Eisen-55 (Nuklidlabor)

Branche: Chemie

Charakterisierung

Beim Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen in Laboratorien kommen überwiegend reine Betastrahler, z.B. H-3, C-14, P-32, P-33 und S-35 zur Anwendung.
Die Reichweite der Betastrahlung in Luft reicht von einigen Millimetern bei H-3 bis einige Meter bei P-32. Betastrahlung lässt sich vergleichsweise leicht abschirmen.
Alkali- bzw. Erdalkali-, Eisen- oder Jodisotope kommen wegen ihrer durchdringenden Gammastrahlung seltener zum Einsatz.
Sollen dennoch Gammastrahler verwendet werden, wählt man Gammastrahler geringer Energie, die sich gut abschirmen lassen, z.B. Fe-55 und I-125.
Anwendungen radioaktiver Stoffe in der Human- und Tiermedizin werden in GisChem nicht behandelt.
Im Folgenden werden Hinweise, Regeln sowie Schutzmaßnahmen für Tätigkeiten mit solchen radioaktiven Stoffen beschrieben, die die Freigrenze der Anlage III der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) überschreiten.
Voraussetzung ist eine Genehmigung der für den Strahlenschutz zuständigen Genehmigungsbehörde.
Beim Umgang oberhalb des 10^4-fachen der Freigrenzen können Schutzmaßnahmen in Anlehnung an die DIN 25425 (Stand 09/1995) festgelegt werden, soweit diese nicht im Widerspruch zur gültigen StrlSchV stehen.
Gleichzeitig sind die BGR 120 bzw. TRGS 526 "Laboratorien" anzuwenden.
Die Umgangsvoraussetzungen für radioaktive Stoffe und die Strahlenschutzanweisungen sind zu beachten. Näheres regelt die Strahlenschutzverordnung.

Grunddaten für Fe-55:
Halbwertszeit: 2,7 Jahre
Zerfallsart: Electron-Capture (EC)
Energie (max.): 0,006 MeV Röntgenstrahlung, für
Literaturangabe:
Es wurden die folgenden Quellen herangezogen: Loseblattsammlung des Deutsch-Schweizerischen Fachverbandes für Strahlenschutz e.V.,
Vogt/Schulz: Grundzüge des praktischen Strahlenschutzes, 3., vollst. neu bearb. Aufl. (Carl Hanser Verl. 2004)

Grenzwerte und weitere nationale Einstufungen

Grenzwerte für beruflich strahlenexponierte Personen
Über das System der Grenzwerte und der Einstufung beruflich strahlenexponierter Personen sind nähere Informationen in der StrlSchV, §§ 54-59 zu finden.
Wird der Grenzwert für beruflich strahlenexponierte Personen überschritten, ist dies der zuständigen Behörde zu melden.

Die StrlSchV begrenzt die effektive Dosis, für einzelne Organe auch deren Organdosis und definiert die Dosisgrößen (§ 3 (2)). Im Folgenden werden einige Grenzwerte beispielhaft aufgeführt:
- **Effektive Dosis**: 20 mSv im Kalenderjahr
- **Handdosis (Organdosis):** 500 mSv im Kalenderjahr
- **Hautdosis (Organdosis):** 500 mSv im Kalenderjahr
- **Augenlinse (Organdosis):** 150 mSv im Kalenderjahr
  ICRP-Empfehlung (2011): 20 mSv im Kalenderjahr
- **Berufslebensdosis:** 400 mSv
- **Gebärfähige Frauen (Dosis an der Gebärmutter):** 2 mSv im Monat
- **Dosis des ungeborenen Kindes** vom Zeitpunkt der Mitteilung über die Schwangerschaft bis zu deren Ende: 1 mSv
- **Personen unter 18 Jahren:** 1 mSv effektive Dosis im Kalenderjahr
- **Studierende und Auszubildende zwischen 16 und 18 Jahren** nach Festlegung durch die zuständige Behörde, sofern für die Ausbildung erforderlich: 6 mSv effektive Dosis im Kalenderjahr

Bei der Feststellung der genannten Dosen sind beim Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen die inkorporierten Aktivitäten und die auf der Haut befindlichen Aktivitäten neben den Dosen aus externer Exposition zu berücksichtigen.
Dem dienen die vom Bundesamt für Strahlenschutz veröffentlichten Dosiskoeffizienten (Bundesanzeiger Jahrgang 53, Nr. 160a) und die Organwichtungsfaktoren (siehe Anlage VI StrlSchV).
Im Vergleich zu beruflich strahlenexponierten Personen beträgt für Einzelpersonen der Bevölkerung der Grenzwert der effektiven Dosis durch Strahlenexpositionen aus Tätigkeiten gemäß StrlSchV 1 mSv pro Jahr.

Einstufung
Bei Kategorie-B-Personen kann die berufliche Strahlenexposition zu einer effektiven Dosis von mehr als 1 mSv pro Jahr führen.
Bei ihnen ist aber sichergestellt, dass ihre effektive Dosis 6 mSv pro Jahr nicht überschreitet. Andernfalls müssen diese Personen der Kategorie A zugeordnet werden.
Beruflich strahlenexponierte Personen, die im Labor tätig sind, werden üblicherweise als **Kategorie-B-Personen** eingestuft.

Messung / Ermittlung

Dosisüberwachung
An Personen, die sich im Kontrollbereich aufhalten, ist die Körperdosis zu ermitteln. Ausnahmen kann die Behörde gemäß § 40, Abs. 1 StrlSchV zulassen.
Eine Ermittlung der Körperdosis ist nicht erforderlich, wenn beim Umgang mit niedrigen Aktivitäten eine Dosis

von 6 mSv pro Jahr ausgeschlossen ist, ein Kontrollbereich also nicht vorliegt.
Der Nachweis ist häufig anhand der Expositionsbedingungen, Dosisleistung und Aufenthaltsdauer möglich.
Zur Ermittlung der Körperdosis wird die Personendosis gemessen. Die zuständige Behörde kann bestimmen, dass zusätzlich zur Personendosismessung oder abweichend davon andere Größen gemäß § 41 StrlSchV zu messen sind.
Die Personendosimeter werden von amtlichen Messstellen ausgewertet.
Die Verfahren zur Dosisüberwachung erfolgen anhand der Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle.
Bei Ausstattungen der Labors nach DIN 25425 Teil 1 (Stand 09/1995) ist bei bestimmungsgemäßem Betrieb und Einhaltung der Kontaminationsgrenzwerte eine regelmäßige Inkorporationsüberwachung nicht erforderlich.
Werden unvorhergesehen erhöhte Aktivitäten freigesetzt und Personen kontaminiert, ist zu prüfen, ob eine Inkorporationsüberwachung notwendig ist.
Die Ermittlung der inkorporierten Aktivität erfolgt nach der Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle durch amtliche Messstellen.
Als Messverfahren sind Aktivitätsmessungen in den Körperausscheidungen wie Urin möglich.
Die zuständigen amtlichen Messstellen sind in der Genehmigung genannt. Sie gibt nähere Anweisung zur Probenahme.
Die von der Messstelle mitgeteilten Ergebnisse stellen die Folgedosis der inkorporierten Aktivität dar (s. Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle).
Folgedosis ist eine über max. 50 Jahre kumulierte Dosis, welche sowohl das Radionuklid als auch die chemische Verbindung, die das Radionuklid enthält, berücksichtigt.
Die Summe aus der Folgedosis und derjenigen durch äußere Exposition ist mit den Jahresdosisgrenzwerten zu vergleichen.

Dosisüberwachung für Schwangere

Sobald eine Frau ihren Arbeitgeber darüber informiert, dass sie schwanger ist, ist ihre berufliche Strahlenexposition arbeitswöchentlich zu ermitteln und ihr mitzuteilen.

Kontaminationsprüfungen

Beispiele sind:
- Prüfungen an Arbeitsplätzen, Geräten, Fußböden usw. nach Arbeitsende mittels Direktmessungen und ggf. Wischprüfung
- Prüfungen an Personen und an mitgeführten Gegenständen bei Verlassen des Kontroll- und Überwachungsbereiches, beim Herausbringen von Gegenständen und Materialien aus dem Strahlenschutzbereich (§§ 29, 44 StrlSchV berücksichtigen)

Bei Tätigkeiten mit Fe-55 Kontaminationsprüfungen gemäß Strahlenschutzanweisung durchführen. Die Ergebnisse schriftlich dokumentieren und kontaminierte Arbeitsplätze kennzeichnen.
Bei Prüfung der Oberflächenkontamination von Geräten und Anlagen zur Einhaltung der Grenzwerte nach StrlSchV gemäß DIN ISO 7503, Teil 1 vorgehen (siehe auch "Außergewöhnliche Ereignisse").
Mögliche Messmethoden sind: Proportionalzähler, Flüssigszintillationszähler.
Messmethode nuklidspezifisch auswählen und die chemisch-physikalischen Eigenschaften, Oberflächenbeschaffenheit, Umgebungsstrahlung, Messgeräteeigenschaften beachten.
Geeignete Probenahme: Wischprobe.
Die Funktionstüchtigkeit der Monitore mindestens arbeitstäglich kontrollieren. Bei festgestellter Kontamination nach Strahlenschutzanweisung vorgehen. Bei Personenkontamination siehe auch "Erste Hilfe" (BGI 668).
Sind Dekontaminationen durchzuführen, wie unter "Außergewöhnliche Ereignisse" angegeben vorgehen.

Gesundheitsgefährdung

Externe Bestrahlung und Inkorporation z.B. durch Hautkontakt, Einatmen und Verschlucken können zu Gesundheitsschäden führen.
Wird bei der Kontaminationsprüfung trotz mehrmaligem Waschens der Hände (siehe "Erste Hilfe") eine verbleibende Hautkontamination gemessen, ist durch weitere Untersuchungen zu prüfen, ob eine Inkorporation auszuschließen ist.
Bei jeder Inkorporation ist die Folgedosis zu berücksichtigen. Sie hängt vom Radionuklid und von der biologischen Wirkung der chemischen Verbindung, in der das Radionuklid enthalten ist, ab.
Für Fe-55 existieren verschiedene Dosiskoeffizienten in Abhängigkeit von dem Aufnahmeweg in den Körper und dem Zielorgan. Sie beschreiben die Dosis pro zugeführte Aktivitätseinheit (Sv/Bq).
Einzelheiten sind der Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle zu entnehmen.
Erfahrungsgemäß sind Inkorporationsereignisse aufgrund von Tätigkeiten in einem Labor selten als Unfälle gemäß StrlSchV einzustufen, weil die dort eingesetzte Aktiviät nicht ausreicht, eine effektive Dosis von 50 mSv zu überschreiten.
Dennoch können weitere Maßnahmen der Ersten Hilfe notwendig sein (siehe "Erste Hilfe").

Technische und Organisatorische Schutzmaßnahmen

Allgemeine Anforderungen

Maßnahmen zur Dosisreduzierung wie Aktivitätsminimierung, Abschirmung, Abstand und Aufenthaltsbegrenzung sicherstellen.
Kontrollbereiche abgrenzen sowie deutlich sichtbar und dauerhaft kennzeichnen mit dem Strahlenzeichen und dem Zusatz "KONTROLLBEREICH".
Ist die vorhandene Aktivität so gering, dass auch bei unsachgemäßer Handhabung eine Strahlenexposition

von mehr als 6 mSv pro Jahr ausgeschlossen werden kann, muss kein Kontrollbereich eingerichtet werden.
Bei möglicher Überschreitung von 1 mSv pro Jahr ist ein Überwachungsbereich einzurichten.

Anforderungen an die Laborausstattung

Labore für den genehmigungspflichtigen Umgang mit radioaktiven Stoffen sind unter Beachtung der DIN 25425 Teil 1 (Stand 09/1995) auszulegen. Achtung: Diese Norm entspricht nicht in allen Punkten der StrlSchV von 2001!
Leicht zu reinigende Arbeitsräume, Einrichtungen und Arbeitsgeräte verwenden, z.B. glatte, fugenlose Arbeitstische und Fußböden. Auftretende Risse beseitigen.
Laboreinrichtungen und -geräte so auswählen, dass eine Freisetzung von Aktivität in die Raumluft oder in die Umgebung möglichst gering gehalten wird.
Anforderungen der DIN 25422 an Aufbewahrungseinrichtungen und deren Aufstellungsräume zum Strahlen-, Brand- und Diebstahlschutz beachten.

Arbeitsabläufe und Handhabung

Bei Tätigkeiten, wie z.B. Ab- und Umfüllen oder Abwiegen die Bildung von Gasen, Dämpfen und Stäuben vermeiden.
Entstehen dennoch Gase, Dämpfe oder Stäube, Tätigkeiten im Abzug durchführen, Frontschieber geschlossen halten.
Arbeitsplatz oder Labortische mit Folie und saugfähigem Papier abdecken.
Ab- und Umfüllen von radioaktiven Flüssigkeiten nur über einer ausreichend großen mit Saugpapier ausgelegten Auffangschale.
In Glas- oder Kunststoffbehältnissen aufbewahren, da Fe-55 bei längerem Kontakt mit Metall an die Oberfläche diffundiert.
Verpackungen und Behälter vor dem Öffnen auf Beschädigungen prüfen und ggf. eine Kontaminationsmessung vornehmen.
Behälter nach Entnahme von Radionukliden wieder zurück in den Kühlschrank oder Tresorraum bringen.
Arbeitsplätze und Geräte für aktive und inaktive Arbeiten trennen.
Vergleichbare Arbeitsabläufe an möglichst denselben Arbeitsplätzen durchführen.
Schwierige Arbeitsvorgänge vorher mit inaktivem Material üben.
Ablageplatz für kontaminierte Arbeitsgeräte mit dem Strahlenzeichen und dem Zusatz "RADIOAKTIV" kennzeichnen, z.B. mit Klebeband.

Geschlossene Arbeitszellen

Bei Tätigkeiten in abgeschlossen Arbeitszellen, z.B. Handschuhkästen, besondere Kontaminationsgefahren beachten:
z.B. beim Ein- und Ausschleusen von Materialien, beim Auswechseln von Handschuhen oder Manipulatoren, bei mangelnder Dichtheit durch poröse Handschuhe, bei zu geringem Unterdruck in der Zelle,
bei unzureichender Wirkung der Abluftfilter oder beim Wechsel der Abluftfilter.
Kontaminierte Gegenstände, Filtereinsätze oder Stulpenhandschuhe z.B. mit der Plastiksack-Schleusmethode ausschleusen.
Arbeitszellen in regelmäßigen Abständen auf Dichtheit prüfen, Abluftsystem auf Funktionstüchtigkeit prüfen.

Organisatorische Maßnahmen

Den Zugang zu Strahlenschutzbereichen auf die dort tätigen Personen beschränken. Ausnahmen bedürfen der Genehmigung gemäß § 37 StrlSchV, z.B. für Besucher oder Auszubildende.
Strahlenschutzanweisungen beachten.
Personen, die Zutritt zu Kontrollbereichen haben, vor erstmaligem Zutritt und dann mindestens einmal jährlich unterweisen. Darüber Aufzeichnungen führen, die von den Unterwiesenen zu unterzeichnen sind.
Frauen sollen eine Schwangerschaft so früh wie möglich dem Arbeitgeber mitteilen. Dieser hat ihre berufliche Strahlenexposition arbeitswöchentlich zu ermitteln und ihr mitzuteilen.
Für schwangere oder stillende Frauen sind die Arbeitsplatzbedingungen so zu gestalten, dass eine innere berufliche Strahlenexposition ausgeschlossen ist.
Stillende Mütter sind darauf hinzuweisen, dass im Fall einer Kontamination der Säugling radioaktive Stoffe inkorporieren könnte.

Brand- und Explosionsschutz

Durch den Umgang mit Fe-55-haltigen Verbindungen entsteht keine zusätzliche Brandlast oder gefährliche explosionsfähige Atmosphäre.
Zur Vorbereitung einer Brandbekämpfung gilt: Räume oder Bereiche, die mit einem Strahlenzeichen gekennzeichnet sind, sind zusätzlich mit einer Kennzeichnung nach der Feuerwehr-Dienstvorschrift (FwDV500) zu versehen.
Die in der FwDV500 vorgenommene Einteilung nach Gefahrengruppen richtet sich nach der vorhandenen Aktivität.
In der Regel werden Laboratorien in die Gefahrengruppe I eingeordnet, da die vorhandene Aktivität unter dem 10^4-fachen der Freigrenze nach Anlage III der StrlSchV liegt.
Für Lagerräume mit radioaktiven Stoffen kann eine höhere Gefahrengruppe notwendig werden. Die Einzelheiten sind mit der zuständigen Stelle zu planen.

Hygienemaßnahmen

Die Aufnahme (Inkorporation) von Fe-55 vermeiden.
Einatmen von Dämpfen und Stäuben vermeiden.
Berührung von Fe-55-haltigen Substanzen vermeiden und Hilfsgeräte, z.B. Pinzetten oder Pipettierhilfen verwenden. Nicht mit dem Mund pipettieren!
Essen, Trinken, Rauchen sowie die Verwendung von Kosmetika sind verboten!
Bei Wunden oder offenen Hautschäden keine Tätigkeiten mit offenen radioaktiven Stoffen ausführen. Über Ausnahmen entscheidet der Arzt.
Arbeits- und Reinigungsgeräte nur dann aus einem

Strahlenschutzbereich herausbringen, wenn zuvor ihre Kontaminationsfreiheit festgestellt wurde.
Sind Dekontaminationen durchzuführen, wie unter "Außergewöhnliche Ereignisse" angegeben vorgehen.
Straßen- und Arbeitskleidung getrennt aufbewahren!

Persönliche Schutzmaßnahmen

Augenschutz: Wird bei offenem Umgang die Aktivität der Freigrenzen überschritten, ist persönliche Schutzausrüstung zu tragen.
Gestellbrille mit Seitenschutz ist ständig zu tragen und bei Gefährdung des Gesichts durch Spritzgefahr zusätzlich Schutzschirm.
Handschutz: Bei Kontaminationsgefahr Schutzhandschuhe tragen.
Keine Geräte und Gegenstände mit kontaminierten Handschuhen anfassen. Vor dem Berühren von Taschentüchern, Türklinken, Lichtschaltern, Telefon, Schreibmaterial usw. Schutzhandschuhe ausziehen.
Hautschutz: Vor der Arbeit mit Flüssigkeiten spezielle Hautschutzpasten verwenden, die eine schonende Reinigung oder Dekontamination erleichtern.
Atemschutz: Aus Sicht des Strahlenschutzes ist Atemschutz bei üblichen Arbeitsabläufen im Labor nicht erforderlich.
Bei besonderen Arbeiten, z.B. Wartungs- und Reinigungsarbeiten wie Filterwechsel ist zu prüfen, ob Atemschutz getragen werden muss.
In diesem Fall P3-Filter oder FFP3-Masken verwenden, soweit durch eine Gefährdungsbeurteilung geprüft kein anderer Atemschutz erforderlich ist, wie z.B. bei gasförmigen Freisetzungen ein Gasfilter.
Körperschutz: Geschlossene Kleidung, wie Kittel oder Overall tragen.

Arbeitsmedizinische Vorsorge

Für beruflich strahlenexponierte Personen der Kategorie A besteht die Pflicht zu arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen.
Sie umfassen die Erstuntersuchung vor Aufnahme der Tätigkeit und die jährlichen Nachuntersuchungen, solange die Tätigkeit andauert.
Diese werden von einem Arzt, der zu solchen Untersuchungen nach StrlSchV und RöV von der zuständigen Behörde ermächtigt ist, durchgeführt.

Nachgehende Untersuchungen

Nach Beendigung der beruflich strahlenexponierten Tätigkeit legt dieser Arzt fest, ob und und wie lange nachgehende Untersuchungen medizinisch notwendig sind.
Diese Untersuchungen können vom ehemals Strahlenexponierten abgelehnt werden.
Der Arbeitgeber kann nach Einwilligung des ehemals Beschäftigten die Organisation der nachgehenden Untersuchung an den zuständigen Unfallversicherungsträger deligieren.

Beschäftigungsbeschränkungen

Studierende oder Auszubildende dürfen nur dann Zutritt zu Überwachungs- und Kontrollbereichen haben, wenn dies zum Erreichen des Ausbildungszieles erforderlich ist.
Für gebärfähige, schwangere oder stillende Frauen ist die Strahlenexposition bei der Berufsausübung zu begrenzen, siehe "Grenzwerte und Einstufungen".

Außergewöhnliche Ereignisse

Dekontamination der Haut

siehe "Erste Hilfe"

Dekontamination von Oberflächen

Bei Vermutung oder Auftreten von Oberflächenkontaminationen nicht überhastet die Reinigung beginnen.
Zuerst verschmutzten oder kontaminierten Bereich feststellen, mit dem Strahlenzeichen und Zusatz "KONTAMINATION" kennzeichnen und ggf. absperren.
Die Tätigkeit im Kontrollbereich nur fortsetzen, wenn das Hundertfache des Kontaminationsgrenzwertes von 100 Bq/cm^2 für Fe-55 unterschritten wird.
Die Tätigkeit im Überwachungsbereich nur fortsetzen, wenn das Zehnfache des Kontaminationsgrenzwertes von 100 Bq/cm^2 für Fe-55 unterschritten wird.
Die Tätigkeit außerhalb eines Strahlenschutzbereiches nur fortsetzen, wenn der Kontaminationsgrenzwert von 100 Bq/cm^2 für Fe-55 unterschritten wird.
Ansonsten Dekontaminationsmaßnahmen unverzüglich durchführen.
Nach Auslaufen oder Verschütten Strahlenschutzbeauftragten informieren.
Kontaminationsverschleppung vermeiden: nichts unbedacht anfassen, nicht unnötig umhergehen, keinen Staub aufwirbeln, keine Flüssigkeiten verschleppen.
Schwer dekontaminierbare Oberflächen mit Folie abdecken, bis mit der Dekontamination begonnen werden kann.
Ausmaß der Oberflächenkontamination durch Direktmessung und ggf. anschließender Wischprüfung feststellen.
Achtung zur Reihenfolge:
Anstelle der Direktmessung zuerst die Wischprüfung vornehmen, wenn die Umgebungsstrahlung einen höheren Pegel aufweist und nicht ausgeschlossen werden kann, dass andere im Labor vorhandene Strahlenquellen miterfasst werden.
Ebenso ist so zu verfahren bei ungünstiger Geometrie der Kontamination oder wenn die betroffenen Flächen mit einem Kontaminationsmessgerät schwer erreicht werden können.
Direktmessung und Wischprüfung gemäß DIN ISO 7503, Teil 1 durchführen. Bei der Wischprüfung immer Schutzhandschuhe tragen.
Die Dekontamination, möglichst unter Abfallvermeidung, so lange wiederholen und durch Messung überprüfen bis sie beseitigt ist.
Beträgt der Dekontaminationserfolg eines Reinigungsversuches weniger als 10 %, Reinigungsmethode wechseln.
Werden nach der Dekontamination die Oberflächenkon-

taminationsgrenzwerte nicht unterschritten, ist die Kontamination als fest haftend anzusehen.
Betroffene Bereiche kennzeichnen. Sind in solchen Arbeitsbereichen Personen beschäftigt, müssen sie dazu unterwiesen und durch besondere Maßnahmen geschützt werden.

Praktische Ratschläge

Bei der Beseitigung von Kontaminationen immer Schutzhandschuhe tragen, ggf. weitere Schutzausrüstung.
Beschädigte Geräte, z.B. zerbrochenes Glas aus dem zu reinigenden Bereich entnehmen und ohne neue Verletzungsgefahr entsorgen.
Verschmutzten Bereich abschnittsweise von außen nach innen reinigen. Kontaminationen durch flüssiges Material vorsichtig mit Saugpapier aufnehmen.
Größere Mengen flüssiger Kontaminationen mit Wassersauger aufnehmen, ggf. Reste mit Saugpapier oder Zellstoff aufwischen.
Kontaminationen durch festes Material anfeuchten und feucht aufnehmen, z.B. mit feuchtem Saugpapier.
Größere Mengen fester Kontaminationen mit Spezial-Staubsauger für radioaktive Stäube (mit HEPA- Filtereinsätzen) aufnehmen.
Schutzhandschuhe wechseln.
Beim Abstreifen kontaminierter Schutzhandschuhe nicht mit der Außenseite der Handschuhe in Berührung kommen.
Kontaminierte Kleidungsstücke und Schutzkleidung so wechseln, ggf. mit Unterstützung einer Hilfsperson, dass eine Verschleppung der Kontamination vermieden wird. Anschließend an dafür vorgesehenen Plätzen ablegen und gesondert sammeln.

Dekontaminationsmittel

Dekontaminationsmittel gemäß Strahlenschutzanweisung bevorraten und anwenden. Das Dekontaminationsmittel muss sowohl für die zu entfernende Verbindung als auch für die zu dekontaminierende Oberfläche geeignet sein.
Die chemischen Eigenschaften der aufzunehmenden Substanzen sind zu berücksichtigen.
Zweckmäßig ist die Reihenfolge "basisch, sauer, abrasiv".
Für wässrige Lösungen Wasser oder Wasser unter geringem Zusatz von Dekontaminationsmitteln verwenden.
Ebenfalls für wässrige Lösungen sind salzsaure wässrige Trägerlösungen oder wässrige Lösungen von Komplexbildnern, wie z.B. EDTA geeignet.
Zweckmäßig können auch konfektionierte Dekontaminationsmittel sein, die organische Säuren oder Komplexbildner enthalten.
Für Metall-, Kunststoff-, oder Lackoberflächen sind geeignet: organische Säuren, z.B. Citronen-, Wein- oder Oxalsäure oder schwach sauer reagierende Lösungen
Für Glas-, Gummi-, Lack- oder Textiloberflächen sind geeignet: schwach alkalische Phosphate oder Polyphosphate
Für Metalloberflächen sind geeignet: oxidierende Dekontaminationsmittel, z.B. Kaliumpermanganat

Erste Hilfe

Allgemeine Hinweise: Die Erste Hilfe bei erhöhter Einwirkung ionisierender Strahlung wird in der **BGI 668** beschrieben.
In die Versorgung von Beschäftigten, die einer erhöhten Strahleneinwirkung ausgesetzt sind, sind neben Ersthelfer und betrieblichem Strahlenschutzpersonal einzubinden:
Ermächtigter Arzt, Durchgangsarzt, falls notwendig ein Krankenhaus sowie das nächstgelegene berufsgenossenschaftliche Regionale Strahlenschutzzentrum (RSZ).

Allgemeine Maßnahmen

Unter Beachtung des Selbstschutzes Verletzte aus dem Bereich erhöhter Einwirkung bergen.
Gegebenenfalls Lagerung, Beruhigung, wärmende Bedeckung.
Bei lebensbedrohlichen Zuständen hat die konventionelle Notfallhilfe absoluten Vorrang. Die Belange des Strahlenschutzes sind zu berücksichtigen, soweit dies medizinisch vertretbar ist.

Informationserhebung und -dokumentation

Zur Dokumentation der zu erhebenden Informationen können die Strahlenunfallerhebungsbögen BGI668.1 dienen.
Der betriebliche Strahlenschutz hat sofort die folgenden Informationen zu sammeln und zur Verfügung zu stellen, die für die weitere Behandlung des Exponierten und für eine retrospektive Dosisabschätzung wichtig sind:
Strahlenquelle, Strahlenart, Energie, Aktivität, Strahlungsfeld, Abstand und Position des Exponierten zur Strahlenquelle, Bestrahlungsdauer, exponierte Körperteile, Dosimeterart und Dosimeteranordnung am Körper, Schätzwert der Körperdosis
Bei Kontamination und Inkorporation sind zusätzlich festzustellen: Nuklidart und Eigenschaften, chemische Verbindung und Löslichkeit, kontaminierter Körperteil,
Fläche der Kontamination in cm^2, flächenbezogene Aktivität, Nuklidzusammensetzung, resultierende Hautdosen sowie ggf. Inkorporationsmechanismen.

Nach äußerer Strahleneinwirkung: Bei einer effektiven Dosis über 100 mSv oder einer Teilkörperdosis über 1,2 Sv Verbindung mit einem Regionalen Strahlenschutzzentrum aufnehmen.
Den Zeitpunkt der Strahleneinwirkung sowie des Auftretens von Frühsymptomen (z.B. Übelkeit, Erbrechen, Hautrötung) aufzeichnen.
Weitere Maßnahmen nach erhöhter Teil- oder Ganzkörperexposition siehe BGI 668 Kap. 3.2.1.

Nach Personenkontamination: Grundlage für alle Maßnahmen bei Personenkontamination sind die betriebs- bzw. arbeitsplatzspezifischen Dekontaminationsanweisungen.
In jedem Fall bei Verdacht auf Kontamination Strahlenschutz sofort benachrichtigen; den ermächtigten Arzt hinzuziehen.
Die weitere Ausbreitung der Aktivität am Körper des Betroffenen oder die Verschleppung in die Umgebung

vermeiden. Kontaminierte Kleidung z.B. in Plastiksäcken im Dekontaminationsbereich ablegen. Vorgehen wie folgt:
1. Bei allen Maßnahmen Kontamination weiterer Hautpartien des Betroffenen sowie Freiwerden staubförmiger Kontamination in die Luft vermeiden. Der Helfer hat ggf. entsprechende Schutzkleidung (z.B. Handschuhe, Schutzanzug) zu tragen.
2. Für kontaminierte Kleidung sowie feste und flüssige radioaktive Abfälle geeignete und gekennzeichnete Behältnisse bereitstellen.
Vorhandensein einfacher, überall durchführbarer und sofort einsetzbarer Dekontaminationsmöglichkeiten sicherstellen. Rasches Beginnen hat ggf. Vorrang gegenüber der Feststellung der Höhe der Hautkontamination durch Aktivitätsmessungen.
Geeignete Dekontaminationsmittel sind lauwarmes Wasser und spezielle Seifen, bzw. Waschlotion, ggf. weiche Handbürsten benutzen.
Die Haut möglichst nur an den kontaminierten Stellen mit lauwarmem Wasser reinigen (z.B. an der Hand die Handinnenfläche).
Waschvorgang nach ca. zwei Minuten beenden, danach Haut mit saugfähigem Material vorsichtig trocknen.
Vom Ergebnis der nun folgenden Kontaminationsmessung ist das weitere Vorgehen abhängig. Näheres, auch zur Dekontamination spezieller Hautpartien siehe BGI 668 Kap.3.2.2.
Keine organischen Lösungsmittel anwenden. Auch Dekontaminationsschaum für Materialoberflächen ist wegen der damit verbundenen Hautreizung nicht geeignet.
Nach Inkorporation: Schnellstmöglich den ermächtigten Strahlenschutzarzt informieren.
Bei Inkorporation aufgrund einer Kontamination des Körpers Kontaminationsquelle feststellen und entfernen (s. "Nach Personenkontamination").
Das Eindringen durch die intakte Haut stellt im Vergleich zur gleichzeitig vorhandenen Kontamination eine vernachlässigbar geringe Gefährdung dar.
Können sich radioaktive Substanzen noch in Mund oder im Nasenrachenraum befinden, Betroffenen auffordern, abzuhusten, sich zu räuspern und in vorbereitete Behältnisse auszuspucken.
Nur bei Verschlucken soll der Ersthelfer für die Ausspülung des Mundes sorgen und Erbrechen anregen.
Der Genehmigungsinhaber hat gemeinsam mit dem ermächtigten Arzt sicherzustellen, dass im Betrieb die zur Dekorporation erforderlichen Medikamente vorrätig sind.
Weitere Maßnahmen nach Inkorporation s. BGI 668 Kap. 3.2.3 und Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle, Teil 2.
Bei kontaminierten Wunden: Jede Verletzung, bei der die Möglichkeit der Kontamination besteht, muss wegen der erhöhten Inkorporationsgefahr als radioaktiv verunreinigt gelten, solange nicht durch Messung das Gegenteil festgestellt wurde.
Bei kontaminierten Wunden sofortiges und intensives Spülen der Wunde unter fließendem Wasser. Bei Kontamination der weiteren Wundumgebung, Wunde mit wasserdichtem Pflasterverband abdecken.
Nach Dekontamination der Umgebung Pflasterverband entfernen, sterilen Wundverband anlegen (Notverband) und ärztliche Versorgung veranlassen.
Kann eine Wundkontamination mit hoher Aktivität radioaktiver Stoffe vorliegen, möglichst sofort eine wundnahe venöse Stauung (nicht abbinden) mittels Stauschlauch und Klemme anlegen.
Dies trifft insbesondere zu, wenn leichtlösliche Substanzen vorliegen.
Sofortige intensive Wundspülung, Anlegen eines sterilen Wundverbandes und sofortige ärztliche Versorgung unter Beibehaltung der Wundstauung veranlassen.
An entsprechend exponierten Arbeitsplätzen weichen Stauschlauch mit Klemme sofort verfügbar bereit halten. Die Nothelfer sind entsprechend einzuweisen. Weitere Maßnahmen siehe BGI 668 Kap. 3.2.4.
Sonstiges: Kontaminationen erreichen i.d.R. nur eine solche Höhe, dass die daraus resultierende äußere Exposition für Hilfspersonal bei der Behandlung von kontaminierten Patienten im Bereich von wenigen Milli-Sievert pro Stunde liegt.
In den meisten Fällen ist sie wesentlich geringer.
Erkrankungen durch ionisierende Strahlen sind meldepflichtige Berufskrankheiten (BK-Nummer 2402).

Entsorgung

Radioaktive Abfälle sind über die Landesammelstellen zu entsorgen. Andere Entsorgungswege einschließlich das Abklingenlassen sind genehmigungspflichtig. Die Vorschriften des Abfallentsorgers sind einzuhalten.
Die Sammlung der Abfälle im Labor erfolgt gemäß Strahlenschutzanweisung. Dabei sind z.B. zu beachten:
Trennungskriterien: z.B. Nuklidart, Aktivitätskonzentration, Halbwertszeit, Brennbarkeit, Korrosionsverhalten, Flüchtigkeit.
Abfälle ggf. getrennt in für sie vorgesehenen Behälter sammeln.
Geeignete Behälter wählen, z.B. für feste Abfälle Beutel aus Polyethylen, Kunststofftrommeln (kein PVC!).
Behälter kennzeichnen.
Behälterinhalt dokumentieren, z.B. Abfallart, Herkunftsbereich, Nuklid, Aktivität, Datum.
Behälter geschlossen halten.
Kontaminierte scharfkantige und spitze Gegenstände, z.B. zerbrochene Glasgeräte aus dem zu reinigenden Bereich entnehmen, in durchstichsicheren Behältern sammeln und ohne neue Verletzungsgefahr entsorgen.

Lagerung

Anforderungen der DIN 25422 an Aufbewahrungseinrichtungen und deren Aufstellungsräume zum Strahlen-, Brand- und Diebstahlschutz beachten.
Radionuklide nur in abschließbaren Schränken, Kühlschränken, Tresoren oder Tresorräumen lagern.
Schutzbehälter und Aufbewahrungsbehältnisse mit dem

Strahlenzeichen und mit dem Zusatz "RADIOAKTIV" kennzeichnen.
Verbotszeichen P06 "Zutritt für Unbefugte verboten" aufstellen.
Radionuklide, auch Abfall nur in geschlossenen, ggf. abgeschirmten Behältern transportieren.
Zerbrechliche Gefäße aus z.B. Glas in stabilen Behältern, z.B. Plastikeimern transportieren.
Möglichkeit des Zusammenwirkens mit anderen Substanzen prüfen.

Copyright
by BG RCI & BGHM, 12.12.2018