

	DIN ISO 22188 (VDE 0493-3-2188)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE
ICS 13.280	Entwurf	Einsprüche bis 2022-04-25 Vorgesehen als Ersatz für DIN ISO 22188:2008-03
Überwachung des unbeabsichtigten oder unerlaubten Transports von radioaktiven Stoffen (ISO/CD 22188:2021); Text Deutsch und Englisch Monitoring for inadvertent movement and illicit trafficking of radioactive material (ISO/CD 22188:2021); Text in German and English Surveillance des mouvements non déclarés et des trafics illicites de matière radioactive (ISO/CD 22188:2021); Texte en allemand et anglais Anwendungswarnvermerk Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2022-02-25 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt. Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren. Stellungnahmen werden erbeten - vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben; - oder als Datei per E-Mail an dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden; - oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, Merianstraße 28, 63069 Offenbach am Main. Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.		
Gesamtumfang 58 Seiten		
DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE DIN-Normenausschuss Radiologie (NAR)		

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist ...

	Inhalt	Seite
Nationales Vorwort		3
Vorwort		5
Einleitung		6
1 Anwendungsbereich		7
2 Normative Verweisungen		7
3 Begriffe		8
4 Überwachung		10
4.1 Ausbildungsanforderungen für Grenzschutzbeamte, Inspektoren und Erstreaktionskräfte		12
4.2 Überwachungsgeräte		12
5 Strahlungsüberwachung an Kontrollstellen		19
5.1 Wichtige Betrachtungen		20
5.2 Verifizierung		20
5.3 Lokalisierung		20
5.4 Identifizierung		21
5.5 Suchtechniken, operative Reaktion und Nachverfolgung		21
6 Cybersicherheit der Überwachungsgeräte		21
6.1 Risiko-basierte gute Praxis		21
6.2 Operative Aspekte		21
Anhang A (informativ) Alarme und Untersuchungsschwellen		23
Anhang B (informativ) Mögliche erkannte Geräte und Radionuklide		27
Anhang C (informativ) Beispiele für natürlich vorkommende radioaktive Stoffe		28
Literaturhinweise		29

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument ISO/CD 22188:2021 „Monitoring for inadvertent movement and illicit trafficking of radioactive material“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom ISO/TC 85/SC 2 „Radiological protection“ der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und den nationalen Mitgliedern zur Stellungnahme und Abstimmung vorgelegt.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS nur 6 Wochen beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium DKE/GK 851 „Aktivitätsmessgeräte für den Strahlenschutz“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DKE (www.dke.de) und DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Für Messanordnungen und -geräte zur Überwachung von Materialien auf radioaktive Bestandteile wurden durch GK 851 veröffentlicht:

- **DIN EN 62022 (VDE 0493-3-1):2008-01**, *Fest installierte Monitore für die Überwachung und den Nachweis von Gammastrahlen-Emittern in von Fahrzeugen transportierten, wiederverwertbaren oder nicht wiederverwertbaren Materialien (IEC 62022:2004, modifiziert); Deutsche Fassung EN 62022:2007*
- **DIN EN IEC 62244 (VDE 0493-3-2):2022-01**, *Strahlenschutz-Messgeräte – Fest installierte Portalmonitore für den Nachweis des unerlaubten Transports von radioaktiven Stoffen und spaltbarem Nuklearmaterial (IEC 62244:2019); Deutsche Fassung EN IEC 62244:2021*
- **DIN EN IEC 62327 (VDE 0493-3-3):2020-04**, *Strahlenschutz-Messgeräte – Handgeräte für den Nachweis und die Identifizierung von Radionukliden und die Abschätzung der durch Gammastrahlung erzeugten Umgebungs-Äquivalentdosisleistung (IEC 62327:2017); Deutsche Fassung EN IEC 62327:2019*
- **DIN EN IEC 62401 (VDE 0493-3-4):2020-06**, *Strahlenschutz-Messgeräte – Alarmgebende persönliche Strahlungsmessgeräte zum Aufspüren von unerlaubt transportiertem radioaktivem Material (IEC 62401:2017); Deutsche Fassung EN IEC 62401:2019*
- **DIN EN 62484 (VDE 0493-3-5):2016-06**, *Strahlenschutz-Messgeräte – Auf Spektroskopie basierende Portalmonitore für den Nachweis und die Identifikation des unerlaubten Handels mit radioaktiven Stoffen (IEC 62484:2010); Deutsche Fassung EN 62484:2015*

E DIN ISO 22188 (VDE 0493-3-2188):2022-03

- **DIN EN 62533 (VDE 0493-3-6):2016-08**, Strahlenschutz-Messgeräte – Hochempfindliche Handgeräte zur Detektion von Photonenstrahlung emittierendem radioaktivem Material (**IEC 62533:2010**, modifiziert); Deutsche Fassung **EN 62533:2016**
- **DIN IEC 62534 (VDE 0493-3-7):2016-06**, Strahlenschutz-Messgeräte – Hochempfindliche Handgeräte zur Detektion von Neutronenstrahlung emittierendem radioaktivem Material (**IEC 62534:2010**); Deutsche Fassung **EN 62534:2015**
- **DIN EN 62618 (VDE 0493-3-8):2017-08**, Strahlenschutz-Messgeräte – Spektroskopie-basierte alarmgebende persönliche Strahlungsdetektoren für den Nachweis von unerlaubt transportiertem radioaktivem Material (**IEC 62618:2013**); Deutsche Fassung **EN 62618:2016**
- **DIN EN 63121 (VDE 0493-3-9):2020-08**, Strahlenschutz-Messgeräte – Fahrzeuggestützte mobile Systeme zum Aufspüren von unerlaubt transportiertem radioaktivem Material (**IEC 63121:2020**)
- **DIN EN 62694 (VDE 0493-3-10):2017-03**, Strahlenschutz-Messgeräte – Rucksack-Strahlenschutzdetektor zum Nachweis von unerlaubtem Transport radioaktiver Materialien (**IEC 62694:2014**); Deutsche Fassung **EN 62694:2016**

Weiterhin betrachtet werden sollten:

- **DIN IEC 62957-1 (VDE 0493-6-1):2018-07**, Strahlenschutz-Messgeräte – Semi-empirisches Verfahren für die Beurteilung der Leistungsfähigkeit von Detektion und Radionuklid-Identifizierung – Teil 1: Beurteilung der Leistungsfähigkeit von Messgeräten mit Radionuklid-Identifizierung im statischen Betrieb (**IEC 62957-1:2017**)
- **DIN EN IEC 63047 (VDE 0493-6-4):2021-12**, Nukleare Instrumentierung – Datenformat für digitale Datenerfassung im List-Mode für Strahlungsnachweis und -messung (**IEC 63047:2018 + COR1:2020**); Deutsche Fassung **EN IEC 63047:2021**

Änderungen

Gegenüber DIN ISO 22188:2008-03 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Einleitung, Definitionen und Literaturhinweise wurden überarbeitet und ergänzt;
- b) der Inhalt wurde vollständig überarbeitet;
- c) die Verweisungen wurden aktualisiert;
- d) die **Anhänge A** „Hintergrundinformation“ und **B** „Strahlungsüberwachung an Kontrollpunkten“ wurden überarbeitet;
- e) die **Anhänge C** „Suchtechniken“ und **D** „Empfohlene Prüfverfahren“ sind entfallen, da ihre Inhalte nun im Haupttext behandelt werden;
- f) Anhang E „Beispiele für natürlich vorkommende radioaktive Stoffe“ wurde zu **Anhang C**.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Themen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der enthaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Eine Erläuterung zum freiwilligen Charakter von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen, sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welt handelsorganisation (WTO) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT) berücksichtigt, enthält der folgende Link www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee [oder Projektkomitee] ISO/TC 85, *Nuclear energy, nuclear technologists, and radiological protection*, Unterkomitee SC 2, *Radiological protection* erarbeitet.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 21888:2004), die technisch überarbeitet wurde.

Die wichtigsten Änderungen gegenüber der vorherigen Ausgaben sind folgende:

—

Einleitung

Das „Incident and Trafficking Database“-System (ITDB) der Internationalen Atomenergiebehörde (IAEA) hat seit 1993 unbeabsichtigten oder unerlaubten Transport von Nuklearmaterial und anderen radioaktiven Stoffen aufgezeichnet. Die Berichte über diese Vorkommnisse zeigen zwischen 2003 und 2005 einen Anstieg, hauptsächlich durch den Einsatz einer erhöhten Anzahl von Strahlungs-Portalmonitoren an Staatsgrenzen und in Anlagen zur Altm Metallverarbeitung. Wenn die Anzahl berichteter Vorkommnisse auch wieder zurückgegangen ist, bleiben diese unbeabsichtigten oder böswilligen Verwendungen Grund zur Sorge. Einige wenige der berichteten Vorkommnisse betreffen die Beschlagnahme möglicherweise waffentauglichen Nuklearmaterials, die Mehrheit betrifft jedoch unerlaubte Aktivitäten einschließlich gestohlenem oder vermisstem radioaktivem Material und die Erkennung kontaminierter Güter. Beispiele beinhalten unwissentliche Beimischung von radioaktiven Stoffen in recyceltem Stahl, Entdeckung verloren gegangener radioaktiver Quellen durch ahnungslose Personen und bewusster Diebstahl radioaktiver Stoffe.

Die potentielle radiologische Gesundheitsgefahr für Arbeitnehmer, die allgemeine Öffentlichkeit und die Umwelt durch fehlgeleitete radioaktive Stoffe fügt dem unbeabsichtigten bzw. unerlaubten Transport eine zusätzliche Bedrohung hinzu. Es gab Vorkommnisse, bei denen der Verlust der Überwachung radioaktiver Stoffe zu erheblichen Konsequenzen geführt hat. Daher werden in diesem Dokument sowohl die Bedrohung durch die Verbreitung von Nuklearwaffen also auch die radiologischen Gefährdungen berücksichtigt. Die Erkennung radioaktiver Stoffe an Grenzübergängen, Seehäfen, Flughäfen und innerhalb von Ländern (z. B. an Kontrollstellen) ist deshalb ein wichtiger Gesichtspunkt.

Dieses Dokument spricht die prozeduralen Aspekte der Erkennung radioaktiver Stoffe an. Die prozeduralen Aspekte behandeln die Techniken des Suchens, Lokalisierens und der möglichen Identifizierung radioaktiver Stoffe. Anleitungen für geeignete Trainingsprogramme und die Wartung der Geräte werden ebenfalls als ein relevanter Aspekt angesehen. Die Geräte, die in dem Prozess Verwendung finden, werden bezüglich der Mindestanforderungen, um die empfohlenen Vorgehensweisen ausführen zu können, charakterisiert. Diese beinhalten: persönliche Strahlungsmessgeräte, handgehaltene Messgeräte, handgehaltene Radionuklid-Identifikatoren, fest installierte Strahlungs-Portalmonitore, Rucksack-Strahlungsdetektoren, mobile Systeme sowie aktive und anzeigende Systeme.

Basierend auf den Ergebnissen eines umfangreichen Prüfprogramms zu solchen Nachweissystemen, das in Zusammenarbeit mit der Internationalen Atomenergiebehörde (IAEA) durchgeführt wurde, werden Prüfverfahren für den Routinebetrieb (um die Betriebsbereitschaft der Geräte sicherzustellen) und auch für Akzeptanzprüfungen (um Mindestanforderungen zu verifizieren) empfohlen. Die Festlegung von Mindest-Leistungsanforderungen und Prüfverfahren für die Geräte werden durch andere bestehende Normen, die im Abschnitt zu den normativen Verweisungen aufgeführt sind, abgedeckt

Es wird angenommen, dass solch ein Dokument die effizientere Nutzung und den effizienteren Betrieb vorhandener Ausrüstung erlaubt, die Kommunikation über Grenzen hinweg verbessert, die Aktivitäten zur Erkennung von radioaktiven Stoffen unterstützt und dem unerlaubten Transport von radioaktiven Stoffen entgegenwirkt. Die Vorteile, die hierdurch gewonnen werden, tragen zu den Bemühungen bei der Bekämpfung von Proliferation und beim Strahlenschutz bei. Demgegenüber wird ein Mangel an Standardisierung die Implementierung der beabsichtigten Aktivitäten verzögern, insbesondere weil für bestimmte Fragen (z. B. Untersuchungsschwelle) keine internationale Übereinstimmung besteht. Von der IAEA in diesem Themengebiet veröffentlichte technische Dokumente stellen einen ersten Schritt bei der Empfehlung gerechtfertigter und vereinbarter Spezifikationen und Prozeduren dar, siehe [1], [2], [3], [4], [5], [6] und [7].

Überwachung des unbeabsichtigten oder unerlaubten Transports von radioaktiven Stoffen

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument beschreibt Verfahren und Mittel zur Überwachung des unbeabsichtigten oder unerlaubten Transports von radioaktiven Stoffen. Es liefert Leitlinien für die Verwendung von sowohl ortsfesten als auch tragbaren (z. B. in der Hand gehaltenen) Geräten zur Überwachung von Strahlungsanzeichen von radioaktiven Stoffen. Der Schwerpunkt liegt auf den operativen Aspekten, d. h. Anforderungen für die Überwachung von Verkehr und Waren hauptsächlich an grenzüberschreitenden Einrichtungen. Obwohl der Begriff Grenze in diesem Dokument wiederholt verwendet wird, meint er nicht nur internationale Landesgrenzen, sondern auch Seehäfen, Flughäfen und ähnliche Orte, an denen Güter oder Personen überprüft werden. Dieses Dokument behandelt nicht das Thema des Nachweises von radioaktiven Stoffen in Recycling-Anlagen, obwohl bekannt ist, dass ein grenzüberschreitender Verkehr von Metallen fürs Recycling vorkommt und dass die Überwachung von Altmetallen an den Grenzen eines Staates vorgenommen werden kann.

Dieses Dokument ist anwendbar durch Aufsichtsbehörden und andere fachkundige Stellen, die eine Anleitung für die Anwendung von Aktionsplänen zur Bekämpfung des unbeabsichtigten und unerlaubten Transports suchen: durch Vollzugsbehörden (z. B. Grenzschutzbeamte), um Leitlinien über empfohlene Überwachungsverfahren zu erhalten, und durch Gerätehersteller, um Mindestanforderungen aus operativen Notwendigkeiten nach diesem Dokument zu verstehen.

ANMERKUNG Der allgemeine Begriff „Dosis“ bedeutet in diesem Dokument die Umgebungs-Äquivalentdosis, wenn nicht anders angegeben.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 62244, *Radiation protection instrumentation – Installed radiation portal monitors (RPMs) for the detection of illicit trafficking of radioactive and nuclear material*

IEC 62327, *Radiation protection instrumentation – Hand-held instruments for the detection and identification of radionuclides and for the estimation of ambient dose equivalent rate from photon radiation*

IEC 62387, *Radiation protection instrumentation – Dosimetry systems with integrating passive detectors for individual, workplace and environmental monitoring of photon and beta radiation*

IEC 62401, *Radiation protection instrumentation – Alarming personal radiation devices (PRDs) for the detection of illicit trafficking of radioactive material*

IEC 62484, *Radiation protection instrumentation – Spectrometric radiation portal monitors (SRPMs) used for the detection and identification of illicit trafficking of radioactive material*

IEC 62533, *Radiation protection instrumentation – Highly sensitive hand-held instruments for photon detection of radioactive material*

IEC 62534, *Radiation protection instrumentation – Highly sensitive hand-held instruments for neutron detection of radioactive material*

IEC 62618, *Radiation protection instrumentation – Spectroscopy-based alarming Personal Radiation Detectors (SPRD) for the detection of illicit trafficking of radioactive material*

IEC 62694, *Radiation protection instrumentation – Backpack-type radiation detector (BRD) for the detection of illicit trafficking of radioactive material*

IEC 62706, *Radiation protection instrumentation – Recommended climatic, electromagnetic and mechanical performance requirements and methods of tests*

IEC 62755, *Radiation protection instrumentation – Data format for radiation instruments used in the detection of illicit trafficking of radioactive material*

IEC 62945, *Radiation protection instrumentation – Measuring the imaging performance of X-ray computed tomography (CT) security screening systems*

IEC 62963, *Radiation protection X-ray computed tomography (CT) inspection systems of bottled/canned liquids*

IEC 62971, *Radiation protection instrumentation – Radiation sources used in illicit trafficking detection standards – Guidance and recommendations*

IEC 63085, *Radiation protection instrumentation – System of spectral identification of liquids in transparent and semitransparent container (Raman systems)*

IEC 63121, *Radiation protection instrumentation – Vehicle-mounted mobile systems for the detection of illicit trafficking of radioactive material*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>

3.1

Prüfquelle

en **check source**

radioaktive Quelle, nicht notwendigerweise kalibriert, die zur Bestätigung des Erhalts des zufriedenstellenden Betriebs eines Messgeräts verwendet wird, das für den Nachweis von Photonen- oder Teilchenstrahlung bestimmt ist

3.2

Überwachung von radioaktiven Stoffen

en **control of radioactive materials**

Vorgang der bewussten Beaufsichtigung der Herstellung, der Verwendung, der Lagerung, des Transports und der Entsorgung von radioaktiven Stoffen durch die zuständigen Behörden

3.3

Nachweis

en **detection**

Aufdeckung eines Falls des unbeabsichtigten oder unerlaubten Transports auf der Grundlage von Messungen und Interpretation der Ergebnisse

3.4

Nachweisgrenze

en **detection limit**

kleinster Wert der Messgröße, der mit einer vorgegebenen Wahrscheinlichkeit mit einem Messverfahren nachgewiesen werden kann

3.5

Fehlalarmrate

en **false-alarm rate**

Anzahl der Alarme, die unter den festgelegten Untergrund-Bedingungen nicht von einer radioaktiven Quelle verursacht werden

3.6

unerlaubter Transport

en **illicit trafficking**

jeglicher beabsichtigte, nicht genehmigte Transport von radioaktiven Stoffen, insbesondere über Landesgrenzen hinweg, für nachfolgenden illegalen Verkauf, Nutzung, Lagerung oder weiteren Transfer

3.7

unbeabsichtigter Transport

en **inadvertent movement**

jegliche(r) unbeabsichtigte(r), nicht genehmigte(r) Erhalt, Besitz, Nutzung oder Transfer von radioaktiven Stoffen

3.8

Untersuchungsschwelle

en **investigation level**

Wert der Strahlungsintensität (ausgedrückt als Dosisleistung oder Vergleichbarem), festgelegt durch Übereinkunft, definiert als der Nenn-Strahlungswert, bei dem ein Alarm ausgelöst wird und eine nachfolgende Untersuchung von Personen, Fahrzeugen oder Waren durchgeführt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Begriff ist gleichbedeutend mit der Einstellung des (Nenn-)Alarmwerts oder (Nenn-)Alarmschwellwerts und ist weder mit der Messgerät-bezogenen Einstellung des Alarmschwellwerts noch mit der Nachweisgrenze zu verwechseln.

3.9

Nuklearmaterial

en **nuclear material**

Plutonium, außer mit einem Isotopengehalt von mehr als 80 % ^{238}Pu , ^{233}U , angereichertes ^{235}U oder ^{233}U , Uran mit einer vom Erz oder Erzurückstand abweichenden Mischung von natürlichen Isotopen sowie jedes Material mit einem oder mehreren der vorgenannten

3.10

nukleare Sicherheit

en **nuclear safety**

Erreichen geeigneter Betriebsbedingungen, Schutz vor Unfällen und der Ausbreitung von Unfallfolgen, das im Schutz der Arbeitnehmer, der Öffentlichkeit und der Umwelt vor unzulässigen Strahlungsrisiken resultiert

3.11

nukleare Sicherung

en **nuclear security**

physikalischer Schutz von nuklearem Material vor Diebstahl oder Sabotage mit besonderem Bezug auf den Schutz von spaltbarem Material, das für die Herstellung einer nuklearen Bombe verwendet werden könnte

3.12

Objektschutz

en **physical protection**

Systeme zum Schutz radioaktiver Stoffe und Einrichtungen, die dazu bestimmt sind, jegliche nicht bewilligte Entnahme oder Sabotage zu verhindern

3.13

radioaktive Kontamination

en **radioactive contamination**

radioaktive Stoffe auf Oberflächen oder in Feststoffen, Flüssigkeiten oder Gasen, einschließlich des menschlichen Körpers, deren Vorhandensein nicht beabsichtigt oder unerwünscht ist, oder der Vorgang, der ihr Vorhandensein an diesen Orten verursacht

3.14

radioaktiver Stoff

en **radioactive material**

Material, das in nationalen Gesetzen oder durch eine Aufsichtsbehörde dazu bestimmt ist, aufgrund seiner Radioaktivität durch die Aufsichtsbehörde überwacht zu werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Jedes Material, das Radionuklide enthält und sowohl seine Aktivitätskonzentration als auch die Gesamtaktivität der Transportmenge die Freigrenzen überschreitet.

3.15

Strahlenschutzüberwachung

en **radiological monitoring**

Messung der Dosis oder der Kontamination zur Bestimmung oder Überwachung der Strahlenexposition oder radioaktiver Stoffe sowie die Interpretation der Ergebnisse

[QUELLE: IAEA Safety Glossary, Ausgabe 2018, Wien: IAEA, 2019, 278 p]

3.16

Radionuklid

en **radionuclide**

Nuklid, dass aufgrund des Überschreitens interner Energie in einem instabilen Zustand ist und durch das Ausstrahlen von Strahlung einen stabilen Zustand erreichen wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Dies umfasst natürlich vorkommende Radionuklide, wie z. B. ^{40}K , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{238}U und ihre Folgeprodukte, und jene Radionuklide, die durch Neutronenaktivierung oder auf künstlichem Wege erzeugt werden.

3.17

Aufsichtsbehörde

en **regulatory authority**

Behörde oder Behörden, die von einer Regierung zu Aufsichtszwecken im Zusammenhang mit Sicherung und Sicherheit bestimmt oder anderweitig anerkannt sind

3.18

Sicherungsmaßnahmen

en **safeguards**

Verifizierungssystem im Rahmen internationaler Nicht-Verbreitungs-Politik, angewandt bei der friedlichen Nutzung der Kernenergie und dazu vorgesehen, strikte Kontrolle über Nuklearnmaterial aufrechtzuerhalten

4 Überwachung

Der Prozess, der zum Nachweis von unbeabsichtigtem oder unerlaubtem Transport von radioaktiven Stoffen führt, wird durch das Ablaufdiagramm in [Bild 1](#) dargestellt. Er besteht aus den folgenden Hauptschritten:

- a) strategische Evaluierung der Notwendigkeit zur Grenzüberwachung;
- b) Auswahl der Geräte;
- c) Bestimmung der Untersuchungsschwelle;
- d) Auswertung von Alarmen, durch Überprüfung und Lokalisierung der radioaktiven Stoffe;
- e) Auswertung der gefundenen radioaktiven Stoffe.

Dieses Dokument beinhaltet primär die radiologische Überwachung an Grenzen aus einem technischen und operativen Gesichtspunkt. Eine Entscheidung darüber ob, wann oder wo radiologische Überwachung an Grenzen eingerichtet werden soll, sollte das Ergebnis der Entwicklung einer umfassenden nationalen Strategie zur Wiedererlangung der Überwachung von radioaktiven Stoffen sein.

Einer der Schlüsselfaktoren in der Entwicklung einer nationalen Strategie ist die Gefahrenanalyse. Durch Auswertung von historischen, politischen, sozialen, wirtschaftlichen und geographischen Faktoren kann ein Staat zu einer sinnvollen Einschätzung hinsichtlich des Potentials oder der Gefahr von grenzüberschreitendem unerlaubtem oder unbeabsichtigtem Transport von radioaktiven Stoffen kommen. Für einige Staaten kann an gewissen Grenzstellen eine Überwachung als eine lohnende Komponente ihrer Gesamtstrategie angesehen werden. Für viele andere ist das potentielle Problem so gering, dass das Kosten-Nutzen-Verhältnis als nicht ausreichend angesehen werden würde, um eine Grenzüberwachung einzurichten. Dennoch muss berücksichtigt werden, dass manchmal eine radiologische Grenzüberwachung mehr aus Gründen der politischen oder öffentlichen Darstellung eingerichtet wird als aufgrund einer auf einer wesentlichen Bedrohung basierenden rationalen Notwendigkeit.

Sollte festgestellt werden, dass eine Grenzüberwachung erforderlich ist, werden die Ergebnisse der strategischen Analyse auch bei der Bestimmung der Art von Geräten, die verwendet werden sollen, und wo sie eingesetzt werden sollen, helfen. Der Überwachungsprozess wird am effizientesten sein, wenn er an Stellen durchgeführt wird, an denen die höchste Wahrscheinlichkeit gegeben ist, unerlaubten oder unbeabsichtigten Transport zu identifizieren und aufzugreifen. Im Allgemeinen sind das „Kontrollstellen“ oder „Knotenpunkte“, an

denen der Durchfluss von Personen, Fahrzeugen oder Fracht konvergiert. Diese Orte können bereits Kontrollstellen zu anderen Zwecken sein, wie z. B. Brückenwaagen oder Zollstellen.

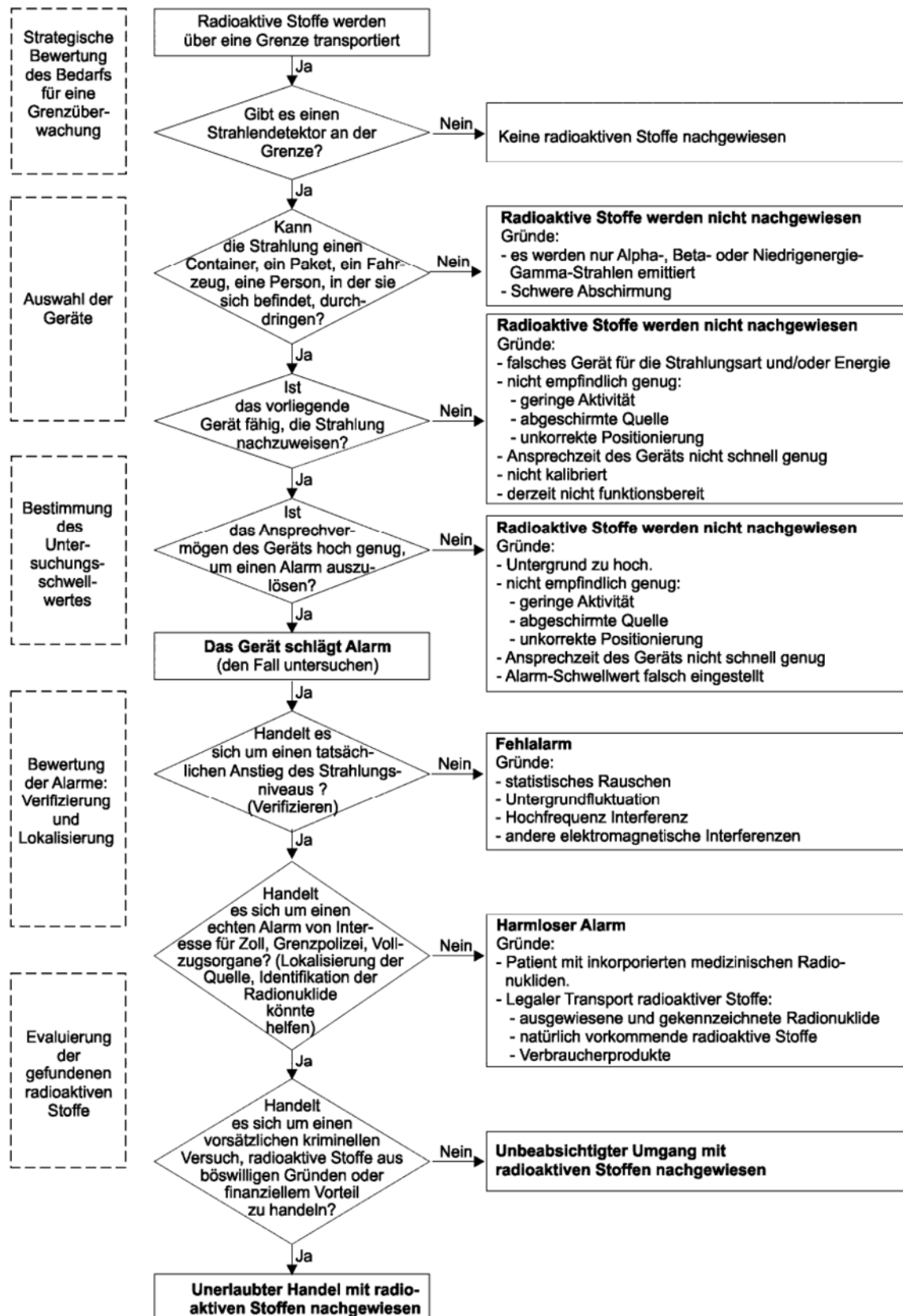


Bild 1 – Ablauf des Nachweises von unbeabsichtigtem oder unerlaubtem Transport von radioaktiven Stoffen

4.1 Ausbildungsanforderungen für Grenzschutzbeamte, Inspektoren und Erstreaktionskräfte

Es wird empfohlen, dass die für die Überwachung des unbeabsichtigten oder unerlaubten Transports von radioaktiven Stoffen verantwortlichen Beamten einen Operationsplan oder taktischen Reaktionsplan aufstellen, der die Rollen und Verantwortlichkeiten des eingesetzten Personals beschreiben. Zusätzlich kann eine Beschreibung der Art der Reaktion des Personals auf Grundlage der erzielten Messergebnisse Teil des Operationsplans sein. Die Ausbildung ist erforderlich, um sicherzustellen, dass dem Operationsplan gefolgt wird und die Gerätebediener die Funktionsweise und die Beschränkungen der Geräte verstehen.

Überwachung und Nachweis des unbeabsichtigten oder unerlaubten Transports von radioaktiven Stoffen erfordern eine spezielle Ausbildung und grundlegendes technisches Verständnis. Im Fall dass ausführende Beamte nicht in der Lage sind, eine anfängliche Untersuchung der radiologischen Gefährdung durchzuführen, oder erkennen, dass sie Unterstützung bedürfen, sollten sie ihren Vorgesetzten informieren. Der Betreffende sollte einen vorab bestimmten Strahlenschutzbeauftragten ansprechen. Vorgeschlagene Aufgaben des Strahlenschutzbeauftragten sind in Literaturhinweis [4] aufgeführt und sollten im taktischen Reaktionsplan des Staates enthalten sein. Der Strahlenschutzbeauftragte sollte automatisch eingeschaltet werden, wenn eine radiologische Gefährdung festgestellt wird. Es ist jedoch angemessen, den Strahlenschutzbeauftragten auch um Beratung bezüglich der Durchführung von Routinevorkommnissen heranzuziehen, wenn Zweifel oder Unsicherheiten bezüglich der anfänglichen Untersuchung bestehen.

Um das Potential schädlicher Strahlenbelastungen und/oder schwerwiegender Vorkommnisse zu minimieren sollten Grenzschutzbeamte, Inspektoren und Erstreaktionskräfte, die mit der Überwachung und dem Nachweis von radioaktiven Stoffen beauftragt sind, zumindest eine Grundausbildung erhalten haben, die aus dem Folgenden besteht, aber nicht darauf begrenzt ist:

- a) Grundbegriffe der Physik und Arten von Strahlung;
- b) Radioaktivität und radiologische Gefährdungen;
- c) allgemeines Bewusstsein/Einarbeitung wie in Literaturhinweis [1], Unterabschnitt 313(a) beschrieben;
- d) Strahlenschutz und Sicherheit wie in Literaturhinweis [1], Unterabschnitt 313(c) beschrieben;
- e) Verfahren zur Strahlungsüberwachung, Nachweis und Messbefähigung, einschließlich des Vorliegens der Betriebsgrundlagen der Geräte, Routineüberprüfung (Testen) und geeignete Bedienungs- und Wartungsanweisungen usw.;
- f) Risiko- und Lagebeurteilung;
- g) Reaktion auf einen Strahlungsalarm.

Die Ausbildung muss durch einen akkreditierten Anbieter erfolgen und muss aktualisiert werden, wie über die Dauer der Beschäftigung erforderlich. Das Personal muss ein Zertifikat über die erfolgreiche Teilnahme an der Schulung erhalten. Aufzeichnungen der Schulung müssen vom Mitarbeiter über die Dauer der Beschäftigung bereitgehalten werden.

4.2 Überwachungsgeräte

4.2.1 Allgemeines

Es gibt verschiedene Arten von Geräten, die für Überwachung und Nachweis des unbeabsichtigten oder unerlaubten Transports von radioaktiven Stoffen verwendet werden können; diese umfassen:

- a) persönliche Strahlungsmessgeräte;
- b) Handgeräte;
- c) handgehaltene Radionuklid-Identifikatoren (en: radionuclide identification devices; RIDs);
- d) fest installierte Strahlungs-Portalmonitore (en: radiation portal monitors; RPMs) mit oder ohne Fähigkeit zur Spektrometrie;
- e) Rucksack-Strahlungsdetektoren (en: backpack-type radiation detectors; BRDs);
- f) mobile Systeme;
- g) aktive und anzeigende Systeme.

Die allgemeinen Eigenschaften, Anwendungen, Anforderungen und der Betrieb jeder Art von Gerät werden in den nachfolgenden Unterabschnitten beschrieben.

Üblicherweise wird das Gerät nicht für Routinemessungen verwendet, und obwohl manche Gerätehersteller Empfehlungen für wiederkehrende Kalibrierungen geben, fehlt eine allgemeine Anleitung für den erforderlichen Erhalt der Leistungsfähigkeit. Jährliche Intervalle für Kalibrierungen im Labor können nicht praktikabel oder für Überwachung und Nachweis des unbeabsichtigten oder unerlaubten Transports von radioaktiven Stoffen, die nicht durch Regulierungen erfasst sind, ungeeignet sein. Für die meisten Strahlungsdetektoren sollte den Empfehlungen des Herstellers gefolgt werden, und es wird empfohlen, eine jährliche Kalibrierung des Geräts durch qualifiziertes Personal oder eine Wartungseinrichtung durchzuführen. Die Kalibrierintervalle dürfen an die Leistungsfähigkeit des Geräts und die Fähigkeiten des Benutzers angepasst werden (siehe Literaturhinweis [17]).

4.2.2 Persönliche Strahlungsmessgeräte

4.2.2.1 Allgemeine Eigenschaften

Diese Geräte sind kleine, batteriebetriebene Gamma- und Neutronenstrahlungsdetektoren, die etwa die Größe eines Mobiltelefons haben, können für den freihändigen Betrieb an einem Gürtel oder in einer Tasche getragen werden und warnen den Bediener beim Vorhandensein von radioaktiven Stoffen. Aufgrund ihrer geringen Größe eignen sich diese Geräte ideal für einzelne Vollzugs- oder Grenzschutzbeamte und Erstreaktionskräfte (z. B. ausführende Beamte, Feuerwehrleute), ohne dass eine umfangreiche Schulung erforderlich wäre. Diese Geräte können zusätzliche Funktionen zur Radionuklididentifizierung enthalten.

Es gibt verschiedene Arten persönlicher Strahlungsmessgeräte. Obgleich sie gleich aussehen, sind diese Geräte für verschiedene Arten von Anforderungen erforderlich. Diese können einschließen:

- a) persönliche Strahlungsdetektoren (en: personal radiation detectors; PRDs);
- b) auf Spektroskopie basierende persönliche Strahlungsdetektoren (en: spectroscopy-based personal radiation detectors; SPRDs);
- c) elektronische Personendosimeter (en: electronic personal dosimeters; EPDs);
- d) persönliche Strahlungsdetektoren mit erweitertem Messbereich (en: extended range personal radiation detectors; ER-PRDs);
- e) persönliche Notfall-Strahlungsdetektoren (en: personal emergency radiation detectors; PERDs).

Ein persönlicher Strahlungsdetektor (PRD) ist ein kleines, leichtes, robustes Gerät, das den Träger beim Überschreiten des Untergrund-Strahlungspegels durch Gammastrahlung (hauptsächlich durch Nachweis von Bremsstrahlung) und/oder Gamma- und Röntgenstrahlung und, in manchen Fällen, durch Neutronenstrahlung, warnt. PRDs sind für den Nachweis geringer Strahlung bestimmt und wurden vorrangig dafür entwickelt, Aufsichtsbehörden beim Aufspüren und Unterbinden möglicher radiologischer und nuklearer terroristischer Bedrohungen zu unterstützen. SPRDs haben die gleichen Eigenschaften wie PRDs, jedoch zusätzliche Funktionen zur Radionuklididentifizierung. EPDs sind dafür bestimmt, von Arbeitskräften während geplanter radiologischer Expositionssituationen getragen zu werden, um die individuelle Dosis zu messen. ER-PRDs sind Multi-Detektor-Geräte mit gegenüber dem PRD erweitertem Messbereich, ohne die Empfindlichkeit für niedrige Dosisleistung zu verlieren. PERDs sind dafür bestimmt, die individuelle Dosis zu messen. Diese Geräte können die Strahlungsdosis und die Dosisleistung anzeigen, werden warnen, wenn Dosis oder Dosisleistung voreingestellte Schwellwerte übersteigt, und können als ein Mittel für die Dosisüberwachung von Erstreaktionskräften eingesetzt werden.

4.2.2.2 Betrieb

PRDs, ER-PRDs und SPRDs werden üblicherweise für die Überwachung und den Nachweis von radioaktiven Stoffen eingesetzt. PRDs sollten am Körper getragen werden, idealerweise am Oberkörper, in einer Tasche, an einem Band oder Gürtel oder mit einer vergleichbaren Sicherungsmethode. Mit einer Selbsttestfunktion sollte vor der Verwendung des Geräts verifiziert werden, dass es zuverlässig arbeitet. Fehlalarme, d. h. Alarme ohne Vorhandensein radioaktiven Materials, werden aufgrund der Schwankungen des Untergrunds zufällig auftreten. Wenn die Alarmschwelle geeignet eingestellt ist, sollten Fehlalarme nicht häufiger als einmal täglich auftreten. Es besteht immer ein Zielkonflikt zwischen Nachweisempfindlichkeit und Fehlalarmrate. Strahlung, die einen unzutreffenden Alarm auslöst, kann fallweise erkannt werden. Dies ist in dem Umstand begründet,

dass viele Objekte (einschließlich z. B. Lebensmittel, Fliesen, Beton, Düngemittel, Schmelzwasser, Sand, Katzenstreu usw.) kleine Mengen radioaktiven Materials wie Kalium, Radium, Thorium oder Uran enthalten. Auch Personen, die sich einer Radiotherapie oder -diagnose unterzogen haben, können Quellen von Strahlung sein. In manchen Fällen, wenn die Behandlung oder Untersuchung erst kürzlich erfolgte, kann der Strahlungspegel hoch sein.

4.2.2.3 Kalibrierung und Routineüberprüfung

Die meisten PRDs durchlaufen einen Selbsttest, wenn sie eingeschaltet werden. Für den Erhalt der Fähigkeit zum Strahlungsnachweis sollte ein PRD täglich oder vor jeder Verwendung überprüft werden, wenn möglich. Funktionsprüfungen können mit diesen Geräten durchgeführt werden, um ein geeignetes Ansprechvermögen sicherzustellen. Dies kann durch Anordnung des Geräts nahe bei einer radioaktiven Prüfquelle oder natürlich vorkommendem radioaktivem Material (en: naturally occurring radioactive material; NORM) und Beobachtung eines wiederholbaren Strahlungspegels erfolgen. Den Empfehlungen des Herstellers sollte gefolgt werden. Geeignete Prüfquellen mit ausreichender Emission, um eine signifikante Anzeige des eingesetzten Messgeräts zu erzeugen, sind sehr nützlich.

4.2.2.4 Mindestanforderungen an die Leistungsfähigkeit und Prüfverfahren

Leistungsanforderungen und diesbezügliche Prüfverfahren für diese Art von Geräten sind in den folgenden Normen beschrieben: für PRDs in [IEC 62401](#), für SPRDs in [IEC 62618](#) und für EPDs in [IEC 62387](#).

4.2.3 Handgeräte

4.2.3.1 Allgemeine Eigenschaften

Handgeräte sind kleine, batteriebetriebene Strahlungsnachweisgeräte, die das Umgebungsuntergrund-Niveau messen und dann eine Alarmschwelle auf der Grundlage einer Sigma-Verteilung oberhalb des Untergrunds berechnen. Somit können diese Geräte Schwankungen im Untergrundniveau ausgleichen, wenn sie eingeschaltet werden, oder auf Eingabebefehl. Diese Geräte machen kontinuierlich kurze Messungen des Strahlungspegels und vergleichen die Ergebnisse mit der Alarmschwelle. Die Handgeräte können wirksam Fußgänger, Pakete, Frachtgut und Motorfahrzeuge auf geringe Entfernung durchsuchen.

Der wichtigste Unterschied zwischen den Handgeräten und den fest installierten Geräten ist der menschliche Faktor, der die Fähigkeit eines Handgeräts, radioaktive Stoffe im Feld nachzuweisen, wenn es in geringer Entfernung platziert und langsam bewegt wird, stark beeinflusst. Schulung ist daher von großer Bedeutung. Falls der Beamte das Gerät nicht langsam genug und nahe genug an einen vorhandenen radioaktiven Stoff heranführt, kann jener möglicherweise nicht nachgewiesen werden.

Das Handgerät kann näher an den radioaktiven Stoff herangeführt werden, wo die Dosisleistung höher sein wird und somit eine hohe Empfindlichkeit gegenüber Strahlungsanzeichen ergibt. Um diese Empfindlichkeit zu erreichen, müssen Grenzschutzbeamte, Inspektoren und Erstreaktionskräfte in der richtigen Technik geschult werden, um effiziente Durchsuchungen durchzuführen, und die Schulungen müssen regelmäßig wiederholt werden.

Handgeräte sind dazu bestimmt, Röntgen-, Gamma-, Alpha-, Beta- und Neutronenstrahlung zu messen. Für Verbote und Nachweisaktivitäten wird zumeist das Handgerät mit Gammastrahlungsnachweis, in einigen Fällen mit Neutronennachweis verwendet. Handgeräte mit Alpha- und Betadetektoren werden zumeist für den Nachweis von Kontamination verwendet. Diese können auch von Stellen zur Freimessung von Personen oder Gepäckstücken verwendet werden, die möglicherweise radioaktiv kontaminiert sind.

4.2.3.2 Betrieb

Handgeräte können sowohl als Primär-Suchgeräte als auch als Zweit-Suchgeräte bei fest installierten Strahlungs-Portalmonitoren verwendet werden. Diese Art von Gerät wird dazu verwendet, die Strahlungsquellen durch ein Alarmsignal und/oder eine frequenzabhängige Alarmanzeige für Dosisleistung oder Zählrate zu lokalisieren.

4.2.3.3 Kalibrierung und Routineüberprüfung

Das Handgerät sollte täglich oder vor jeder Verwendung auf seine andauernde Fähigkeit, Strahlung nachzuweisen, überprüft werden, wenn möglich. Dies kann durch Anordnung des Geräts nahe bei einer radioaktiven Prüfquelle oder natürlich vorkommendem radioaktivem Material (en: naturally occurring radioactive material; NORM) und Beobachtung eines wiederholbaren Strahlungspegels erfolgen.

4.2.3.4 Mindestanforderungen an die Leistungsfähigkeit und Prüfverfahren

Leistungsanforderungen und diesbezügliche Prüfverfahren für diese Art von Geräten sind in IEC 62327, IEC 62533 und IEC 62534 beschrieben.

4.2.4 Handgehaltene Radionuklid-Identifikatoren

4.2.4.1 Allgemeine Eigenschaften

Radionuklid-Identifikatoren (en: radionuclide identification devices; RIDs) sind in der Hand gehaltene, batteriebetriebene Geräte, die von Nicht-Fachleuten für Radionuklid-Erkennung im Feld verwendet werden. Diese Geräte sollten über eine Selbst-Kalibrierung und Verstärkungsstabilisierung verfügen, basierend auf einer internen oder externen Kalibrierquelle (z. B. ^{137}Cs , ^{40}K).

Die meisten Radionuklide, die an Grenzen anzutreffen sind, können von Geräten identifiziert werden, die Gammaenergiemaxima zwischen 60 keV und mindestens 1,5 MeV identifizieren können (in den meisten Fällen wird für die Identifizierung von ^{232}U oder ^{232}Th ein Maximalbereich von 3 MeV empfohlen). Diese Geräte verwenden Szintillations- oder Festkörperdetektoren (wie z. B. Natriumiodid (NaI(Tl)), hochreines Germanium (HPGe) usw.), um die verschiedenen von den radioaktiven Nukliden (d. h. Radionukliden) emittierten Gammaenergien zu diskriminieren.

Diese Geräte können eine Anzeige der Exposition oder Dosisleistung bieten, da sie mit mehreren Detektoren ausgestattet sind, die Geiger-Müller-Zählrohre enthalten können. Einige dieser Geräte sind zusätzlich mit einem Neutronendetektor ausgestattet.

Einige wenige Radionuklide (und in einigen Fällen die Anzahl der Gammalinien für ein bestimmtes Radionuklid) in einer Bibliothek erleichtern dem Gerät, eine hohe Identifizierungswahrscheinlichkeit zu erreichen. Erfassung, Verarbeitung, Optimierung und Prüfung der verwendeten Radionuklibibliotheken sind wesentlich und sollten vom Entwickler oder einem erfahrenen Nutzer mit Bedacht programmiert werden. Diese Geräte senden eine Nachricht, wenn Strahlung nachgewiesen wurde, das Radionuklid aber nicht in der Bibliothek enthalten oder die Zählstatistik unzureichend ist.

Für die Anwendung dieses Dokuments kann der Begriff radioaktiver Stoff auch für Nuklearmaterial, industrielle Radionuklide, medizinische Radionuklide und natürlich vorkommende radioaktive Stoffe (NORM) verwendet werden, z. B.:

- a) Nuklearmaterial: ^{233}U , ^{235}U , ^{237}Np , ^{239}Pu , ^{241}Pu ;
- b) industrielle Radionuklide: ^{57}Co , ^{60}Co , ^{75}Se , ^{90}Sr , ^{133}Ba , ^{137}Cs , ^{152}Eu , ^{192}Ir , ^{203}Hg , ^{226}Ra , ^{241}Am , ^{238}Pu , ^{252}Cf ;
- c) medizinische Radionuklide: ^{18}F , ^{22}Na , ^{51}Cr , ^{67}Ga , ^{99}Mo , $^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{103}Pd , ^{201}Tl , ^{123}I , ^{125}I , ^{131}I , ^{133}Xe , ^{111}In , ^{166}Ho , ^{192}Ir ;
- d) natürlich vorkommende radioaktive Stoffe (NORM): ^{40}K , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{238}U und deren Folgeprodukte.

4.2.4.2 Betrieb

Diese Geräte können den Nutzer vor unerwarteten Niveaus im Umgebungsuntergrund vorhandener Strahlung warnen. Mittlerweile macht sie die Fähigkeit zur Radionuklid-Identifizierung nützlich für die Erfüllung der Kontrollanforderungen. In den meisten Fällen erfolgt die Identifizierung eines Gammastrahlers nach dem Nachweis des Vorhandenseins eines radioaktiven Stoffs (z. B. durch den von einem Strahlungs-Portalmonitor oder einem persönlichen Strahlungsmessgerät erzeugten Alarm) und der Lokalisierung der Quelle, wofür die Radionuklid-

Identifikatoren (oder eine andere Art von Detektor) verwendet werden können. Daher wird angenommen, dass die Identifizierung in den meisten Fällen aus geringer Entfernung erfolgen kann (wenn dies die Dosisleistung erlaubt) und ausreichend Zeit für diese Untersuchung zur Verfügung steht.

Um die Anzahl von Falsch-Identifizierungen zu reduzieren, erfordern die Radionuklid-Identifikatoren eine aktuelle Messung des Untergrunds am Messort. Daher muss, wenn der Messort geändert wird, eine erneute Untergrundmessung erfolgen, um die Wahrscheinlichkeit von Falsch-Identifizierungen zu reduzieren.

4.2.4.3 Kalibrierung und Routineüberprüfung

Für eine optimale Leistung sollten die Überprüfungen der Energiekalibrierung und des Untergrunds auf Anforderung des Geräts oder nach Anweisung des Herstellers durchgeführt werden.

Es wird empfohlen, die Energiekalibrierung zu überprüfen, wenn das Gerät Temperaturänderungen ausgesetzt wurde oder das Gerät für eine längere Zeit ausgeschaltet worden war. Der Untergrund sollte auf Anforderung des Geräts oder wenn das Gerät an einen anderen Ort gebracht wurde bestimmt werden.

4.2.4.4 Mindestanforderungen an die Leistungsfähigkeit und Prüfverfahren

Leistungsanforderungen und diesbezügliche Prüfverfahren für diese Art von Geräten sind in [IEC 62327](#) beschrieben.

4.2.5 Fest installierte Strahlungs-Portalmonitore

4.2.5.1 Allgemeine Eigenschaften

Fest installierte Strahlungs-Portalmonitore sind dazu bestimmt, das Vorhandensein von radioaktiven Stoffen automatisch nachzuweisen, indem sie die Gamma- und/oder Neutronenintensität während der der Monitor belegt ist mit dem ständig aktualisierten Untergrundstrahlungsniveau vergleichen, das in der Zeit gemessen (und aktualisiert) wird, während der der Monitor nicht belegt ist.

Vorzugsweise werden Gamma- und Neutronenstrahlungsniveaus getrennt angezeigt. Diese Monitore durchsuchen automatisch Fußgänger, Gepäckstücke oder Fahrzeuge, wenn sie den Monitor passieren. Diese Monitore messen ständig das Untergrundstrahlungsniveau und können die Alarmschwelle anpassen, um eine konstante Fehlalarmrate aufrechtzuerhalten. Diese Monitore können zusätzlich eine Radionuklid-Identifizierung haben.

In einigen Fällen (z. B. bei hohem Durchsatz) kann es sein, dass Fußgänger- und Gepäckmonitore für einen zufriedenstellenden Betrieb keine Belegungssensoren benötigen.

4.2.5.2 Betrieb

Ein fest installierter Strahlungs-Portalmonitor ist nur so wirkungsvoll wie die „Kontrollstelle“, an der er installiert wurde. Die Monitore müssen so installiert werden, dass alle Fußgänger, Fahrzeuge und Güterverkehr zwangsläufig die Monitore in einer überwachten Geschwindigkeit passieren müssen. Es sollte eine ausreichende Abschirmung oder ausreichender Abstand vorhanden sein, um Fehlalarme durch Personen oder Gegenstände zu vermeiden, die in der gleichen Linie oder benachbarten Linien gescannt werden (sollen). Die Effizienz von fest installierten Geräten hängt stark von der Fähigkeit ab, die Strahlungsintensität über den gesamten Durchsuchungsbereich zu messen. Sie erfordert auch, dass Kontrollbeamte unverzüglich auf Alarme reagieren. Diese Alarme dürfen von einer entfernten Kontrollstelle beobachtet werden. Alarmanzeigen sollten klar im Sichtfeld der Beamten liegen, die die Kontrollstelle besetzen. Monitore, die zwischen NORM und medizinischen Quellen und anderen Arten von Strahlung unterscheiden, können die Anzahl von Alarmen und zusätzlichen Untersuchungen an der Kontrollstelle reduzieren.

ANMERKUNG Die Mehrheit der Nachweise wird von natürlich vorkommenden radioaktiven Stoffen (z. B. Düngemittel, spezielle Arten von Ton, Sand) oder ambulanten Patienten aus nuklearmedizinischen Abteilungen stammen.

4.2.5.2.1 Fußgängermonitore

Fußgängermonitore können als ein- oder zweiseitige Monitore installiert werden. Es können Sperren installiert werden, um den Fußgängerverkehr zu begrenzen, so dass der Durchgang des Monitors höchstens 1,0 m breit oder so breit wie vom Hersteller angegeben ist. Dort, wo die Fußgängerverkehrskorridore breiter als 1 m sind, sollten zweiseitige Monitore installiert werden. Der Monitor sollte abseits von schweren Türen installiert werden, die übermäßige Fehlalarme auslösen können, da eine wirkungsvolle Abschirmung durch die Türen zu erhöhten Schwankungen im Strahlungsuntergrund führen kann. Der Belegungssensor muss so positioniert werden, dass er nur ausgelöst wird, wenn das Gerät besetzt ist, und nicht durch Einzelpersonen, die in der Nähe des Monitors vorbeilaufen. Aufgrund der Möglichkeit von Gamma-Abschirmung in Gepäckstücken und Paketen sind die Monitore am wirksamsten, wenn sie in Kombination mit Metalldetektor-Systemen oder Röntgengeräten verwendet werden, die dazu verwendet werden, das Vorhandensein von Abschirmungs- oder anderem Material auf einfache Art festzustellen (je nach verwendeter Technik).

4.2.5.2.2 Fahrzeugmonitore

Der Einsatz von fest installierten Strahlungs-Portalmonitoren für die Suche nach Strahlungsquellen in Fahrzeugen ist aufgrund der inhärenten Abschirmung, die von der Fahrzeugstruktur verursacht wird, kompliziert. Während einfache zweiseitige Monitore effizient beim Nachweis von anomalen Strahlungspegeln bei Transporten von Metallen für Recyclingzwecke sind, sind sie jedoch weniger effizient beim Nachweis von unerlaubt transportierten radioaktiven Stoffen, wenn diese Stoffe vorsätzlich versteckt wurden.

Barrieren, die die Funktion des Monitors nicht behindern, sollten installiert werden, um den Monitor davor zu schützen, von den Fahrzeugen beschädigt zu werden. Da die Empfindlichkeit des Monitors stark von der Messdauer abhängt, sollten die Geräte dort aufgestellt werden, wo die Fahrzeuggeschwindigkeit überwacht und verringert wird.

Für PKWs sind einseitige Monitore akzeptierbar, wenn die maximale Durchfahrtsbreite auf 3 m oder weniger begrenzt ist.

Für große LKWs und Busse sind zweiseitige Monitore erforderlich, und der maximale Abstand zwischen den Säulen sollte weniger als 4,5 m betragen (dies hängt von der maximalen Breite des Fahrzeugs ab, das durchsucht werden soll, und vom Aufbau der Einrichtung).

Die Geschwindigkeit des Fahrzeugs muss überwacht werden, und wenn die Geschwindigkeit des Fahrzeugs die für eine effiziente Überwachung erforderliche Höchstgeschwindigkeit überschreitet, muss ein spezifischer Alarm ausgelöst werden. Der Belegungssensor muss so angebracht sein, dass er nur ausgelöst wird, wenn das Überwachungssystem besetzt ist, und nicht durch anderen Verkehr in der Umgebung.

Detektoranordnungen sollten so eingerichtet werden, dass die Übertragung von Schwingungstransienten, die von durchfahrenden Fahrzeugen verursacht werden, verhindert oder minimiert wird. Schwingungstransienten, die die Detektoranordnung erreichen, können eine Schädigung der Anlage verursachen oder Alarm auslösen.

4.2.5.2.3 Kalibrierung und Routineüberprüfung

Die fest installierten Strahlungs-Portalmonitore sollten täglich mit einer kleinen radioaktiven Quelle überprüft werden, um zu verifizieren, dass sie Anstiege des Strahlungspegels erkennen und entsprechende Alarme auslösen können. Sie sollten Selbsttestfunktionen enthalten, um so viele Funktionen wie praktikabel abzudecken, und wenn diese Funktionen eine mögliche Fehlfunktion erkennen, muss ein externer Alarm gegeben werden.

Eine Verschlechterung des Nachweisvermögens der Detektoren kann auftreten, wenn sie über längere Zeit Temperatur- und Feuchteschwankungen ausgesetzt werden. Periodische Kalibrierungen können helfen, eine Verschlechterung des Nachweisvermögens der Detektoren zu erkennen.

4.2.5.3 Mindestanforderungen an die Leistungsfähigkeit und Prüfverfahren

Leistungsanforderungen und diesbezügliche Prüfverfahren für diese Art von Geräten sind in IEC 62244 und IEC 62484 beschrieben.

4.2.6 Mobile Systeme

4.2.6.1 Allgemeine Eigenschaften

Mobile Systeme können auf verschiedenen Trägern montiert sein, sie umfassen:

- a) fahrzeuggestützte Systeme – Diese Systeme bestehen aus einem oder mehreren Strahlungsdetektor(en), der/die in ein Fahrzeug (z. B. PKW oder LKW) eingebaut ist/sind, das hauptsächlich auf Straßen fährt. Fahrzeuggestützte Systeme erkennen Gammastrahlung und können Neutronendetektion und/oder die Identifizierung von Gammastrahlung emittierenden Radionukliden beinhalten. Sie können auch fest an einer Kontrollstelle stationiert sein;
- b) schiffsgestützte Systeme – Diese Systeme bestehen aus einem oder mehreren Strahlungsdetektor(en), der/die in ein Boot oder kleines Schiff eingebaut ist/sind, das auf dem Wasser fährt. Schiffsgestützte Systeme können Gammastrahlung erkennen und können Neutronendetektion und/oder die Identifizierung von Gammastrahlung emittierenden Radionukliden beinhalten. Sie können bei der Vorbeifahrt zweier Schiffe oder wenn Schiffe nebeneinanderstehen (z. B. während der Be- oder Entladung) eingesetzt werden;
- c) luftgestützte Systeme – Diese Systeme bestehen aus einem oder mehreren Strahlungsdetektor(en), der/die in ein Kleinflugzeug, einen Hubschrauber oder ein unbemanntes Luftfahrzeug (Drohne, en: unmanned aerial vehicle; UAV) eingebaut ist/sind. Luftgestützte Systeme können Gammastrahlung erkennen und können Neutronendetektion und/oder die Identifizierung von Gammastrahlung emittierenden Radionukliden beinhalten. Sie können bei der Suche nach radioaktivem Material für die Abdeckung großer Flächen eingesetzt werden.

4.2.6.2 Betrieb

Spezielle Einsatzgebiete für diese Systeme schließen den Schutz von öffentlichen Großereignissen, die Schnellsuche oder Kartierung großer Flächen und den Einsatz nach radiologischen Vorkommnissen ein.

Aufgrund des großen Abstands zwischen der Strahlungsquelle und den Detektoren können luftgestützte Systeme auf bestimmte Anwendungen beschränkt sein.

4.2.6.3 Kalibrierung und Routineüberprüfung

Wie für die meisten Strahlungsdetektoren wird empfohlen, eine Kalibrierung nach den Anweisungen des Herstellers oder anderer anwendbarer Normen durchzuführen.

4.2.6.4 Mindestanforderungen an die Leistungsfähigkeit und Prüfverfahren

Leistungsanforderungen und diesbezügliche Prüfverfahren für fahrzeuggestützte Systeme sind in IEC 63121 beschrieben. Luft- und schiffsgestützte Systeme werden derzeit nicht in IEC-Normen behandelt.

4.2.7 Rucksack-Strahlungsdetektoren

4.2.7.1 Allgemeine Eigenschaften

Diese Art von Detektoren kann großvolumigere Gammadetektoren (z. B. Plastiksintillatoren, NaI(Tl), CsI, LaBr) als persönliche Strahlungsdetektoren aufnehmen, und einige haben Funktionen zur Neutronendetektion und für die Radionuklid-Identifizierung. Einige Detektoren liefern Richtungsinformationen, Lokalisierungsinformationen und können mit einem zentralen Überwachungssystem kommunizieren und Daten übermitteln. Sie können auch als permanente Kontrollstelle eingerichtet werden.

4.2.7.2 Betrieb

Spezielle Einsatzgebiete für diese Systeme schließen den Schutz von öffentlichen Großereignissen und die Schnellsuche über großen Flächen ein.