

**DIN IEC 63121
(VDE 0493-3-9)**
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; 13.310

Einsprüche bis 2018-01-17

Entwurf
**Strahlenschutz-Messgeräte –
Fahrzeuggestützte mobile Systeme zum Aufspüren von unerlaubt
transportiertem radioaktivem Material
(IEC 45B/871/CD:2017)**

Radiation protection instrumentation –
Vehicle-mounted mobile systems for the detection of illicit trafficking of radioactive materials
(IEC 45B/871/CD:2017)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2017-11-17 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, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt 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 84 Seiten

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

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist

Inhalt	Seite
Nationales Vorwort.....	5
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe, Abkürzungen und Formelzeichen, Größen und Einheiten.....	9
3.1 Begriffe	9
3.2 Abkürzungen und Formelzeichen.....	10
3.3 Größen und Einheiten	11
4 Allgemeine Prüfverfahren	11
4.1 Einleitung.....	11
4.2 Standardprüfbedingungen.....	11
4.3 Unsicherheiten.....	12
4.4 Statistische Schwankungen	12
4.5 Untergrundstrahlung während der Prüfungen.....	12
4.6 Betriebsparameter und Einrichtung.....	13
4.7 Einrichtungs- und Prüfparameter	13
4.8 Dynamische Prüfung	13
4.9 Statische Prüfung	14
4.10 Strahlungsquellen.....	14
4.11 Spaltbares Nuklearmaterial (SNM) und abgereicherte Uran-Quellen.....	15
4.12 Funktionsprüfung und Anforderungen an den Akzeptanzbereich für die Prüfungen	16
5 Allgemeine Anforderungen.....	19
5.1 Allgemeine Eigenschaften.....	19
5.2 Konfiguration	20
5.3 Datenspeicher und Dateien.....	20
5.4 Kommunikationsprotokoll	21
5.5 Anzeige- und Alarmmöglichkeiten	21
5.6 Beschriftungen.....	22
5.7 Energieversorgung	22
5.8 Effektiver Messbereich	22
5.9 Benutzerschnittstelle	22
6 Radiologische Prüfungen	24
6.1 Fehlalarmprüfung	24
6.2 Ansprechvermögen auf Gammastrahlung.....	25
6.3 Ansprechvermögen für Neutronenstrahlung	26

6.4	Bereichsüberschreitung	26
6.5	Anzeige von Neutronen in Gegenwart von Photonen.....	27
6.6	Langsame Quellenannäherung – während der Benutzung stationärer Monitor	28
6.7	Untergrundeffekte – während der Benutzung mobiler Monitor	28
6.8	Radionuklididentifizierung – falls vorhanden.....	30
7	(Klimatische) Umgebungsanforderungen	33
7.1	Allgemeines.....	33
7.2	Umgebungstemperatur	34
7.3	Relative Luftfeuchte	34
7.4	Feuchtigkeits- und Staubschutz.....	35
8	Elektrische und elektromagnetische Leistungsanforderungen	36
8.1	Hochfrequenz.....	36
8.2	Abgestrahlte Emissionen	36
8.3	Batterielebensdauer	37
8.4	Elektrostatische Entladung (ESD).....	37
9	Mechanische (dynamische) Anforderungen	38
9.1	Allgemeines.....	38
9.2	Mikrophonie/Aufprall	38
9.3	Schwingungen.....	38
10	Dokumentation	39
10.1	Bericht	39
10.2	Betriebs- und Wartungshandbuch.....	39
	Anhang A (informativ) Detektions- und Identifizierungsanleitung für Uran/Plutonium	40
	Anhang B (informativ) Anleitung bezüglich des Leistungsvermögens der Identifizierung	41
B.1	Vollständig und korrekt (C&C).....	41
B.2	Unvollständig.....	41
B.3	Falsch	41
B.4	Unvollständig und falsch (I&I)	41
	Literaturhinweise	43

Bilder

Bild 1	– Bezugspunktdiagramm für ein zweiseitiges mobiles System (Ansicht von oben)	13
Bild 2	– Ansteigender Untergrund mit Quelle	29
Bild 3	– Fallender Untergrund mit Quelle	30

Tabellen

Tabelle 1	– Standardprüfbedingungen	12
Tabelle 2	– Einrichtungs- und Prüfparameter.....	13
Tabelle 4	– SNM-Fluenzraten.....	16

	Seite
Tabelle 5 – Analyse der Prüfungsergebnisse	19
Tabelle 6 – Radionuklidbibliothek	30
Tabelle 7 – Frequenzbereich der Emission	37
Tabelle A.1 – Detektions- und Identifizierungsanleitung	40
Tabelle B.1 – Folgeprodukte der Radionuklide und Verunreinigungen	42

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 45B/871/CD:2017 „Radiation protection instrumentation – Vehicle-mounted mobile systems for the detection of illicit trafficking of radioactive materials“ (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 beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom SC 45B „Radiation protection instrumentation“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf prEN nur 2 Monate 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 GK 851 „Aktivitätsmessgeräte für den Strahlenschutz“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

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.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. IEC [und/oder ISO] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

Die Deutsche Fassung wurde in [Abschnitt 2](#) an die aktuellen Standardtexte angepasst.

Für Messanordnungen und -geräte zur Überwachung von Materialien auf radioaktive Bestandteile wurden durch GK 851 bisher 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 62244 (VDE 0493-3-2):2012-02**, *Strahlenschutz-Messgeräte – Fest installierte Strahlungsmonitore für den Nachweis von radioaktiven Stoffen und spaltbarem Nuklearmaterial an Staatsgrenzen (IEC 62244:2006, modifiziert)*; Deutsche Fassung **EN 62244:2011**
- **DIN EN 62327 (VDE 0493-3-3):2012-02**, *Strahlenschutz-Messgeräte – Handgeräte für den Nachweis und die Identifizierung von Radionukliden und die Anzeige der durch Gammastrahlung erzeugten Umgebungs-Äquivalentdosisleistung (IEC 62327:2006, modifiziert)*; Deutsche Fassung **EN 62327:2011**

E DIN IEC 63121 (VDE 0493-3-9):2017-12

- **DIN IEC 62401 (VDE 0493-3-4):2009-01**, Strahlenschutz-Messgeräte – Strahlungsmessgeräte im Taschenformat zum Aufspüren illegal transportierter radioaktiver Quellen (**IEC 62401:2007**)
- **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**
- **DIN EN 62533 (VDE 0493-3-6):2016-08**, Strahlenschutz-Messgeräte – Hochempfindliche Handgeräte zum Nachweis von Photonenstrahlung emittierendem radioaktivem Material (**IEC 62533:2010**, modifiziert); Deutsche Fassung **EN 62533:2016**
- **DIN EN 62534 (VDE 0493-3-7):2016-06**, Strahlenschutz-Messgeräte – Hochempfindliche Handgeräte zum Nachweis 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 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**

Informationen zum Einsatz dieser Geräte sind in DIN ISO 22188:2008-03, *Überwachung des unbeabsichtigten oder unerlaubten Transports von radioaktiven Stoffen* (ISO 22188:2004), zu finden.

Strahlenschutz-Messgeräte – Fahrzeuggestützte mobile Systeme zum Aufspüren von unerlaubt transportiertem radioaktivem Material

Einleitung

Unzulässiger wie auch unbeabsichtigter Transport von radioaktiven Stoffen in Form von Strahlenquellen und kontaminiertem Metallschrott sind zu einem Problem mit zunehmender Bedeutung geworden. Radioaktive Quellen, die nicht mehr der gesetzlichen Überwachung unterliegen, sogenannte „verwaiste Quellen“, haben häufig zu ernststen Strahlenexpositionen und weiträumiger Kontamination geführt. Obwohl der unerlaubte Transport von spaltbarem Nuklearmaterial und anderen radioaktiven Stoffen kein neues Phänomen ist, hat die Besorgnis über einen nuklearen „Schwarzmarkt“ in den letzten Jahren zugenommen, insbesondere im Hinblick auf sein terroristisches Potenzial.

Als Reaktion auf die technischen Leitlinien der Internationalen Atomenergieorganisation (IAEA), der Weltzollorganisation (WCO) und der Internationalen kriminalpolizeilichen Organisation (Interpol) zu Nachweis und Identifikation spaltbaren Nuklearmaterials sowie im Hinblick auf allgemeine Sicherheitsbestrebungen entwickeln und produzieren Hersteller nuklearer Instrumentierung Strahlungsmessgeräte zur Mithilfe bei der Aufdeckung von unerlaubtem Transport von radioaktiven Stoffen und spaltbarem Nuklearmaterial. Diese Art von Instrumentierung findet für Sicherheitszwecke in kerntechnischen Anlagen, an Grenzkontrollstellen sowie auf internationalen See- und Flughäfen breite Anwendung. Um jedoch die Konsistenz der an verschiedenen Orten gewonnenen Messergebnisse sicherzustellen, ist es unumgänglich, dass Strahlungsmessgeräte nach strengen Vorgaben gebaut werden, die auf den in dieser Internationalen Norm festgehaltenen vereinbarten Anforderungen an ihre Leistungsfähigkeit beruhen. IEC-Normen sind auch für persönliche Strahlungsdetektoren, Portalmonitore, hochsensitive Gamma- und Neutronendetektionssysteme spektrometrische persönliche Strahlungsdetektoren sowie Rucksack-Strahlungsdetektions- und Identifikationssysteme entwickelt worden. Die untenstehende Tabelle enthält eine Liste dieser Normen.

Art der Messgeräte	IEC-Nummer	Titel der Norm
Am Körper getragen	62401	Radiation protection instrumentation – Alarming Personal Radiation Devices (PRD) for detection of illicit trafficking of radioactive material
	62618	Radiation protection instrumentation – Spectroscopy-Based Alarming Personal Radiation Devices (SPRD) for detection of illicit trafficking of radioactive material
	62694	Radiation protection instrumentation – Backpack-type radiation detector (BRD) for detection of illicit trafficking of radioactive material
Tragbar oder in der Hand gehalten	62327	Radiation protection instrumentation – Hand-held instruments for the detection and identification of radionuclides and additionally for the estimation of ambient dose equivalent rate from photon radiation
	62533	Radiation protection instrumentation – Highly sensitive hand-held instruments for photon detection of radioactive material
	62534	Radiation protection instrumentation – Highly sensitive hand-held instruments for neutron detection of radioactive material
Portal	62244	Radiation protection instrumentation – Installed radiation portal monitors for the detection of radioactive and special nuclear materials at national borders
	62484	Radiation protection instrumentation – Spectroscopy-based portal monitors used for the detection and identification of illicit trafficking of radioactive material
Datenformat	62755	Radiation protection instrumentation – Data format for radiation instruments used in the detection of illicit trafficking of radioactive materials

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm gilt für fahrzeugbasierte mobile Systeme (auch bekannt als mobile Monitore), die zum Nachweis des illegalen Transports von radioaktivem Material verwendet werden. Diese mobilen Systeme bestehen aus einem oder mehreren Strahlungsdetektoren, die in einem Fahrzeug, z. B. Pkw oder Lkw, eingebaut sind, das hauptsächlich auf Straßen fährt. Diese Norm gilt nicht für Nachweissysteme die in anderen Arten von Fahrzeugen eingebaut sind, wie z. B. Flugzeugen, Hubschraubern, Zügen oder Booten. Die von dieser Norm abgedeckten fahrzeugbasierten Detektionssysteme wurden ausgelegt, um radioaktive Quellen während der Fahrt zu detektieren. Sie können auch als stationäre Monitore verwendet werden, die stationäre oder sich bewegende Objekte detektieren. Fahrzeugbasierte mobile Systeme weisen Gammastrahlung nach und können den Nachweis von Neutronen oder die Identifizierung der gammastrahlenden Radionuklide enthalten. Diese Norm legt Leistungs- und Prüfanforderungen bezüglich der Strahlungsmessungen und den erwarteten elektrischen, mechanischen und Umgebungsbedingungen während der Benutzung fest.

Zweck dieser Internationalen Norm ist es, minimale Anforderungen für fahrzeugbasierte mobile Systeme zum Nachweis radioaktiven Materials festzulegen. Spezielle Anwendungsfelder dieser Systeme schließen öffentliche Großveranstaltungen und schnelles Screening großer Gebiete ein.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. 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 60050 (alle Teile): *International Electrotechnical Vocabulary* (available at <http://www.electropedia.org>)

IEC 60050-393:2003, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 393: Nuclear instrumentation – Physical phenomena and basic concepts*

IEC 60050-394:2007, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 394: Nuclear instrumentation – Instruments, systems, equipment and detectors*

IEC 60529: *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

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

IEC 60068-2-2: *Environmental testing – Part 2-2: Tests – Test B: Dry heat*

IEC 60068-2-11: *Basic environmental testing procedures – Part 2-11: Tests – Test Ka: Salt mist*

IEC 60068-2-14: *Environmental testing – Part 2-14: Tests – Test N: Change of temperature*

IEC 60068-2-18: *Environmental testing – Part 2-18: Tests – Test R and guidance: Water*

IEC 60068-2-66: *Environmental testing – Part 2-66: Test methods – Test Cx: Damp heat, steady state (unsaturated pressurized vapour)*

IEC 60068-2-68: *Environmental testing – Part 2-68: Tests – Test L: Dust and sand*

IEC 60068-2-64: *Environmental testing – Part 2-64: Tests – Test Fh: Vibration, broadband random and guidance*

IEC 61000-4-2:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test – Basic EMC Publication*

Amendment 1 (1998)

Amendment 2 (2000)

IEC 61000-4-3:2002, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test – Basic EMC Publication*

Amendment 1 (2002)

IEC 61000-4-6:2003, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency field – Basic EMC Publication Amendment 1 (2004)*

IEC 61000-4-8:1993, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-8: Testing and measurement techniques – Power frequency magnetic field immunity test – Basic EMC Publication Amendment 1 (2000)*

IEC 62706: 2012, *Radiation protection instrumentation – Environmental, electromagnetic and mechanical requirements*

IEC 62755:2012, *Radiation protection instrumentation – Data format for radiation instruments used in the detection of illicit trafficking of radioactive materials*

3 Begriffe, Abkürzungen und Formelzeichen, Größen und Einheiten

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 60050-395 und die folgenden Begriffe.

3.1.1

Abnahmeprüfung

(en: acceptance test)

Prüfung zum Nachweis gegenüber dem Kunden, dass ein Gerät bestimmte Anforderungen seiner Spezifikation erfüllt

3.1.2

Alarm

(en: alarm)

akustisches oder optisches Signal auf Alarmfeldern und möglicherweise anderen Sichtanzeigen, das ausgelöst wird, wenn die Geräteanzeige einen voreingestellten Wert überschreitet oder außerhalb des voreingestellten Bereichs liegt, und das dazu dient, das Personal vor Ort über Einrichtungen und Ereignisse zu informieren.

3.1.3

Umgebungs-Äquivalentdosis(leistung)

(en: ambient dose equivalent (rate))

Äquivalentdosis(leistung) an einem Punkt in einem Strahlungsfeld, die durch das zugehörige ausgerichtete und aufgeweitete Feld in der Tiefe d einer ICRU-Kugel auf dem Radiusvektor erzeugt wird, der dem ausgerichteten Strahlungsfeld entgegengerichtet ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Definition schließt nicht die Anmerkungen ein, die Teil der Definition IEV 395-05-43 sind.

3.1.4

Untergrund

(en: background)

Strahlungsfeld, in dem keine externen Quellen außer denen im natürlichen Strahlungsfeld am Ort der Messungen vorhanden sind.

3.1.5

Variationskoeffizient

(en: coefficient of variation)

Verhältnis der Standardabweichung zum Mittelwert einer Größe

3.1.6

Messabweichung

(en: error of indication)

Differenz zwischen dem angezeigten Wert v der Größe und dem richtigen Wert v_c dieser Größe im Messpunkt

3.1.7

Bezugspunkt

(en: reference point)

auf dem Messgerät markierter oder im Handbuch beschriebener Punkt, der zur Festlegung des Abstands der Strahlenquelle vom Messgerät und der Ausrichtung zu Prüf- oder Kalibrierungszwecken genutzt wird.

3.1.8

relative Eigenabweichung

(en: relative intrinsic error)

relative Messabweichung einer Einrichtung oder Anordnung bei Einwirkung einer festgelegten Referenzgröße unter festgelegten Referenzbedingungen, angegeben als $e_i = (v - v_c)/v_c$. Dabei ist v der angezeigte Wert einer Größe und v_c der richtige Wert dieser Größe im Messpunkt.

Einfache Definition: Fehler eines Messgeräts bei der Verwendung unter Referenzbedingungen.

3.1.9

Ansprechvermögen einer Strahlungsmessanordnung

(en: response of a radiation measuring assembly)

unter festgelegten Bedingungen das durch folgende Beziehung gegebene Verhältnis

$$R = v / v_c$$

Dabei ist v der mit dem zu prüfenden Gerät oder der zu prüfenden Anordnung gemessene Wert der Größe und v_c der richtige Wert dieser Größe.

3.1.10

Typprüfung

(en: type test)

Konformitätsprüfung an einem oder mehreren für die Produktion repräsentativer Exemplare

3.1.11

Messunsicherheit

(en: uncertainty (of measurement))

dem Messergebnis zugeordneter Parameter, der die Streuung der Werte kennzeichnet, die vernünftigerweise der Messgröße zugeordnet werden können

3.2 Abkürzungen und Formelzeichen

3.2.1

COV

(en: coefficient of variation)

Variationskoeffizient

3.2.2

DU

(en: depleted uranium)

abgereichertes Uran

3.2.3

ESD

(en: electrostatic discharge)

elektrostatische Entladung

3.2.4

HDPE

(en: high density polyethylene)

hochdichtes Polyethylen

3.2.5

HEU

(en: highly enriched uranium)

hoch angereichertes Uran

3.2.6

NORM

(en: naturally occurring radioactive material)
natürlich vorkommendes radioaktives Material

3.2.7

PMMA

(en: polymethyl methacrylate)
Polymethylmethacrylat

3.2.8

RF

(en: radio frequency)
Hochfrequenz (HF)

3.2.9

SNM

(en: special nuclear material)
spaltbares Nuklearmaterial

3.2.10

WGPu

(en: weapons-grade plutonium)
Waffenfähiges Plutonium

3.3 Größen und Einheiten

In der vorliegenden Norm werden die Einheiten des Internationalen Einheitensystems (SI) verwendet. Die Definitionen der Strahlungsgrößen sind in IEC 60050-395 enthalten.

Außerdem können auch folgende Maßeinheiten verwendet werden:

- für Energie: Elektronenvolt (Einheitenzeichen: eV), $1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$;
- für Zeitangaben: Jahr (a), Tag (d), Stunde (h), Minute (min);
- für Temperatur: Grad Celsius (Einheitenzeichen: °C), $0 \text{ °C} = 273,15 \text{ K}$.

Vielfache oder Teile der SI-Einheiten werden entsprechend dem SI-System benutzt, wo es zweckmäßig ist.

4 Allgemeine Prüfverfahren

4.1 Einleitung

Wenn in den einzelnen Abschnitten nichts anderes festgelegt ist, können alle in dieser Norm aufgezählten Prüfungen als Typprüfungen verwendet werden.

4.2 Standardprüfbedingungen

Im Verständnis dafür, dass mobile Systeme groß sind und es notwendig sein kann, die Prüfungen in einer unkontrollierten Umgebung durchzuführen, sollten die in diesem Dokument beschriebenen Prüfungen unter den in [Tabelle 1](#) gegebenen Standardprüfbedingungen durchgeführt werden, es sei denn, es ist etwas anderes festgelegt. Die Umgebungstemperatur, die relative Luftfeuchte und der Luftdruck müssen während der Prüfungen aufgezeichnet werden.

Tabelle 1 – Standardprüfbedingungen

Einflussgröße	Standardprüfbedingungen (wenn vom Hersteller nicht anders angegeben)
Umgebungstemperatur	18 °C bis 25 °C
Relative Luftfeuchte	≤ 75%
Luftdruck	70 kPa bis 106,6 kPa
Gammastrahlungsuntergrund	Geringer als die Umgebungs-Äquivalentdosisleistung von 0,25 µSv h ⁻¹
Neutronenuntergrund	Geringer als 200 s ⁻¹ m ⁻²

4.3 Unsicherheiten

Die Unsicherheit des Strahlungsfelds oder der Umgebungs-Äquivalentdosisleistung sollte ± 20 % nicht übersteigen, mit Ausnahme der Strahlungsuntergrundmessungen, für die die Unsicherheit größer als der hier angegebene Wert sein darf. Sofern nicht anders angegeben, ist die Unsicherheit mit einem Erweiterungsfaktor (k) von 1 spezifiziert.

4.4 Statistische Schwankungen

Für Prüfungen zur Überprüfung der Empfindlichkeit gegenüber Umgebungs-, elektromagnetischen oder mechanischen Bedingungen ([Abschnitte 7](#), 1.1 und [Abschnitt 9](#)), muss die Bestrahlungsrate, die für die Überprüfung des mobilen Systems erzeugt wird, angepasst werden, um die Größe der statistischen Schwankungen zu verringern.

Falls die Größe der statistischen Schwankungen der Anzeige des mobilen Systems durch die zufällige Natur der Strahlung allein einen entscheidenden Anteil an den in den Prüfungen erlaubten Anzeigeschwankungen ausmacht (das heißt, Schwankungen größer oder gleich 8 %), sollte das Strahlungsfeld erhöht werden, um die Schwankungen der Ablesungen zu verringern (damit der Mittelwert dieser Ablesungen mit einer ausreichenden Genauigkeit geschätzt werden kann, um die Übereinstimmung mit der in Frage kommenden Prüfung zu zeigen). Wenn das Strahlungsfeld nicht so erhöht werden kann, dass der erforderliche Variationskoeffizient (COV, ausgedrückt in Prozent) erreicht werden kann, sollte die Anzahl der Ablesungen soweit nötig erhöht werden. Der Variationskoeffizient jeder nominellen mittleren Ablesung sollte kleiner gleich 8 % sein.

Bei Messungen ohne Quellen (das heißt, beim Untergrundstrahlungspegel) mag es nicht möglich sein, einen Variationskoeffizienten zu erhalten, der diese Bedingung erfüllt. In diesen Fällen wird das mobile System beobachtet, um zu überprüfen, dass keine Alarmer oder falsche Anzeigen durch eine Einflussgröße (z. B. Temperatur, Luftfeuchte, Hochfrequenz, Stoß, Vibration) erzeugt werden, weil bei den Ablesungen große Schwankungen erwartet werden. Daher können Prüfungen ohne Quellen auch bei einem Variationskoeffizienten von mehr als 8 % durchgeführt werden.

4.5 Untergrundstrahlung während der Prüfungen

Die Prüfungen müssen in einem Bereich durchgeführt werden, in dem die Untergrundstrahlung wie in Tabelle 1 ist. Die Intensität des Gammastrahlungsuntergrunds muss vor der Prüfung mit Hilfe einer Ionisationskammer unter Druck oder einem ähnlichen Messgerät für Umgebungsstrahlung, das kalibriert ist, um eine Gammastrahlungs-Umgebungs-Äquivalentdosisleistung mit Rückführbarkeit auf ein metrologisches Labor zu liefern, gemessen und während der Prüfungen überwacht werden. Außerdem muss ein Untergrundspektrum mit einem spektroskopischen Detektor (z. B. einem Reinstgermanium(HPGe)-Detektor) aufgenommen werden, um sicherzustellen, dass nur natürlich auftretende Radionuklide (z. B. ⁴⁰K, der ²³²Th-Reihe, der ²³⁸U-Reihe) im Prüfbereich vorhanden sind. Außer wenn sichergestellt werden kann, dass keine Neutronenquellen im Prüfbereich sind, sollte der Neutronenuntergrundpegel mit einem Messgerät gemessen werden, das die Fähigkeit hat, Umgebungsneutronenpegel zu messen.

4.6 Betriebsparameter und Einrichtung

Mobile Monitore müssen nach Herstellerspezifikation eingerichtet werden. Betriebsparameter wie die Alarmparameter sollten während der Prüfung unverändert bleiben. Der Bezugspunkt für Prüfzwecke ist der Mittelpunkt der Oberfläche der Detektoranordnung oder die angrenzende Seite des Fahrzeugs, an der die Detektoranordnung montiert ist. Der Monitor muss so ausgerichtet sein wie vom Hersteller festgelegt. Wenn der Monitor eine Messung der Untergrundstrahlungsrate erfordert, muss vor dem Beginn der Prüfung die Aufnahme der Daten in einer vom Hersteller festgelegten Art und Weise erlaubt werden.

4.7 Einrichtungs- und Prüfparameter

Einrichtungs- und Prüfparameter sind in Tabelle 2 angegeben. Für Prüfzwecke muss der vertikale Höhenbereich der Nachweiszone von 1 m bis 3 m über dem Boden oder der Straßenoberfläche reichen. Die Detektoranordnung muss in der gleichen Höhe positioniert werden als wenn sie in ein Fahrzeug eingebaut wäre, so wie vom Hersteller festgelegt. Zusätzliche Einrichtungs- und Prüfparameter sind in Tabelle 2 aufgeführt und in Bild 1 veranschaulicht.

Tabelle 2 – Einrichtungs- und Prüfparameter

Abstand der Quelle zum Bezugspunkt	Dynamische Geschwindigkeit	Messzeit für statische Prüfungen
200 cm $\pm$ 1 cm	2,2 m s ⁻¹ $\pm$ 0,2 m s ⁻¹	60 s

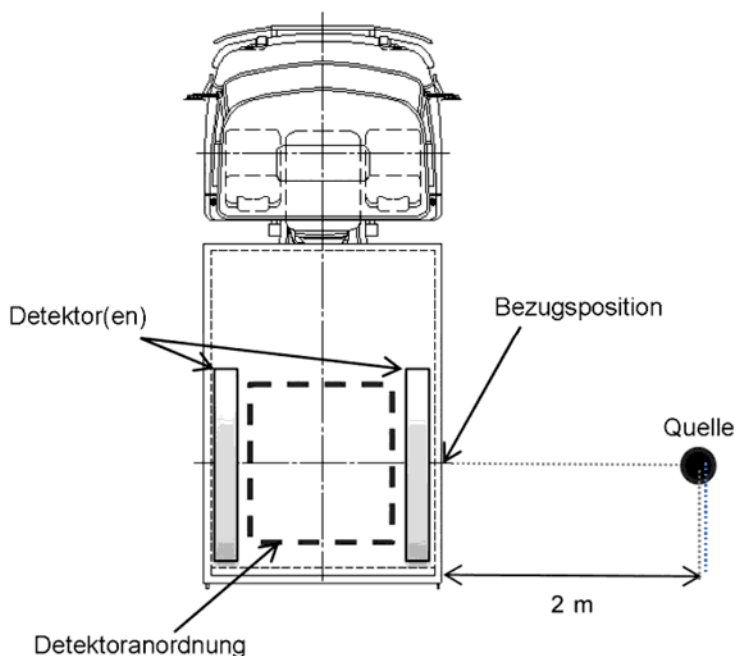


Bild 1 – Bezugspunktdiagramm für ein zweiseitiges mobiles System (Ansicht von oben)

Wenn das mobile System zweiseitig ist, das heißt, wenn es Strahlungsdetektoren nutzt, die auf beiden Seiten des Fahrzeugs montiert sind, müssen beide Seiten des Systems unabhängig voneinander geprüft werden.

4.8 Dynamische Prüfung

Wenn nicht anders festgelegt, muss jede Quelle horizontal durch die Mitte der unteren Hälfte und die Mitte der oberen Hälfte der Nachweiszone (das heißt 1,5 m und 2,5 m über dem Boden) mit der in Tabelle 2 festgelegten Geschwindigkeit gebracht werden. Die Quelle muss so konfiguriert werden, dass keine weitere Abschirmung um die Quelle ist als diejenige, die für die spezifische Prüfung benötigt wird. Der Alarm des Monitors muss zwischen jedem Versuch zurückgesetzt werden, soweit das angemessen und erforderlich ist. Eine

Pause von mindestens 10 s muss zwischen den Versuchen eingelegt werden, während der die Quelle entweder abgeschirmt oder in einer solchen Entfernung positioniert wird, das sie den Untergrund, der den Monitor während der Pause umgibt, nicht beeinflusst.

4.9 Statische Prüfung

Während der Monitor keine Strahlung misst und nicht identifiziert (das heißt im Stand-by-Modus ist), wird jede Quelle im vertikalen Zentrum der Detektionszone (das heißt 2 m vom Boden) im horizontalen Zentrum der Messanordnung und in einem Bewertungsabstand von 2 m platziert und ein Messzyklus für die Zeit für statische Prüfungen wie in [Tabelle 2](#) gezeigt begonnen. Der Alarm des Monitors muss zwischen den Versuchen zurückgesetzt werden, soweit das angemessen und erforderlich ist. Außer wenn vom Hersteller festgelegt, kann die Quelle zwischen den Versuchen in Position verbleiben.

4.10 Strahlungsquellen

Alle für die Prüfungen verwendeten Quellen sind in Tabelle 3 aufgelistet. Die Aktivitäten für die Gammaquellen (außer für die medizinischen Quellen) sind auf Basis einer erhaltenen ungefähren Emissionsrate von 500 000 Photonen je Sekunde von einer mit Edelstahl (0,25 mm dick) umschlossenen Quelle mit einer Abschneideenergie von 40 keV festgelegt. Wenn eine andere Art der Umschließung verwendet wird, muss die Aktivität so angepasst werden, dass die benötigte Emissionsrate für die Hauptenergien der Photonen (≥ 40 keV) erhalten wird. Quellen, die für Prüfungen verwendet werden, müssen auf ein metrologisches Labor rückgeführt werden können.

^{252}Cf ist die Referenzquelle für Prüfungen der Neutronenalarme. Die Quelle muss eine Neutronenemissionsrate von $20\,000\text{ s}^{-1}$ ($\pm 20\%$) haben und, sofern nichts anderes festgelegt ist, von einem sphärischen Hochdruck-Polyethylen(HDPE)-Moderator mit einer Wandstärke von 4 cm umgeben sein. Der Durchmesser des inneren Hohlraums des Moderators sollte nicht größer als 3 cm sein. Medizinische Radionuklide müssen von 8 cm ($\pm 10\%$) Polymethylmethacrylat (PMMA) umgeben sein um in-vivo-Konfigurationen zu repräsentieren.

ANMERKUNG ^{244}Cm kann anstelle von ^{252}Cf verwendet werden. Die Prüfpegel, die zu Nachweis- und Identifikationszwecken verwendet werden, sind nicht maßgeblich für die Alarmeinstellung(en) oder die generelle Nachweisfähigkeit des Monitors.

Tabelle 3 – Prüfradionuklide und -materialien ^a (1 von 2)

Radionuklid	Aktivität oder Neutronenemissionsrate
^{241}Am	1,7 MBq
^{133}Ba	370 kBq
^{60}Co	260 kBq
^{137}Cs	590 kBq
$^{252}\text{Cf}^{\text{b}}$	$2 \times 10^4\text{ s}^{-1}$
^{67}Ga	3,5 MBq ^c
^{131}I	850 kBq ^c
$^{99\text{m}}\text{Tc}$	4,7 MBq ^c

Tabelle 3 (2 von 2)

Radionuklid	Aktivität oder Neutronenemissionsrate
^{201}Tl	3,3 MBq ^c
^{226}Ra	300 kBq
^{232}Th	520 kBq
Quelle	Gammafluenzrate (s ⁻¹ cm ⁻²)
DU	1,34 (siehe 4.11)
HEU	1,44 (siehe 4.11)
WGPu	0,40 (siehe 4.11)
^a Die Werte der Aktivitäten und Fluenzraten zum Zeitpunkt der Prüfungen müssen innerhalb von ± 20 % der in der Tabelle gezeigten Werte sein. Die Unsicherheit des aktuellen Aktivitätswerts für die Gammastrahlenquellen muss kleiner oder gleich ± 5 % (1 σ, <i>k</i> = 1) sein. Die Unsicherheit der Fluenzrate für die SNM- und DU-Quellen muss innerhalb von ± 10 % sein. Die Unsicherheit der Neutronenemissionsrate für die ^{252}Cf-Quelle muss innerhalb ± 10 % (1 σ, <i>k</i> = 1) sein. Die aktuelle Neutronenemissionsrate der Quelle zum Zeitpunkt der Prüfung muss innerhalb von ± 20 % des in dieser Tabelle aufgeführten Wertes sein. ^b Die Quelle ist von einem sphärischen 4-cm HDPE-Moderator umgeben. ^c Jede Quelle ist von 8 cm (± 10%) PMMA umgeben um in-vivo Konfigurationen zu repräsentieren.	

4.11 Spaltbares Nuklearmaterial (SNM) und angereichertes Uran-Quellen

Für diese Norm hat hoch angereichertes Uran (HEU) eine Anreicherung von ≥ 90 % ^{235}U , angereichertes Uran (DU) eine ^{235}U -Häufigkeit von 0,2 % und waffenfähiges Plutonium (WGPu) hat eine Zusammensetzung von ≤ 6,5 % ^{240}Pu und > 93 % ^{239}Pu .

Die in [Tabelle 4](#) angegebene Fluenzrate für HEU ist gestützt auf die Emissionsrate einer HEU-Kugel mit einer Masse von ungefähr 237 g. Die Fluenzrate für WGPu ist gestützt auf der Emissionsrate einer WGPu-Kugel, die eine Masse von ungefähr 15 g hat und von 1 cm dickem Stahl umgeben ist. Die DU-Fluenzrate ist gestützt auf die Neutronenemissionsrate einer 2,5 kg schweren Platte mit einer Oberfläche von ungefähr 400 cm² und einer Dicke von 0,3175 cm. Alle in [Tabelle 4](#) angegebenen Fluenzraten für Gammalinien wurden bei einem Quelle-Detektor-Abstand von 1 m bestimmt. Der Prüfabstand ist in [Tabelle 2](#) gezeigt.

Tabelle 4 – SNM-Fluenzraten

Material	Für die Bestimmung der Fluenzrate verwendete Gammalinie	Gammaemissionsrate (s^{-1})	Gammafluenzrate in 1 m Abstand ($s^{-1} cm^{-2}$)
DU	1001 keV	$1,69 \times 10^5$	1,34
HEU	185,7 keV	$1,81 \times 10^5$	1,44
WGPu	375,1 keV	$5,01 \times 10^4$	0,40

Quellen mit anderen Massen, Abmessungen und Formen können für die Prüfungen verwendet werden, solange die erforderliche Emissionsrate erhalten wird. Die DU-Quelle kann aus verfügbaren Referenzmaterialien (z. B. 100-cm²-Platten) zusammengesetzt werden. Eine vollständige Beschreibung der Quelle inklusive Masse, Form, Abmessungen und Gammaenergiespektrum muss als Teil des Prüfberichts abgespeichert werden.

Um Konsistenz bei den Prüfungen zu erhalten, kann es nötig sein, die WGPu-Quelle abzuschirmen (z. B. mit einer Kupferlegierung ASTM B152), um die gemessene Emission bei 60 keV von ²⁴¹Am zu reduzieren. Die Abschirmung muss die 60-keV-Emissionsrate des ²⁴¹Am so stark reduzieren, dass sie um nicht mehr als einen Faktor 10 größer als die 375-keV-Emissionsrate des ²³⁹Pu ist.

ANMERKUNG Der Faktor 10 wurde aus Messungen an Ausgangsmaterial bestimmt. Wenn die Emissionsrate für die 375-keV-Linie z. B. 100 s⁻¹ ist, sollte die Emissionsrate für die 60-keV-Linie des ²⁴¹Am 1 000 s⁻¹ nicht übersteigen.

Messungen müssen mit einem charakterisierten HPGe-Detektor gemacht werden (das heißt mit bekannter Photopeak-Effizienz im Messabstand, bekannter Energiekalibrierung und bekannter Messgeometrie). Wenn die Messgeometrie die gleiche ist wie die HPGe-Charakterisierungsgeometrie, wird die Gleichung unten zur Bestimmung der Emissionsraten R für die 60 keV- und 375-keV-Gammaenergielinie benutzt (wenn die Geometrien nicht die gleichen sind, sollten zusätzliche Korrekturen zur Berücksichtigung der Differenz in der Messeffizienz gemacht werden). Der Messabstand muss der gleiche sein wie der, der für die Bestimmung der Photopeak-Effizienz des HPGe-Detektors genutzt wurde.

$$R = \frac{Area_{net}}{T_{Live} \times \varepsilon(E)}$$

Dabei ist

$Area_{net}$ die Nettopeakfläche (in Ereignissen) für die Gammalinie der Energie E

$\varepsilon(E)$ die Detektor-Photopeak-Effizienz des HPGe-Detektors für die Gammaenergie E

T_{Live} die Live Time der Messung (in Sekunden).

4.12 Funktionsprüfung und Anforderungen an den Akzeptanzbereich für die Prüfungen

4.12.1 Allgemeine Anforderungen

Für die meisten Prüfungen in den [Abschnitten 7](#), 1.1 und [Abschnitt 9](#) wird die Funktion des mobilen Systems vor und nach der Prüfung und in einigen Fällen ebenfalls während der Prüfung ausgewertet. Die gemessene Antwort des mobilen Systems nach der Prüfung (Nachprüfungsmessung) wird verglichen mit der Antwort vor der Prüfung (Vorprüfungsmessung). Daher muss die Quellenposition relativ zum mobilen System für die Vorprüfung, die Zwischenprüfung und die Nachprüfung gleich sein.

Wenn anwendbar, abhängig von der Prüfmethode, muss die Quelle während der Prüfungen am selben Ort gelassen werden (von den Vorprüfungsmessungen bis zu den Nachprüfungsmessungen). Anderenfalls, falls die Quelle während der Prüfung entfernt werden muss, muss die Quelle für jede Ablesung bei Vorprüfungs- und Nachprüfungsmessungen entfernt und erneut positioniert werden, um einem möglicherweise durch die

Quellenpositionierung eingebrachten Bias Rechnung zu tragen. Die Toleranz in der Quellenposition sollte 1 % nicht übersteigen.

ANMERKUNG Markierungen und gut gestaltete Fixierungen können für die Anzeige der Quellenposition und zur Hilfe bei der Wiederholbarkeit der Quellenplatzierung während der Prüfung verwendet werden.

Prüfmethode, während derer die Quelle stationär während der Dauer der Prüfung (von den Vorprüfungsmessungen bis zu den Nachprüfungsmessungen) bleiben kann, sind die Hochfrequenz- und die elektrostatischen Entladungsprüfungen (ESD).

Gammastrahlungsmessungen werden mit ^{133}Ba - und ^{60}Co -Quellen und Neutronenmessungen mit einer unmoderierten ^{252}Cf -Quelle durchgeführt. Die ^{133}Ba - und ^{60}Co -Quellen sollten so sein wie in [Tabelle 3](#) aufgeführt und so positioniert werden, dass der Variationskoeffizient jeder nominellen mittleren Ablesung kleiner gleich 8 % ist. Die folgende Anleitung bezüglich der Quellen sollte angewendet werden:

- a) Dieselben Quellen müssen in den Vor- und Nachprüfungen verwendet werden.
- b) Die Aktivitäten der Quellen und die Bezugsdaten müssen festgehalten werden.
- c) Die Quellen sollten die passenden Alarme während der Vorprüfungsmessungen auslösen.
- d) Wenn das mobile System Fähigkeiten zur Radionuklididentifizierung hat, sollte die Totzeit klein sein (d. h. kleiner als 5 %) um Pile-up-Effekte zu vermeiden.

Statistische Schwankungen sollten während diesen Prüfungen betrachtet werden (siehe [4.4](#)).

Die Vorprüfungs-, Zwischenprüfungs- und Nachprüfungsmessungen müssen wie folgt an dem Gerät durchgeführt werden:

4.12.2 Vorprüfungsmessungen

- a) Der Monitor wird in Prüfposition gleichzeitig einem Gammastrahlungsfeld einer ^{133}Ba - und einer ^{60}Co -Quelle ausgesetzt sowie einer Neutronenquelle (falls anwendbar). Die Quellenpositionen müssen markiert oder anderweitig notiert werden um die Wiederholbarkeit für die Zwischen- und die Nachprüfungsmessungen sicherzustellen.
- b) Es sind 10 Gammastrahlungsablesungen (z. B. Umgebungs-Äquivalentdosisleistungen, Expositionsraten, Zählraten) bei Anwesenheit der Quelle(n) zu protokollieren, um ein mittleres Ansprechvermögen und die Standardabweichung zu erhalten. Die Zeit zwischen den Ablesungen sollte mindestens 1 s betragen.
- c) Die Auslösung des Gammaalarms wird verifiziert (das Strahlungsfeld wird über die Gamma-Alarmschwelle erhöht, um die Alarmantwort zu verifizieren). Die Gammaquelle(n) werden entfernt.
- d) Wenn anwendbar, werden 10 Ablesungen der Neutronenzählrate protokolliert, um ein mittleres Ansprechvermögen und die Standardabweichung zu erhalten. Die Zeit zwischen den Ablesungen sollte mindestens 1 s betragen.
- e) Die Auslösung des Neutronenalarms wird verifiziert (das Strahlungsfeld wird über die Neutronen-Alarmschwelle erhöht, um die Alarmantwort zu verifizieren). Die Neutronenquelle wird entfernt.
- f) Wenn anwendbar, wird eine Serie von 10 Radionuklididentifizierungen mit ^{133}Ba und ^{60}Co durchgeführt und die Identifizierungsergebnisse sowie, falls verfügbar, die Vertrauensniveaus protokolliert. Mindestens ein Spektrum der Serie aus 10 Versuchen ist aufzunehmen. Die Quellen werden entfernt.
- g) Der Mittelwert $\bar{x}_{\text{pre}}$ und die Standardabweichung s_{pre} der Zählraten- oder der Umgebungs-Äquivalentdosisleistungsablesungen werden berechnet.
- h) Der Variationskoeffizient wird berechnet und es wird verifiziert, dass er kleiner als 8 % ist. Wenn der Wert größer als 8 % ist, wird das Strahlungsfeld oder die Anzahl der Ablesungen angepasst wie in [4.4](#) beschrieben.

ANMERKUNG Es ist möglich, gleichzeitig alle drei Quellen vor dem mobilen System platziert zu haben während die Ablesungen gemacht werden.

- i) Wenn zutreffend, muss das System in 10 der 10 Versuche ^{133}Ba und ^{60}Co korrekt identifizieren.

4.12.3 Zwischenprüfungsmessungen

- a) Wenn die Zwischenprüfungen ohne anwesende Quellen durchgeführt werden, wird das mobile System beobachtet, um zu überprüfen, dass keine Alarme oder falsche Anzeigen durch eine Einflussgröße (z. B. Temperatur, Luftfeuchte, Hochfrequenz, Stoß, Vibration) erzeugt werden, weil die Ablesungen große Schwankungen zeigen können.
- b) Wenn die Zwischenprüfungen mit anwesenden Quellen durchgeführt werden, wird jede Prüfquelle wie benötigt erneut an der gleichen Stelle wie in der Vorprüfung positioniert.
- c) Bei Anwesenheit der Quelle(n) ist die gleiche Anzahl an Ablesungen wie in der Vorprüfung zu protokollieren (z. B. Umgebungs-Äquivalentdosisleistungen, Expositionsraten, Zählraten).
- d) Die Auslösung des Gammaalarms wird verifiziert (das Strahlungsfeld wird über die Gamma-Alarmschwelle erhöht, um die Alarmantwort zu verifizieren). Die Gammaquelle(n) werden entfernt.
- e) Die Auslösung des Neutronenalarms wird verifiziert (das Strahlungsfeld wird über die Neutronen-Alarmschwelle erhöht, um die Alarmantwort zu verifizieren). Die Neutronenquelle wird entfernt.
- f) Wenn anwendbar, wird eine Serie von 10 Radionuklididentifizierungen mit ^{133}Ba und ^{60}Co durchgeführt und die Identifizierungsergebnisse sowie, falls verfügbar, die Vertrauensniveaus protokolliert. Mindestens ein Spektrum der Serie aus 10 Versuchen ist aufzunehmen. Die Quellen werden entfernt.
- g) Der Mittelwert $\bar{x}_{\text{pre}}$ und die Standardabweichung s_{pre} der Zählraten- oder der Umgebungs-Äquivalentdosisleistungsablesungen werden berechnet.
- h) Wenn zutreffend, muss das System in 10 der 10 Versuche ^{133}Ba und ^{60}Co korrekt identifizieren.

4.12.4 Nachprüfungsmessungen

- a) Jede Prüfquelle wird wie benötigt erneut an derselben Position wie in der Vorprüfung positioniert.
- b) Bei Anwesenheit der Quelle(n) ist die gleiche Anzahl an Ablesungen wie in der Vorprüfung zu protokollieren (z. B. Umgebungs-Äquivalentdosisleistungen, Expositionsraten, Zählraten).
- c) Die Auslösung des Gammaalarms wird verifiziert (das Strahlungsfeld wird über die Gamma-Alarmschwelle erhöht, um die Alarmantwort zu verifizieren). Die Gammaquelle(n) werden entfernt.
- d) Die Auslösung des Neutronenalarms wird verifiziert (das Strahlungsfeld wird über die Neutronen-Alarmschwelle erhöht, um die Alarmantwort zu verifizieren). Die Neutronenquelle wird entfernt.
- e) Wenn anwendbar, wird eine Serie von 10 Radionuklididentifizierungen mit ^{133}Ba und ^{60}Co durchgeführt und die Identifizierungsergebnisse sowie, falls verfügbar, die Vertrauensniveaus protokolliert. Mindestens ein Spektrum der Serie aus 10 Versuchen ist aufzunehmen. Die Quellen werden entfernt.
- f) Der Mittelwert $\bar{x}_{\text{post}}$ und die Standardabweichung s_{post} der Nachprüfungsablesungen werden berechnet. Wenn die Anzahl der Gamma- oder Neutronenablesungen in der Vorprüfung von dem erwarteten Wert von 10 geändert wurde, muss für die Nachprüfungsmessungen die gleiche Anzahl von Ablesungen protokolliert werden.
- g) Zusätzlich werden die Prüfstatistiken wie folgt berechnet:

$$t_1 = \frac{\bar{x}_{\text{post}} - 0,85\bar{x}_{\text{pre}}}{\sqrt{\frac{s_{\text{post}}^2}{n_{\text{post}}} + \frac{(0,85s_{\text{pre}})^2}{n_{\text{pre}}}}}$$

$$t_2 = \frac{\bar{x}_{\text{post}} - 1,15\bar{x}_{\text{pre}}}{\sqrt{\frac{s_{\text{post}}^2}{n_{\text{post}}} + \frac{(1,15s_{\text{pre}})^2}{n_{\text{pre}}}}}$$

Dabei ist

$n_{\text{pre}} = n_{\text{post}}$ die Anzahl der Ablesungen, die allen Vorprüfungs- und Nachprüfungsmessungen genommen wurden, normalerweise gleich 10 sofern keine Erhöhung der Anzahl der Ablesungen erforderlich wurde.

Wenn $s_{\text{pre}} = s_{\text{post}} = 0$ ist, sind t_1 und t_2 nicht definiert; siehe Annahmekriterien.

h) Wenn zutreffend muss das System in 10 der 10 Versuche ^{133}Ba und ^{60}Co korrekt identifizieren.

4.12.5 Annahmebedingungen

Die Ergebnisse sind annehmbar, wenn Änderungen im Gamma- und (falls verfügbar) Neutronenansprechvermögen zwischen der Vorprüfung, der Zwischenprüfung und der Nachprüfung so sind, dass $t_1 \geq -0,86$ und $t_2 \leq 0,86$; diese Kriterien zeigen, dass die Vor-, Zwischen- und Nachprüfung des mobilen Systems sich um nicht mehr als 15 % unterscheiden.

Wenn $s_{\text{pre}} = s_{\text{post}} = 0$ sind, sind die Ergebnisse annehmbar, wenn die Änderungen im Gamma- und (falls verfügbar) Neutronenansprechvermögen zwischen der Vorprüfung und der Nachprüfung so sind, dass $\bar{x}_{\text{post}} \geq 0,85 \bar{x}_{\text{pre}}$ und $\bar{x}_{\text{post}} \leq 1,15 \bar{x}_{\text{pre}}$.

Abhängig von der Umgebungs-, mechanischen oder elektromagnetischen Prüfung kann das Ansprechvermögen des Systems während der Prüfungen auf zwei verschiedenen Wegen, mit und ohne Anwesenheit von Quellen, verifiziert werden. Wenn mit radioaktiven Quellen geprüft wird, wird das Ansprechvermögen des mobilen Systems während der Prüfung in der gleichen Weise wie in der Nachprüfung durchgeführt. Wenn ohne radioaktive Quellen geprüft wird, wird die Antwort des Systems während der Prüfung daraufhin beobachtet, dass keine Alarmer oder falschen Anzeigen (z. B. Abschalten des Geräts, große Schwankungen der Zählratenablesungen, Änderung des Betriebszustands) als Ergebnis der Umgebungs-, mechanischen oder elektromagnetischen Prüfung auftreten. Die Ergebnisse der Messungen werden nach Tabelle 5 analysiert.

Tabelle 5 – Analyse der Prüfungsergebnisse

Abnahmeprüfung	Analysetechnik
Funktionalität	Die Ergebnisse sind annehmbar, wenn während der Prüfung ohne Anwesenheit von radioaktiven Quellen keine unerwarteten Alarmer oder Fehlanzeigen auftreten
Identifizierungsergebnisse	Die Identifizierungsergebnisse sind annehmbar, wenn vom System in 10 der 10 Versuche an jedem Prüfpunkt ein vollständiges und korrektes Ergebnis geliefert wird.
Strahlungsantwort	Die mittlere Antwort an jedem Prüfpunkt muss innerhalb des Akzeptanzbereichs liegen und der Variationskoeffizient sollte bei weniger als 8 % liegen

5 Allgemeine Anforderungen

5.1 Allgemeine Eigenschaften

Die von dieser Norm abgedeckten mobilen fahrzeugbasierten Detektionssysteme weisen radiologische Emissionen von Objekten, Containern, Fahrzeugen oder Fußgängern nach, die sich im den mobilen Monitor umgebenden Bereich befinden. Fahrzeugbasierte mobile Systeme müssen Gammastrahlung emittierende Radionuklide nachweisen, sollten Neutronen detektieren und können Radionuklide identifizieren. Fahrzeugbasierte mobile Systeme können auch die Fähigkeit haben, die Richtung oder den Ort der Strahlenquelle relativ zum Monitor anzuzeigen.

Fahrzeugbasierte mobile Systeme müssen in der Lage sein, unabhängig von allen Peripheriegeräten oder entfernten Stationen zu arbeiten, sie dürfen von Fehlfunktionen eines Peripheriegeräts nicht beeinflusst werden, und sie müssen bei Bedarf durch die Nutzung von Energie des Fahrzeugs oder der Plattform, Batterien oder einem Stromerzeuger mit Energie versorgt werden.

5.2 Konfiguration

In Fahrzeuge eingebaute Detektoranordnungen können Vibrationen und mechanischen Stößen ausgesetzt sein. Besondere Vorsichtsmaßnahmen sollten getroffen werden, um einen sicheren Transport sicherzustellen und die Übertragung von Stößen und Vibration auf den Monitor zu reduzieren. Befestigungstechniken, die nicht von dieser Norm abgedeckt sind, sollten so ausgelegt sein, dass sie sicherstellen, dass die Komponenten sich im Falle eines Unfalls nicht lösen können.

5.3 Datenspeicher und Dateien

5.3.1 Anforderungen

- a) Der Monitor muss in der Lage sein, die Daten von mindestens 8 h Messungen, wie sie in Schritt b) definiert sind, zu speichern.
- b) Die Datenausgabe des Monitors für die nachfolgende Verarbeitung oder Nutzung muss die Anforderungen aus IEC 62755 erfüllen. Jeder Messdatensatz muss folgende Informationen enthalten:
 - Name des Herstellers;
 - Gerätemodell;
 - Seriennummer;
 - Softwareversion;
 - Instrumentenklasse (z. B. mobil);
 - Typ des Gammadetektors (z. B. Natriumiodid (NaI), Geiger-Müller-Zählrohr (GMT), Polyvenyltoluen (PVT));
 - Datum und Zeit der Messung;
 - Gemessener Untergrundstrahlungspegel;
 - Gemessener Gammastrahlungspegel;
 - Anzeige des Gammastrahlungsalarms;
 - Monitorort über ein Geokoordinatensystem;
 - Geschwindigkeit;

Falls der Monitor Fähigkeiten zur Radionuklididentifizierung hat, muss die Datei die folgenden Informationen beinhalten:

- Unverarbeitetes Untergrundspektrum;
- Live-Time und Real-Time des Untergrundspektrums;
- Unverarbeitetes gemessenes Spektrum;
- Live-Time und Real-Time des gemessenen Spektrums;
- Energiekalibrierung für das gemessene Spektrum;
- Ergebnisse der Radionuklididentifizierung;
- Wenn vorhanden, die Anzeige des Vertrauensbereichs;

Falls der Monitor Neutronen detektieren kann, muss die Datei folgende Informationen enthalten:

- Art des Neutronendetektors (z. B. ^3He , Li-Glas);
 - Neutronenuntergrundpegel;
 - Gemessene Neutronenstrahlungspegel;
 - Anzeige des Neutronenalarms;
- c) Der Monitor muss über die Möglichkeit verfügen, alle Dateien auf ein externes Gerät, z. B. einen Computer, zu übertragen.
 - d) Der Monitor muss die Zeithistorie der Photonen- und Neutronenzählraten einschließlich der Geokoordinaten speichern und die Fähigkeit haben, diese Informationen auf ein externes Gerät, z. B. einen Computer, zu übertragen.

5.3.2 Prüfverfahren

Für alle Anforderungen mit Ausnahme von Schritt 5.3.1.b) wird der Monitor betrachtet und die vom Hersteller bereitgestellte Dokumentation überprüft, um die Anforderungen zu verifizieren. Die Ergebnisse der Verifizierung werden protokolliert.

Für Schritt 5.3.1.b):

- Mit Hilfe der in Tabelle 3 aufgeführten ^{137}Cs -Quelle wird, wie in 4.8 beschrieben, eine einzelne dynamische Messung durch die Mitte der Nachweiszone durchgeführt.
- Die Ausgabedatei wird geöffnet und es wird verifiziert, dass die erforderlichen Daten in der Datei enthalten sind. Validierungswerkzeuge können verwendet werden, um die Validierung durchzuführen.
- Die Schritte a) und b) werden mit der in Tabelle 3 aufgeführten ^{252}Cf -Quelle entsprechend der Anleitung in 4.8 wiederholt.

5.4 Kommunikationsprotokoll

5.4.1 Anforderungen

Die Monitore müssen über die Möglichkeit verfügen, Daten auf ein externes Gerät, z. B. einen Computer, zu übertragen. Die Übertragung sollte mit einem Kommunikationsprotokoll wie Ethernet, USB, WiFi, Bluetooth oder durch andere elektronische Wege, wie einen austauschbaren Datenträger, erreicht werden. Bei Nutzung von drahtlosen Übertragungstechniken sollte die Datensicherheit berücksichtigt werden.

5.4.2 Prüfverfahren

Die vom Hersteller bereitgestellten Informationen werden überprüft, um die Anforderung zu verifizieren.

5.5 Anzeige- und Alarmmöglichkeiten

5.5.1 Anforderungen

Externe optische und akustische Alarmanzeigen müssen, wenn vorhanden, so gestaltet sein, dass sie ohne die Nutzung von radioaktiven Strahlenquellen geprüft werden können (z. B., Lampen- und Tontest). Der Nutzer muss die Möglichkeit zur Auswahl haben, ob eine Anzeige optisch oder akustisch ist (z. B. Lampen, Ampel oder Hupen an der Detektoranordnung).

Wenn ein Alarm ausgelöst wurde, muss der Monitor in der Lage sein, erneut zu alarmieren ohne das der Alarm vorher bestätigt oder zurückgesetzt wurde.

5.5.2 Prüfverfahren

Der Anleitung des Herstellers folgend wird verifiziert, dass optische und akustische Anzeigen ohne radioaktive Quellen geprüft werden können, und dass alle optischen und akustischen Anzeigen aktiviert und deaktiviert werden können.

Um zu überprüfen, dass der Monitor im Alarmstatus funktionsfähig bleibt, wird der folgende Prozess durchgeführt:

- Mit Hilfe einer Strahlenquelle wird am Monitor ein Alarm ausgelöst.
- Die Quelle wird entfernt ohne dass der Alarm zurückgesetzt oder bestätigt wird.
- Nach einer Zeitspanne von 10 s wird die Quelle wieder eingebracht, um erneut einen Alarm auszulösen, und es wird verifiziert, dass der Alarm auf dem Display angezeigt wird.
- Die Quelle wird entfernt und der Alarm bestätigt oder zurückgesetzt.
- Die abgespeicherten Dateien werden überprüft, um zu verifizieren, dass zwei getrennte Alarmer aufgezeichnet wurden.

5.6 Beschriftungen

5.6.1 Anforderungen

Externe Beschriftungen auf dem Monitor sollten auf die eindeutige Seriennummer des Herstellers und die Spannungs- und Stromanforderungen beschränkt sein. Wenn der Monitor mit einem Stecker oder einer Steckdose ausgestattet ist, muss die Verbindung die anwendbaren Mindestanforderungen örtlicher, Landes-, Bundes- und internationaler Regeln erfüllen.

5.6.2 Prüfverfahren

- a) Die externen Beschriftungen des Monitors werden inspiziert und es wird überprüft, dass die Seriennummer, die Spannung und die Stromanforderungen angezeigt werden.
- b) Wenn der Monitor mit einem Stecker oder einer Steckdose ausgestattet ist, wird durch kontrollieren von Gütezeichen oder -aufklebern überprüft, dass die anwendbaren Mindestanforderungen örtlicher, Landes-, Bundes- und internationaler Regeln erfüllt sind.

5.7 Energieversorgung

5.7.1 Anforderungen

Die Monitore müssen die Fähigkeit haben, mit mehreren Energiequellen betrieben werden zu können. Die folgende Liste detailliert die Energieversorgungsanforderungen:

- a) Bei AC muss der Monitor in der Lage sein, mit einer einphasigen Wechselspannung von 100 V bis 240 V und 47 Hz bis 63 Hz betrieben zu werden.
- b) Bei DC muss der Monitor in der Lage sein mit 11 V bis 14,5 V (nominell 12 V) betrieben zu werden.
- c) Batterieladegeräte müssen die zutreffenden elektrischen Normen erfüllen.

5.7.2 Prüfverfahren

Der Monitor wird untersucht und die vom Hersteller bereitgestellten Informationen werden überprüft, um die Anforderung zu verifizieren. Die Ergebnisse der Verifizierung werden protokolliert.

5.8 Effektiver Messbereich

5.8.1 Anforderungen

Der effektive Messbereich der Photonenenergie muss vom Hersteller angegeben werden und sollte mindestens von 40 keV bis 3 MeV reichen.

5.8.2 Prüfverfahren

Die vom Hersteller bereitgestellte Dokumentation wird überprüft, um die Anforderung zu verifizieren. Die Ergebnisse der Verifizierung werden protokolliert.

5.9 Benutzerschnittstelle

5.9.1 Anforderungen an die für den Nutzer zugänglichen Steuerelemente

Der geschulte Nutzer muss die Möglichkeit haben:

- a) Zwischen transientem (oder mobilem) Scannen und stationären Objektmessungen umzuschalten.
- b) Falls vorhanden, eine Identifizierung durchzuführen und die Ergebnisse zu speichern.
- c) Zugang zu den gespeicherten Messdaten zu erhalten.
- d) Zugang zur Echtzeitkartierung und Alarmorten zu erhalten.

- e) Dateien zu übertragen.

Steuerelemente und Schalter müssen so ausgelegt werden, dass eine versehentliche Bedienung vermieden wird, auch wenn ein Nutzer Wetterschutzhandschuhe trägt.

5.9.2 Anforderungen an Anzeigen und Funktionen, die für den Kontrolleur zugänglich sind

Die folgenden Informationen und Steuerelemente müssen für den Kontrollbenutzer durch Zugangskontrollen oder spezielle Kommandos bereitgestellt werden, die in der vom Hersteller bereitgestellten Dokumentation beschrieben sind:

- a) Zugang zu und Kontrolle von Betriebsparametern (z. B. Radionuklidbibliothek, Integrationszeit).
- b) Zugang zu und Kontrolle des Datenaufzeichnungsprozesses.
- c) Zugang zur Energie- und/oder Effizienzkalibrierungsinformation.

5.9.3 Anforderungen an das Nutzerdisplay und optische Anzeigen

Das Nutzerdisplay muss nicht-reflektierend sein und unter unterschiedlichen Lichtbedingungen vom niedrigen Umgebungslichtpegel (< 150 lx) bis hohem Umgebungslichtpegel (> 10 000 lx) ablesbar sein. Displays, die zum Betrieb unter nicht kontrollierten Temperaturbedingungen ausgelegt sind, müssen über den geforderten Temperaturbereich ablesbar sein (dies ist während der Temperaturprüfung zu überprüfen). Optische Anzeigen müssen die folgenden beinhalten:

- a) Gammaalarm;
- b) Neutronenalarm, falls anwendbar;
- c) Echtzeit Antwortdisplay (z. B. Streifen, Wasserfall) der Gamma- und Neutronenzählungen;
- d) Gespeicherte Messdaten;
- e) Echtzeit-Kartierung mit Geokoordinaten und Alarmorten;
- f) Radiologische Bereichsüberschreitungsbildungen (z. B. „Bereichsüberschreitung“ oder „hohe Zählrate“);
- g) Betriebsmodus;
- h) Batterielebenszeit, falls anwendbar;
- i) Betriebszustand (z. B. normal, Kalibrierung erforderlich, Stabilisation erforderlich);
- j) Anzeige der Richtung zur Quelle, falls vorhanden.

Falls der Monitor Fähigkeiten zur Radionuklididentifizierung hat, müssen zusätzlich die folgenden Anzeigen vorhanden sein:

- k) Radionuklididentifizierungsergebnis und Vertrauensniveau, falls ein Vertrauensniveau vorhanden ist;
- l) Radionuklid vorhanden, kann jedoch nicht identifiziert werden (z. B. „nicht identifiziert“, „unbekannt“);
- m) Zählrate ist zu hoch zur Radionuklididentifizierung;
- n) Spektrumsanzeige des Gammadetektors.

5.9.4 Anforderungen an die Warnanzeigen

Die folgenden Warnanzeigen müssen mindestens auf dem Display zur Verfügung stehen:

- a) Fehlerbedingung des Detektors;
- b) Energiestabilisierung ungültig oder nicht annehmbar;
- c) Batteriestatus;
- d) Monitorfehler.

5.9.5 Prüfverfahren

Für 5.9.1 und 5.9.2 müssen mindestens drei mit der Benutzung dieser Monitore vertraute Bediener die Betriebsanweisungen des Herstellers überprüfen und versuchen, alle Funktionen, die in 5.10.1 bzw. 5.10.2 festgelegt sind, durchzuführen.

Für 5.9.3 und 5.9.4 wird die Herstellerdokumentation überprüft, um zu verifizieren, dass die optischen und die Warnanzeigen zur Verfügung gestellt werden.

Um die Licht- und Handschuhbedingungen zu verifizieren, muss jeder der drei Bediener:

- a) In einem Bereich mit niedrigem Umgebungslichtpegel (< 150 lx) den Monitor anschalten und überprüfen, dass er korrekt funktioniert (z. B. die Batterie geladen wird, der Detektor arbeitet, der Self-Check erfolgreich ist) und alle Beobachtungen bezüglich der Ablesbarkeit des Displays notieren.
- b) Schritt a) in einem Bereich mit hohem Umgebungslichtpegel ($> 10\,000$ lx) wiederholen.
- c) Wenn der Monitor Nuklididentifizierungsfähigkeiten hat, werden die folgenden Schritte durchgeführt:
 1. Bei normalen Lichtpegeln (keine lux-Messung erforderlich) wird eine Strahlenquelle zu einer der Detektoranordnung benachbarten Position gebracht während das Display beobachtet wird, und es wird eine statische Identifizierung eines einzelnen Radionuklids (z. B. ^{137}Cs) durchgeführt. Die Ergebnisse werden mit Hilfe des im Herstellerhandbuchs beschriebenen Prozesses gespeichert.
 2. Schritt 1 wird mit getragenen Wetterschutzhandschuhen wiederholt. Die getragenen Handschuhe müssen typisch für diejenigen sein, die für den Schutz vor kalten Temperaturen benutzt werden.
 3. Alle Beobachtungen, wie der in Schritt 1 beschriebene Prozess durch das Tragen der Handschuhe beeinflusst wurde, werden notiert.

Die Ergebnisse einschließlich der subjektiven Ergebnisse der drei Benutzer müssen aufgezeichnet werden.

6 Radiologische Prüfungen

6.1 Fehlalarmprüfung

6.1.1 Anforderungen

Wenn in einem Bereich mit stabilem Untergrund (nur natürliche Schwankungen) bei den in [Tabelle 1](#) festgelegten Pegeln geprüft wird, muss die Fehlalarmrate kleiner als 1 Alarm in 2 h sein.

Nachdem die Alarmschwellen für die Prüfungen eingestellt wurden, dürfen keine Änderungen gemacht werden, die das generelle Ansprechvermögen des Systems beeinflussen könnten.

ANMERKUNG Fehlalarme können durch unzureichende Zählstatistik, Schwankung der Untergrundintensität und/oder Fehlfunktionen des Systems verursacht werden. Alarmfähigkeiten werden normalerweise mit Alarmschwellen eingestellt, die die generelle Empfindlichkeit und die Fehlalarmraten miteinander in Beziehung setzen.

6.1.2 Prüfverfahren

- a) Der Monitor wird wie in [4.6](#) eingerichtet.
- b) Das mobile System wird für 10 h in einem Bereich mit stabilem und kontrolliertem Untergrund beobachtet.
- c) Die Ergebnisse sind annehmbar, wenn nicht mehr als 1 Alarm (Neutronen- oder Gammastrahlung) auftritt.

6.2 Ansprechvermögen auf Gammastrahlung

6.2.1 Anforderungen

Ein Gammaalarm muss ausgelöst werden, wenn eine Gammastrahlung aussendende Strahlenquelle (^{241}Am , ^{137}Cs und ^{60}Co) mit den in [Tabelle 3](#) gegebenen Aktivitäten vorbeigeführt wird, oder unter den in [Tabelle 1](#) und [Tabelle 2](#) gegebenen Bedingungen benachbart zum Monitor platziert wird.

ANMERKUNG Diese Anforderung ist gedacht, um Fähigkeiten des Monitors zu demonstrieren, und nicht, um die Nachweiswahrscheinlichkeit abzuschätzen oder das Vertrauen in diese Abschätzungen abzuschätzen.

6.2.2 Prüfverfahren

a) Um die Fähigkeiten des Monitors zur Detektion von sich bewegenden Quellen (die Quelle oder der Monitor bewegt sich) zu überprüfen, wird das Folgende durchgeführt:

1. Der Monitor wird wie in [4.6](#) eingerichtet;
2. Wenn der Monitor betriebsbereit ist, wird die dynamische Prüfung ([4.8](#)) durchgeführt, indem die ^{241}Am -Quelle aus [Tabelle 3](#) horizontal durch die Mitte der unteren Hälfte der Nachweiszone (das heißt 1,5 m über dem Boden) mit der für den Monitor anwendbaren Geschwindigkeit ([Tabelle 2](#)) geführt wird. Der Alarm wird nach dem Versuch zurückgesetzt, wenn anwendbar;
3. Der in Schritt 2 beschriebene Prozess wird für insgesamt 60 Versuche wiederholt. Eine Pause von mindestens 10 s muss zwischen den Versuchen eingelegt werden, während der die Quelle entweder in einer solchen Entfernung positioniert wird, dass sie den Untergrund nicht beeinflusst, oder während der Pause abgeschirmt wird;
4. Die Schritte 2 und 3 werden in der Mitte der oberen Hälfte der Nachweiszone (das heißt 2,5 m über dem Boden) wiederholt;
5. Die Schritte 2, 3 und 4 werden mit der ^{137}Cs -Quelle aus [Tabelle 3](#) wiederholt;
6. Die Schritte 2, 3 und 4 werden mit der ^{60}Co -Quelle aus [Tabelle 3](#) wiederholt;

ANMERKUNG Jeder Durchgang ist ein Versuch und es sind je Quelle 60 Versuche je Prüfhöhe durchzuführen, wodurch insgesamt 120 Versuche (60 Versuche für jede der 2 Prüfhöhen) je Radionuklid durchgeführt werden.

7. Die Ergebnisse je Radionuklid werden als annehmbar angesehen, wenn der Monitor in wenigstens 117 der 120 Versuche einen Gammaalarm produziert.

b) Um die Fähigkeit des Monitors zur Detektion von Strahlenquellen zu überprüfen, wenn sowohl Quelle als auch Monitor stationär sind, wird das Folgende durchgeführt:

1. Der Monitor wird wie in [4.6](#) eingerichtet;
2. Wenn der Monitor betriebsbereit ist, wird die statische Prüfung ([4.9](#)) mit Hilfe der ^{241}Am -Quelle aus [Tabelle 3](#) durchgeführt. Mit der Quelle, positioniert im Zentrum der Nachweiszone (das heißt 2 m vom Boden). Der Alarm wird nach dem Versuch zurückgesetzt, wenn anwendbar;
3. Der in Schritt 2 aufgeführte Prozess wird für insgesamt 60 Versuche wiederholt. Außer wenn vom Hersteller festgelegt, kann die Quelle zwischen den Versuchen in der Position verbleiben;
4. Die Schritte 1, 2 und 3 werden mit der ^{137}Cs -Quelle aus [Tabelle 3](#) wiederholt;
5. Die Schritte 1, 2 und 3 werden mit der ^{60}Co -Quelle aus [Tabelle 3](#) wiederholt;
6. Die Ergebnisse je Radionuklid werden als annehmbar angesehen, wenn der Monitor in wenigstens 59 der 60 Versuche einen Gammaalarm produziert.

6.3 Ansprechvermögen für Neutronenstrahlung

6.3.1 Anforderungen

Ein Neutronenalarm muss ausgelöst werden, wenn eine Neutronenquelle mit den in [Tabelle 3](#) gegebenen Aktivitäten den Monitor unter den in [Tabelle 1](#) und [Tabelle 2](#) gegebenen Bedingungen passiert. Die ^{252}Cf -Quelle muss von einem 4 cm dicken sphärischen Moderator aus Hochdruck-Polyethylen mit einer 1 cm dicken, im Moderatorhohlraum platzierten Bleikugel umgeben sein.

6.3.2 Prüfverfahren

- Der Monitor wird wie in [4.6](#) eingerichtet.
- Wenn der Monitor betriebsbereit ist, wird die dynamische Prüfung ([4.8](#)) durchgeführt, in dem die moderierte Neutronenquelle horizontal durch die Mitte der unteren Hälfte der Nachweiszone (das heißt 1,5 m über dem Boden) mit der für den Monitor anwendbaren Geschwindigkeit ([Tabelle 2](#)) geführt wird. Der Alarm wird nach dem Versuch zurückgesetzt, wenn anwendbar.
- Der in Schritt b) aufgeführte Prozess wird für insgesamt 60 Versuche wiederholt. Eine Pause von mindestens 10 s muss zwischen den Versuchen eingelegt werden, während der die Quelle entweder in einer solchen Entfernung positioniert wird, dass sie den Untergrund nicht beeinflusst, oder während der Pause abgeschirmt wird.
- Die Schritte b) und c) werden in der Mitte der oberen Hälfte der Nachweiszone (das heißt 2,5 m über dem Boden) wiederholt.
- Die Ergebnisse werden als annehmbar angesehen, wenn der Monitor in wenigstens 117 der 120 Versuche einen Neutronenalarm produziert.

6.4 Bereichsüberschreitung

6.4.1 Anforderungen

Eine Bereichsüberschreitungsanzeige (z. B. „Bereichsüberschreitung“, „hohe Zählrate“) muss aktiviert werden, wenn der Monitor einem Strahlenfeld ausgesetzt ist, das größer als die vom Hersteller angegebene maximale Expositionsrate ist.

Wenn die Bereichsüberschreitungsbedingung vom Benutzer zurückgesetzt oder bestätigt wird ohne dass das Strahlenfeld reduziert wurde, muss eine optische Anzeige vorhanden sein, die das Vorhandensein des Strahlenfelds anzeigt und anzeigt, dass der Monitor nicht vollständig betriebsbereit ist.

Die erforderliche Zeit um zu nicht-Alarmbedingungen zurückzukehren nachdem das Strahlenfeld ohne irgendeine Nutzerinteraktion (mit Ausnahme einer Bestätigung des akustischen Alarms) auf Untergrundniveau zurückgegangen ist, darf nicht größer als 1 min sein. Wenn die Maximalrate nicht vom Hersteller angegeben ist, kann es ggf. nicht möglich sein, diese Prüfung durchzuführen.

6.4.2 Prüfverfahren

- Der Monitor wird wie in [4.6](#) eingerichtet.
- Wenn der Monitor betriebsbereit ist, wird eine ^{137}Cs -Quelle in einem Abstand, der gebraucht wird, um ein Strahlenfeld zu erzeugen, das um 50 % größer ist als der vom Hersteller angegebene Maximalwert an der Oberfläche der angrenzenden Detektoranordnung, in die Nachweiszone gebracht, und die Position für eine Zeitspanne von 1 min gehalten. Der Monitor muss eine Bereichsüberschreitungs- oder ähnliche Anzeige bereitstellen und in diesem Status verbleiben bis die Expositionsrate unter den Vorprüfungspegel vermindert wurde.
- Bevor das Strahlenfeld auf den Untergrund reduziert wird, wird der akustische Alarm, sofern vorhanden, bestätigt oder zurückgesetzt, um zu verifizieren, dass die optische Anzeige aktiviert bleibt.
- Die Strahlenquellen werden entfernt, sofern vorhanden, wird der Alarm bestätigt oder zurückgesetzt und die Zeit, die der Monitor benötigt, um anzuzeigen, dass er bereit ist zu funktionieren, wird gemessen.
- Die Schritte b) bis d) werden zwei weitere Male wiederholt für insgesamt 3 Versuche.