

DIN ISO 22188

ICS 13.280

Überwachung des unbeabsichtigten oder unerlaubten Transports von radioaktiven Stoffen (ISO 22188:2004)

Monitoring for inadvertent movement and illicit trafficking of radioactive material
(ISO 22188:2004)

Surveillance des mouvements non déclarés et des trafics illicites de matière radioactive
(ISO 22188:2004)

Gesamtumfang 41 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE
Normenausschuss Radiologie (NAR) im DIN

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort.....	3
Nationaler Anhang NA (informativ) Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen.....	4
Nationaler Anhang NB (informativ) Literaturhinweise.....	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Überwachungsgeräte	9
4.1 Taschengeräte.....	9
4.2 Handgeräte.....	11
4.3 Fest installierte Geräte	12
4.4 Radionuklid-Identifikatoren	15
Anhang A (informativ) Hintergrundinformation	17
Anhang B (informativ) Strahlungsüberwachung an Kontrollpunkten.....	23
Anhang C (informativ) Suchtechniken	33
Anhang D (informativ) Empfohlene Prüfverfahren.....	36
Anhang E (informativ) Beispiele für natürlich vorkommende radioaktive Stoffe	40
Literaturhinweise.....	41
Bild A.1 – Ablauf des Nachweises von unbeabsichtigtem oder unerlaubtem Transport von radioaktiven Stoffen.....	18
Bild A.2 – Überlappende Signale aus dem Untergrund und der Strahlungsquelle	20
Bild A.3 – Einstellung der nominellen Untersuchungsschwelle als Funktion der Untergrundzählrate für eine Fehlalarmrate 1:10 000 und eine Nachweiswahrscheinlichkeit von 99,9 %	21
Bild A.4 – Nominelle Untersuchungsschwelle als Funktion der Untergrundzählrate für eine Fehlalarmrate von 1:1 000 und Nachweiswahrscheinlichkeit von 99 %	22
Tabelle E.1 – Häufig beobachtete Stoffe, die natürlich vorkommende Radionuklide beinhalten.....	40

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN ISO 22188:2007-01.

Für diese Norm ist das nationale Arbeitsgremium GUK 967.2 „Aktivitätsmessgeräte für den Strahlenschutz“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de), Gemeinschaftsgremium mit dem Normenausschuss Radiologie (NAR) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V., zuständig.

ISO 22188 wurde von SC 2 „Radiation protection“ des TC 85 „Nuclear energy“ der Internationalen Normungsorganisation (ISO) erarbeitet. Die als Nationale Fußnoten in diese Norm eingetragenen Hinweise wurden durch GUK 967.2 als Anträge für eine Revision der ISO-Norm bei ISO/TC 85/SC 2 eingereicht.

Die Angaben in Abschnitt 4 und Anhang D sind mittlerweile nur noch informativ zu verstehen und sollen dem Anwender die Prinzipien und Möglichkeiten der zur Verfügung stehenden Geräte erläutern. Als **für die Geräte relevante Anforderungen und anzuwendende Prüfverfahren** gelten stattdessen international die der relevanten IEC-Publikationen, national deren Umsetzung in DIN-EN- bzw. DIN-IEC-Normen (siehe unten).

Die in den Anhängen A, B und C beschriebenen Verfahren und Vorgehensweisen für den Einsatz dieser Geräte sowie Informationen des Anhangs E stellen aber nach wie vor den aktuellen Stand dar und GUK 967.2 empfiehlt deren Anwendung.

Die relevanten Gerätenormen werden als DIN-EN- bzw. DIN-IEC-Normen mit Klassifikation VDE 0493 veröffentlicht. Derzeitiger Stand ist:

- 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 62244 (VDE 0493-3-2), *Strahlenschutz-Messgeräte – Fest installierte Strahlungsmonitore für den Nachweis von radioaktiven Stoffen und spaltbarem Nuklearmaterial an Staatsgrenzen* (IEC 62244:2006, modifiziert); Deutsche Fassung EN 62244:200x
 - zurzeit DIN-IEC-Norm-Entwurf,
 - IEC-Publikation erschienen, EN zurzeit in Vorbereitung
- DIN EN 62327 (VDE 0493-3-3), *Strahlenschutz-Messgeräte – Handgeräte für den Nachweis und die Identifizierung von Radionukliden und für die Messung der Dosisleistung* (IEC 62327:2006, modifiziert); Deutsche Fassung EN 62327:200x
 - zurzeit DIN-IEC-Norm-Entwurf,
 - IEC-Publikation erschienen, EN zurzeit in Vorbereitung
- DIN IEC 62401 (VDE 0493-3-4):2008-..., *Strahlungsdetektoren im Taschenformat zum Aufspüren illegal transportierter radioaktiver Quellen* (IEC 62401:2007)
 - zurzeit in Vorbereitung,
 - Veröffentlichung als DIN-IEC-Norm im Vorgriff auf eine spätere Umsetzung als Europäische Norm
- DIN IEC 62484 (VDE 0493-3-5), *Strahlenschutz-Messgeräte – Auf Spektroskopie basierende Portalmonitore für den Nachweis und die Identifikation des unerlaubten Transports von radioaktiven Stoffen* (IEC 62484:200x)
 - zurzeit in Norm-Entwurf.

Als weitere Projekte sind derzeit in Bearbeitung, entsprechende DIN-IEC-Norm-Entwürfe vorgesehen (aktueller Stand der Projekte siehe www.dke.de):

- 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.*

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

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

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

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist in Tabelle NA.1 wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
HD 472 S1:1989 + Corr.:2002-02	IEC 60038:1983 + A1:1994 + A2:1997	DIN IEC 60038 (VDE 0175):2002-11	VDE 0175
EN 60068-2-1:1993 + A1:1993 + A2:1994	IEC 60068-2-1:1990 + A1:1993 + A2:1994	DIN EN 60068-2-1:1995-03	—
EN 60068-2-2:1993 + A1:1993	IEC 60068-2-2:1974 + IEC 60068-2-2A:1976 + A1:1993	DIN EN 60068-2-2:1994-08	—
EN 60068-2-2/A2:1994	IEC 60068-2-2/A2:1994	DIN EN 60068-2-2/A2:1995-01	—
EN 60846:2004	IEC 60846:2002 (modifiziert)	DIN EN 60846 (VDE 0492-2-1):2005-03	VDE 0492-2-1
EN 61526:2006	IEC 61526:2005 (modifiziert)	DIN EN 61526 (VDE 0492-1):2007-08	VDE 0492-1
EN 62022:2007	IEC 62022:2004 (modifiziert)	DIN EN 62022 (VDE 0493-3-1):2008-01	VDE 0493-3-1
EN 62244:200.. zz. in Vorbereitung	IEC 62244:2006 (modifiziert)	DIN EN 62244 (VDE 0493-3-2):200x-.... zz. DIN-IEC-Norm-Entwurf	VDE 0493-3-2
EN 62327:200.. zz. in Vorbereitung	IEC 62327:2006 (modifiziert)	DIN EN 62327 (VDE 0493-3-3):200x-.... zz. DIN-IEC-Norm-Entwurf	VDE 0493-3-3
—	IEC 62401:2007	DIN IEC 62401 (VDE 0493-3-4):200x-.... zz. in Vorbereitung	VDE 0493-3-4
—	IEC 62484:200x zz. Entwurf	DIN IEC 62484 (VDE 0493-3-5):200x-.... zz. DIN-IEC-Norm-Entwurf	VDE 0493-3-5
—	ISO 11929 (Reihe)	DIN 25482 (Reihe)	—
—	—	siehe DIN VDE 0493 Bbl 1 (VDE 0493 Bbl 1):2006-09	VDE 0493 Bbl 1

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

Normen der Reihe DIN 25482, *Nachweisgrenze und Erkennungsgrenze bei Kernstrahlungsmessungen*

DIN EN 60068-2-1:1995-03, *Umweltprüfungen – Teil 2-1: Prüfungen – Prüfgruppe A: Kälte* (IEC 60068-2-1:1990 + A1:1993 + A2:1994); Deutsche Fassung EN 60068-2-1:1993 + A1:1993 + A2:1994

DIN EN 60068-2-2:1994-08, *Umweltprüfungen – Teil 2-2: Prüfungen – Prüfgruppe B: Trockene Wärme* (IEC 60068-2-2:1974 + IEC 60068-2-2A:1976 + A1:1993); Deutsche Fassung EN 60068-2-2:1993 + A1:1993

DIN EN 60068-2-2/A2:1995-01, *Umweltprüfungen – Teil 2-2: Prüfungen – Prüfgruppe B: Trockene Wärme* (IEC 60068-2-2:1974/A2:1994); Deutsche Fassung EN 60068-2-2:1993/A2:1994

DIN EN 60846 (VDE 0492-2-1):2005-03, *Strahlenschutz-Messgeräte – Umgebungs- und Richtungs-Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräte und -Monitore für Beta-, Röntgen- und Gammastrahlung* (IEC 60846:2002, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60846:2004

DIN EN 61526 (VDE 0492-1):2007-08, *Strahlenschutz-Messgeräte – Messung der Tiefen- und Oberflächen-Personendosis $H_p(10)$ und $H_p(0,07)$ für Röntgen-, Gamma-, Neutronen- und Betastrahlung – Direkt ablesbare Personendosimeter und -monitore* (IEC 61526:2005, modifiziert); Deutsche Fassung EN 61526:2006

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 IEC 60038 (VDE 0175):2002-11, *IEC-Normspannungen* (IEC 60038:1983 + A1:1994 + A2:1997); Umsetzung von HD 472 S1:1989 + Cor. zu HD 472 S1:2002-02

DIN IEC 62401 (VDE 0493-3-4):2008-..., *Strahlungsdetektoren im Taschenformat zum Aufspüren illegal transportierter radioaktiver Quellen* (IEC 62401:2007)

E DIN IEC 62244 (VDE 0493-3-2):2002-11, *Umwelt- und Strahlenschutz-Messgeräte – Fest installierte Strahlungsmonitore für den Nachweis von radioaktiven Stoffen und Kernmaterial an Staatsgrenzen* (IEC 45B/366/CD:2002)

E DIN IEC 62327 (VDE 0493-3-3):2002-09, *Umwelt- und Strahlenschutz-Messgeräte – Handgeräte für den Nachweis und die Identifizierung von Radionukliden und für die Messung der Dosisleistung* (IEC 45B/365/CD:2002)

E DIN IEC 62484 (VDE 0493-3-5):2007-08, *Strahlenschutz-Messgeräte – Auf Spektroskopie basierende Portalmonitore für den Nachweis und die Identifikation des unerlaubten Handels mit radioaktiven Stoffen* (IEC 45B/535/CD:2007)

DIN VDE 0493 Bbl 1 (VDE 0493 Bbl 1):2006-09, *Strahlenschutz-Messgeräte – Beiblatt 1: Nachweisgrenze und Erkennungsgrenze bei Kernstrahlungsmessungen – Hinweise zur Anwendung der Normen der Reihen ISO 11929 und DIN 25482*

Überwachung des unbeabsichtigten oder unerlaubten Transports von radioaktiven Stoffen

Einleitung

Unbeabsichtigter und unerlaubter Transports von radioaktiven Stoffen¹⁾ sind keine neuen Phänomene. Dennoch ist die Sorge darüber im letzten Jahrzehnt merklich angestiegen. Einige Prozent dieser Ereignisse betreffen spaltbares Nuklearmaterial, das für Kernwaffen verwendet werden kann und deshalb eine Bedrohung durch nukleare Proliferation darstellt. Die große Mehrheit dieser Ereignisse betrifft jedoch radioaktive Quellen, niedrig angereichertes natürliches oder abgereichertes Uran, das nicht waffenfähig ist. Im Fall des unbeabsichtigten Transports gab es Fälle, bei denen Kontrollverlust über radioaktive Stoffe zu ernsten, sogar tödlichen Konsequenzen für Personen führte. Beispiele beinhalten unwissentliche Beimischung von radioaktiven Stoffen in recyceltem Stahl, Entdeckung verloren gegangener radioaktiver Quellen durch ahnungslose Personen und bewusster Diebstahl radioaktiver Stoffe.

Die potenzielle radiologische Gesundheitsgefahr für Arbeiter, die allgemeine Öffentlichkeit und die Umwelt, die durch solche radioaktive Stoffe verursacht wird, fügt dem unbeabsichtigten bzw. unerlaubten Transport eine zusätzliche Bedrohung hinzu, so dass beide, die Proliferations-Bedrohung und die radiologische Gesundheitsgefährdung, berücksichtigt werden müssen. Die Erkennung radioaktiver Stoffe sowohl an Grenzübergängen als auch innerhalb von Ländern, z. B. an Kontrollpunkten, ist deshalb ein wichtiger Gesichtspunkt.

Diese Internationale Norm spricht sowohl die prozeduralen Aspekte der Erkennung radioaktiver Stoffe als auch die Mindestanforderungen bezüglich der Geräte, die in diesem Prozess benutzt werden, an. Die prozeduralen Aspekte behandeln die Techniken des Suchens, Lokalisierens und der möglichen Identifikation radioaktiver Stoffe und können unter Reaktions-Aktivitäten zusammengefasst werden. Leitfäden für geeignete Trainingsprogramme können ebenfalls als ein relevanter Aspekt angesehen werden. Geräte, die in dem Prozess Verwendung finden, können stationäre Monitore, tragbare und in der Hand gehaltene Detektoren beinhalten und müssen charakterisiert werden bezüglich der Mindestanforderungen, um die empfohlenen Prozeduren ausführen zu können. Basierend auf den Ergebnissen eines umfangreichen Prüfprogramms über solche Erkennungssysteme, das in Zusammenarbeit mit der Internationalen Atomenergiebehörde (IAEA) durchgeführt wurde, werden Prüfverfahren für den Routinebetrieb (um die Betriebsbereitschaft der Ausrüstung sicherzustellen) und auch für Akzeptanzprüfungen (um Mindestanforderungen zu verifizieren) empfohlen.

Es wird angenommen, dass solch eine Internationale Norm die effizientere Nutzung und den effizienteren Betrieb vorhandener Ausrüstung erlaubt, die Kommunikation über Grenzen hinweg verbessert und 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) eine internationale Übereinstimmung erzielt werden muss. Technische Dokumente, die von der IAEA in diesem Themengebiet veröffentlicht wurden, stellen einen ersten Schritt bei der Empfehlung gerechtfertigter und in Übereinstimmung gebrachter Spezifikationen und Prozeduren dar, siehe [2], [3] und [4].

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm beschreibt Verfahren und Mittel zur Überwachung des unbeabsichtigten oder unerlaubten Transports von radioaktiven Stoffen. Sie liefert Leitlinien für die Verwendung von sowohl ortsfesten als auch tragbaren (z. B. in der Hand gehaltenen) Instrumenten zur Überwachung von Strahlungsanzeichen von radioaktiven Stoffen. Der Schwerpunkt liegt auf den betriebstechnischen Aspekten, d. h. Anforderungen für die Überwachung von Verkehr und Waren hauptsächlich an grenzüberschreitenden Einrichtungen. Obwohl der Begriff Grenze wiederholt in dieser Internationalen Norm verwendet wird, soll er nicht nur für inter-

¹⁾ Der Begriff „radioaktive Stoffe“ beinhaltet in dieser Internationalen Norm immer auch spaltbares Nuklearmaterial, da letzteres ebenfalls radioaktiv ist.

ationale Landesgrenzen gelten, sondern auch für 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.

Diese Internationale Norm ist anwendbar durch Aufsichtsbehörden, als Hilfestellung zur Durchführung von Aktionsplänen, um unbeabsichtigten und unerlaubten Transport zu bekämpfen, durch Vollzugsbehörden (z. B. Grenzposten), um Leitlinien über empfohlene Überwachungsverfahren zu erhalten, und durch Gerätehersteller, um Mindestanforderungen aus betriebstechnischen Notwendigkeiten nach dieser Internationalen Norm zu verstehen.

ANMERKUNG Der allgemeine Begriff „Dosis“ bedeutet in dieser Internationalen Norm die Umgebungs-Äquivalentdosis, falls nicht anders angegeben.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind unerlässlich für die Anwendung dieses Dokuments. Bei datierten Verweisungen gilt nur die zitierte Auflage. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des diesbezüglichen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 60038, *IEC standard voltages*

IEC 60846, *Radiation protection instrumentation – Ambient and/or directional dose equivalent (rate) meter and/or monitors for beta, X and gamma radiation*

IEC 60068-2-1, *Environmental testing – Part 2-1: Tests – Tests A: Cold*

IEC 60068-2-2, *Environmental testing – Part 2-2: Tests – Tests A: Dry Heat*

IEC 61526, *Radiation protection instrumentation – Measurement of personal dose equivalents $H_p(10)$ and $H_p(0,07)$ for X, gamma and beta radiations – Direct reading personal dose equivalent and/or dose equivalent rate dosimeters*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Überwachung von radioaktiven Stoffen^{N1)}

(en: control of radioactive materials)

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

3.2

Nachweis

(en: detection)

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

3.3

Nachweisgrenze

(en: detection limit)

Wert, der den Mindestprobenbeitrag für das betreffende Messverfahren spezifiziert, der mit einer vorgegebenen Fehlerwahrscheinlichkeit nachgewiesen werden kann

^{N1)} Nationale Fußnote: Siehe auch Begriff 3.8, der „Überwachung“ in einem anderen Sinne verwendet.

3.4

Fehlalarmrate

(en: false-alarm rate)

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

3.5

unerlaubter Transport

(en: illicit trafficking)

jeglicher beabsichtigter, nicht genehmigter Transport von radioaktiven Stoffen, wie in dieser Internationalen Norm definiert, insbesondere über Landesgrenzen hinweg, für nachfolgenden illegalen Verkauf, Nutzung, Lagerung oder weiteren Transfer

3.6

unbeabsichtigter Transport

(en: inadvertent movement)

jeglicher unbeabsichtigter, nicht genehmigter Erhalt, Besitz, Verwendung oder Transfer von radioaktiven Stoffen, wie in dieser Internationalen Norm definiert

3.7

Untersuchungsschwelle

(en: investigation level)

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

ANMERKUNG Dieser Begriff ist gleichbedeutend mit (Nominal-)Alarmwert oder (Nominal-)Alarmschwellwert und ist weder mit dem Messinstrument-bezogenen Alarmschwellwert (siehe A.3) noch mit der Nachweisgrenze zu verwechseln.

3.8

Überwachung

(en: monitoring)

Messung der Dosis oder der Kontamination zur Bewertung oder Kontrolle der Strahlenexposition oder radioaktiver Stoffe und die Interpretation der Ergebnisse

3.9

Nicht-Verbreitung

(en: non-proliferation)

umfassender Begriff, der in internationalen Abkommen in Bezug auf die Begrenzung der Verfügbarkeit von Nuklearmaterial und somit auf die Reduzierung der Fähigkeit zur Produktion von Kernwaffen verwendet wird

3.10

Objektsicherung

(en: physical protection)

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

3.11

Aufsichts- oder Genehmigungsbehörde

(en: regulatory authority)

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

3.12

Ansprechvermögen

(en: response)

Verhältnis des angezeigten Werts zum richtigen Wert

ANMERKUNG „Wert“ kann Umgebungs-Äquivalentdosisleistung oder ein anderes, gerätespezifisches Signal sein, ausreichend proportional zur Strahlungsintensität.

3.13**Sicherungsmaßnahmen**

(en: safeguards)

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

3.14**spaltbares Nuklearmaterial**

(en: special nuclear material)

(Abkürzung: SNM)

hoch angereichertes Uran und alle Formen von Plutonium, siehe [5]

4 Überwachungsgeräte^{N2)}**4.1 Taschengeräte****4.1.1 Allgemeines**

Kleine Gamma-Strahlungsdetektoren, die etwa die Größe eines Pagers haben, können an einem Gürtel oder in einer Tasche für den freihändigen Betrieb getragen werden und warnen den Betreiber leise beim Vorhandensein von radioaktiven Stoffen. Aufgrund ihrer geringen Größe eignen sich diese Geräte ideal für einzelne Vollzugsbeamte und Erstreaktionskräfte bei einem Strahlungsalarm, ohne dass eine umfangreiche Schulung erforderlich wäre.

Ein Taschengerät ist ein kleines, leichtes, robustes Gerät, das den Träger bei Gamma- und Röntgenstrahlungswerten, die über denen des Untergrunds liegen, warnt. Meist wird ein Festkörper-Detektor im Gerät verwendet, um die erforderliche Empfindlichkeit sicherzustellen. Es muss wartungsfrei, robust gebaut, wetterfest und batteriebetrieben mit angemessener Betriebszeit von mindestens 12 h sein. Es muss eine Anzeige für den Batteriezustand vorhanden sein. Die Alarmschwelle sollte vor Ausgabe an den Beamten eingestellt werden, um die natürliche Untergrundstrahlung an dem bestimmten Ort zu berücksichtigen. Ein Taschengerät sollte in der Lage sein, drei Arten von Alarm auszulösen, wenn die Strahlungsintensität die Alarmschwelle übersteigt: einen optischen (Licht), einen akustischen (Ton) und einen Vibrationsalarm (stumm). Für verdeckten Betrieb sollte es möglich sein, den akustischen Alarm abzustellen. Der akustische Ton sollte sich als eine Funktion der Dosisleistung verändern. Ein Display sollte eine einfache (lumineszierende) Anzeige haben, die proportional zur Dosisleistung ist. Diese Anzeige dient zwei Zwecken, zum einen dem Strahlenschutz, d. h. um den Beamten vor einem höheren Strahlungsniveau zu warnen, und zum anderen als Suchinstrument, um Strahlungsquellen zu lokalisieren.

4.1.2 Betrieb

Ein Taschengerät sollte am Körper, in der Tasche, am Gürtel oder ähnlicher Stelle getragen werden. Ein Selbst-Test sollte den richtigen Betrieb des Geräts vor der Anwendung prüfen. Fehlalarme, d. h. Alarme ohne vorliegende radioaktive Stoffe, werden gelegentlich durch Schwankungen im Untergrund auftreten. Wenn die Alarmschwelle richtig eingestellt ist, z. B. etwa auf das Dreifache des natürlichen Untergrundpegels, sollten Fehlalarme nicht mehr als einmal je Tag vorkommen. Strahlung, die harmlose Alarme auslöst, kann gelegentlich entdeckt werden. Dies beruht auf der Tatsache, dass viele Gegenstände kleine Mengen an radioaktiven Stoffen enthalten, wie natürliches Thorium oder Uran.

4.1.3 Kalibrierung und Routineüberprüfung

Wie bei den meisten Strahlungsdetektoren wird empfohlen, dass eine Kalibrierung einmal je Jahr durch eine qualifizierte Person oder Wartungseinrichtung durchgeführt wird.

^{N2)} Nationale Fußnote: Die Beschreibungen der Geräte sollen diese dem Anwender erläutern. Bezüglich der einzuhaltenden Anforderungen und anzuwendenden Prüfverfahren gelten jedoch statt der hier zum Teil informativ angegebenen Punkte die relevanten IEC-Publikationen bzw. deren Umsetzung in Deutsche Normen (siehe Nationales Vorwort).

Ein Taschengerät sollte, wenn möglich täglich, auf seine fortgesetzte Fähigkeit überprüft werden, Strahlung nachzuweisen. Dies kann erreicht werden, indem das Gerät in die Nähe einer Prüfquelle platziert und ein wiederholbares Strahlungsniveau beobachtet wird.

4.1.4 Mindestanforderungen und Prüfverfahren

4.1.4.1 Alarmschwelle

Das System sollte einstellbare Schwellwerte haben.

Der Alarm muss bei Sättigungsbedingungen bei hohen Dosisleistungen weiterhin funktionieren.

Das Gerät muss einen Alarmzustand klar anzeigen. Falls ein Alarm ausgelöst wurde, muss die Anzeige für eine festgelegte Mindestdauer von nicht weniger als 5 s andauern.

Falls das Gerät über einen akustischen Alarm verfügt, muss dieser über 85 dB bei 30 cm Abstand liegen.

4.1.4.2 Empfindlichkeit gegenüber Gammastrahlung

Dort, wo die Dosisleistung die Untersuchungsschwelle von 1 $\mu\text{Sv/h}$ für die Dauer von 2 s oder mehr übersteigt, muss ein Alarm mit einer Wahrscheinlichkeit von mehr als 99 % ausgelöst werden. Für Untergrund-Dosisleistungen bis zu 0,2 $\mu\text{Sv/h}$ muss die Fehlalarmrate im Durchschnitt unter 2-mal in einem 12-Stunden-Zeitraum liegen.

ANMERKUNG Ein Verfahren, um diese Mindestanforderungen zu überprüfen, ist in D.2.2 beschrieben.

4.1.4.3 Empfindlichkeit gegenüber Neutronenstrahlung

Falls das Gerät Neutronen nachweisen kann, muss der Detektor Alarm auslösen, wenn er einem Neutronenfluss aus einer ^{252}Cf -Quelle von 0,01 μg (etwa 20 000 n/s) in einem Abstand von 0,25 m für eine Dauer von 10 s ausgesetzt ist, wobei die Gamma-Strahlung auf weniger als 1 % abgeschirmt ist. Die Wahrscheinlichkeit, diesen Alarmzustand nachzuweisen, muss 50 % sein. Die Fehlalarmrate muss im Durchschnitt bei unter 6-mal in einem Zeitraum von 1 h liegen.

ANMERKUNG 1 Die Neutronendosisleistung, die den oben genannten Bestrahlungsbedingungen entspricht, würde etwa in der Größenordnung von 3 $\mu\text{Sv/h}$ liegen.

ANMERKUNG 2 Ein Verfahren, um diese Mindestanforderungen zu überprüfen, ist in D.3.1 beschrieben.

4.1.4.4 Unsicherheit der Dosisleistungs-Anzeige

Falls das System über eine quantitative Dosisleistungs-Anzeige verfügt, muss diese Anzeige IEC 61526 entsprechen.

4.1.4.5 Umgebungsbedingungen

Das Gerät muss die Mindestanforderungen in einem Temperaturbereich von $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ bis $+45\text{ }^{\circ}\text{C}$ und bei einer relativen Luftfeuchte von mindestens 95 % (nicht kondensierend) erfüllen.

ANMERKUNG Ein Verfahren, um diese Mindestanforderungen zu überprüfen, ist in D.4.1 beschrieben.

4.1.4.6 Mechanische und elektromagnetische Eigenschaften

Siehe IEC 61526.

4.2 Handgeräte

4.2.1 Allgemeines

Handgeräte sind kleine, batteriebetriebene Geräte, die das Umgebungsuntergrund-Niveau messen und dann eine Alarmschwelle berechnen. Sie können Mikroprozessoren enthalten. Somit können diese Geräte Schwankungen im Untergrundniveau ausgleichen, wenn sie eingeschaltet werden, oder auf Eingabebefehl. Diese Geräte machen kontinuierlich kurze Messungen des Strahlungsniveaus und vergleichen die Ergebnisse mit der Alarmschwelle. Die Handgeräte können wirksam Fußgänger, Pakete, Frachtgut und Motorfahrzeuge durchsuchen. Das Handgerät muss wartungsfrei, robust gebaut, wetterresistent und batteriebetrieben mit angemessener Betriebszeit von mindestens 12 h sein. Es muss eine Anzeige für den Batteriezustand geben.

Der wichtigste Unterschied zwischen den Handgeräten und den fest installierten Geräten ist der menschliche Faktor, der die Fähigkeit eines Handgerätes, radioaktive Stoffe im Feld nachzuweisen, stark beeinflusst. Schulung ist daher von großer Bedeutung. Falls der Beamte das Gerät nicht in direkte Nähe an einen vorhandenen radioaktiven Stoff heranhält, kann jener möglicherweise nicht nachgewiesen werden.

Das kleine 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 Beamte in der richtigen Technik geschult werden, um effiziente Durchsuchungen durchzuführen, und die Schulungen müssen regelmäßig wiederholt werden. Diese Geräte sollten auch die Fähigkeit besitzen, Dosisleistung für Strahlenschutz Zwecke zu messen.

4.2.2 Betrieb

Handgeräte sind kleine Strahlenmessgeräte, die entweder als primäre Suchmittel oder als sekundäre Suchmittel bei feststehenden Monitoren verwendet werden können. Das Gerät sollte mit einem akustischen Alarm ausgerüstet sein, um es dem Beamten zu ermöglichen, die Suche ohne Beobachtung des Geräts durchzuführen. Für Suchanwendungen sollte das Gerät einen Griff haben, mit dem es einfach gehalten werden kann, und es sollte weniger als etwa 2 kg wiegen. Das Gerät sollte vorzugsweise einen Festkörper-Gammadetektor verwenden. Neutronenempfindlichkeit ist wünschenswert. Zwischen Gamma- und Neutronenalarmen sollte unterschieden werden können. Diese Geräte müssen Messungen auf Kurzzeit-Skalen von etwa 1 s durchführen, so dass sie dazu verwendet werden können, schnell die Oberflächen von Paketen, Fußgängern, Fahrzeugen und Frachtgut abzusuchen. Die Geräte müssen die Lokalisierung von Strahlenquellen ermöglichen, indem sie entweder über eine automatische Rückstellung (Reset) eines Alarmzustandes verfügen und/oder eine von der Dosisleistung abhängige Frequenz der Alarmanzeige.

4.2.3 Kalibrierung und Routineüberprüfung

Wie für die meisten Strahlungsdetektoren wird empfohlen, dass eine Kalibrierung einmal je Jahr durch eine qualifizierte Person oder Wartungseinrichtung durchgeführt wird.

Ein Handgerät sollte, wenn möglich täglich, auf seine andauernde Fähigkeit, Strahlung nachzuweisen, überprüft werden. Dies kann erreicht werden, indem das Gerät in die Nähe einer Prüfquelle platziert und ein wiederholbares Strahlungsniveau beobachtet wird.

4.2.4 Mindestanforderungen und Prüfverfahren

4.2.4.1 Alarmschwelle

Das System sollte über einstellbare Schwellwerte verfügen.

Der Alarm muss auch bei Sättigungsbedingungen bei hohen Dosisleistungen weiterhin funktionieren.

Das Gerät muss einen Alarmzustand klar anzeigen. Falls ein Alarm ausgelöst wurde und die tatsächliche Dosisleistung unter die Alarmschwelle abfällt, muss die Alarmanzeige automatisch und schnell rückgestellt werden.

Falls das Gerät über einen akustischen Alarm verfügt, muss dieser bei über 85 dB bei 30 cm Abstand liegen.

4.2.4.2 Empfindlichkeit gegenüber Gammastrahlung

Dort, wo die Dosisleistung die Untersuchungsschwelle von 0,4 $\mu\text{Sv/h}$ für die Dauer von 3 oder mehr Sekunden überschreitet, muss ein Alarm mit einer Wahrscheinlichkeit von mehr als 90 % ausgelöst werden. Für Untergrund-Dosisleistungen bis zu 0,2 $\mu\text{Sv/h}$ muss die Fehlalarmrate im Durchschnitt unter 6-mal in 1 h liegen.

ANMERKUNG 1 Es ist wünschenswert, dass die Reaktion der Geräte bei höheren Dosisleistungen schneller ist.

ANMERKUNG 2 Ein Verfahren, um diese Mindestanforderungen zu überprüfen, ist in D.2.4 beschrieben.

4.2.4.3 Empfindlichkeit gegenüber Neutronenstrahlung

Falls das Gerät Neutronen nachweisen kann, muss der Detektor Alarm auslösen, wenn er einem Neutronenfluss aus einer ^{252}Cf -Quelle von 0,01 μg (etwa 20 000 n/s) in einem Abstand von 0,25 m für eine Dauer von 10 s ausgesetzt ist, wobei die Gamma-Strahlung auf weniger als 1 % abgeschirmt ist. Die Wahrscheinlichkeit, diesen Alarmzustand nachzuweisen, muss 50 % sein. Die Fehlalarmrate muss im Durchschnitt unter 6-mal in einem Zeitraum von 1 Stunde liegen.

ANMERKUNG 1 Die Neutronendosisleistung, die den oben genannten Bestrahlungsbedingungen entspricht, würde etwa in der Größenordnung von 3 $\mu\text{Sv/h}$ liegen.

ANMERKUNG 2 Ein Verfahren, um diese Mindestanforderungen zu überprüfen, ist in D.3.1 beschrieben.

4.2.4.4 Unsicherheit der Dosisleistungs-Anzeige

Falls das System über eine Dosisleistungs-Anzeige verfügt, muss diese Anzeige IEC 60846 entsprechen.

4.2.4.5 Umgebungsbedingungen

Das Gerät muss die oben genannten Mindestanforderungen in einem Temperaturbereich von $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ bis $+45\text{ }^{\circ}\text{C}$ und einer relativen Luftfeuchte von mindestens 95 % (nicht kondensierend) erfüllen.

ANMERKUNG Ein Verfahren, um diese Mindestanforderungen zu überprüfen, ist in D.4.2 beschrieben.

4.2.4.6 Mechanische und elektromagnetische Eigenschaften

Stoßfestigkeit des Geräts ist wünschenswert.

Siehe IEC 60846.

4.3 Fest installierte Geräte

4.3.1 Allgemeines

Fest installierte Strahlungsmonitore für Fahrzeuge und Fußgänger sind dazu konzipiert, die Anwesenheit 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. Die Verwendung von geeigneten Belegungssensoren ist unerlässlich, um die erforderliche niedrige Fehlalarmrate zu erreichen.

Vorzugsweise sollten Gamma- und Neutronenstrahlungsniveaus getrennt gemessen und angezeigt werden. Diese Monitore durchsuchen automatisch Fußgänger oder Fahrzeuge, wenn sie den Monitor passieren. Diese Monitore messen ständig das Untergrundstrahlungsniveau und dürfen die Alarmschwelle anpassen, um eine konstante Fehlalarmrate aufrechtzuerhalten.

4.3.2 Betrieb

4.3.2.1 Allgemeines

Ein fest installierter Portal-Strahlungsmonitor ist nur so wirkungsvoll wie der „Kontrollpunkt“, an dem er installiert wurde. Die Monitore müssen so installiert werden, dass alle Fußgänger, Fahrzeuge und Güterverkehr zwangsläufig die Monitore passieren müssen. 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 Alarmer reagieren. Diese Alarmer dürfen von einem entfernten Kontrollpunkt beobachtet werden. Alarmanzeigen sollten klar im Sichtfeld der Beamten liegen, die den Kontrollpunkt besetzen. Es sollte unabhängige Anzeigen für Gamma- und Neutronenalarmer geben.

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

4.3.2.2 Fußgängermonitore

Fußgängermonitore dürfen als ein- oder zweiseitige Monitore installiert werden. Es müssen Sperren installiert werden, um den Fußgängerverkehr zu begrenzen, so dass der Durchgang innerhalb von 1,0 m des Monitors liegt. 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 Fehlalarmer 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 verwendet werden, die dazu verwendet werden können, das Vorhandensein von Abschirmungsmaterial auf einfache Art festzustellen.

4.3.2.3 Fahrzeugmonitore

Der Einsatz von fest installierten Strahlungsmonitoren für die Suche von Strahlungsquellen in Fahrzeugen ist aufgrund der inhärenten Abschirmung, die von der Fahrzeugstruktur verursacht wird, kompliziert. Während einfache zweiseitige Monitore effizient beim Nachweis von anomalen Strahlungsniveaus bei Transporten von Metallen für Recyclingzwecke sind, sind sie jedoch viel weniger effizient beim Nachweis von unerlaubt gehandelten 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 Überwachungszeit abhängt, sollte das Gerät dort aufgestellt werden, wo die Fahrzeuggeschwindigkeit überwacht und verringert wird.

Für Personalfahrzeuge sind einseitige Monitore akzeptierbar, falls 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 Pfeilern sollte weniger als 4,5 m betragen (dies hängt ab von der maximalen Breite des Fahrzeugs, das durchsucht werden soll).

Die Geschwindigkeit des Fahrzeugs muss überwacht werden, und wenn die Geschwindigkeit des Fahrzeugs die für eine effiziente Überwachung erforderliche überschreitet, muss ein besonderer Alarm ausgelöst werden. Das Fahrzeug sollte nicht anhalten dürfen, während es den Monitor passiert. Der Belegungssensor muss so angebracht sein, dass er nur ausgelöst wird, wenn das Überwachungssystem besetzt ist, und nicht durch anderen nahen Verkehr.

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.