

## Zwischenfälle mit gefährlichen Strahlenquellen

Während Unfälle in kerntechnischen Anlagen und ihre unmittelbaren radiologischen Auswirkungen auf bestimmte Länder bzw. geografische Bereiche beschränkt bleiben, können Zwischenfälle mit gefährlichen Strahlenquellen in so gut wie jedem Land der Welt auftreten. Daher stellt die Vorbereitung auf solche Zwischenfälle einen weltweiten Minimalstandard dar, der überall erreicht werden sollte.

### Kategorien von Ereignissen

Die International Atomic Energy Agency (IAEA) unterscheidet 5 Kategorien von Ereignissen [1], die in Tabelle 1 zusammengefasst sind.

Ereignisse der Kategorie IV werden dort beschrieben als „nuklearer oder radiologischer Notfall mit dem Bedarf für unmittelbare Schutzmaßnahmen an einem unvorhersehbaren Ort“.

Davon umfasst sind

- Zwischenfälle beim bewilligten Umgang mit gefährlichen Strahlenquellen wie z. B. zerstörungsfreie Werkstoffprüfung (Abb. 1),
- Transportunfälle mit gefährlichen Strahlenquellen,
- Zwischenfälle mit Radionuklidbatterien,
- Zwischenfälle mit Satelliten mit radioaktivem Inventar und
- Zwischenfälle beim nicht bewilligten Umgang mit illegal erworbenen gefährlichen Strahlenquellen.

Aufgrund dieser Auflistung wird unmittelbar klar, dass für Ereignisse der



**Abb. 1:** Häufige Ursache für Strahlenunfälle: die Gamma-Radiografie-Quelle; Foto: Stefan Schönhacker

Kategorie IV – anders als für Unfälle in bewilligten Anlagen, die in den Kategorien I, II bzw. III erfasst sind – keine ortsgebundene Planung erfolgen kann. Die radiologische Notfallplanung für Zwischenfälle mit gefährlichen Strahlenquellen hat sich somit örtlich stets auf den gesamten Wirkungsbereich zu beziehen.

Beispiele für mögliche Ereignisse der Kategorie IV sind der Tabelle 2 zu entnehmen [1].

| Kategorie            | Beschreibung (gekürzt)  |
|----------------------|---|
| <b>Kategorie I</b>   | Unfälle in kerntechnischen Anlagen  |
| <b>Kategorie II</b>  | Unfälle in Forschungsreaktoren  |
| <b>Kategorie III</b> | Unfälle in Bestrahlungsanlagen  |
| <b>Kategorie IV</b>  | Nukleare oder radiologische Notfälle an unvorhersehbaren Orten                          |
| <b>Kategorie V</b>   | Kontamination von Produkten nach Freisetzungen durch Ereignisse der Kategorie I oder II |

**Tab. 1:** Kategorien von Ereignissen nach IAEA [1]

### Betriebliche Notfallplanung

Befindet sich eine gefährliche Strahlenquelle in der Obhut ihres Besitzers bzw. Betreibers, so handelt dieser bei Zwischenfällen gemäß vorbereiteten Notfallplänen. Dabei sind als wichtigste Maßnahmen zu nennen:

- das Erkennen des Zwischenfalls
- die räumliche Begrenzung des Ereignisses durch Absperren und Absichern
- das Identifizieren möglicherweise betroffener Personen in Hinblick auf Bestrahlung und radioaktive Kontamination

Ist das Ereignis durch den Besitzer bzw. Betreiber nicht selbst zu bewältigen, so sind unmittelbar die zuständigen Behörden und Einsatzorganisationen zu verständigen.

### Transportunfall

Da gefährliche Strahlenquellen auch im letzten Winkel des abgelegenen Dorfes z. B. zur Überprüfung von Rohrleitungen oder Druckbehältern verwendet werden, kommt letztlich jede Straße als möglicher Ereignisort für dieses Szenario infrage (Abb. 2). Theoretisch können Transportunfälle die Freisetzung von radioaktivem Material, den Verlust der Abschirmung sowie den Verlust der Kontrolle über die Kritikalität von spaltbarem Material zur Folge haben.

Praktisch hatte weltweit noch nie ein Transportunfall ernsthafte radiologische Auswirkungen [2]. Wünschenswert wäre, dass diese Tatsache Eingang in die Ausbildung von Einsatzkräften findet, damit es bei einem Transportunfall mit Beteiligung radioaktiver Stoffe nicht zu unnötigen Verzögerungen bei der Rettung und Versorgung betroffener Personen kommt. Als internationale Leitlinie für die Vorgehensweise von Einsatzkräften bei Verdacht auf das Vorhandensein radioaktiver Stoffe steht seitens der IAEA das „Manual for

## Ausbildung von Einsatzkräften

| Mögliche Ereignisse                         | Beispiele  |
|---|--|
| Ereignisse mit gefährlichen Strahlenquellen | Auftreten akuter Strahlenschäden                                 |
|   | Verlust oder Diebstahl einer gefährlichen Strahlenquelle         |
|   | Brand oder Beschädigung von mobilen gefährlichen Strahlenquellen |
|   | Brand oder Beschädigung von Anlagen                              |
|   | Bestrahlung und/oder Kontamination der Bevölkerung               |
|   | Zwischenfälle mit Kernwaffen                                     |
|   | Wiedereintritt von Satelliten mit radioaktivem Inventar          |
| Ereignisse beim Transport                   | Freisetzung von radioaktivem Material                            |
|   | Verlust der Abschirmung  |
|   | Verlust der Kontrolle über die Kritikalität                      |
|   | Zwischenfälle mit Kernwaffen                                     |
| Erhebliche Überdosierung                    | Zwischenfälle bei der Strahlentherapie                           |
|   | Zwischenfälle mit mobilen gefährlichen Strahlenquellen           |
|   | Zwischenfälle mit Anlagen (andere als Strahlentherapie)          |
| Terror und Kriminalität                     | Bombendrohung  |
|   | Bombe  |
|   | Sabotage   |
|   | Angriff  |
|   | Entführung   |
|   | Geiselnahme  |
|   | Diebstahl von radioaktivem oder spaltbarem Material              |
|   | Kontamination von Lebensmitteln                                  |
|   | Bestrahlung und/oder Kontamination der Bevölkerung               |

Tab. 2: Beispiele für mögliche Ereignisse der Kategorie IV [1]

First Responders to a Radiological Emergency“ zur Verfügung [3].

### Auffinden von gefährlichen Strahlenquellen

Besondere Gefahren bestehen durch gefährliche Strahlenquellen, die nicht mehr kontrolliert werden. Insbesondere schrott- oder müllverarbeitende Betriebe sollten daher Vorkehrungen treffen, um solche Quellen detektieren

zu können. Empfehlungen zu Organisation und Ablauf der Überwachung von Metallschrott auf radioaktive Bestandteile stehen auf nationaler und internationaler Ebene zur Verfügung [4, 5].

Ein entsprechendes Poster ist vom „Bureau of International Recycling“ (BIR) als Download in zahlreichen Sprachen – z. B. auch in Deutsch – verfügbar [6].

### Auftreten akuter Strahlenschäden

Geht eine gefährliche Strahlenquelle verloren, so besteht die Gefahr, dass Menschen mit ihr in direkten Kontakt kommen und dadurch einen akuten Strahlenschaden erleiden – entweder in Form der akuten Strahlenkrankheit (ARS – Acute Radiation Syndrome) bei ausreichend hoher Ganzkörperdosis oder in Form eines lokalen Strahlenschadens (LRI – Local Radiation Injury). Auch bei kriminellen oder terroristischen Ereignissen kann das Auftreten akuter Strahlenschäden der erste Hinweis auf das Vorhandensein einer gefährlichen Strahlenquelle sein. Entsprechend wichtig ist es, dass jeder Arzt und jede Ärztin die Anzeichen für akute Strahlenschäden kennt und jeden Verdacht darauf an die zuständige Behörde meldet. Als Unterstützung haben die IAEA und die World Health Organisation (WHO) gemeinsam ein Flugblatt herausgebracht, das die wichtigsten Aspekte des Erkennens und der Behandlung von akuten Strahlenschäden umfasst [7].

**Strahlenquelle „gefährlich“?**

### Schwellenwerte für gefährliche Strahlenquellen

Wann gilt nun aber eine Strahlenquelle als „gefährlich“? Die IAEA hat zur Charakterisierung der Gefährlichkeit von Strahlenquellen 2 Schwellenwerte, sogenannte D-Values, definiert:

- D<sub>1</sub> für das Hantieren mit umschlossenen Strahlenquellen
  - D<sub>2</sub> für die Freisetzung des radioaktiven Inventars einer Strahlenquelle
- Die Werte für D<sub>1</sub> und D<sub>2</sub> wurden nuklidspezifisch festgelegt [8]. Basis für die Festlegung war eine realistische Risikoeinschätzung. Die Werte sind daher nicht außergewöhnlich konservativ angelegt, sondern es gilt: Eine als „gefährliche Strahlenquelle“ bezeichnete Strahlenquelle ist tatsächlich gefährlich. Sie kann also, wenn sie unkontrolliert und ungeschützt ist,



Abb. 2: Häufiges Übungsszenario, aber geringe Gefahr: der Transportunfall;  
Foto: Stefan Schönhacker

den Tod oder eine erhebliche gesundheitliche Beeinträchtigung von Menschen verursachen.

Der Einschätzung für das Hantieren mit umschlossenen Strahlenquellen, also für den Schwellenwert  $D_1$ , liegen dabei 2 unterschiedliche Szenarien zugrunde:

- Szenario I:  
das Hosentaschen-Szenario
- Szenario II:  
das Raum-Szenario

Die Annahme im Szenario I ist, dass eine Strahlenquelle von jemandem, der sie nicht als solche erkennt, bis zu 10 Stunden lang ohne Abschirmung in seiner Hosentasche aufbewahrt wird.

Die Erfahrung aus Strahlenunfällen weltweit hat gezeigt, dass dieses Szenario leider realistisch ist.

Im Szenario II wird angenommen, dass sich die Strahlenquelle ohne Abschirmung in einem Raum befindet, z. B. in

einem Schlafzimmer oder Arbeitszimmer. Als Grundlage für die Berechnungen wird eine insgesamt 100-stündige Exposition in einer Entfernung von einem Meter angenommen. Auch diese Werte wurden aus früheren

Strahlenunfällen abgeleitet. Als „gefährlich“ wurde dabei übrigens eine Dosisleistung von 10 mGy/h angenommen.

### Notfallplanung in Österreich

Den Zwischenfällen mit gefährlichen Strahlenquellen ist in Österreich ein eigener Teil des gesamtstaatlichen Interventionsplans für radiologische Notstandssituationen gewidmet [9]. Darin erfolgt eine Unterscheidung nach den Auswirkungen:

- Zwischenfälle mit Freisetzungen von radioaktiven Stoffen, die eine kleinräumige Kontamination verursachen
- Zwischenfälle mit Freisetzungen von radioaktiven Stoffen, die eine lokale Kontamination verursachen
- Zwischenfälle mit der Gefahr einer erhöhten Exposition durch die Strahlenquelle

Die einzelnen Teile des gesamtstaatlichen Interventionsplans sind über die Website [www.strahlenschutz.gv.at](http://www.strahlenschutz.gv.at) allgemein verfügbar.

Stefan Schönhacker □



Mehr Sicherheit.  
Mehr Wert.

## Strahlenschutz in Medizin, Forschung und Industrie

Tagung  
6. – 7. Dezember 2016  
in Tübingen

Ziel der Veranstaltung ist es über den Stand der Praxis des Strahlenschutzes und seiner Bewertung bei der Anwendung radioaktiver Stoffe und ionisierender Strahlung in Medizin, Forschung und Industrie zu informieren, sowie einen Ausblick auf das künftige Strahlenschutzgesetz, insbesondere zum Stand der Umsetzung der Richtlinie 2013/59 Euratom zu geben.

## Neue Entwicklungen im Strahlenschutz und ihre Anwendung in der Praxis

Seminar  
22. – 23. Juni 2017  
in München

Das Seminar dient der Darstellung neuer Entwicklungen im Strahlenschutz, aktueller Informationen und Erfahrungen aus der Praxis sowie dem Austausch mit Kollegen. Folgende Schwerpunkte werden thematisiert:

- Radiologischer Arbeitsschutz und physikalische Strahlenschutzkontrolle
- Strahlenmesstechnik
- Gesetze und Regelwerk

Informationen unter [www.tuev-sued.de/congress/strahlenschutz](http://www.tuev-sued.de/congress/strahlenschutz)

## Hosentaschen-Szenario realistisch

Anmeldung und Auskünfte  
TÜV SÜD Akademie GmbH  
Tagungen und Kongresse  
Martina Sperber  
Westendstr. 160  
80339 München  
Telefon +49 89 5791-2476  
Telefax +49 89 5155-2468  
E-Mail: [congress@tuev-sued.de](mailto:congress@tuev-sued.de)

TÜV®