



UNFÄLLE MIT RADIOAKTIVEN STOFFEN AM ARBEITSPLATZ

Etwa in Krankenhäusern, Forschungseinrichtungen oder bei industriellen Anwendungen:

Ursache

- Falsche Lagerung radioaktiver Quellen oder Substanzen
- Versagen von Sicherungseinrichtungen für radioaktive Quellen und Substanzen
- Missachtung von Sicherheitsbestimmungen für den Umgang mit den radioaktiven Stoffen

Was sind die Gefahren?

Mögliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit: von keiner Beeinträchtigung bis hin zu schweren gesundheitlichen Schäden

Faktoren

- **Art** des radioaktiven Materials: fest, flüssig, gasförmig, umschlossen oder offen?
- **Aufenthaltszeit**: Aufenthaltsdauer betroffener Personen nahe der Strahlenquelle? Seit wann befindet sich radioaktives Material potenziell im Körper einer betroffenen Person?
- **Abstand**: Wie nahe waren die betroffenen Personen der Strahlenquelle?

Was erwartet mich als Einsatzkraft?

Durch den Unfall betroffene **Personen** können **kontaminiert** sein
Evtl. durch radioaktive Stoffe **kontaminierte Wunden**

Erstetretende Einsatzkräfte: Vorliegen einer radioaktiven Kontamination möglicherweise noch nicht bekannt

Das genaue Ausmaß der Kontamination zu ermitteln, braucht Zeit

Unsicherheit: Vorliegen radioaktiver Kontamination, die mit vorhandenen Messgeräten nicht nachgewiesen werden kann

Wie kann ich mich als Einsatzkraft schützen und was ist zu beachten?

Gefahrenbereich absperren: Wenn die Dosisleistung größer ist als 25 Mikrosievert pro Stunde ($\mu\text{Sv/h}$) oder Kontamination vermutet wird

Hinzuziehen von Fach- bzw. Spezialkräften für den Strahlenschutz (z. B. für die Bergung der Strahlenquelle)

Rettung von verunfallten Personen aus dem Gefahrenbereich unter Schutzkleidung soweit möglich (**Selbstschutz hat Vorrang**)

Tragen von Schutzausrüstung im Gefahrenbereich: mindestens FFP-Maske und Nitrilhandschuhe, ggf. leichter Schutzanzug (Körperschutzform 2)

Gefahrenbereich nur über eine **Schleuse** nach Kontaminationsmessung und ggf. Dekontamination **verlassen**

Im Gefahrenbereich **nicht essen, trinken, rauchen**; keine Kosmetika

Abstand halten: Strahlenquellen oder evtl. kontaminierte Gegenstände nicht berühren / bewegen / öffnen / transportieren

Zeitkritische und lebensbedrohende Verletzungen: Person unverzüglich an Arzt, Ärztin oder Rettungsdienst übergeben (**lebensrettende Maßnahmen haben absolute Priorität**)

Verletzung/gesundheitliche Beeinträchtigung ohne Lebensgefahr: Kontamination der Person kontrollieren, kontaminierte Kleidung soweit möglich entfernen und ggf. verbleibende kontaminierte Stellen mit geeigneten Materialien bedecken. Danach Person an medizinisches Personal oder Rettungsdienst übergeben. Kontaminierte Wunden unverzüglich spülen und ärztlich behandeln lassen.

Aufenthalt im Gefahrenbereich **minimieren** u. schriftl. dokumentieren

Nach einem Einsatz: Wenn gesundheitliche Gefährdung durch Kontamination oder Strahlenbelastung nicht ausgeschlossen werden kann: Untersuchung durch ermächtigte*n Arzt/Ärztin.



UNFÄLLE BEIM TRANSPORT VON RADIOAKTIVEN STOFFEN

Radioaktive Stoffe werden auf unterschiedlichen Verkehrswegen (Straße, Schiene, Flugzeug, Schiff) transportiert. Der Transport erfolgt in Behältern, die eine Abschirmung enthalten. Die Behälter und Fahrzeuge sind entsprechend gekennzeichnet, der Fahrer ist geschult.

Was sind die Gefahren?

Es kann zu einer äußeren **Exposition** von Personen kommen

Radioaktive Stoffe können **in den Körper** gelangen

Radioaktive Stoffe können durch eine Beschädigung des Transportbehälters **in die Umwelt** gelangen

Bei Unfall mit **Feuer oder Explosion**: Verbreitung von **radioaktiv kontaminiertem Staub** in der Umwelt, kontaminierte Oberflächen, Einatmen von radioaktiven Stoffen

Was erwartet mich als Einsatzkraft?

Austritt von radioaktiven Stoffen aus dem Transportbehälter, Kontamination meist auf das **unmittelbare Umfeld des Unfallortes** beschränkt (**Ausnahme: Feuer oder Explosion**)

Durch den Unfall betroffene **Personen** können **kontaminiert** sein
Evtl. durch radioaktive Stoffe **kontaminierte Wunden**.

Erstere treffende Einsatzkräfte: Vorliegen einer radioaktiven Kontamination möglicherweise noch nicht bekannt

Das genaue Ausmaß der Kontamination zu ermitteln, braucht Zeit

Unsicherheit: Vorliegen radioaktiver Stoffe, die mit vorhandenen Messgeräten nicht nachgewiesen werden können

Wie kann ich mich als Einsatzkraft schützen und was ist zu beachten?

Kontrolle Beförderungspapiere (Information zu radioaktiven Stoffen)

Gefahrenbereich absperren: wenn die Dosisleistung größer ist als 25 Mikrosievert pro Stunde ($\mu\text{Sv/h}$) oder Kontamination vermutet wird

Bei Feuer oder Explosion: Aufenthalts-/Bereitstellungsbereiche für Einsatzkräfte **gegen die Windrichtung** vom Unfallort festlegen

Hinzuziehen von Fach- bzw. Spezialkräften für den Strahlenschutz (z. B. für die Bergung des radioaktiven Stoffs/Quelle, Dekontamination)

Rettung von verunfallten Personen aus dem Gefahrenbereich unter Schutzkleidung soweit möglich (**Selbstschutz hat Vorrang**)

Tragen von Schutzausrüstung im Gefahrenbereich

Gefahrenbereich nur über eine **Schleuse** nach

Kontaminationsmessung und ggf. Dekontamination verlassen

Im Gefahrenbereich **nicht essen, trinken, rauchen**; keine Kosmetika

Strahlenquellen oder möglicherweise kontaminierte Gegenstände nicht berühren / bewegen / öffnen / transportieren

Zeitkritische und lebensbedrohende Verletzungen: Person unverzüglich an Arzt oder Ärztin oder Rettungsdienst übergeben (**lebensrettende Maßnahmen haben absolute Priorität**)

Verletzung/gesundheitliche Beeinträchtigung ohne Lebensgefahr:

Kontamination der Person kontrollieren, kontaminierte Kleidung soweit möglich entfernen, ggf. verbleibende kontaminierte Stellen mit geeigneten Materialien bedecken. Danach Person an medizinisches Personal oder Rettungsdienst übergeben. Kontaminierte Wunden unverzüglich spülen und ärztlich behandeln lassen

Aufenthalt im Gefahrenbereich minimieren und schriftlich dokumentieren

Nach einem Einsatz: Wenn eine gesundheitliche Gefährdung durch Kontamination oder Strahlenexposition nicht ausgeschlossen werden kann: Untersuchung durch ermächtigte*n Arzt/Ärztin



SCHMUTZIGE BOMBE

Eine „schmutzige Bombe“ ist eine Kombination aus Sprengstoff mit einem radioaktiven Stoff. Detoniert die Sprengvorrichtung, wird das radioaktive Material in der Umgebung verteilt. Dabei gibt es keinen „Atompilz“ wie bei der Detonation einer Kernwaffe, es findet auch keine Kettenreaktion statt.

Was sind die Gefahren?

Hauptgefahr: Explosion mit **Druckwelle** und ggf. **Splitterwirkung**, die Schädigungen im menschlichen Körper oder an Gebäuden anrichten kann (abhängig von der Menge des Sprengstoffs)

Personen im unmittelbaren Umfeld der Explosion: **Exposition**, **Kontamination** und **Einatmen** durch/von **radioaktiven Stoffen**

Ausbreitung von **Staub mit radioaktiven Partikeln**: Kontamination der Umgebung, Einatmen radioaktiver Stoffe (gelangen in den Körper)

Was erwartet mich als Einsatzkraft?

Breites Spektrum an Verletzungen durch Explosion möglich: Verbrennungen, Splitterwunden, Knochenbrüche und Traumata

Akute Strahlenschäden unwahrscheinlich, außer in unmittelbarer Nähe der Explosion

Mögliche Kontamination von Verletzten und **Personen** im direkten Umfeld der Explosion

Evtl. durch radioaktive Stoffe **kontaminierte Wunden**

Ersteintreffende Einsatzkräfte: Vorliegen einer radioaktiven Kontamination möglicherweise noch nicht bekannt

Das genaue Ausmaß der Kontamination zu ermitteln, braucht Zeit

Unsicherheit: Einsatz radioaktiver Stoffe, die mit vorhandenen Messgeräten **nicht nachgewiesen** werden können

Instabile Gebäudestrukturen und herabfallende Teile möglich

Weitere Sprengvorrichtungen nicht ausgeschlossen
(Freigabe der Polizei abwarten!)

Wie kann ich mich als Einsatzkraft schützen und was ist zu beachten?

Gefahrenbereich absperren: Wenn die Dosisleistung größer ist als 25 Mikrosievert pro Stunde ($\mu\text{Sv/h}$) oder Kontamination vermutet wird

Hinzuziehen von Fach- bzw. Spezialkräften für den Strahlenschutz

Bei **Feuer oder Explosion:** Aufenthalts-/Bereitstellungsbereiche für Einsatzkräfte **gegen die Windrichtung** vom Explosionsort festlegen

Fenster und Lüftungsanlagen von Einsatzfahrzeugen **schließen** und ausschalten

Rettung von verunfallten Personen aus dem Gefahrenbereich unter Schutzkleidung soweit möglich (**Selbstschutz hat Vorrang**)

Tragen von Schutzausrüstung im Gefahrenbereich

Gefahrenbereich nur über **Schleuse** nach Kontaminationsmessung und ggf. Dekontamination verlassen

Im Gefahrenbereich **nicht essen, trinken, rauchen**; keine Kosmetika

Zeitkritische und lebensbedrohende Verletzungen: Person unverzüglich an medizinisches Personal oder Rettungsdienst übergeben (**lebensrettende Maßnahmen haben absolute Priorität**)

Verletzung/gesundheitliche Beeinträchtigung ohne Lebensgefahr: Kontamination der Person kontrollieren, kontaminierte Kleidung soweit möglich entfernen und ggf. verbleibende kontaminierte Stellen mit geeigneten Materialien bedecken. Danach Person an medizinisches Personal oder Rettungsdienst übergeben. Kontaminierte Wunden unverzüglich spülen und Wunde ärztlich behandeln lassen

Aufenthalt im Gefahrenbereich **minimieren** u. schriftl. dokumentieren

Nach einem Einsatz: Wenn eine gesundheitliche Gefährdung durch Kontamination oder Strahlenexposition nicht ausgeschlossen werden kann: Untersuchung durch ermächtigte*n Arzt/Ärztin



RED – RADIOLOGICAL EXPOSURE DEVICE

Als **Radiological Exposure Devices** (REDs) werden Vorrichtungen bezeichnet, die radioaktives Material enthalten und **verdeckt angebracht** werden, um **Personen gezielt einer Strahlung auszusetzen**. Diese Vorrichtungen können z. B. an öffentlichen Plätzen oder in Verkehrsmitteln angebracht oder versteckt werden. Dadurch werden alle Personen bestrahlt, die sich nahe der Quelle aufhalten.

Was sind die Gefahren?

Je nach Intensität der Strahlung und Aufenthaltsdauer nahe der Quelle können medizinische Symptome wie Hautrötungen, aber auch Übelkeit und Erbrechen als Folge der sog. **Strahlenkrankheit** auftreten

Es besteht die Möglichkeit, dass Symptome erst nach Tagen oder Wochen auftreten

Die Schwere der **gesundheitlichen Beeinträchtigungen** kann von milden Formen bis hin zu schweren Erkrankungen wie Organversagen oder bis zum Tod reichen. Es kann sich auch langfristig Krebs entwickeln

Was erwartet mich als Einsatzkraft?

Auffinden einer RED möglicherweise sehr **schwierig** (da in der Regel keine Anzeichen dafür vorliegen)

In der Regel kommen nur Gammastrahler in relativ hoher Aktivität für eine RED in Betracht, sodass bei Vorliegen eines Verdachts der **mess-technische Nachweis** auch **mit einfachen Dosisleistungsmessgeräten** möglich ist

Es ist mit (ggf. **hohen**) **Strahlendosen** einzelner Personen zu rechnen.

Mit radioaktiven **Kontaminationen** ist in der Regel **nicht** zu rechnen. Entsprechend geht von betroffenen Personen keine radiologische Gefährdung aus.

Wie kann ich mich als Einsatzkraft schützen und was ist zu beachten?

Abstand halten: Bei Verdacht so schnell wie möglich die Dosisleistung messen, um Gefahrenbereich festzulegen; Strahlenquellen nicht berühren / bewegen / öffnen / transportieren

Gefahrenbereich absperren: wenn die Dosisleistung größer als 25 Mikrosievert pro Stunde ($\mu\text{Sv/h}$) ist oder Kontamination vermutet wird

Aufenthalt im Gefahrenbereich **minimieren** und schriftlich dokumentieren

Hinzuziehen von Fach- bzw. Spezialkräften für den Strahlenschutz (z. B. für die Bergung der Strahlenquelle)

In einem Notfall sind alle Einsatzkräfte vorab über die mit dem Einsatz verbundenen gesundheitlichen Risiken und die zu treffenden Schutz- und Überwachungsmaßnahmen zu unterrichten

Schutzausrüstung ist in der Regel **nicht erforderlich oder sinnvoll** (da in der Regel nur gammastrahlende und keine offenen radioaktiven Stoffe vorliegen!)

Nach einem Einsatz: Wenn eine gesundheitliche Gefährdung durch Kontamination oder Strahlenexposition nicht ausgeschlossen werden kann: Untersuchung durch ermächtigte*n Arzt/Ärztin



UNFALL IN EINEM KERNKRAFTWERK

Kernkraftwerke unterliegen hohen Anforderungen an die Sicherheit und Sicherung der Anlagen. Dennoch kann es zu Unfällen kommen, bei denen möglicherweise radioaktive Stoffe in die Umwelt freigesetzt werden können. Diese können sich auf unterschiedlichen Wegen verbreiten.

Was sind die Gefahren?

Radioaktives Material lagert sich in der Umgebung des havarierten Kernkraftwerks ab und verursacht so eine Exposition von Personen

Die sich ablagernden radioaktiven Stoffe können Personen, die sich im Freien aufhalten, Gebäude, Nahrung, Gewässer und andere Lebewesen kontaminieren

Menschen können radioaktive Stoffe durch Einatmen oder über die Nahrung in den Körper aufnehmen

Es besteht das Risiko, gesundheitliche Beeinträchtigungen zu erleiden, die langfristig etwa zu Krebs führen können

Was erwartet mich als Einsatzkraft?

Akute Strahlenschäden sind für die meisten Betroffenen unwahrscheinlich. Es sei denn, sie befinden sich im Nahbereich (in der Regel weniger als 2 bis 3 km Entfernung zum KKW) oder auf dem Gelände des KKW

Evakuierung (Schutzmaßnahme): kann bis ca. 20 km Entfernung um das KKW erforderlich werden. Evakuierung wird nur durchgeführt, wenn sie vor dem Eintreffen der radioaktiven Wolke und etwaiger Ablagerung radioaktiver Stoffe abgeschlossen werden kann, sodass keine Exposition oder Kontamination der Einsatzkräfte während der Evakuierung zu erwarten ist

Aufenthalt in Gebäuden (Schutzmaßnahme): kann bis ca. 100 km Entfernung notwendig werden (in Ausbreitungsrichtung der radioaktiven Wolke). Gilt auch für Einsatzkräfte

Einnahme von Jodtabletten (Schutzmaßnahme): kann bis ca. 200 km Entfernung erforderlich werden (in Ausbreitungsrichtung der radioaktiven Wolke). Gilt auch für Einsatzkräfte

Gebiete, in denen Evakuierung, Aufenthalt in Gebäuden oder Einnahme von Jodtabletten angeordnet werden, zählen zum **Gefahrengebiet**. In diesen Gebieten Schutz- und Überwachungsmaßnahmen für Einsatzkräfte beachten

Wie kann ich mich als Einsatzkraft schützen und was ist zu beachten?

Für den Schutz der Einsatzkräfte gilt ein gestaffeltes System von Dosis-Referenzwerten, das verschiedene Arten von Notfalleinsätzen berücksichtigt. Die für den Schutz der Einsatzkräfte Verantwortlichen (z. B. Einsatzleitung) planen die Einsätze so, dass diese Referenzwerte nicht überschritten werden

Die für den Schutz der Einsatzkräfte Verantwortlichen (z.B. Einsatzleitung) müssen dafür sorgen, dass die Exposition einer Einsatzkraft ermittelt (z. B. über Personen-Dosimeter) oder abgeschätzt wird

In einem Notfall sind alle Einsatzkräfte vorab über die mit dem Einsatz verbundenen gesundheitlichen Risiken und die zu treffenden Schutz- und Überwachungsmaßnahmen zu unterrichten

Im Gefahrengebiet (s.o.): in der Regel **persönliche Schutzausrüstung** (PSA) einschließlich einfachem Atemschutz (FFP2/3-Maske) verwenden

Aufenthalt im Gefahrenbereich schriftlich dokumentieren

Nach einem Einsatz: Wenn eine gesundheitliche Gefährdung durch Kontamination oder Strahlenexposition nicht ausgeschlossen werden kann: Untersuchung durch ermächtigte*n Arzt/Ärztin



EXPLOSION EINER KERNWAFFE

Kernwaffe: Vorrichtung, bei der eine Kettenreaktion genutzt wird, um eine Explosion zu erzeugen. Die Explosion ist um ein Vielfaches stärker als bei konventionellen Sprengstoffen.

Vier Arten freigesetzter Energie: **Druckwelle**, heller **Lichtblitz**, **Hitzewelle** und **Strahlung**.

Durch enorme Hitze verdampft im Nahbereich Material und wird nach oben gesaugt (führt zum „Atompilz“). Radioaktiv kontaminiertes Material in der Wolke fällt als Staub („Fallout“) zurück auf die Erde. Fallout kann durch Wind weit verbreitet werden.

Was sind die Gefahren?

Verletzungen im **Nahfeld der Explosion:**

- (tödliche) Verletzungen durch die Druckwelle und Hitzewelle
- (schwere) Brandverletzungen durch die Hitzewelle und Folgebrände
- Erblindung (durch den Lichtblitz)
- Akute Strahlenkrankheit

Gefahren in **größerer Entfernung** im **Bereich des Fallouts:**

- äußere **Kontamination (Kleidung oder Haut)** oder innere Kontamination (durch **Einatmen oder Verschlucken**)
- lang andauernde **Strahlenexposition**
- **Kontamination von Nahrung und Trinkwasser**

Was erwartet mich als Einsatzkraft?

Großes Gefahrenggebiet: direkte Explosionswirkung bis zu mehrere Kilometer Abstand, großräumige Auswirkungen durch Fallout bis in einige **hundert Kilometer** Entfernung möglich

Große Bereiche in den ersten 24 bis 48 Stunden für Einsatzkräfte aufgrund stark erhöhter Ortsdosisleistung **nicht zugänglich**.
Medizinische Ersthilfe anfangs nicht oder kaum möglich

Strahlenexposition durch den Fallout **nimmt schnell ab**: 48 Stunden nach der Explosion ist die Ortsdosisleistung auf ca. 1 Prozent des anfänglichen Werts abgesunken

Strahlenexposition vor allem durch Gammastrahler **gut messbar**

Massive Zerstörung von Gebäuden und Infrastruktur, ggf. kein direktes Erreichen des Einsatzortes bzw. von Betroffenen möglich

Gefahr durch **einsturzgefährdete Gebäude** oder herabfallende Gebäudeteile

Möglicherweise großflächige Brände als Folge der Explosion

Sehr große Zahl an Verletzten möglich, häufig mit **multiplen Verletzungen**, ggf. in Kombination mit akuten Strahlenschäden

Wie kann ich mich als Einsatzkraft schützen und was ist zu beachten?

Bester Schutz (auch für Ersthelfer*innen und Einsatzkräfte):

Aufenthalt in **Gebäuden**, besonders in innenliegenden Räumen und Kellerräumen sowie Tiefgaragen und U-Bahn-Stationen. **Aufenthalt im Freien unbedingt vermeiden** (auch nicht in Fahrzeugen)

Einnahme von **Jodtabletten nicht sinnvoll**: nur sehr geringer Beitrag von radioaktivem Jod zur Strahlenbelastung

Tragen von Schutzkleidung und Messgeräten für die Dosisleistung (möglichst mit Alarmfunktion) bzw. Dosiswarngerät

Im Gefahrengebiet **nicht essen, trinken, rauchen; keine Kosmetika**

Gefahrengebiet ausschließlich über **Dekon-Stellen verlassen** (nächste Dekon-Stelle evtl. weiter entfernt; notfalls einfache Selbstdekontamination: Kleidung ablegen, unbedeckte Körperteile waschen)

Aufenthalt im Gefahrenbereich schriftlich dokumentieren

Nach einem Einsatz: Wenn eine gesundheitliche Gefährdung durch Kontamination oder Strahlenexposition nicht ausgeschlossen werden kann: Untersuchung durch ermächtigte*n Arzt/Ärztin, ergänzt durch Maßnahmen zur Reduzierung der psychischen Belastung