennung der Strahlenwirkung durch ihre klinischen Auswirkungen

Nach einer unfallbedingten Strahlenexposition mit hoher Dosis entwickeln sich Symptome im Laufe der Zeit in verschiedenen Phasen. Die Länge und die Zeit des Auftretens der Phasen hängen von der Dosis ab. Niedrige Dosen erzeugen keine beobachtbaren Effekte.

Ein typischer Verlauf nach einer Ganzkörper-Exposition von durchdringender Strahlung beinhaltet eine anfängliche prodromale Phase mit Symptomen wie Übelkeit, Erbrechen, Müdigkeit und möglicherweise Fieber und Durchfall, gefolgt von einer latenten Periode unterschiedlicher Dauer.

Es folgt eine Periode der Erkrankung, die durch Infektion, Blutungen (verursacht durch Störung des hämatopoetischen Systems) und gastrointestinale Symptome (verursacht durch Schädigung des Darmepithels) gekennzeichnet ist.

Eine lokale Exposition kann, abhängig von der Dosis, Anzeichen und Symptome im exponierten Bereich wie Erythem, Ödem, trockene und nasse Desquamation, Blasenbildung, Schmerzen, Nekrose, Gangrän oder Epilation hervorrufen.

Lokale Hautschäden entwickeln sich langsam (in der Regel über Wochen bis Monate), können sehr schmerzhaft werden und erfordern aufwändige Therapie.

Teilkörperexpositionen führen zu einer Kombination von verschiedenen Symptomen, deren Art und Schwere von der Dosis und dem Volumen des exponierten Teils des Körpers abhängen. Zusätzliche Symptome können durch die Schädigung der beteiligten Gewebe und Organe entstehen.

Nach Inkorporation gibt es in der Regel keine frühen Symptome, es sei denn, die Aufnahme war sehr hoch, was sehr selten ist. Wenn dies geschehen ist, ist es für den Betroffenen normalerweise offensichtlich. Der Schwerpunkt dieser Broschüre liegt daher auf der Exposition gegenüber Strahlenquellen.

Was sind die wichtigsten Fragen an den Patienten (bei einer detaillierten Anamnese einer vermuteten Strahlenbelastung)?

A) Hatten Sie in Kontakt mit einem unbekanntem metallischen Gegenstand? Wenn ja, wann, wo und wie?

B) Haben Sie ein solches Zeichen gesehen (z.B. auf seinem Paket)?



C) Gab es ähnliche Symptome bei Familienmitgliedern und Kollegen zur gleichen Zeit?

D) Wissen Sie, wie Sie diese Verletzung erhalten haben?

Was sollte der Arzt tun, wenn Strahlenverletzungen vermutet werden?

- Wenn der Patient eine konventionelle Verletzung oder Krankheit hat, führen sie "life support" durch, wie es normalerweise erforderlich ist. Beachten Sie, dass Strahlung keine lebensbedrohlichen frühen Symptome hervorruft.
- Seien Sie sich bewusst, dass eine strahlenverletzte Person kein Gesundheitsrisiko für den Arzt darstellt.
- Berühren Sie kein unbekanntes Objekt im Besitz des Patienten und bringen Sie das Personal und die Patienten in ein anderes Zimmer, bis die Art des Objekts von einem Strahlenschutzspezialisten bestimmt wurde.
- Wenn Sie eine Kontamination vermuten, vermeiden Sie die Ausbreitung. Treffen Sie Maßnahmen wie bei der Erkennung einer stark ansteckenden Erkrankung ("standard precautions").
- Verständigen Sie die Strahlenschutzbehörde oder die Einsatzkräfte (Strahlenschutzdienst).
- Machen Sie sofort ein vollständiges Blutbild, wiederholt in 4 bis 6 Stunden innerhalb eines Tages. Suchen Sie nach einem Abfall in der absoluten Lymphozytenzahl, wenn die

Exposition kurz zurückliegt. Wenn die Anzahl der weißen Blutkörperchen und Thrombozyten ungewöhnlich niedrig sind, sollten Sie die Möglichkeit einer Exposition vor 3 bis 4 Wochen in Betracht ziehen. Zusätzliche tägliche Blutwerte werden benötigt.

- Benachrichtigen Sie die Gesundheitsbehörde und die Einsatzkräfte, wenn eine Strahlenbelastung diagnostiziert oder vermutet wird.

Differentialdiagnosen

Schließen Sie Strahlung in Ihre Differentialdiagnose ein, wenn der Patient Folgendes angibt oder zeigt:

- Umstände, die zu einer Strahlenbelastung geführt haben könnten (z.B. mit Schrott, Fund von Gegenständen)
- Übelkeit und Erbrechen, insbesondere wenn sie begleitet sind von Erythem, Müdigkeit, Durchfall oder anderen Symptomen, die nicht durch andere Ursachen (wie Darminfektionen, Lebensmittelvergiftungen oder Allergien) erklärt werden
- Hautläsionen ohne Hinweis auf chemische oder thermische Verbrennung oder Insektenstich oder Verlauf der Hautkrankheit oder Allergie
- Hautläsionen mit Abschuppung und Epilation nach einem Erythem 2 bis 4 Wochen
- Epilations- oder Blutungsprobleme (wie Petechien, Zahnfleisch- oder Nasenbluten) mit einer Vorgeschichte von Übelkeit und Erbrechen 2 bis 4 Wochen zuvor.

Empfehlungen zu Ihrer Vorbereitung

- Haben Sie die Telefonnummern der Strahlenschutzbehörde und der Einsatzkräfte (Strahlenschutzdienst) griffbereit (und aktuell).

Abbildung 19 Beispiele Strahlenschäden bei Strahlenunfällen

	<p>Foto 1a. Frühes Erythem in der frontalen und antelateralen rechten Seite der Brust 5 Tage nach der Exposition mit einer Iridium-192-Quelle (185 GBq, 5 Ci, für industrielle Radiographie, mit Halter) welche 2 Stunden in der Brusttasche getragen wurde</p>		<p>Foto 1b. Frühes Erythem 11 Tage nach der Exposition.</p>
	<p>Foto 1c. Desquamation und Hautnekrose 21 Tage nach der Exposition. Hinweis: Die weißen Flecken sind Silber-Salbe</p>		<p>Foto 1d. Tag 20: schmerzhafte gespannte Blase an der linken Handfläche nach einigen Minuten Kontakt mit der Iridium-192-Quelle (am Tag 10 hatte sich ein Erythem mit einer frühen Blasenbildung entwickelt).</p> <p>Foto 2a. Ein subakutes Geschwür und fünf abgeheilte Geschwüre mit Depigmentierung, durch unbewussten Kontakt mit immer derselben 164 GBq (4.4 Ci) Cäsium-137-Quelle (in einer Tasche eines als Decke verwendeten Trenchcoats) 4-8 Monate zuvor.</p> <p>Foto 2b. Tiefes, infiziertes Geschwür am oberen medialen Teil des rechten Oberschenkels sechs Monate nach unbewusstem Kontakt mit einer 164 GBq (4,4 Ci) Cäsium-137 Quelle.</p>

6.4.4 ÖNORM D 2305 Sofort-Dekontamination (Auszug)

Auszug aus ÖNORM D 2305 Dekontamination von Personen nach CBRN-Ereignissen - Anforderungen an die Sofort-Dekontamination:

Vorwort

Personen, die bei CBRN-Ereignissen den freigesetzten CBRN-Stoffen ausgesetzt waren bzw. damit kontaminiert wurden, haben denselben Anspruch auf fachgerechte Versorgung wie alle anderen Personen, denen die Einsatzorganisationen Hilfe leisten. ...

Der beschriebene Ablauf ist ein anzustrebender Idealzustand. Es ist nicht möglich, auf alle Eventualitäten einer Einsatzsituation in jedem Detail einzugehen. Es kann daher erforderlich sein, dass das Personal der Einsatzorganisationen entsprechend seiner Lagefeststellung und Lagebeurteilung vom beschriebenen Ablauf z. B. durch eine geänderte Reihenfolge der Maßnahmen abweicht.

1 Anwendungsbereich

Diese ÖNORM ... gibt Leitlinien für Erstmaßnahmen zur Versorgung von Personen, die von den ersteintreffenden Einsatzkräften am Ort eines CBRN-Ereignisses unmittelbar durchzuführen sind, ohne das Eintreffen von Spezialkräften oder spezieller Ausrüstung abzuwarten.

- ... auch für innerbetriebliches Notfallmanagement
- ... aufbauend auf vorhandenen Regelwerken, vor allem der Gefahrstoff-Taktik der Feuerwehr.

4 Sofort-Dekontamination

4. Allgemeines

Sofort-Dekontamination ist Teil der Menschenrettung gemäß GAMS-Regel

- so früh wie möglich außerhalb der Wirkzone
- ohne das Eintreffen von Spezialkräften oder spezieller Ausrüstung abzuwarten.
- bereits bei Verdacht auf Vorliegen einer Kontamination

Als Faustregel kann gelten: „Wer zuerst kommt, wäscht zuerst.“

Beachte:

- **Bewusstlose Personen** VOR Sofort-Dekontamination in stabile Seitenlage bringen.
- **Starke Blutungen** SOFORT stillen.
- bei **Atem-Kreislauf-Stillstand** stoff-abhängig ...
- Im Allgemeinen (jedenfalls bei B-, R- und N-Stoffen sowie bei den meisten C-Stoffen) unverzüglich mit der Herzdruckmassage beginnen.
- Nur bei chemischen Stoffen mit akut toxischer und/oder stark ätzender Wirkung zuerst dekontaminieren.
- keine **Mund-zu-Mund-** bzw. Mund-zu-Nase-Beatmung
- **Sauerstoffgabe und Defibrillation** bei brennbaren Stoffen erst nach Sofort-Deko

Sofort-Dekontamination =

- Entfernen der Kleidung und
- Abspülen der Körperoberfläche.

Während das Entfernen der Kleidung stets zu erfolgen hat, kann das Abspülen der Körperoberfläche aufgrund bestimmter Umstände entfallen (gemäß 4.3).

ANMERKUNG Kontaminierte Gegenstände luftdicht verschließen und der Person eindeutig zuordnen (Sofort-Dekontamination dadurch nicht verzögern).
Auf unmittelbare Bedürfnisse der Person (Brille, Hörgerät) ... Rücksicht ... nehmen.

4. Entfernen der Kleidung

Als erster Schritt der Sofort-Dekontamination muss möglichst rasch die Kleidung entfernt werden.

- Staubentwicklung bestmöglich vermeiden.
- Kleidungsstücke nicht über den Kopf ausgeziehen => zerschneiden
- Bewusstlose nur so lange wie unbedingt erforderlich aus der stabilen Seitenlage bringen

ANMERKUNG: FFP3-Maske, sofern dies ohne nennenswerte Verzögerung möglich ist und von der Person toleriert wird.

ANMERKUNG: nach Möglichkeit für Sichtschutz gegenüber Unbeteiligten

ANMERKUNG: abgelegte Kleidung luftdicht verschließen und kennzeichnen (zur Zuordnung zum Patient)

4. Abspülen der Körperoberfläche

Mit dem Abspülen der Körperoberfläche sollte unverzüglich nach dem Entfernen der Kleidung begonnen werden. Als Faustregel kann gelten: „Lieber grob und jetzt als spät und perfekt“.

Abspülen:

- mit großen Mengen Wasser (auch bei CBRN-Stoffen, die mit Wasser gefährlich reagieren)
- nach Möglichkeit lauwarmes Leitungswasser
- für einen Zeitraum von einigen Minuten
- von den Körperöffnungen weg
- bei Kältezittern **so rasch wie möglich** beenden
- kann auf den kontaminierten Körperteil beschränkt werden (sofern dies erkennbar ist)
- bei liegenden Personen **durch Umlagern** die gesamte Körperoberfläche abspülen

Bewusstlose nur so lange wie unbedingt erforderlich aus der stabilen Seitenlage bringen

Verletzte/erkrankte situationsgerecht lagern

4. Weitere Versorgung

- abtrocknen
- Wärmeerhalt (z. B. Rettungsdecke).

Weitere Versorgung/Transport für Helfer in Basis-Schutzausrüstung gefahrlos

Information über Kontamination sowie durchgeführte Deko-Maßnahmen weitergeben

4. Vorgehen bei Verletzungen

- Das Stillen starker Blutungen hat Vorrang vor der Sofort-Dekontamination (gemäß 4.1).
- **Oberflächliche Wunden** erst nach Sofort-Dekontamination gemäß Erste Hilfe versorgen.
- Verletzungen von **Körperhöhlen** oder **Gelenken** sowie offene Frakturen vor der Sofort-Dekontamination keimfrei und wasserundurchlässig abdecken (nicht hineinspülen!)

- abweichende Entscheidungen durch den Notarzt sind Im Einzelfall möglich (z. B. Spülen mit viel Wasser bei Kontamination mit konzentrierter Säure)
- **Getränkte Verbände** nach der Sofort-Dekontamination ersetzen.
- Wenn Verletzungen das Umlagern zum Abspülen behindern => bestmöglich abspülen
- **Fremdkörper** in Wunden belassen.
 - außer von einem Fremdkörper geht eindeutig weiterhin eine CBRN-Gefahr für den Verletzten aus (z. B. hoch aktive Strahlenquelle)

6.4.5 ÖNORM S 2604: Strahlenmedizinische Notfall- und Deko-Station (Auszug)

AUSSCHNITT ÖNORM S 2604-1:2008

4. Einrichtung und Ausstattung

4. . Spezielle Anforderungen an die einzelnen Zonen

(E) Medizinische Versorgungszone:

(E.) Patienten-DEKO-Bereich:

Die Ausstattung entspricht sinngemäß der Ausstattung der Bereiche (C.3) und (C.4), adaptiert zur Dekontaminierung nicht gehfähiger bzw. liegender Personen.

- DEKO-Liege (mit ungehindertem Abfluss der Reinigungsflüssigkeit vom Körper des Patienten) mit kontrollierter Ableitung des Abwassers;
- Handbrause, möglichst mit Zumischeinrichtung für Personen-DEKO-Mittel;
- Handwaschbecken;
- Nagelbürste, Nagelscheren;
- Haarschneidemaschine und Einmal-Rasierer;
- Reinigungsmittel (milde Seife, Handspülmittel, sofern vorhanden spezielle Personen-DEKO Mittel, Haarwaschmittel);
- Sprühflaschen zum raschen und gleichmäßigen Aufbringen von Reinigungsmitteln;
- Kunststoffsäcke für möglicherweise kontaminierte Kleidung (hierbei ist für eine personenbezogene Identifizierungsmöglichkeit, z. B. durch PLS-Nummern, zu sorgen);
- spritzwasserfest verschließbare Kunststofftaschen für Wertgegenstände u. dgl. (einschließlich personenbezogener Identifizierungsmöglichkeit);
- Behelfskleidung;
- Patientenliegen mit Einmal-Auflagen;
- tragbares Kontaminationsmessgerät;
- Material zur Markierung der Personen je nach Unterteilung gemäß 3.1, z. B. Kunststoff-Armbänder in verschiedenen Farben;
- Schreibplatz.

4. Personalbedarf

4. . Spezielle Anforderungen an den Personalbedarf

(E) Medizinische Versorgungszone:

(E.) Patienten-DEKO-Bereich:

- Notarzt mit Kenntnissen im Strahlenschutz;
- Personal mit Kenntnissen hinsichtlich der zu setzenden Dekontaminierungsmaßnahmen (Krankenpflege- oder Sanitätspersonal);
- Personal zur Messung der Kontamination;
- Hilfspersonal.

Anmerkung:

Für den reibungslosen Ablauf ist die Anwesenheit von Notärzten in den Bereichen (A.3) und (E.2 Medizinische Versorgungseinrichtung) erforderlich, in (C.7) und (E.1) wünschenswert.

Für die medizinische Abschlussbeurteilung im Bereich (C.7) und für die Patienten-DEKO in (E.1) sind Strahlenschutzkenntnisse der Ärzte Voraussetzung.

Für den Arzt, dem die medizinische Gesamtleitung obliegt, ist die Qualifikation als leitender Notarzt wünschenswert. Sofern die Anzahl der Ärzte in der DEKO-Station geringer ist, muss mit einem wesentlich eingeschränkten Durchsatz von Personen gerechnet werden.

Anhang D (normativ)

Übersicht über Tätigkeiten, Ausstattung und Personalbedarf je Zone bzw. Bereich der strahlenmedizinischen Notfall- und DEKO-Station

Tabelle D. – Übersicht über Tätigkeiten, Ausstattung und Personalbedarf je Zone bzw. Bereich einer strahlenmedizinischen Notfall- und DEKO-Station

	Bereich	Tätigkeit	Ausstattung		Personal
			Allgemein	PSA	
E	Medizinische Versorgungszone				
E.1	Patienten-DEKO-Bereich	Patienten-DEKO	DEKO-Liege, Handbrause möglichst mit Zumischeinrichtung, Reinigungsmittel, Handwaschbecken, Nagelbürste und -scheren, Haarschneidemaschine, Rasierapparat, Sprühflaschen, Kunststoffsäcke mit Kennzeichnungssystem, Effektenbeutel, Behelfskleidung, Patientenliegen mit Einmal-Auflagen, Personenmarkiersystem (z. B. farbige Bänder), Schreibplatz, Kontaminationsmessgerät	Standard a)	Arzt, „Waschpersonal“, Sanitätspersonal, Messtechniker, Hilfspersonal
E.2	Medizinische Versorgungseinrichtung	Medizinische Versorgung von Patienten, ggf. Abtransport RD	Ausstattung auf Basis einer Sanitätshilfstelle der jeweiligen Rettungsorganisation		Arzt, Sanitätspersonal

a) „Standard“ beinhaltet die folgende persönliche Schutzausrüstung:

- Staubschutzanzug einschließlich Haube (Kategorie 3 Typ 5),
- FFP3V-Atemschutzmasken mit Ausatemventil,
- Chemieschutzbrille,
- Schutzhandschuhe (auf NITRIL-Basis wegen Festigkeit und Allergieprävention),
- Gummistiefel.

5 DEKO-Station (Modell); Verfahrensgrundsätze

5. Ablaufbedingte Unterteilung der DEKO-Station

5.. Zonen der DEKO-Station

(E) Medizinische Versorgungszone: In dieser Zone erfolgen die Dekontaminierung und die spezielle medizinische Behandlung von Personen, für die der Standardablauf nicht möglich war, z.B. verletzte oder nicht gehfähige Personen. Zusätzlich erfolgt hier bei Bedarf die weitere medizinische Betreuung von Personen, die dem Standardablauf in der Kernzone unterzogen wurden. Sofern notwendig, wird ein Abtransport zu einer Einrichtung einer höheren medizinischen Versorgungsebene organisiert. Die medizinische Versorgungszone (E) umfasst folgende Bereiche:

(E.) Patienten-DEKO-Bereich

(E.) Medizinische Versorgungseinrichtung

5. Vorgangsweise in den einzelnen Bereichen

(E) Medizinische Versorgungszone: In dieser Zone erfolgen die Dekontaminierung und die spezielle medizinische Behandlung von Personen, für die der Standardablauf nicht möglich war, z.B. verletzte oder nicht gehfähige Personen. Zusätzlich erfolgt hier bei Bedarf die weitere medizinische Betreuung von Personen, die dem Standardablauf in der Kernzone unterzogen wurden.

(E.) Patienten-DEKO-Bereich: In diesem Bereich erfolgen alle Maßnahmen analog der Zonen B bis D [siehe folgende Seiten] des Standardablaufs.

Die in den meisten Fällen liegenden Personen werden auf Kontamination überprüft, entkleidet, dekontaminiert und wieder angekleidet. Im Anschluss an die Dekontaminierung werden sie in den Bereich (E.2) weitergeleitet.

(E.) Medizinische Versorgungseinrichtung: Das Personal der medizinischen Versorgungseinrichtung der DEKO-Station führt die weitere medizinische Versorgung der aus dem Bereich (E.1) kommenden Patienten durch. Darüber hinaus versorgt es medizinische Notfälle in der gesamten DEKO-Station.

Vom im Bereich (E) verantwortlichen Arzt wird entschieden, ob weitere medizinische Maßnahmen erforderlich sind. Sofern notwendig, wird ein Abtransport zu der entsprechenden medizinischen Versorgungseinrichtung organisiert.

Maßnahmen der Zonen B bis D:

(B) Schleusenzone:

Die hier abgelegte Oberbekleidung sowie die Schuhe sind in gekennzeichneten Kunststoffsäcken zu verpacken, mit der Registriernummer des PLS zu versehen und ins Bekleidungsmanagement zur Kontaminationskontrolle weiterzuleiten. Weiters sind Wertgegenstände, Ausweise u. dgl. in einen Effektenbeutel zu verpacken, der der betroffenen Person mitgegeben wird. Für den weiteren Weg werden den Betroffenen Ersatzschuhe zur Verfügung gestellt.

(C) Kernzone:

Diese Zone dient dem eigentlichen Zweck der gesamten Einrichtung, da hier u. a. die Feststellung und Beseitigung bzw. Verminderung der Kontamination erfolgt.

(C.) Eingangsbereich:

In diesem Bereich sind die Betroffenen zunächst aufzufordern, ihre Hände einer ersten Reinigung zu unterziehen (Händewaschen mit mildem DEKO-Mittel, zumindest aber Anwendung von Feuchtreinigungs-Tüchern).

(C.) Administrations- und Anamnesebereich:

Hier hat zunächst eine Aufnahme der personenbezogenen Daten im PLS zu erfolgen, wodurch eine eindeutige Zuordnung der eingangs ausgegebenen Registriernummer zu den Personendaten sichergestellt wird.

In einem Fragebogen (Muster siehe Anhang D) werden zusätzlich auch Angaben zum Aufenthaltsort während des Schadensereignisses und der Zeit danach, über allfällige Verletzungen u. dgl. vermerkt. Entsprechend der erhobenen Daten werden die Personen mit Hilfe des Personenmarkiersystems gekennzeichnet.

Das Ergebnis der Anamnese ist für die bei der medizinischen Abschlussbeurteilung (in C.7) zu treffenden Entscheidungen betreffend die im Anschluss an die Dekontaminierung zu treffenden Maßnahmen maßgebend.

(C.) Messplatz 1:

Vor und während des (weiteren) Auskleidens ist mittels eines Kontaminationsmessgeräts eine etwaige Kontamination der Körperoberfläche zu lokalisieren und deren Ausmaß festzustellen. Das Ergebnis dieser Messung wird in einem Protokollblatt (Muster siehe Anhang D) eingetragen, wobei die kontaminierten Stellen und deren Kontaminationsgrad in dem diesem Protokollblatt beigefügten Kontaminationsbild festzuhalten sind. Bei der später erfolgenden Kontrollmessung in Bereich (C.5) wird der Erfolg der Dekontaminierung ebenso eingetragen.

Die abgelegte Kleidung ist in gekennzeichneten Kunststoffsäcken zu verpacken, mit der Registriernummer des PLS zu versehen und ins Bekleidungsmanagement zur Kontaminationskontrolle weiterzuleiten.

Bis zur Festlegung weiterer speziell an die Situation angepasster Richtwerte wird eine Dekontaminierung der betreffenden Person dann als notwendig erachtet, wenn der Messwert den dreifachen Leerwert am Messplatz 1 überschreitet. Daher ist vor Aufnahme der Kontaminationsmessung an Personen der Leerwert am Messplatz 1 festzustellen.

Während des Betriebes der DEKO-Station sind laufende Überprüfungen der Kontamination des Messplatzes und gegebenenfalls eine Dekontaminierung desselben vorzunehmen.

(C.) DEKO-Bereich:

Das Ergebnis der am Messplatz 1 (C.3) durchgeführten Messungen ist für die zu treffenden Maßnahmen entscheidend. Bei signifikanter Kontamination, z.B. Überschreiten des dreifachen Leerwerts oder eines anderen von der Einsatzleitung dafür vorgegebenen Richtwerts, ist eine Dekontaminierung durchzuführen.

Im Einzelfall legt die jeweilige Einsatzleitung entsprechend dem Lagebild, der Anzahl der zu dekontaminierenden Personen sowie der Kapazität der vorhandenen DEKO-Station die Richtwerte für die Vorgangsweise im DEKO-Bereich fest.

Ist die Kontamination auf einzelne Körperpartien begrenzt (z.B. Kopfhaut, Extremitäten), ist nach Möglichkeit zunächst eine lokale Dekontaminierung durchzuführen. Diese Maßnahme soll eine Verschleppung der Kontamination auf nicht kontaminierte Körperregionen vermeiden. Während der Dekontaminierung ist – insbesondere bei der Reinigung des Kopfhauts – durch entsprechende Hilfestellung darauf zu achten, dass eine Inkorporation vermieden wird.

Wenn die Zahl der zu dekontaminierenden Personen die Kapazität der vorhandenen Einrichtung wesentlich übersteigt und das Ausmaß der Kontamination der einzelnen Personen geringfügig ist, sowie bei Vorliegen einer Kontamination mehrerer Körperteile bzw. größerer Hautflächenbereiche, kann zur Beschleunigung des Ablaufes eine Ganzkörperdusche zweckmäßig sein. Allerdings muss auch dabei eine Inkorporation vermieden werden.

Sowohl bei als auch nach der Dekontaminierung ist eine mechanische Beanspruchung der Haut durch Reiben zu vermeiden, um eine weitere Aufnahme von Radionukliden durch die Haut nicht zu begünstigen. Zur weitest gehenden Verhinderung der perkutanen Resorption darf die Wassertemperatur 37 °C bzw. Körperwärme nicht übersteigen. Bei Zeichen der starken Hautreizung (ausgeprägte Rötung) ist die Dekontaminierung sofort abzubrechen.

Im Anschluss an die Dekontaminierung ist der/die Betroffene an den Messplatz 2 (C.5) zwecks Überprüfung des DEKO-Erfolgs weiterzuleiten.

In jenen Fällen, in denen Personen zum zweiten oder dritten Mal einer Dekontaminierung zugeführt werden, kann entsprechend den Entscheidungen am Messplatz 2 auch eine hautschonende Kürzung von Körperhaaren an den betroffenen Stellen zweckmäßig sein. Diese weiteren DEKO-Vorgänge können gemäß Anweisung aus Messplatz 2 auch mittels Ganzkörperdusche erfolgen.

(C.) Messplatz :

Vor Aufnahme der Kontaminationsmessung an Personen ist am Messplatz 2 der Leerwert festzustellen, wobei dieser kleiner bzw. maximal gleich groß wie am Messplatz 1 sein darf.

Nach der Dekontaminierung im Bereich (C.4) wird der Erfolg derselben durch eine Kontaminationsmessung überprüft, deren Ergebnis in einem Protokollblatt (siehe Anhang D) eingetragen wird. Wird der von der Einsatzleitung hierfür vorgegebene Richtwert unterschritten, ist die Person in den Ankleidebereich weiterzuleiten.

Ergibt diese Kontrolle, dass der Erfolg der DEKO-Maßnahmen noch nicht ausreichend war, wird die Person erneut in den DEKO-Bereich verwiesen, wo die Dekontaminierung zu wiederholen ist. Nach drei Waschvorgängen ist mit den Mitteln der strahlenmedizinischen Notfall- und DEKO-Station keine weitere nennenswerte Herabsetzung der Kontamination zu erwarten. Außerdem steigt bei Fortsetzung der DEKO-Maßnahmen die Gefahr der zu weit gehenden mechanischen Beanspruchung der Haut.

Bei Vorliegen einer Restkontamination ist die Person durch eine geeignete Markierung zu kennzeichnen, der Messwert in einem Protokollblatt (siehe Anhang D) einzutragen und der/die Betroffene mit Hinweis auf die spätere strahlenmedizinische Beurteilung in C.7 an die Bekleidungsabgabe (C.6) weiterzuleiten.

ANMERKUNG 1

Die nach drei Waschvorgängen allenfalls noch vorhandene Restkontamination haftet so gut an, dass nur eine äußerst geringe Gefahr der Querkontamination besteht. Beim Umgang mit diesen Personen sind einfache Schutzmaßnahmen ausreichend. Während des Betriebes der DEKO-Station sind laufende Überprüfungen der Kontamination des Messplatzes und gegebenenfalls eine Dekontaminierung desselben vorzunehmen.

(C.) Ankleidebereich:

Hier werden den Betroffenen die nicht kontaminierten Kleidungsstücke oder Ersatzkleider zur weiteren Benützung ausgehändigt. Leicht kontaminierte Bekleidung wird verpackt an den Eigentümer zurückgegeben. Zusätzlich ist auch eine Anleitung mit Hinweisen zur weiteren Behandlung der Kleidung auszuhändigen.

(C.) Strahlenmedizinische Abschlussbeurteilung:

Hier wird aufgrund der gewonnenen Daten (Anamnese, Messwerte, DEKO-Protokoll) durch den Arzt beurteilt, ob für den Betroffenen eine erhöhte Wahrscheinlichkeit einer Inkorporation und/ oder erhöhten externen Strahlenexposition vorliegt, und entschieden, ob für den/die Betroffenen allenfalls weitere Maßnahmen erforderlich sind.

Nach einer abschließenden Beratung der Personen wird eine Weiterleitung derselben an die entsprechenden Stellen veranlasst:

- Dekontaminierte Personen ohne Inkorporationsverdacht werden nach einer Beratung in die Entlassungszone (D) weitergeleitet.
- Dekontaminierte Personen ohne Inkorporationsverdacht, die eine medizinische Behandlung benötigen, werden an die medizinische Versorgungseinrichtung (E.2) übergeben.
- Dekontaminierte Personen mit Inkorporationsverdacht werden einer weiteren Abklärung zugeführt (Ganzkörperzähler, Ausscheidungsanalyse u. dgl.). Eine Harnprobe ist sicherzustellen.
- Personen mit Restkontamination oder mit Verdacht auf erhöhte externe Strahlenexposition werden zur weiteren medizinischen Behandlung überwiesen.

(D) Entlassung/Stauräume:

Durch Belehrungen und Ausgabe von Merkblättern ist eine ausreichende Information dieser Personen sicherzustellen. Bei längeren Wartezeiten wird die Ausgabe von Verpflegung vorzusehen sein.

Personen, die ablaufbedingt innerhalb der DEKO-Station von ihren Angehörigen getrennt wurden, sind über den weiteren Ablauf und über den Verbleib der Angehörigen aufzuklären. Eine Zusammenführung von Familien bzw. Gruppen sollte ermöglicht werden.

Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus

Stubenring 1, 1010 Wien

[bmnt.gv.at](https://www.bmnt.gv.at)