

	DIN IEC 60951-1 (VDE 0491-14-1)	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 17.240; 27.120.20

Einsprüche bis 2020-12-02

Entwurf

**Kerntechnische Anlagen –
Instrumentierung mit sicherheitstechnischer Bedeutung –
Strahlungsüberwachung für Störfall- und Nachstörfallbedingungen –
Teil 1: Allgemeine Anforderungen
(IEC 45A/1324/CD:2020);
Text Deutsch und Englisch**

Nuclear facilities –

Instrumentation important to safety – Radiation monitoring for accident and post-accident conditions –

Part 1: General requirements

(IEC 45A/1324/CD:2020);

Text in German and English

Installations nucléaires –

Instrumentation importante pour la sûreté – Surveillance des rayonnements pour les conditions accidentelles et post-accidentelles –

Partie 1: Exigences générales

(IEC 45A/1324/CD:2020);

Texte en allemand et anglais

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2020-10-02 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 90 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist

Inhalt	Seite
Nationales Vorwort.....	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	10
1.1 Allgemeines	10
1.2 Zweck	10
1.3 Anwendung.....	10
2 Normative Verweisungen	10
3 Begriffe	12
4 Auslegungsprinzipien	15
4.1 Grundlegende Anforderungen bezüglich Funktionen.....	15
4.2 Messbereich	17
4.3 Energieabhängigkeit.....	18
4.4 Kleinste nachweisbare Aktivität (oder Nachweisgrenze)	18
4.5 Präzision (oder Wiederholbarkeit)	18
4.6 Genauigkeit (oder relative Messabweichung)	18
4.7 Messzeit	19
4.8 Ansprechzeit.....	19
4.9 Übersteuerungsverhalten	19
4.10 Abschirmung des Untergrunds oder Kompensationseinrichtungen	19
4.11 Anforderungen bezüglich Störfallbedingungen	20
4.12 Zuverlässigkeit.....	20
4.13 Anwenderschnittstelle.....	21
4.13.1 Allgemeines	21
4.13.2 Anzeige des Messwerts	21
4.13.3 Alarme	21
4.13.4 Statusanzeigen.....	22
4.13.5 Lokale Anzeigen	22
4.14 Systemprüfung, Wartungseinrichtungen und leichte Dekontaminierbarkeit	22
4.14.1 Systemprüfung	22
4.14.2 Wartungseinrichtungen	23
4.14.3 Leichte Dekontaminierbarkeit.....	23
4.15 Elektromagnetische Verträglichkeit.....	23
4.16 Spannungsversorgungen	23
4.17 Schnittstellen	24
4.18 Probenahmeanordnung.....	24

4.19	Qualität	25
4.20	Typprüfbericht und Zertifikat	25
5	Funktionsprüfung	26
5.1	Allgemeines	26
5.2	Allgemeine Prüfverfahren	27
5.2.1	Allgemeines	27
5.2.2	Prüfungen unter Standardprüfbedingungen	27
5.2.3	Prüfungen mit Änderung von Einflussgrößen	27
5.2.4	Berechnungen und/oder numerische Simulationen	27
5.2.5	Referenzquellen	28
5.2.6	Statistische Schwankungen	29
5.3	Kennwerte bezüglich Strahlung	29
5.3.1	Referenz-Ansprechvermögen	29
5.3.2	Empfindlichkeit und relatives Ansprechvermögen für feste Quellen	30
5.3.3	Linearität	30
5.3.4	Ansprechen auf andere künstliche Radionuklide	31
5.3.5	Ansprechvermögen auf Untergrundstrahlung	31
5.3.6	Präzision (oder Wiederholbarkeit)	32
5.3.7	Stabilität der Anzeige	33
5.3.8	Ansprechzeit	33
5.3.9	Übersteuerungsprüfung	34
5.4	Elektrische Kennwerte	34
5.4.1	Bereich der Alarmschwellen	34
5.4.2	Stabilität der Alarmschwellen	35
5.4.3	Ausfallalarm	35
5.4.4	Statusanzeige und Prüfungen des Ausfallalarms	35
5.4.5	Anlaufzeit	35
5.4.6	Einfluss von Schwankungen der Versorgungsspannung	36
5.4.7	Prüfungen der Kurzschlussfestigkeit	37
5.5	Umweltkennwerte	37
5.5.1	Stabilität der Leistung nach Lagerung	37
5.5.2	Mechanische Kennwerte	38
5.5.3	Stabilität der Leistungsfähigkeit bei Veränderungen von Temperatur und Feuchte	39
5.5.4	Elektromagnetische Verträglichkeit	40
	Literaturhinweise	46
Tabellen		
	Tabelle 1 – Übersicht der Normen, die den Bereich der Strahlungsüberwachung in kerntechnischen Anlagen abdecken	7
	Tabelle 2 – Referenzbedingungen und Standardprüfbedingungen	43

Tabelle 3 – Prüfungen unter Standardprüfbedingungen	44
Tabelle 4 – Prüfungen mit Änderung von Einflussgrößen	45

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 45A/1324/CD:2020 „Nuclear facilities – Instrumentation important to safety – Radiation monitoring for accident and post-accident conditions – Part 1: General requirements“ (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 45A „Instrumentation, control and electrical power systems of nuclear facilities“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und unterliegt dem Copyright der IEC . Das Dokument wurde den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

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

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium UK 967.1 „Elektro- und Leittechnik für kerntechnische Anlagen“ 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 ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

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

Einleitung

a) Technischer Hintergrund, hauptsächliche Inhalte und Organisation der Norm

Diese Norm befasst sich speziell mit Strahlungsüberwachungssystemen, welche bei Störfällen eingesetzt werden.

Entsprechend den aus dem Fukushima-Daiichi-Unfall gezogenen Lehren wird der Bedarf, das Bedienpersonal mit zuverlässigen Daten der Strahlungsüberwachung zu versorgen, damit dieses den Anlagenzustand während und nach einem Störfall versteht, erneut bestätigt. Um die Auslegung dieser Instrumentierung zu unterstützen, ist es notwendig, generelle Leitlinien der Auslegungsprinzipien und Leistungsmerkmale für Strahlungsüberwachungsinstrumentierung, wie sie während und nach Störfallbedingungen anwendbar sind, vorzugeben. Zusätzlich wurde der Anwendungsbereich der IEC 63147, welche Kriterien zur Störfallüberwachungsinstrumentierung für Kernkraftwerke vorgibt, um schwere Störfälle erweitert.

Um daher die aus dem Fukushima-Daiichi-Unfall gezogenen spezifischen Lehren zu adressieren, kategorisiert diese Norm Störfallbedingungen in Auslegungsstörfälle und auslegungsüberschreitende Störfälle, die schwere Störfälle beinhalten.

Diese Norm ist zur Verwendung für Betreiber bei der Entwicklung anlagenspezifischer Strahlungsüberwachungssysteme und für Hersteller zur Festlegung der notwendigen Produkteigenschaften bei der Entwicklung von Systemen für Störfallbedingungen vorgesehen. Einige spezifische Eigenschaften der Instrumentierung, wie Messbereich, geforderte Energieabhängigkeit und Anforderungen aufgrund der Umgebungsbedingungen, hängen von der jeweiligen Anwendung ab. In solchen Fällen wird eine Anleitung zur Bestimmung spezifischer Anforderungen gegeben, spezifische Anforderungen selbst werden nicht formuliert.

Diese Norm ist Teil einer Normenreihe für sicherheitstechnisch bedeutsame Geräte der kontinuierlichen Strahlungsüberwachung, die für den Einsatz während Auslegungsstörfällen, auslegungsüberschreitenden Bedingungen und Nachstörfallbedingungen vorgesehen sind. Die gesamte Reihe besteht aus folgenden Normen:

- IEC 60951-1 – Allgemeine Anforderungen
- IEC 60951-2 – Einrichtungen zur kontinuierlichen Offline-Überwachung von Radioaktivität in gasförmigen Ableitungen und Zuluft
- IEC 60951-3 – Einrichtungen zur kontinuierlichen Überwachung starker Gammastrahlung
- IEC 60951-4 – Einrichtungen für die kontinuierliche Inline- oder Online-Überwachung von Radioaktivität in Prozessströmen

b) Einordnung der vorliegenden Norm in die Struktur der Normen des IEC/SC 45A

Die Normenreihe IEC 60951 ist auf der dritten Ebene der Normen des IEC/SC 45A. Sie gibt Anleitung zu Auslegung und Prüfung der verwendeten Strahlungsüberwachungsgeräte bei Störfall- und Nachstörfallbedingungen.

Andere von SC 45A und SC 45B entwickelte Normen beziehen sich auf Instrumentierung zur Strahlungsüberwachung für Normalbetrieb. Die Reihe IEC 60761 enthält Anforderungen für Geräte zur kontinuierlichen Offline-Überwachung der Radioaktivität in gasförmigen Ableitungen unter Normalbedingungen. IEC 60861 enthält Anforderungen für Geräte zur kontinuierlichen Offline-Überwachung der Radioaktivität von Abwässern unter Normalbedingungen. IEC 60768 enthält Anforderungen an Geräte zur kontinuierlichen Inline- und Online-Überwachung von Radioaktivität in Prozessströmen unter Normal- und Störungsbedingungen. Schließlich stellt ISO 2889 eine Anleitung zur Probenahme für Gas und Partikel bereit. Zusätzlich stellt IEC 62705 eine Anleitung zur Anwendung der existierenden IEC/ISO-Normen bereit, deckt dabei die Auslegung und Qualifizierung von Systemen und Geräten der Strahlungsüberwachungssysteme ab und gibt einen Überblick der Normen, welche die Strahlungsüberwachung in kerntechnischen Anlagen abdecken, wie nachfolgend in [Tabelle 1](#) aufgelistet.

IEC 63147/IEEE 497 stellt eine generelle Anleitung zur Störfallüberwachungsinstrumentierung bereit. IEEE 497 wurde dabei als gemeinsame Norm übernommen und es wurde der Technische Bericht IEC TR 63123 erstellt, um die Anwendung der gemeinsamen Norm innerhalb des IEC-Kontexts zu erläutern.

Die Struktur dieser Norm ist von IEC 63147/IEEE 497 übernommen; die technischen Anforderungen dieser Norm sind mit den Anforderungen der IEC 63137/IEEE 344 und den in IEC TR 63123 gegebenen Anwendungs-Leitlinien konsistent.

Tabelle 1 – Übersicht der Normen, die den Bereich der Strahlungsüberwachung in kerntechnischen Anlagen abdecken

Zuständigkeit	ISO		IEC			
			SC 45A			SC 45B
Anwendungsbereich	Probenahme (Normalbetrieb)	Kalibrierung (Normalbetrieb)	Normalbetrieb, vorhergesehene Betriebsvorgänge des anomalen Betriebs	Auslegungs-Störfälle	auslegungs-überschreitende Störfälle	Normalbetrieb
Offline-Überwachung radioaktiver Edelgase	ISO 2889	ISO 4037-1, ISO 4037-3	Nicht zutreffend	IEC 60951-1, IEC 60951-2	Nicht zutreffend	IEC 62302/ IEC 60761-1, IEC 60761-3
Offline-Überwachung radioaktiver Aerosole	ISO 2889	ISO 4037-1, ISO 4037-3	Nicht zutreffend	IEC 60951-1, IEC 60951-2	Nicht zutreffend	IEC 60761-1, IEC 60761-2
Offline-Überwachung von radioaktivem Iod	ISO 2889	ISO 4037-1, ISO 4037-3	Nicht zutreffend	IEC 60951-1, IEC 60951-2	Nicht zutreffend	IEC 60761-1, IEC 60761-4
Offline-Überwachung von Flüssigkeiten	Nicht zutreffend	Nicht zutreffend	Nicht zutreffend	Nicht zutreffend	Nicht zutreffend	IEC 60861
Offline-Überwachung von Tritium	Nicht zutreffend	Nicht zutreffend	Nicht zutreffend	Nicht zutreffend	Nicht zutreffend	IEC 62303/ IEC 60761-1, IEC 60761-5
Online- oder Inline-Überwachung	Nicht zutreffend	ISO 4037-1, ISO 4037-3	IEC 60768	IEC 60951-1, IEC 60951-4	Nicht zutreffend	Nicht zutreffend
Umgebungsüberwachung	Nicht zutreffend	ISO 4037-1, ISO 4037-3	IEC 61031	IEC 60951-1, IEC 60951-3		IEC 60532
Zentrale Systeme	Nicht zutreffend	Nicht zutreffend	IEC 61504, IEC 60960		Nicht zutreffend	IEC 61559-1
Klassifizierung / grundsätzliche Anforderungen	Nicht zutreffend	Nicht zutreffend	IEC 61513, IEC 60880, IEC 60987, IEC 61226, IEC 62138, IEC 62566, IEC 62645, IEC 61250		Nicht zutreffend	Nicht zutreffend
Qualifizierung	Nicht zutreffend	Nicht zutreffend	IEC 60780, IEC 60980, IEC 62003		Nicht zutreffend	IEC 62706

Mehr Details über die Struktur der Normen des IEC/SC 45A finden sich in Abschnitt d) dieser Einleitung.

c) Empfehlungen und Einschränkungen der Anwendung der Norm

Es ist wichtig, darauf hinzuweisen, dass in dieser Norm keine zusätzlichen funktionalen Anforderungen für Sicherheitssysteme eingeführt werden.

d) Beschreibung der Struktur der Normen des IEC/SC 45A und der Beziehungen zu weiteren Dokumenten der IEC sowie Dokumenten anderer Organisationen (IAEA, ISO)

IEC 61513 und IEC 63046 stellen die Eingangsdokumente der Normen des IEC/SC 45A dar. IEC 61513 enthält allgemeine Anforderungen an die leittechnischen Systeme und Geräte, die zur Ausführung sicherheitstechnisch wichtiger Funktionen in Kernkraftwerken genutzt werden. IEC 63046 enthält allgemeine Anforderungen an Elektrizitätsversorgungssysteme in Kernkraftwerken. Sie umfasst die Spannungsversorgungssysteme inklusiv der Versorgungssysteme von leittechnischen Einrichtungen. IEC 61513 und IEC 63046 sind im Zusammenhang und auf gleicher Ebene zu betrachten. Durch IEC 61513 und IEC 63046 werden die Normen des IEC/SC 45A strukturiert und das gesamte Regelwerk geformt, indem es generelle Anforderungen an die Instrumentierung, Überwachung und elektrische Systeme von Kernkraftwerken bereitstellt.

In IEC 61513 und IEC 63046 wird direkt auf andere Normen des IEC/SC 45A verwiesen, die allgemeine Themen wie die Kategorisierung von Funktionen und die Klassifizierung von Systemen, Qualifizierung, Trennung von Systemen, Maßnahmen gegen Versagen aufgrund gemeinsamer Ursache, Auslegung von Warten, elektromagnetischer Verträglichkeit, Internetsicherheit, Software- und Hardware-Aspekte programmierbarer digitaler Systeme, die Koordination von Anforderungen an die Sicherheit und den Zugriffsschutz sowie das Alterungsmanagement behandeln. Normen, auf die direkt verwiesen wird, bilden die zweite Ebene und sollten zusammen mit IEC 61513 und IEC 63046 als ein in sich konsistenter Satz von Dokumenten betrachtet werden.

Die dritte Ebene bilden Normen des IEC/SC 45A, auf die in IEC 61513 oder IEC 63046 nicht direkt verwiesen wird. Diese Normen behandeln spezielle Geräte, technische Methoden oder spezifische Aktivitäten. Sie beziehen sich hinsichtlich der allgemeinen Themen auf die Dokumente der zweiten Ebene, können jedoch im Allgemeinen für sich allein benutzt werden.

Eine vierte Ebene erweitert die Normen des IEC/SC 45A um technische Berichte, die nicht normativ sind.

In den Normen des IEC/SC 45A werden die Prinzipien und grundsätzlichen Sicherheitsaspekte des IAEA-Codes für die Sicherheit von Kernkraftwerken und der IAEA-Sicherheitsserie (NSS) umgesetzt. Insbesondere betrifft dies die SSR-2/1-Anforderungen der IAEA, welche sicherheitstechnische Anforderungen an die Auslegung von Kernkraftwerken einführen, den IAEA Safety Guide SSG - 30, welcher die Sicherheitsklassifizierung von Strukturen, Systemen und Komponenten für Kernkraftwerke behandelt, den IAEA Safety Guide SSG-39, welcher die Auslegung von leittechnischen Systemen für Kernkraftwerke behandelt, den IAEA Safety Guide SSG-34, welcher die Auslegung von Elektrizitätsversorgungssystemen in Kernkraftwerken behandelt sowie die Umsetzung der Richtlinie NSS17 bezüglich der Computersicherheit in kerntechnischen Anlagen. Die in den Normen des IEC/SC 45A verwendete Terminologie bezüglich Sicherheit und Zugriffsschutz stimmt mit der von der IAEA verwendeten überein.

IEC 61513 und IEC 63046 verwenden ein Darstellungsformat, das dem der grundlegenden Sicherheitsnorm IEC 61508 ähnlich ist, mit einem Gesamt-Lebenszyklus und einem System-Lebenszyklus. Bezüglich der nuklearen Sicherheit liefern IEC 61513 und IEC 63046 die Auslegung der generellen Anforderungen nach IEC 61508-1, IEC 61508-2 und IEC 61508-4 für den nuklearen Anwendungsbereich. In dieser Struktur wird IEC 61508-2 durch IEC 60880, IEC 62138 sowie IEC 62566 für den nuklearen Anwendungsbereich abgebildet. IEC 61513 und IEC 63046 stützten sich bei Themen der Qualitätssicherung (QS) sowohl auf ISO als auch auf IAEA GS-R-3, IAEA GS-G-3.1 und IAEA GS-G-3.5 ab.

Auf Ebene 2 bezüglich der nuklearen Sicherheit ist IEC 62645 das Eingangsdokument der Sicherheitsstandards des IEC/SC 45A. Sie baut auf den gültigen Prinzipien und grundsätzlichen Konzepten der generellen Sicherheitsstandards auf höchster Ebene auf, im Speziellen auf ISO/IEC 27001 und ISO/IEC 27002; IEC 62645 adaptiert und ergänzt diese passend für den nuklearen Kontext und ist auf die Normen der Reihe IEC 62443 abgestimmt. Auf Ebene 2 ist IEC 60964 das Eingangsdokument für Normen des IEC/SC 45A die Werte betreffend und IEC 62342 das Eingangsdokument für Normen des IEC/SC 45A bezüglich des Alterungsmanagements.

ANMERKUNG 1 Es wird davon ausgegangen, dass für die Auslegung von Leittechnik mit sicherheitstechnischer Bedeutung in Kernkraftwerken, die klassische sicherheitstechnische Funktionen umsetzen (z. B. Arbeitssicherheit, Anlagenschutz, chemische und prozesstechnische Gefährdungen), Internationale oder nationale Normen Anwendung finden.

ANMERKUNG 2 Im Jahr 2013 wurde der Zuständigkeitsbereich des IEC/SC 45A um elektrische Systeme erweitert. In den Jahren 2014 und 2015 gab es in IEC/SC 45A Diskussionen, um zu entscheiden wie und wo generelle Anforderungen an die Auslegung elektrischer Systeme zu berücksichtigen sind. Die Experten des IEC/SC 45A empfahlen, dass eine unabhängige Norm auf gleicher Ebene wie IEC 61513 entwickelt werden soll, um generelle Anforderungen an elektrische Systeme festzuschreiben. Um dieses Ziel zu erreichen wurde das Projekt IEC 63046 gestartet. Diese Anmerkung 2 wird entfernt, sobald IEC 63046 veröffentlicht ist.

**Kerntechnische Anlagen –
Instrumentierung mit sicherheitstechnischer Bedeutung –
Strahlungsüberwachung für Störfall- und Nachstörfallbedingungen –
Teil 1: Allgemeine Anforderungen**

1 Anwendungsbereich

1.1 Allgemeines

Dieser Teil der Reihe IEC 60951 gibt eine allgemeine Anleitung für die Auslegungsprinzipien und Leistungskriterien für Einrichtungen zur Messung von Strahlung und radioaktiven Freisetzungen (gasförmig und flüssig) von kerntechnischen Einrichtungen während und nach Auslegungsstörfällen und auslegungsüberschreitenden Bedingungen. Diese Norm beschränkt sich auf Einrichtungen für die kontinuierliche Überwachung von Radioaktivität unter Auslegungsstörfallbedingungen, auslegungsüberschreitende Bedingungen und Nachstörfallbedingungen.

1.2 Zweck

Zweck dieser Norm ist, allgemeine Anforderungen festzulegen und Beispiele anerkannter Verfahren für Einrichtungen zur kontinuierlichen Überwachung von Radioaktivität innerhalb von kerntechnischen Anlagen während und nach Auslegungsstörfällen und auslegungsüberschreitender Bedingungen zu geben.

Sie beschreibt für die oben beschriebenen Einrichtungen die allgemeinen Eigenschaften, allgemeinen Prüfverfahren, Strahlungs-, elektrische, Sicherheits- und Umwelteigenschaften sowie die Kennzeichnung und Zertifizierung der Geräte. Wenn diese Einrichtung Teil eines zentralisierten Systems für die kontinuierliche Strahlungsüberwachung in einer kerntechnischen Anlage ist, können zusätzlich weitere Anforderungen anderer Normen für das System gelten.

1.3 Anwendung

Dies Norm ist für Strahlungsüberwachungssysteme anwendbar, die üblicherweise zur Messung von Strahlung und radioaktiven Freisetzungen (gasförmig und flüssig) von kerntechnischen Einrichtungen während und nach Auslegungsstörfällen und auslegungsüberschreitenden Bedingungen eingesetzt werden.

Probenahme und Laboranalysen, welche wesentlich für die Komplettierung eines Programms zur Ableitungsüberwachung sind, werden in dieser Norm nicht behandelt.

2 Normative Verweisungen

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

IEC 60038:2009, *IEC standard voltages*

IEC 60068-2-1:2007, *Environmental testing – Part 2-1: Tests – Test A: Cold*

IEC 60068-2-2:2007, *Environmental testing – Part 2-2: Tests – Test B: Dry heat*

IEC 60068-2-6:2007, *Environmental testing – Part 2-6: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60068-2-14:2009, *Environmental testing – Part 2-14: Tests – Test N: Change of temperature*

IEC 60068-2-30:2005, *Environmental testing – Part 2-30: Tests – Test Db: Damp heat, cyclic (12 h + 12 h cycle)*

IEC 60068-2-78:2012, *Environmental testing – Part 2-78: Tests – Test Cab: Damp heat, steady state*

IEC 60529: *Degrees of protections provided by enclosures – IP code*

IEC/IEEE 60780-323:2016, *Nuclear facilities – Electrical equipment important to safety – Qualification*

IEC 60880, *Nuclear power plants – Instrumentation and control systems important to safety – Software aspects for computer-based systems performing category A functions*

IEC 60980, *Recommended practices for seismic qualification of electrical equipment of the safety system for nuclear generating stations*

IEC 60987, *Nuclear power plants – Instrumentation and control important to safety – Hardware design requirements for computer-based systems*

IEC 61000-4-2:2008, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test*

IEC 61000-4-3:2006, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*

IEC 61000-4-4:2012, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-4: Testing and measurement techniques – Electrical fast transient/burst immunity test*

IEC 61000-4-5:2014, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test*

IEC 61000-4-6:2013, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*

IEC 61000-4-8:2009, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-8: Testing and measurement techniques – Power frequency magnetic field immunity test*

IEC 61000-4-12:2017, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-12: Testing and measurement techniques – Ring wave immunity test*

IEC 61000-4-18:2019, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-18: Testing and measurement techniques – Damped oscillatory wave immunity test*

IEC 61000-6-4:2018, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-4: Generic standards – Emission standard for industrial environments*

IEC 61069-1:2016, *Industrial-process measurement and control – Evaluation of system properties for the purpose of system assessment – Part 1: General considerations and methodology*

IEC 61226, *Nuclear power plants – Instrumentation and control systems important to safety – Classification of instrumentation and control functions*

IEC 61504:2017, *Nuclear power plants – Instrumentation and control systems important to safety – Plant-wide radiation monitoring*

IEC 62138, *Nuclear power plants – Instrumentation and control important for safety – Software aspects for computer-based systems performing category B or C functions*

IEC 62262:2002, *Degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment against external mechanical impacts (IK code)*

IEC 62705, *Nuclear power plants – Instrumentation and control important to safety – Radiation monitoring systems (RMS): Characteristics and lifecycle*

IEC TR 63123:2017, *Nuclear power plants - Instrumentation, control and electrical power systems - Guidance for the application of IEC 63147:2017/IEEE Std 497™ -2016 in the IAEA /IEC framework*

IEC 63147:2017/IEEE Std 497, *Criteria for accident monitoring instrumentation for nuclear power generating stations*

ISO 2889:2015, *Sampling airborne radioactive materials from the stacks and ducts of nuclear facilities*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe. Spezielle Fachausdrücke der Strahlungsüberwachungssysteme sind in IEC 62705 angegeben. Nachfolgend sind Begriffe angegeben, die dort nicht definiert sind oder geändert wurden.

3.1

Abnahmeprüfung

(en: acceptance test)

vertraglich festgelegte Prüfung zum Nachweis gegenüber dem Kunden, dass das Gerät oder das Bauteil bestimmte Spezifikationen erfüllt

3.2

aerodynamisch äquivalenter Durchmesser

(en: aerodynamic equivalent diameter)

Durchmesser eine Einheitsdichte-Kugel, welche die gleiche schwerkraftbedingte Absetzgeschwindigkeit wie das betrachtete Teilchen hat

[IEV 395-02-34]

Anmerkung 1 zum Begriff: Der aerodynamisch äquivalente Durchmesser bezieht sich auf Teilchen mit einem Durchmesser von 0,1 µm bis 2 mm.

Anmerkung 2 zum Begriff: Dieser Eintrag trägt in IEC 60050-393:2003 die Nummer 393-11-41.

3.3

Variationskoeffizient

(en: coefficient of variation)

Verhältnis Standardabweichung s zum arithmetischen Mittelwert $\bar{x}$ einer Reihe von n Messwerten x_i , gegeben durch folgende Gleichung:

$$V = \frac{S}{\bar{X}} = \frac{1}{\bar{X}} \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

3.4

Sammelwirkungsgrad

(en: collection efficiency)

Prozentwert der vom Filter zurückgehaltenen Partikel, bezogen auf die bekannte Gesamtanzahl der Partikel je Volumeneinheit der zugeführten und den Filter passierenden Luft

3.5

(konventionell) richtiger Wert

(en: conventionally true value)

durch Vereinbarung anerkannter Wert, der einer betrachteten speziellen Größe zugeordnet wird und mit einer dem jeweiligen Zweck angemessenen Unsicherheit behaftet ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Zum Beispiel ein Wert und seine Unsicherheit, bestimmt mittels eines Primär- oder Sekundärnormals oder mittels eines Referenzmessgeräts, welches gegen eine Primär- oder Sekundärquelle kalibriert wurde, kann als richtiger Wert verwendet werden.

3.6

Messbereich

(en: effective range of measurement)

Betrag der Differenz der beiden Grenzen des Nennbereichs

Anmerkung 1 zum Begriff: Im Nennbereich erfüllt das Leistungsvermögen eines Teils der Einrichtung oder Anordnung die Anforderungen seiner Spezifikation.

3.7

Elektronenstrahl

(en: electron beam)

Elektronenfluss, der von einer Quelle emittiert wird und sich mit sehr großer Geschwindigkeit entlang genau festgelegter Bahnen bewegt

[IEV 841-30-01]

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein solcher, auf einen Detektor gerichteter Strahl, verursacht extrem hohe Dosisleistungen.

3.8

empirische Standardabweichung

(en: experimental standard deviation)

für eine Reihe von n Messungen derselben Messgröße die Größe s , welche die Streuung der Ergebnisse charakterisiert und durch die Gleichung

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

gegeben ist; wobei x_i das Ergebnis der i -ten Messung und $\bar{x}$ der arithmetische Mittelwert der n Ergebnisse ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Ausdruck $s/\sqrt{N}$ ist ein Schätzwert für die Standardabweichung der Verteilung von $\bar{x}$ und wird „empirische Standardabweichung des Mittelwerts“ genannt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die „empirische Standardabweichung des Mittelwerts“ wird manchmal fälschlicherweise „empirischer Standardfehler des Mittelwerts“ genannt.

3.9

Messanordnung

(en: measuring assembly)

Anordnung zur Messung einer Größe

Anmerkung 1 zum Begriff: In dieser Norm ist die Volumen-Aktivität oder Dosisleistung die Größe, auch wenn der Wert in anderen Einheiten angegeben sein kann.

3.10

kleinste nachweisbare Aktivität

(en: minimum detectable (measurable) activity)

Radioaktivität, die, wenn in einer Probe vorhanden, eine messbare Zählrate mit einem bestimmten Vertrauensbereich erzeugt (d. h. es wird angenommen, dass diese über dem Untergrund liegt)

[IAEA SAFETY Glossary; Ausgabe 2018]

Anmerkung 1 zum Begriff: Der bestimmte Vertrauensbereich wird üblicherweise auf 95 % gesetzt; dies bedeutet, dass eine Probe mit genau der minimal messbaren Aktivität aufgrund zufälliger Schwankungen in 5 % der Fälle als frei von Radioaktivität angenommen wird.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die kleinste nachweisbare Aktivität wird manchmal Nachweisgrenze oder untere Grenze der Nachweises genannt.

Anmerkung 3 zum Begriff: Die Zählrate einer Probe der kleinsten nachweisbaren Aktivität wird als Bestimmungsgrenze bezeichnet

3.11

Teilchen

(en: particle)

Zusammenballung von Molekülen, die einen Festkörper oder eine Flüssigkeit bilden und in ihrer Größe von einigen wenigen Moleküldurchmessern bis zu einigen zehntel Millimetern reichen

[ISO 2889:2010]

3.12

Prozessstrom

(en: process stream)

Strom, welcher zu einem bestimmten Zweck durch ein System fließt

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele für Prozessströme sind Primärkühlsystem, Kühlsystem für abgebrannte Brennelemente, Komponentenkühlsystem usw.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die im Anwendungsbereich dieser Norm liegenden Prozessströme sind jene, in denen die Radioaktivität infolge eines Störfalls oder unter Nachstörfallbedingungen signifikant ansteigt.

Anmerkung 3 zum Begriff: Die Überwachung dieser Prozessströme auf Radioaktivität liefert Informationen über das Leistungsvermögen oder den Zustand der Barrieren und möglicher Abgaben in die Umwelt.

3.13

Referenz-Ansprechvermögen

(en: reference response)

Ansprechvermögen der Anordnung für eine Referenzdosisleistung unter Referenzbedingungen, ausgedrückt als:

$$R_{\text{ref}} = \frac{v - v_B}{v_c}$$

Dabei ist:

v der mit der zu prüfenden Einrichtung oder Anordnung gemessene Wert,

v_B der Untergrundwert für die Einrichtung ohne externe Einflüsse,

v_c der richtige Wert für die Referenzquelle.

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Untergrund kann automatisch durch einen Algorithmus im Messsystem berücksichtigt werden.

3.14

relative Messabweichung

(en: relative error)

Messabweichung dividiert durch einen wahren Wert der Messgröße

Anmerkung 1 zum Begriff: Weil ein wahrer Wert nicht festgestellt werden kann, wird in der Praxis ein richtiger Wert benutzt. In dieser Norm wird die relative Messabweichung wie folgt berechnet:

$$E = \frac{(v - v_B) - v_c}{v_c}$$

Dabei ist:

v der mit der zu prüfenden Einrichtung oder Anordnung gemessene Wert,

v_c der richtige Wert für die Referenzquelle,

v_B der Untergrundwert für die Einrichtung ohne externe Einflüsse.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Untergrund kann automatisch durch einen Algorithmus im Messsystem berücksichtigt werden.

3.15

relatives Ansprechvermögen

(en: relative response)

während der Typprüfung berechneter Wert; entspricht dem Verhältnis zwischen dem Referenz-Ansprechvermögen des Geräts und der Empfindlichkeit des gleichen Geräts für die interessierende Punktquelle

Anmerkung 1 zum Begriff: Das relative Ansprechvermögen erlaubt die Bestimmung des Referenz-Ansprechvermögens von identischem Gerät, das durch Messung der Empfindlichkeit für die Punktquelle typgeprüft worden ist.

3.16

Ansprechzeit

(en: response time)

Zeitdauer nach einer Änderung der Messgröße, bis das Ausgangssignal den zugehörigen Ausgabewert erreicht

[IAEA Safety Glossary, Ausgabe 2018]

Anmerkung 1 zum Begriff: Für die in dieser Norm beschriebenen Prüfungen wird das Eingangssignal als stufenförmige Änderung und der Endwert beim erstmaligen Erreichen von 90 % des zugehörigen Endwerts angenommen.

3.17

Stückprüfung

(en: routine test)

Konformitätsprüfung an jeder einzelnen Betrachtungseinheit während oder nach der Fertigung

[IEV 394-40-03]

3.18

Wirkungsgrad der Probenahme

(en: sampling collection efficiency)

Verhältnis der in einer Probenahmeanordnung während einer festgelegten Dauer gesammelten Radioaktivität einer bestimmten Menge radioaktiven Materials zur eingeleiteten Radioaktivität

3.19

Empfindlichkeit (einer Messanordnung)

(en: sensitivity (of a measuring assembly))

für einen gegebenen Wert einer Messgröße das Verhältnis der Änderung der beobachteten Größe zur entsprechenden Änderung der Messgröße

[IEV 395-03-105]

4 Auslegungsprinzipien

Das Strahlungsüberwachungsgerät muss den in IEC 62705 definierten Anforderungen an die Eigenschaften und den Lebenszyklus von Strahlungsüberwachungssystemen sowie den in IEC 62705 referenzierten Normen (z. B. IEC 61226) genügen.

4.1 Grundlegende Anforderungen bezüglich Funktionen

Hauptzweck von Einrichtungen zur kontinuierlichen Überwachung von Radioaktivität unter Störfall- oder Nachstörfallbedingungen ist die kontinuierliche Messung von Radioaktivitätsniveaus in geeigneten Bereichen und Prozessen. Diese Strahlungsmessungen werden lokal und/oder in Warten und/oder Störfallzentralen angezeigt, um die Operateure über die aktuellen radiologischen Bedingungen informiert zu halten. Diese Informationen werden von den Operateuren zur Bestimmung des Anlagenzustands benutzt, zum Treffen geeigneter Maßnahmen, um die Konsequenzen eines Störfalls zu begrenzen und um unzulässige Radioaktivitätsableitungen zu vermeiden; und von Anlagen-Notpersonal, nationalen Aufsichtsbehörden, für Maßnahmen zur Sicherstellung der Sicherheit der Bevölkerung und des Anlagenpersonals. Hierzu ist das in dieser Norm behandelte Gerät dazu imstande, Alarmer auszulösen und Eingangsdaten für andere Anlagensysteme und -prozesse zur Isolierung von Prozessen mit anomalen Strahlungsniveaus zu liefern.

Die grundlegenden Anforderungen für Auslegung, Auswahl, Prüfung, Kalibrierung und funktionale Zuordnung zu Geräten für die kontinuierliche Überwachung von Radioaktivität unter Störfall- oder Nachstörfallbedingungen sind anlagenspezifisch. Üblicherweise sind sie in drei Kernbereiche aufgeteilt: Strahlungsüberwachung von Zu- und Ableitungen, in Prozessen und von Umgebungsbereichen:

- Strahlungsmonitore für Zu- und Ableitungen messen die spezifische Aktivität in Gasen, welche während und nach Störfallbedingungen in die Umwelt abgegeben werden, um sicherzustellen, dass die spezifische Aktivität nicht schädlich für die Bevölkerung ist, und zur Unterstützung frühzeitiger Warnungen sowie der Prozessisolierung im Containment oder der Umwälzung der Lüftungs- und Klimaanlage der Warte.
- Strahlungsmonitore für Prozesse messen die spezifische Aktivität eines Fluids (Gas, Flüssigkeit oder Dampf) und werden üblicherweise im verfahrenstechnischen Ablauf dazu genutzt, die frühzeitige Warnung und Prozessisolierung zu unterstützen, wie z. B. die Erkennung von Kühlmittlecks im Reaktor-druckbehälter und anderer Systeme. Strahlungsmonitore für Prozesse können in drei grundlegende Arten unterteilt werden:
 - + Inline-Monitore: Der Detektor befindet sich unmittelbar im Prozessstrom (Rohr, Kamin, Tank, Kanal usw.).
 - + Online-Monitore: Der Detektor ist direkt auf den Prozessstrom gerichtet.
 - + Offline-Monitore: Dem Prozessstrom wird eine Probe entnommen und dem in einer gewissen Entfernung befindlichen Detektor zugeführt.
- Umgebungsüberwachungsmonitore (Weitbereichsmonitore) sind innerhalb von Gebäuden strategisch dort angeordnet, wo unter Störfall- und Nachstörfallbedingungen hohe Dosisleistungen auftreten, wie z. B. im Reaktorgebäude oder dem Sicherheitsbehälter, und dienen als Nachstörfall-Überwachungseinrichtungen. Umgebungsüberwachungsmonitore werden an Wänden des zu überwachenden Raums oder Tanks montiert. Abhängig vom Strahlungsniveau am Ort des Detektors können die elektronischen Teile des Monitors abgesetzt vom Detektor untergebracht sein.

Zur Sammlung kritischer Daten werden diese Monitore üblicherweise so ausgelegt, dass sie harten Umgebungs- und seismischen Bedingungen widerstehen, wie sie während und nach einem Störfall auftreten können.

Anforderungen für die Strahlungsüberwachung und die Auslegung des Systems zur Strahlungsüberwachung sollten in einer frühen Phase der Anlagenauslegung adressiert werden, um eine effektive Überwachung mit geeigneten Empfindlichkeitsniveaus sicherzustellen. Hierzu sollte das nachfolgende Verfahren zur Maximierung der Leistungsfähigkeit durch Betreiber und Hersteller angewandt werden:

- Stelle die erforderlichen Messcharakteristika sicher (Käufer):
 - + Bestimme die Szenarien für Normal- und gestörten Betrieb, sowie die entsprechenden Quellen (hauptsächlich auftretende Isotope, die durch den Monitor zu messen sind), einschließlich ihrer chemischen Form.
 - + Bestimme die wichtige Information, die der Operateur oder das Steuerungssystem benötigt, um die Notfallmaßnahmen einzuleiten, die dem Gerät zugeordneten Funktionen zur kontinuierlichen Strahlungsüberwachung und klassifiziere diese nach **IEC 61226**.
 - + Bestimme die optimalen Messorte unter Berücksichtigung der Installationsbedingungen (Ort, Schnittstellen mit Reaktorschutzeinrichtungen, Umgebungsbedingungen und Qualifizierungsanforderungen, elektrische Verbindungen durch Sicherheitsbarrieren usw.).
 - + Berechne die Aktivitätsausbreitung (Ausbreitung durch Rohre oder Kamine sowie die Sicherheitsbarrieren), um das Aktivitätsspektrum und den Untergrund am Ort der Messung zu bestimmen.
 - + Bestimme das zeitliche Profil der anzunehmenden Abgabe sowie den erforderlichen Messbereich und die Ansprechzeit des kompletten Messkanals (einschließlich des Probenahmesystems, falls vorhanden, sowie der Zeit, die Information dem Operateur anzuzeigen oder an das Steuerungssystem zu senden).
 - + Bestimme die groben Eigenschaften des Detektors (Strahlungsart, Messverfahren, Empfindlichkeit und Messbereich, Energieabhängigkeit und Übersteuerungsverhalten usw.) sowie des Probenahmesystems, falls vorhanden.

- + Bestimme die akzeptable Fehlalarmrate unter Berücksichtigung der Anlagenbedingungen und der Konsequenzen von Messfehlern (einschließlich Verlusten bei der Probenahme), und spezifiziere die erforderliche Präzision und Genauigkeit, um unterhalb dieser Schwelle zu bleiben.
- Überprüfe die messtechnischen Eigenschaften des ausgewählten Messgeräts (Vereinbarung zwischen Käufer und Hersteller):
 - + Bestimme die Ansprechzeit des Messgeräts (Messzeit bezogen auf eine bestimmte Genauigkeit und Zeit bis zum Ansprechen des Alarms) und die Gesamt-Ansprechzeit des Messkanals (einschließlich der Ansprechzeit des Probenahmesystems).
 - + Bestimme für den Messort die auf die Geometrie bezogene Detektorempfindlichkeit, die Erkennungsgrenze und die kleinste nachweisbare Aktivität (oder die Nachweisgrenze) unter Berücksichtigung geeigneter Abschirmungen.
 - + Der Hersteller sollte für jede Eigenschaft des Messgeräts die Änderung in Abhängigkeit von den betreffenden Einflussgrößen (oder variablen Parametern) angeben. Diese Einflussgrößen (oder variablen Parameter) sollten zumindest sein:
 - Aktivitätsspektrum der zu messenden Quelle und dessen Zeitprofil (während transienter Betriebsbedingungen),
 - Aktivitätsspektrum des Untergrunds und dessen Zeitprofil (während transienter Betriebsbedingungen),
 - Messgeometrie,
 - Anzahl der Standardabweichungen (zur Berechnung der kleinsten nachweisbaren Aktivität oder der Nachweisgrenze),
 - Durchfluss der zu messenden Ableitung,
 - thermodynamische Bedingungen,
 - Präzision und deren Zeitprofil (zur Berechnung der Messzeit in stabilem Zustand und während transienter Betriebsbedingungen),
 - Messzeit und Ansprechzeit (während transienter Betriebsbedingungen).
 - + Für die vom Prozess oder Ort abhängigen Einflussgrößen sollte der Hersteller deren Wertebereich angeben. Anderenfalls sollte der Hersteller jede nutzbare Hypothese bezüglich der zu erwartenden Einsatzbedingungen des Messgeräts angeben.

ANMERKUNG Der Begriff „Hersteller“ schließt den Entwickler und den Verkäufer der Einrichtung ein. Der Begriff „Käufer“ schließt den Betreiber ein.

Wenn die Signale dazu verwendet werden, Schutzaktionen zur Begrenzung der Konsequenzen von Fehlfunktionen oder Versagen von Strukturen, Systemen oder Komponenten einzuleiten, kann die Einrichtung Teil eines sicherheitsrelevanten Systems oder des Schutzsystems sein. In diesem Fall muss es die Anforderungen an das betreffende System nach IEC 61226 erfüllen.

Wenn eine Qualifizierung notwendig ist, muss das Gerät bezüglich der Umweltbedingungen nach IEC 60780 qualifiziert werden (und bezüglich seismischer Bedingungen nach IEC 60980).

4.2 Messbereich

Der Käufer muss den erforderlichen Messbereich angeben. Der Bereich muss für das Strahlungsniveau während und nach Störfällen geeignet sein. Das untere Ende des Messbereichs muss sich mit dem Messbereich von Monitoren für Normalbetrieb um mindestens eine Dekade (logarithmische Skala) überlappen. Die oberste Messbereichsgrenze sollte mindestens eine Dekade oberhalb der höchsten während und nach Störfällen zu erwartenden Aktivität oder Dosisleistung liegen.

4.3 Energieabhängigkeit

Der Detektor kann danach ausgewählt werden, ob er Beta- oder Gammastrahlung misst. Der Hersteller muss sicherstellen, dass die Energieabhängigkeit der Anordnung für die Überwachung der anzunehmenden Aktivität geeignet ist.

4.4 Kleinste nachweisbare Aktivität (oder Nachweisgrenze)

Die kleinste nachweisbare Aktivität (oder Nachweisgrenze) ist gleich einer Anzahl von Standardabweichungen bei der Bestimmung des Signals, das vom Messgerät unter bestimmten Bedingungen gemessen wird, wenn nur die Untergrundstrahlung einfällt. Sie sollte nur unter stabilen Betriebsbedingungen betrachtet werden. Ihre Bestimmung ist mittels einer Gleichung möglich, die die Messzeit verwendet, jedoch liefert diese keine definitive Angabe der unteren Messbereichsgrenze.

Die erforderliche kleinste nachweisbare Aktivität (oder Nachweisgrenze) wird von der speziellen Anwendung abhängen und Teil lokaler Vorschriften und der Anlagenauslegung sein; sie muss vom Anlagenentwickler angegeben werden.

Der Hersteller muss die kleinste nachweisbare Aktivität (oder Nachweisgrenze) für interessierende Nuklide angeben, unter Berücksichtigung der Prüfstrahler oder eingebauter Funktionen, mittels derer eine Anzeige des Monitors erzeugt werden kann, wie auch alle nutzbaren Daten, die für die Angabe der unteren Messbereichsgrenze erforderlich sind, auch unter transienten Betriebsbedingungen. Die Einflussgrößen, ihr Wertebereich und die von diesen verursachten Abweichungen der kleinsten nachweisbaren Aktivität (oder Nachweisgrenze) müssen angegeben werden.

4.5 Präzision (oder Wiederholbarkeit)

Präzision (oder Wiederholbarkeit) ist ein Maß für die Verteilung der Messergebnisse um ihren Mittelwert. Sie ist durch den Hersteller für den Messbereich in % des Anzeigewerts für ein bestimmtes Vertrauensniveau (oder Wahrscheinlichkeit eines Irrtums) anzugeben. Unter der Annahme, dass die Verteilung einer Gaußverteilung folgt, sollte diese Eigenschaft als Anzahl von Standardabweichungen angegeben werden.

ANMERKUNG Zum Beispiel kann die Präzision in einem Teil des Messbereichs mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % (dass die Werte innerhalb $\pm 2 \sigma$ liegen, wobei σ die Standardabweichung ist) bei 20 % des Anzeigewerts sein und in einem anderen Bereich mit einer anderen Wahrscheinlichkeit 30 %.

Die Präzision muss konsistent sein mit den Annahmen der Störfallanalyse, Anwenderbedürfnissen und Anforderungen anderer Systeme, welche die Signale der Strahlungsmessung verwenden. Zusätzlich muss sie für Anzeigewerte unterhalb der unteren Messbereichsgrenze charakterisiert werden. Die Einflussgrößen, ihr Wertebereich und die resultierende Änderung der Präzision, müssen durch den Hersteller angegeben werden.

Üblicherweise sollte die Präzision über den gesamten Messbereich unter Berücksichtigung aller Einflussgrößen innerhalb von ± 20 % liegen.

4.6 Genauigkeit (oder relative Messabweichung)

Genauigkeit (oder relative Messabweichung) ist ein Maß für die Abweichung zwischen dem (konventionell) richtigen Wert und dem Mittelwert der Messergebnisse. Sie muss durch den Hersteller für den Messbereich in % des Anzeigewerts für ein bestimmtes Vertrauensniveau (oder Wahrscheinlichkeit eines Irrtums) angegeben werden. Unter der Annahme, dass die Verteilung einer Gaußverteilung folgt, sollte diese Eigenschaft als Anzahl von Standardabweichungen angegeben werden.

ANMERKUNG Zum Beispiel kann die Genauigkeit in einem Teil des Messbereichs mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % (dass die Werte innerhalb $\pm 2 \sigma$ liegen, wobei σ die Standardabweichung ist) bei 20 % des Anzeigewerts sein und in einem anderen Bereich mit einer anderen Wahrscheinlichkeit 30 %.

Die Genauigkeit muss konsistent sein mit den Annahmen der Störfallanalyse, Anwenderbedürfnissen und Anforderungen anderer Systeme, welche die Signale der Strahlungsüberwachung verwenden. Zusätzlich

muss sie für Anzeigewerte unterhalb der unteren Messbereichsgrenze charakterisiert werden. Die Einflussgrößen, ihr Wertebereich und die resultierende Änderung der Genauigkeit müssen durch den Hersteller angegeben werden.

Üblicherweise sollte die Genauigkeit über den gesamten Messbereich unter Berücksichtigung aller Einflussgrößen innerhalb von $\pm 30\%$ liegen.

4.7 Messzeit

Die Messzeit ist die durchschnittliche Dauer, während der eine Messung durchzuführen ist, um unter bestimmten Bedingungen ein Messergebnis für das Signal zu erhalten. Sie sollte nur für stabile Betriebsbedingungen betrachtet werden. Sie kann mittels einer Gleichung berechnet werden, jedoch berücksichtigt dieses nicht den Beitrag der im System verwendeten Verarbeitungsalgorithmen.

Der Hersteller muss die Messzeit angeben, wie auch alle Daten (Standardabweichung oder Präzision), die für die Bestimmung der Präzision der Messergebnisse und der Fehlalarmrate nutzbar sind. Die Einflussgrößen, ihr Wertebereich und die Abweichung der Messzeit, die sie bewirken, müssen durch den Hersteller angegeben werden.

4.8 Ansprechzeit

Die Ansprechzeit ist die Dauer, die das Ausgangssignal des Monitors benötigt, um nach einer plötzlichen Änderung des Messsignals (z. B. eines Sprungs) erstmals 90 % (ansteigender Sprung) oder 10 % (abwärtiger Sprung) der Veränderung erreicht.

ANMERKUNG Für integrierende Systeme sollte beachtet werden, dass dieses ein Prozentwert des Gleichgewichtswerts der ersten Ableitung des Ausgangssignals als Funktion der Zeit ist.

Die Ansprechzeit muss nur für transiente Betriebsbedingungen betrachtet werden. Sie sollte die Verarbeitungsalgorithmen des Monitors berücksichtigen.

Daher ist die Berechnung mittels einer Gleichung nicht relevant und der Hersteller muss sie auf Grundlage durchgeführter Prüfungen oder numerischer Simulationen angeben, sowie alle für die Bestimmung ihrer Beziehung mit der Präzision der Messergebnisse und der Fehlalarmrate nutzbaren Daten. Die Einflussgrößen, ihr Wertebereich und die Abweichung der Ansprechzeit, die sie bewirken, müssen durch den Hersteller angegeben werden.

4.9 Übersteuerungsverhalten

Die Anzeige des Messwerts darf während und nach einer Exposition, welche oberhalb der oberen Messbereichsgrenze liegt, nicht abnehmen oder auf null zurückgehen. Sie muss auf Vollausschlag bleiben oder eine zweifelsfreie Anzeige liefern. Wenn die Exposition wieder in den Messbereich zurückgeht, muss das System innerhalb einer vom Hersteller angegebenen Zeitspanne wieder normal anzeigen.

4.10 Abschirmung des Untergrunds oder Kompensationseinrichtungen

Abschirmung oder elektronische Kompensation muss, soweit notwendig, für die Reduzierung des Einflusses von Untergrundstrahlung auf die Messung eingesetzt werden.

Hersteller und Käufer können vereinbaren, dass signifikante Untergrundstrahlung nur aus bestimmten Richtungen oder von bestimmten Quellen (Kessel, Rohre usw.) zu erwarten ist. In diesen Fällen, kann die Konstruktion der Abschirmung dieses berücksichtigen. Sind keine solchen Festlegungen getroffen, muss die Abschirmung für eine aus allen Richtungen, vom empfindlichen Volumen des Detektors aus betrachtet, gleiche Strahlungsabschwächung ausgelegt werden, wobei das Material der Detektoranordnung und die Winkelabhängigkeit des Ansprechvermögens des Detektors berücksichtigt werden müssen.

Wenn die Einrichtung nicht leicht von der Abschirmung entfernt werden kann, sollte die Abschirmung einfach entfernbar sein. Die maximale Masse der Elemente oder die geeigneten Handhabungsmittel sollten zwischen Hersteller und Käufer vereinbart werden.

Wenn die Elektronik zusätzliche Detektoren für die Reduzierung der Auswirkungen der Untergrundstrahlung einschließt, müssen diese Detektoren so ausgewählt und angebracht werden, dass die bestmögliche Kompensation erreicht wird, wobei die Energiebereiche und die Richtung der Strahlung berücksichtigt werden.

4.11 Anforderungen bezüglich Störfallbedingungen

Die Auslegung muss sicherstellen, dass das Gerät die erforderlichen Systemfunktionen unterstützt und nicht aufgrund der während Normalbetrieb, Störfall- oder Nachstörfallbedingungen zu erwartenden Umgebungsbedingungen ausfällt.

Die Zeitdauer, während der der Betrieb des Systems während und nach einem Störfall erforderlich ist, muss durch den Kunden angegeben werden.

Die lokalen Umgebungsbedingungen, denen die einzelnen Komponenten des Systems während Normalbetrieb sowie während und nach einem Störfall ausgesetzt sein können, müssen durch den Kunden angegeben werden. Die Angabe der Umweltbedingungen muss, wenn möglich, Temperatur und Druck umfassen, sowie deren Änderungsrate, Schwingungen, Feuchte, aggressive oder korrosive Flüssigkeiten, Dämpfe oder Stäube, seismische Bedingungen, elektromagnetische Umgebung und andere schädliche physikalische Bedingungen sowie die Dosisleistung im Normalbetrieb und während des Störfalls und die integrierte Strahlendosis am Einbauort der Überwachungseinrichtung.

Der Hersteller muss eine Einrichtung liefern, welche so ausgelegt ist, dass sie im gesamten oben angegebenen einhüllenden Bereich der Umgebungsbedingungen betrieben werden kann, wenn nichts anderes zwischen Käufer und Hersteller vereinbart wurde. Wenn erforderlich, muss das Gerät für die Umgebungsbedingungen der Anwendung entsprechend relevanter Normen qualifiziert werden.

Insbesondere muss das Gerät so ausgelegt werden, dass die Auswirkungen der angegebenen Umgebungsbedingungen so gering wie möglich sind, und bei der Wahl des Installationsorts des Detektors müssen die Untergrundstrahlung während und nach Störfällen sowie die Notwendigkeit der Abschirmung zur Minimierung ihres Einflusses beachtet werden. So weit wie möglich müssen die Installationsorte so gewählt werden, dass Wartungs- und Kalibrierarbeiten möglich sind. Der Installationsort sollte auch die mögliche Notwendigkeit berücksichtigen, elektronisches Gerät in einem Bereich geringerer Dosisleistung zu platzieren.

Die Möglichkeit, dass für den Aufbau des Monitors verwendete Materialien unter ungünstigen Umgebungsbedingungen giftige oder korrosive Substanzen abgeben können, z. B. im Brandfall, bei hoher Temperatur oder starker Strahlung, muss in Betracht gezogen werden. So weit wie möglich muss die Auslegung dieses durch die Auswahl von Materialien und geeigneter Gehäuse minimieren.

Soweit vernünftigerweise möglich, sollten Strahlungsüberwachungsmonitore für Auslegungsstörfälle und die für auslegungsüberschreitende Bedingungen voneinander unabhängig sein.

4.12 Zuverlässigkeit

Die erforderliche Zuverlässigkeit der Funktionen muss entweder quantitativ (mittlere fehlerfreie Betriebszeit) oder qualitativ (Einhaltung des Einzelfehlerkriteriums) angegeben werden.

Für jeden Teil der Einrichtung (einschließlich der Probenahmeeinrichtung, wenn vorhanden) muss die Wartung angemessen vorgesehen und folgende Anforderungen erfüllt werden:

- Mittlere fehlerfreie Betriebszeit > 20 000 h (mit vorbeugender Instandhaltung).
- Eine Fehlerart und -effektanalyse (FMEA) muss zusätzlich zur Berechnung der mittleren fehlerfreien Betriebszeit durchgeführt werden, wenn das Gerät als eine Funktion der Kategorie A nach IEC 61226 durchführend klassifiziert ist.
- Der Hersteller muss die Häufigkeit von Routinewartungen angeben und alle Wartungsvorgänge vollständig beschreiben (siehe 4.14.2). Diese Wartungsanforderungen sollten auf einem praktikablen Minimum gehalten werden.

4.13 Anwenderschnittstelle

4.13.1 Allgemeines

Das System muss eine kontinuierliche Anzeige und/oder Aufzeichnung der Aktivität oder Dosisleistung liefern und zusätzlich ein Alarmsignal geben, wenn die Aktivität oder Dosisleistung einen voreingestellten Wert überschreitet.

4.13.2 Anzeige des Messwerts

Die Wahl zwischen logarithmischer Skala, linearer Skala oder numerischer Anzeige muss entsprechend dem Zweck der Einrichtung getroffen werden. Logarithmische Skalen oder numerische Anzeigen werden üblicherweise bevorzugt.

Wenn die Einrichtung eine lineare Skala hat, muss es möglich sein, den Messbereich so umzuschalten, dass der Skalenfaktor nicht mehr als 10 beträgt. Es muss eine Anzeige der verwendeten Skala erfolgen.

Wenn die Störfallbedingungen so sind, dass große Schwankungen der Anzeige auftreten, darf keine manuelle Umschaltung der Bereiche erfolgen, wenn nicht ausdrücklich anders mit dem Kunden vereinbart.

4.13.3 Alarme

4.13.3.1 Allgemeines

Die Alarm- und Anzeigeeinheit muss für den Zweck der Einrichtung geeignet sein.

Die Alarmkreise müssen entweder so lange auf Alarmstellung verbleiben, bis dieser durch die Reseteinstellung abgestellt wurde oder eine automatische Rückstellung erfolgt, weil der den Alarm auslösende Zustand nicht mehr vorliegt. Die Alarmeinstellungen sollten betriebsbereit geliefert werden, aber Einstellungen durch einen Administrator erlauben. Dieses kann z. B. durch die Notwendigkeit zur Verwendung eines Schlüssels, Passworts oder bei kleineren Änderungen durch Umschaltung erfolgen.

Alle Alarmfunktionen müssen mit Prüfeinrichtungen versehen sein, die eine Überprüfung der Alarmgabe erlauben. Im Falle einstellbarer Alarme muss die Überprüfung über den gesamten Einstellbereich mit Anzeige der aktuellen Alarmschwelle möglich sein.

Die Arten der Alarme müssen zwischen Lieferant und Hersteller vereinbart werden. Wenn zutreffend, müssen mindestens die folgenden Alarme vorgesehen werden.

4.13.3.2 Hochalarm

Zumindest eine einstellbare Alarmschwelle muss vorgesehen werden, einstellbar über:

- zumindest 10 % bis 90 % der Skalenanzeige (lineare Anzeigen), zwischen 50 % der niedrigsten Dekade und 90 % der höchsten Dekade (logarithmische Skalen), oder
- zwischen 10 % der zweitniedrigsten signifikanten Dekade und 90 % der höchsten Dekade (digitale Anzeige).

4.13.3.3 Ausfallalarme

Für elektronische oder mechanische Ausfälle sollten so viele getrennte Alarme wie möglich vorgesehen werden. Wenn zutreffend, sollten mindestens folgende Alarme vorgesehen werden:

- Ausfall des Detektorsignals,
- Ausfall des Probenahmekreises,
- Ausfall des Kühlsystems,
- Ausfall des Heizsystems,

E DIN IEC 60951-1 (VDE 0491-14-1):2020-11

- hoher Druck im Probenahmekreis,
- hohe Temperatur im Probenahmekreis,
- hohe Feuchte im Probenahmekreis,
- hohe Umgebungsstrahlung,
- Ausfall des Reinigungssystems.

4.13.4 Statusanzeigen

Die folgenden Anzeigen sollten vorgesehen werden, wenn zutreffend:

- Spannung ein,
- Pumpe an/aus,
- Durchfluss min/max,
- Druck,
- Luftfeuchte,
- Temperatur,
- Status der Detektor-Spannungsversorgung,
- Detektorheizung ein,
- Gasstromkühlung ein,
- Gasstromheizung ein,
- Gruppenausfallalarme werden angezeigt,
- Reinigungssystem ein,
- Umschaltung auf interne Spannungsversorgung, wenn solche vorgesehen ist (z. B. Batterien).

4.13.5 Lokale Anzeigen

Lokale Anzeigen und Alarmeinheiten sollten an zugänglichen Orten vorgesehen werden, nahe der Detektoranordnung, zum Zwecke der Kontrolle des Zugangs zu Bereichen mit hoher Strahlung bei Störfällen oder für Wartung und Kalibrierung während des Normalbetriebs.

Wenn vorgesehen, müssen die lokalen Anzeigen und Alarmeinheiten für die für ihren Zweck und Einbauort zu erwartenden Bedingungen nach IEC 60780 qualifiziert werden. Wenn die lokalen Anzeigen und Alarmeinheiten nicht für die gleichen Anforderungen wie der Detektor qualifiziert sind, muss gezeigt werden, dass ihr Versagen keine Rückwirkungen auf die wesentlichen Funktionen des Monitors hat.

4.14 Systemprüfung, Wartungseinrichtungen und leichte Dekontaminierbarkeit

4.14.1 Systemprüfung

Periodische Überprüfungen des zufriedenstellenden Betriebs des Systems vom Detektor zur Messanzeige, der Alarmfunktionen und Systemausgänge müssen unterstützt werden. Diese Überprüfungen sollten Funktionsprüfungen sowie Kalibrierung und Verifizierung der Linearität des Messbereichs beinhalten.

Soweit anwendbar sollte die Fähigkeit, das korrekte Detektoransprechvermögen an einem repräsentativen Punkt des Messbereichs ohne Zugang zum Detektor zu überprüfen, vorgesehen werden, z. B. durch einen fernbedienbaren Prüfstrahler. Zusätzliche Punkte sollten ebenfalls überprüft werden, wozu Möglichkeiten für den Zugang zum Detektor und zur Sicherstellung der Wiederholbarkeit der Prüfung, wie eine Halterung, in der der Detektor für die Prüfung mit Referenz-Prüfstrahler(n) platziert wird, vorgesehen werden sollten.

4.14.2 Wartungseinrichtungen

Der Hersteller muss die Häufigkeit routinemäßiger Wartung angeben und alle Wartungsprozeduren vollständig beschreiben, wobei er bei der Festlegung präventiver Wartungsmaßnahmen die Ausfallrate jeder Komponente zugrunde legen muss.

Diese Wartungsanforderungen sollten auf ein praktikables Minimum beschränkt werden, und die Auslegung aller Geräte muss so sein, dass Reparatur und Wartung einfach möglich sind. Der Austausch von Komponenten sollte ohne Einstell- und Anpassungsmaßnahmen möglich sein. Alle Geräte müssen so ausgelegt sein, dass das Bedienpersonal während der Bedienung oder anderer Maßnahmen nicht der Gefährdung durch Kontamination oder Strahlung ausgesetzt wird.

Wartungsmaßnahmen müssen entweder vollständig oder teilweise während des Betriebs der Anlage ausgeführt werden können. Die Geräte müssen eine fernbediente Inspektion und Einstellung erlauben, Inspektion und Durchführung interner Funktionsdrifts, Selbsttest von Werten sowie Unterstützung mit Diagnose und Anzeige von Anomalien aller Teile. Die Selbstdiagnoseeigenschaften sollten über eine Anzeige verfügbar sein.

Alle elektronischen Geräte müssen mit einer hinreichenden Anzahl leicht zugänglicher identifizierter Prüfpunkte versehen sein, welche Einstellungen und Fehlersuche unterstützen. Alle speziellen Wartungswerkzeuge müssen mitgeliefert werden.

4.14.3 Leichte Dekontaminierbarkeit

Die Detektor- bzw. Sammel- und Detektoreinrichtung muss so konstruiert sein, dass der Aufbau von Kontamination so weit wie möglich reduziert wird und die Dekontamination einfach möglich ist, wenn sie denn erforderlich werden sollte. Die äußeren Oberflächen müssen speziell behandelt werden, damit Kontamination vermieden wird.

4.15 Elektromagnetische Verträglichkeit

Gegen die Effekte von imitierten und vom Gerät emittierten elektromagnetischen Beeinflussungen müssen Vorkehrungen getroffen werden.

Wenn nichts anderes zwischen Käufer und Hersteller vereinbart ist, muss die elektromagnetische Beeinflussung die Anforderungen hinsichtlich der Eigenschaften und des Lebenszyklus von Strahlungsüberwachungsmonitoren einhalten wie in IEC 62705 definiert.

Die Prüfschärfegrade sind in 5.5.4 angegeben.

4.16 Spannungsversorgungen

Die Anordnungen sollten so ausgelegt sein, dass sie mit einphasiger Wechselspannung einer der folgenden Kategorien nach IEC 60038 betrieben werden können:

- 110 V a.c. und/oder 230 V a.c. 50 Hz;
- 120 V a.c. und/oder 240 V a.c. 60 Hz;
- 24 V d.c.

Die Nenn-Versorgungsspannung in den Vereinigten Staaten von Amerika und Kanada ist 117 V und/oder 234 V, 60 Hz. Die Nenn-Versorgungsspannung von 110 V, 50 Hz wird im Vereinigten Königreich benutzt.

Nach Vereinbarung zwischen Hersteller und Käufer kann das Gerät für einen Betrieb mit Niederspannungs-Reserveversorgung für den Fall eines Versorgungsspannungsausfalls ausgestattet werden. In solchen Fällen wäre es wünschenswert, dass das Gerät aufgrund der Spannungsumschaltung weder eine Fehlfunktion zeigt noch einen Alarm auslöst; eine Anzeige der Spannungsumschaltung sollte erfolgen.

Nach Vereinbarung zwischen Hersteller und Käufer dürfen für Luft pumpende Motoren dreiphasige Spannungsversorgungen verwendet werden.

4.17 Schnittstellen

Die physikalischen Eigenschaften der Schnittstellen zwischen den Systemkomponenten müssen spezifiziert werden. Dieses muss die Art der Verbindung (Rohrverschraubung und Kabelstecker), die elektrischen Eigenschaften und die Bedeutung der übertragenen Signale (z. B. die Steckerbelegung) einschließen. Wo immer möglich sollten sich diese Spezifikationen auf allgemein verfügbare Normen beziehen.

Wo Netzwerkanschlüsse zur Verfügung gestellt werden, sollten Einzelheiten der Netzwerk-Schnittstellenprotokolle zur Verfügung gestellt werden. Üblicherweise umfassen diese Details: die logische Organisation der übertragenen Datenbits, den Informationsaustausch zwischen den für die Datenübertragung verwendeten Netzwerkknoten, Qualität und Art der Datenübertragung, die Organisation der Datensequenzen und die Syntax der übertragenen Daten. Zur Verifizierung der Erfüllung der Anforderungen bezüglich Aufbau und Leistungsfähigkeit eines an das Netzwerk angeschlossenen Geräts muss eine allgemeine funktionale Validierung durchgeführt werden, einschließlich Prüfungen des Datenaustauschs zwischen Teilsystemen und mit dem Bediener.

Wo das Gerät Teil eines anlagenweiten Strahlungsüberwachungssystems ist, muss die entsprechende Anforderung der IEC 61504 erfüllt werden, wenn nichts anderes zwischen Hersteller und Käufer vereinbart wurde.

4.18 Probenahmeanordnung

Wenn eine Probenahmeanordnung erforderlich ist, muss diese Probenahme, Weiterleitung und Behandlung der Luft, des Gases, des Dampfs oder der Flüssigkeit, welche gemessen werden soll, zusammen mit der Möglichkeit von Isolierung und Ausbau des Detektors und des Probenahme-Überwachungssystems ermöglichen, wenn dieses nötig sein sollte.

Üblicherweise hängt die Leistungsfähigkeit des Geräts zum Teil von der Auslegung der Probenahmeanordnung ab. Daher sollte eine vom Hersteller durchgeführte Studie die Probenahmeverluste charakterisieren, die während Normalbetrieb und bei Störfällen zu erwarten sind. Diese Verluste müssen so gering wie möglich gehalten werden. Layout und Länge der Probenahmekreise müssen sich nach der Ansprechzeit des Geräts richten und eine hinreichend gleichförmige Probenahme am Messort liefern, ohne Ablagerung von Aerosolen und Staub aus der Luft, Bildung von Luftblasen in Flüssigkeiten oder Kondensation in den Probenahmeleitungen aufgrund von Änderungen von Druck oder Temperatur. Insbesondere sollte die Art des Konstruktionsmaterials beachtet werden, der Zustand der inneren Oberflächen und Einfachheit der Dekontamination (unter Berücksichtigung von elektrostatischen Effekten, chemischer Korrosion, möglicher Absorption und Kondensation), die Transitzeit bis zum Detektor (Durchfluss, Geschwindigkeit und Dichte des Fluids^{N1}) sowie die chemischen Formen der zu überwachenden Radionuklide.

Die folgenden Eigenschaften müssen beachtet und zwischen Hersteller und Käufer vereinbart werden:

- Anzahl und optimale Position der Probenahmen (Repräsentativität der Proben, kleinster Abstand zwischen Einlass und Auslass, um Rezirkulation zu vermeiden, usw.);
- Innendurchmesser der Leitungen;
- Art des verwendeten Materials und insbesondere Effekte chemischer Korrosion oder Erosion und elektrostatischer Aufladung;
- Oberflächenzustand der internen Oberflächen;
- Kurvenradien und Richtungsänderungen;
- Länge der Leitungen, Neigungen;
- Leitungsverbindungen, Verbindungen zu externen Leitungen und zum Monitor;
- Effekte schädlicher Chemikalien und von Dampf;
- Filterung des gesammelten Materials.

^{N1} Nationale Fußnote: Gas, Luft oder Flüssigkeit.

Die Komponenten der Probenahmeanordnung hängen von der Art des zu sammelnden Fluids und den speziellen Messbedingungen ab. Ihre Auslegung muss die Leitlinien der ISO-Normen zur Probenahme beachten (z. B. ISO 2889 bezüglich der Probenahme radioaktiver Partikel).

Zusätzlich müssen folgende Anforderungen erfüllt werden:

- die Probenahmeanordnung muss, wenn notwendig, so ausgelegt werden, dass die Integrität des Druckbehälters sichergestellt wird;
- wenn Aerosole oder Iod gesammelt werden, muss eine isokinetische Probenahme verwendet werden, bei Probenahme in einem Raum eine omnidirektionale Probenahme;
- wenn Durchfluss oder Druck einen Einfluss auf den Messwert haben (spezifische Aktivität), müssen diese ständig gemessen und überwacht werden;
- wenn Einheiten für Probenahme und Behandlung des Fluids notwendig sind (z. B. Pumpen, Filter, Druck- und Temperaturmessgeräte, Magnetventile usw.), müssen diese für die Staubbedingungen der Luft oder Materialien in Suspension mit der Flüssigkeit geeignet und für den Betrieb zwischen zwei vorbestimmten Ausgängen der Einheit dimensioniert sein;
- wenn Pumpen notwendig sind, müssen sie stromabwärts vom Messpunkt angeordnet werden und, wenn notwendig, mit Druck- und Temperaturschutz gegen Einflüsse anomaler Werte dieser Parameter ausgestattet sein;
- wenn notwendig, muss persönliche Schutzausrüstung gegen Temperatur, Druck, Strahlung usw. vorgesehen werden;
- es muss aus Sicherheitsgründen möglich sein, jede Sammelanordnung zu isolieren;
- wenn zwischen Käufer und Hersteller vereinbart, sollten Probenbehälter für abgesetzte Laboranalysen vorgesehen werden;
- der von der Einrichtung erzeugte Lärmpegel muss entsprechend der Art von Umgebung, für die der Einsatz der Einrichtung vorgesehen ist, minimiert werden.

4.19 Qualität

System und Einzelgeräte müssen von hoher Qualität sein, ausgelegt nach einem strukturierten Prozess unter Zugrundelegung konservativer Auslegungstechniken, einschließlich Verifizierung und Validierung, um sicherzustellen, dass korrekte Anforderungen entwickelt und diese Anforderungen korrekt umgesetzt werden. Rechnergestützte Hardware sollte nach **IEC 60987** entwickelt werden. Software für Kategorie-A-Funktionen muss nach **IEC 60880** entwickelt werden. Software für Kategorie-B- und -C-Funktionen muss nach **IEC 62138** entwickelt werden.

Auf Anforderung des Käufers muss die gesamte während Auslegung, Herstellung, Installation, Prüfung und Inbetriebnahme erstellte Dokumentation zur Verfügung gestellt werden, um das korrekte Leistungsvermögen des Systems und der Geräte zu belegen.

4.20 Typprüfbericht und Zertifikat

Auf Anforderung des Käufers muss der Hersteller einen Bericht über die nach den Anforderungen dieser Norm (Teil 1 und des spezifischen Teils der Normenreihe) durchgeführte Typprüfung vorlegen. Dieser Prüfbericht muss den Spezifikationen nach IEC 61069-1, 5.6, entsprechen, welcher angibt:

„Die Durchführung und die Ergebnisse der Beurteilung müssen durch einen umfassenden Beurteilungs- oder Ermittlungsbericht beschrieben werden. Dieser Bericht sollte akkurat, klar, unzweideutig und objektiv die Zielsetzungen, die Ergebnisse und alle relevanten Informationen der Beurteilung darstellen.

Der Bericht muss mindestens folgende Informationen enthalten:

- einen angemessenen Titel;
- die Legitimation des Instituts bzw. der Person(en), die für die Eignungsbeurteilung verantwortlich sind;
- wenn das System für eine spezielle Anwendung beurteilt wurde, sind auch die besonderen Merkmale dieser Anwendung durch Angabe des Prozessstyps, der Art und Anzahl von Ein- und Ausgängen, der

geforderten Erfassungsrate, Aufgabe des Systems, Teilaufgaben und Funktionen usw. mit einzuschließen;

- eine Beschreibung und eine Identifikation des beurteilten Systems, einschließlich einer Hardwareliste mit Gerätenummern und der Software mit freigegebenen Daten;
- Zielsetzung der Eignungsbeurteilung;
- eine Zusammenfassung, die die Hauptpunkte der Beurteilung klar macht und Folgerungen beschreibt;
- eine Auflistung der Verfahrensweisen, Methoden, Spezifikationen und Prüfungen (vorzugsweise zusammengefasst in Matrixform und ergänzt durch Dokumente, auf die Bezug genommen wurde), zusammen mit einer Auflistung der Gründe, die zur jeweiligen Auswahl der beurteilten Elemente, wie in der Matrix dargestellt, geführt haben. Ebenso sollten die Gründe angegeben werden, weshalb bestimmte Aspekte nicht beurteilt wurden;
- jede Abweichung vom Beurteilungsplan (Zusätze oder Ausnahmen) sollten vermerkt und begründet werden;
- Messungen, Prüfungen und daraus abgeleitete Ergebnisse sind, wenn passend, durch Tabellen, Grafiken, Zeichnungen und Fotografien soweit anwendbar;
- festgestellte Fehler;
- eine Angabe der Messunsicherheiten;
- eine Angabe, ob das System die Anforderungen, anhand derer es beurteilt wurde, erfüllt oder nicht.

Der Beurteilungsbericht muss eine Titelseite haben, die den Berichtstitel trägt, eine eindeutige (Serien-)Nummer, die Urheberschaft der Eignungsbeurteilung und das Ausgabedatum.

Die Aufmachung sollte standardisiert sein und den Vergleich von Beurteilungen verschiedener Systeme erleichtern.

Korrekturen oder Zusätze zum Bericht nach dessen Ausgabe dürfen nur durch einen weiteren Bericht gemacht werden, der sich auf den Originalbericht mit Titel und Nummer bezieht. Dieser ergänzende Bericht muss denselben Anforderungen wie der Hauptbericht entsprechen.“

Mit jedem Gerät muss ein Zertifikat geliefert werden, das mindestens die folgenden allgemeinen Informationen enthält sowie die zusätzlichen Informationen, wie in dem relevanten weiteren Teil dieser Normenreihe angegeben:

- Angabe der Stelle, die das Zertifikat ausstellt,
- Angabe des Herstellers,
- Identifikation des Produkts,
- Typprüfung – Verfahrensweise und Bericht,
- die Bestellung betreffende Dokumente,
- offizieller Status des Unterzeichnenden,

5 Funktionsprüfung

5.1 Allgemeines

Wenn nicht anders angegeben, sind die in diesem Abschnitt beschriebenen Prüfungen als Typprüfungen anzusehen, obwohl sie auch, alle oder einzeln, nach Vereinbarung zwischen Hersteller und Käufer als Abnahmeprüfung verwendet werden können. Die angegebenen Anforderungen sind Mindestanforderungen und können für spezielles Gerät oder spezielle Funktionen ergänzt werden.

Diese Prüfungen schließen zusätzliche Qualifizierungsprüfungen nicht ein, welche durchzuführen sind, wenn das Gerät nach IEC 60780 qualifiziert wird.

5.2 Allgemeine Prüfverfahren

5.2.1 Allgemeines

Diese Norm deckt die allgemeinen Prüfverfahren ab, welche für alle Arten von Monitoren anwendbar sind. Detailprüfverfahren werden entsprechend den besonderen Eigenschaften jedes Monitortyps variieren. Diese speziellen Prüfanforderungen sind in der die Monitorart betreffenden speziellen Norm angegeben.

Die in dieser Norm beschriebenen Prüfungen können danach eingeteilt werden, ob sie unter Standardprüfverfahren oder anderen Bedingungen durchgeführt werden.

5.2.2 Prüfungen unter Standardprüfbedingungen

Die Standardprüfbedingungen sind in [Tabelle 2](#) angegeben. Prüfungen, die unter Standardprüfbedingungen durchgeführt werden, sind in [Tabelle 3](#) gelistet, in welcher für jede geprüfte Eigenschaft die Anforderungen entsprechend dem Abschnitt angegeben sind, in dem das betreffende Prüfverfahren beschrieben ist.

5.2.3 Prüfungen mit Änderung von Einflussgrößen

Zweck dieser Prüfungen ist es, die Auswirkungen von Änderungen der Einflussgrößen zu bestimmen.

Nach der Art der Durchführung dieser Prüfungen können sie in drei Kategorien eingeteilt werden:

- Prüfungen der Mess-, Alarm- und Anzeigeeinheiten (alle Arten der Messung);
- Prüfungen der Probenahmeanordnung (Offline-Messungen);
- zusätzliche Prüfungen betreffend anzunehmender Kennwerte bezüglich der spezifischen Aktivität (alle Arten der Messung).

Um die Auswirkungen der Änderung jeder einzelnen in [Tabelle 4](#) angegebenen Einflussgröße zu überprüfen, müssen alle anderen Einflussgrößen innerhalb der Grenzen der Standardprüfbedingungen nach [Tabelle 2](#) gehalten werden, soweit es keine anderen Anforderungen gibt.

Um diese Prüfungen zu vereinfachen, muss nur eine einzige Prüfung für jede Einflussgröße durchgeführt werden. Diese Prüfung muss die Auswirkung einer bestimmten Änderung der Einflussgröße bei einer Aktivität oder Dosisleistung von etwa 50 % des zweitempfindlichsten Bereichs oder Dekade messen.

Die Prüfungen der Mess-, Alarm- und Anzeigeeinheiten sind in [Tabelle 4](#) angegeben, zusammen mit dem Bereich der Änderung jeder Einflussgröße und den jeweiligen Grenzabweichungen der Anzeige der Anordnung.

Die Prüfungen der Probenahmeanordnung sind in den verschiedenen Teilen dieser Norm angegeben, welche sich mit Offline-Messungen befassen. Der Bereich der Änderung jeder Einflussgröße und die jeweiligen Grenzabweichungen der geprüften Parameter sind beschrieben.

Die zusätzlichen Prüfungen betreffend anzunehmender Kennwerte bezüglich der spezifischen Aktivität, die nicht unmittelbar geprüft werden können, sind nachfolgend beschrieben. Die Berechnungen und numerischen Simulationen müssen die angegebene Änderung der Einflussgröße nach [Tabelle 4](#) zumindest für die gleiche Aktivität oder Dosisleistung wie oben angegeben berücksichtigen und, wenn zwischen Käufer und Hersteller vereinbart, für den gesamten Messbereich.

5.2.4 Berechnungen und/oder numerische Simulationen

Dieser Abschnitt gilt für Inline- und Online-Messgeräte, kann aber nach Vereinbarung zwischen Käufer und Hersteller auch auf Offline-Messgeräte angewandt werden.

Auf Anforderung durch den Käufer muss der Hersteller für alle Fälle wo wirkliches Prüfen nicht möglich ist, z. B. wenn das Gerät dafür bestimmt ist, die Aktivität eines Fluids unter Bedingungen zu messen, welche für Prüfung oder Kalibrierung nicht reproduziert werden können, die Berechnungen und/oder numerischen Simulationen vorlegen, um zu belegen, dass die in dieser Norm geforderte Leistungsfähigkeit sichergestellt