

	Umwelt- und Strahlenschutz-Messgeräte Einrichtungen zur Probenahme und Überwachung von Tritium in Luft am Arbeitsplatz, in Ableitungen und der Umwelt (IEC 45B/378/CD:2002)	DIN IEC 62303
VDE	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Vorstand beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter nebenstehenden Nummern in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der etz Elektrotechnische Zeitschrift bekannt gegeben worden.	Klassifikation VDE 0493 Teil 1-50
ICS 17.240 Einsprüche bis 2003-03-31 Entwurf Environmental and radiation protection instrumentation Equipment for sampling and monitoring airborne tritium in the work place, effluents and the environment (IEC 45B/378/CD:2002) Vorgesehen als Ersatz für DIN 44809:1985-07 Ersatz für E DIN IEC 60710:2000-07 Instrumentation de protection de l'environnement et de la radio- protection Equipement pour le prélèvement et la surveillance du tritium atmosphérique sur les lieux de travail, dans les effluents et dans l'environnement (CEI 45B/378/CD:2002) Anwendungswarnvermerk Dieser Norm-Entwurf wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt. Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren. Stellungnahmen werden erbeten – vorzugsweise als Datei per E-Mail an dke@vde.com in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden – oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main. Das internationale Schriftstück IEC 45B/378/CD:2002-07 „Environmental and radiation protection instrumentation – Equipment for sampling and monitoring airborne tritium in the work place, effluents and the environment“ ist unverändert in diesen deutschen Norm-Entwurf übernommen worden. Beginn der Gültigkeit Diese Norm gilt ab ... Fortsetzung Seite 2 bis 45 und 42 Seiten IEC-Original DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

Nationales Vorwort

Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung des Internationalen Norm-Entwurfs [Committee Draft (CD)] IEC 45B/378/CD:2002 „Environmental and radiation protection instrumentation – Equipment for sampling and monitoring airborne tritium in the work place, effluents and the environment“.

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

Der Internationale Entwurf wurde vom SC 45B „Radiation protection instrumentation“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und als CD herausgegeben. Die IEC und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene entstandener Internationaler Norm-Entwurf im Schlusstadium [Final Draft International Standard (FDIS)] zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Abstimmung gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS nur 2 Monate beträgt, und zum FDIS 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 Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit noch vor der Abstimmung berücksichtigen zu können.

Für den vorliegenden Norm-Entwurf ist das nationale Arbeitsgremium GUK 967.2 „Aktivitätsmessgeräte für den Strahlenschutz“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE zuständig.

In der Reihe VDE 0493 sind derzeit folgende weitere Teile vorgesehen:

Bezüglich der Überwachung der Luft:

- DIN IEC 60761-1 (VDE 0493 Teil 1-1), *Umwelt- und Strahlenschutz-Messgeräte – Einrichtungen zur kontinuierlichen Überwachung von Radioaktivität in gasförmigen Ableitungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen* (IEC 60761-1:2002).
- DIN IEC 60761-2 (VDE 0493 Teil 1-2), *Umwelt- und Strahlenschutz-Messgeräte – Einrichtungen zur kontinuierlichen Überwachung von Radioaktivität in gasförmigen Ableitungen – Teil 2: Besondere Anforderungen an Monitore für radioaktive **Aerosole** einschließlich Transuranaerosol-Monitore* (IEC 60761-2:2002).
- DIN IEC 60761-3 (VDE 0493 Teil 1-3), *Umwelt- und Strahlenschutz-Messgeräte – Einrichtungen zur kontinuierlichen Überwachung von Radioaktivität in gasförmigen Ableitungen – Teil 3: Besondere Anforderungen an Monitore für radioaktive **Edelgase*** (IEC 60761-3:2002).
- DIN IEC 60761-4 (VDE 0493 Teil 1-4), *Umwelt- und Strahlenschutz-Messgeräte – Einrichtungen zur kontinuierlichen Überwachung von Radioaktivität in gasförmigen Ableitungen – Teil 4: Besondere Anforderungen an Monitore für radioaktives **Iod*** (IEC 60761-4:2002).
- DIN IEC 60761-5 (VDE 0493 Teil 1-5), *Umwelt- und Strahlenschutz-Messgeräte – Einrichtungen zur kontinuierlichen Überwachung von Radioaktivität in gasförmigen Ableitungen – Teil 5: Besondere Anforderungen an Monitore für radioaktives **Tritium*** (IEC 60761-5:2002).
- DIN IEC 61577-1 (VDE 0493 Teil 1-10-1), *Umwelt- und Strahlenschutz-Messgeräte – Messgeräte für **Radon und Radonfolgeprodukte** – Teil 1: Allgemeine Anforderungen* (IEC 61577-1:200x)
– zurzeit Entwurf.
- DIN IEC 61577-2 (VDE 0493 Teil 1-10-2), *Umwelt- und Strahlenschutz-Messgeräte – Messgeräte für **Radon und Radonfolgeprodukte** – Teil 2: Besondere Anforderungen an Radonmessgeräte* (IEC 61577-2:200x) – zurzeit DIN IEC 61577-2:2001-09.
- DIN IEC 61577-3 (VDE 0493 Teil 1-10-3), *Umwelt- und Strahlenschutz-Messgeräte – Messgeräte für **Radon und Radonfolgeprodukte** – Teil 3: Besondere Anforderungen an Messgeräte für Radonfolgeprodukte* (IEC 61577-3:2002).

Bezüglich der Messung von Oberflächen oder Personen:

- DIN IEC 60325 (VDE 0493 Teil 2-1), *Umwelt- und Strahlenschutz-Messgeräte – Tragbare und transportable Kontaminationsmessgeräte und –monitore für Alpha- und Betastrahlung (IEC 60325:2002)* – zurzeit Entwurf E DIN IEC 60325:1999-11.
- DIN IEC 61098 (VDE 0493 Teil 2-2), *Umwelt- und Strahlenschutz-Messgeräte – Fest eingebaute Personenkontaminationsmonitore (IEC 61098:200x)* – zurzeit Entwurf E DIN IEC 61098:2001-01.
- DIN IEC 61582-1 (VDE 0493 Teil 2-3-1), *Umwelt- und Strahlenschutz-Messgeräte – Einrichtungen für die in-vivo-Überwachung (Ganz- und Teilkörperzähler) – Allgemeine Anforderungen und festinstallierte Systeme (IEC 61582-1:200x-xx)* – zurzeit Entwurf E DIN IEC 61582-1:2001-03.
- DIN IEC 61582-2 (VDE 0493 Teil 2-3-2), *Umwelt- und Strahlenschutz-Messgeräte – Einrichtungen für die in-vivo-Überwachung (Ganz- und Teilkörperzähler) – Zusätzliche Anforderungen und Prüfverfahren für tragbare und transportable Einrichtungen (IEC 61582-2:200x)* – zurzeit Entwurf E DIN IEC 61582-2:2001-06.

Bezüglich der Materialüberwachung:

- DIN IEC 62022 (VDE 0493 Teil 3-1), *Umwelt- und Strahlenschutz-Messgeräte – Fest installierte Monitore für die Überwachung und den Nachweis der Radioaktivität von Gammastrahlen-Emittlern in wiederverwertbaren oder nicht wiederverwertbaren Materialien (IEC 62022:200x)* – zurzeit Entwurf E DIN IEC 62022:2001-06.
- DIN IEC 62244 (VDE 0493 Teil 3-2), *Umwelt- und Strahlenschutz-Messgeräte – Fest installierte Monitore für den Nachweis radioaktiven und nuklearen Materials an Staatsgrenzen (IEC 62244:200x)* – zurzeit Entwurf.
- DIN IEC 62327 (VDE 0493 Teil 3-3), *Umwelt- und Strahlenschutz-Messgeräte – Handgeräte für den Nachweis und die Identifizierung radioaktiver Isotope und für die Messung der Dosisleistung (IEC 62327:200x)* – zurzeit Entwurf.

Bezüglich sonstiger Aufgaben zur Überwachung der Umwelt:

- DIN IEC 61134 (VDE 0493 Teil 4-1), *Umwelt- und Strahlenschutz-Messgeräte – Flugzeug- oder fahrzeuggestützte Gammastrahlungs-Messsysteme (IEC 61134:200x)* – zurzeit Entwurf.
- DIN IEC 60861 (VDE 0493 Teil 4-2), *Umwelt- und Strahlenschutz-Messgeräte – Einrichtungen zur kontinuierlichen Überwachung von Alpha-, Beta- oder Gammastrahlung emittierenden Radionukliden in Wasser (IEC 60861:200x)* – Entwurf in Vorbereitung.

Zum vorliegenden CD hat GUK 967.2 neben redaktionellen Punkten folgende inhaltliche Änderungsvorschläge abgegeben:

- Clause 3 “Definitions” should be restricted to absolute necessary specific terms used in this standard. Instead of repeating them here again, refer to IEC 60050-393 and –394 as still done in other TC 45 standards. If it is really necessary to repeat a definition of a general term here: Use wording of draft IEC 60050-393 (new edition) or IEC 60050-394 and indicate the term number we can find the definition there.
- zu 5.1: The leak rate of the pump shall not be more than $1,33 \times 10^{-7}$ h Pa/l/s.
- zu 9.2.1 und 9.2.2: Text missing – insert.
- zur Überschrift von Anhang A: Complete to read “General information on conditions of operation”

Änderungen

Gegenüber DIN 44809:1985-07 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Gliederung und Formulierung an die Normen der Reihe DIN IEC 60761 (VDE 0493) angepasst;
- b) Inhalt aktualisiert.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

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

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

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist nachstehend wiedergegeben.

IEC hat 1997 die Benummerung der IEC-Publikationen geändert. Zu den bisher verwendeten Normnummern wird jeweils 60000 addiert. So ist zum Beispiel aus IEC 68 nun IEC 60068 geworden.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEC 60050-151:2001	DA IEV Teil 151:2002-03	–
–	IEC 60050-393:1996	DA IEV Teil 393:2001-03	–
–	IEC 60050-394:1995	DA IEV Teil 394:2001-03	–
Normen der Reihe EN 60068	Normen der Reihe IEC 60068	Normen der Reihe DIN EN 60068	–
EN 60086-1:2001	IEC 60086-1:2000	DIN EN 60086-1:2001-11	–
–	IEC 60181:1964	–	–
–	IEC 60181A:1965	–	–
–	IEC 60761-1:2002	DIN IEC 60761-1 (VDE 0493 Teil 1-1):2003-...	VDE 0493 Teil 1-1
–	IEC 60761-5:2002	DIN IEC 60761-1 (VDE 0493 Teil 1-5):2003-...	VDE 0493 Teil 1-5
Normen der Reihe EN 61000	Normen der Reihe IEC 61000	Normen der Reihe DIN EN 61000 (VDE 0838) (VDE 0839) (VDE 0847)	VDE 0838 VDE 0839 VDE 0847
ENV 13005:1999	ISO Guide to the Expression of uncertainties in measurement : 1995	DIN V ENV 13005:1999-06	–
–	ISO 2889:1975	–	–
–	ISO 5725-1:1994	DIN ISO 5725-1:1997-11	–
–	ISO 10012-1:1992	–	–
–	ISO 11929-4:2001	–	–

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN V ENV 13005, *Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen; Deutsche Fassung ENV 13005:1999.*

DIN EN 60068, *Umweltprüfungen.*

DIN EN 60086-1, *Primärbatterien – Teil 1: Allgemeines (IEC 60086-1:2000); Deutsche Fassung EN 60086-1:2001.*

Normen der Reihe

DIN EN 61000 (VDE 0838) bzw. (VDE 0839) oder (VDE 0847), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV).*

DIN IEC 60761-1 (VDE 0493 Teil 1-1), *Umwelt- und Strahlenschutz-Messgeräte – Einrichtungen zur kontinuierlichen Überwachung von Radioaktivität in gasförmigen Ableitungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 60761-1:2002).*

DIN IEC 60761-5 (VDE 0493 Teil 1-5), *Umwelt- und Strahlenschutz-Messgeräte – Einrichtungen zur kontinuierlichen Überwachung von Radioaktivität in gasförmigen Ableitungen – Teil 5: Besondere Anforderungen an Tritiummonitore (IEC 60761-5:2002).*

DIN ISO 5725-1, *Genauigkeit (Richtigkeit und Präzision) von Messverfahren und Messergebnissen – Teil 1: Allgemeine Grundlagen und Begriffe (ISO 5725-1:1994).*

DA IEV 151, *Deutsche Ausgabe des Internationalen Elektrotechnischen Wörterbuchs – Teil 151: Elektrische und magnetische Geräte und Einrichtungen (IEC 60050-151:2001).* ^{N1)}

DA IEV 393, *Deutsche Ausgabe des Internationalen Elektrotechnischen Wörterbuchs – Kapitel 393: Nukleare Instrumentierung – Physikalische Phänomene und grundlegende Begriffe (IEC 60050-393:1996 + A1:2000).* ^{N1)}

DA IEV 394, *Deutsche Ausgabe des Internationalen Elektrotechnischen Wörterbuchs – Kapitel 394: Nukleare Instrumentierung – Geräte (IEC 60050-394:1995 + A1:1995 + A2:2000).* ^{N1)}

^{N1)} Nationale Fußnote: Im Rahmen der CD-ROM-Produktes „Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Deutsche Ausgabe“ zu beziehen über Beuth Verlag, 10772 Berlin und VDE VERLAG GMBH, Bismarckstr. 33, 10625 Berlin.

Einrichtungen zur Probenahme und Überwachung von Tritium in Luft am Arbeitsplatz, in Ableitungen und der Umwelt

Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich.....	9
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe	10
4 Klassifikation von Tritiummonitoren	15
5 Auslegung der Gesamteinrichtung.....	16
5.1 Probenahmeanordnung	16
5.2 Nachweisanordnung	18
5.3 Steuerungs- und Messanordnungen.....	18
5.4 Warnanordnung.....	19
5.5 Überlebenswahrscheinlichkeit oder Funktionsfähigkeit	20
5.6 Fähigkeit zur betrieblichen Eigenprüfung.....	20
5.7 Einstell- und Instandhaltungseinrichtungen	20
5.8 Prüfstrahlungsquelle, Bezugsstrahler	20
5.9 Stromversorgung.....	20
5.10 Umgebungsnulleffekt-Abschirmung oder Kompensationseinrichtungen	21
5.11 Akustischer Geräuschpegel der Anordnung	21
5.12 Elektromagnetische Störungen	22
5.13 Mechanischer Stoß	22
6 Prüfbedingungen.....	22
6.1 Allgemeine Prüfverfahren.....	22
6.2 Prüfungen unter Standardprüfbedingungen.....	22
6.3 Prüfungen mit veränderlichen Einflussgrößen	22
6.4 Bezugsstrahlungsquellen	23
6.5 Betriebliche Prüfung.....	23
6.6 Messtechnisches Bestätigungssystem während der Prüfungen	23
7 Strahlungs-Eignungsprüfungen.....	23
7.1 Bezugsansprechvermögen	24
7.2 Relative Eigenabweichung.....	24
7.3 Ansprechvermögen auf andere chemische Formen des Tritiums	25
7.4 Ansprechvermögen auf andere radioaktive Gase als Tritium.....	25
7.5 Ansprechzeit.....	25
7.6 Einfluss anderer Strahlungen.....	25
7.7 Ansprechvermögen auf Umgebungsgammastrahlung.....	26
7.8 Überlastprüfung.....	26

	Seite
7.9 Statistische Schwankungen	27
7.10 Stabilität der Anzeige von Detektor- und Messanordnungen	27
8 Elektrische und mechanische Eigenschaften	27
8.1 Auslösebereich des Alarms	27
8.2 Alarmauslösestabilität	28
8.3 Alarmvorrichtungen für Einrichtungsfehlzustände	28
8.4 Umgebungsstrahlungsalarm	28
8.5 Einlaufzeit — Nachweis- und Messanordnung	28
8.6 Stromversorgungsschwankungen	29
8.7 Einschwingeeinflüsse der Stromversorgung	30
9 Eignungsprüfung für den Luftkreislauf	30
9.1 Störempfindlichkeit gegenüber Gasretention	31
9.2 Genauigkeit des Volumens oder der Volumenmessung	31
9.3 Stabilität der Durchflussmenge	31
9.4 Einfluss des Druckabfalls am Filter	32
9.5 Einfluss der Versorgungsspannung	32
9.6 Einfluss der Stromversorgungsfrequenz	32
10 Eignungsprüfungen hinsichtlich der Umwelt	33
10.1 Umgebungstemperatur	33
10.2 Temperaturschock	33
10.3 Relative Luftfeuchte	34
10.4 Atmosphärendruck	34
10.5 Abdichtung	34
10.6 Mechanische Stöße	34
10.7 Äußere elektromagnetische Störfestigkeit und elektrostatische Entladung	34
10.8 Elektromagnetische Emission	35
11 Typprüfungsbericht und Zertifikat	35
12 Betriebs- und Instandhaltungshandbuch	36
 Anhang A (informativ) Allgemeine Informationen	 40
A.1 Überwachung radioaktiver Abluft	40
A.2 Umweltüberwachung	41
A.3 Überwachung des Arbeitsplatzes	41
 Anhang B (informativ) Herstellung von tritiierten radioaktiven Bezugsstrahlungsquellen	 43
B.1 Verwendung von im Handel erhältlichen Tritiumgasflaschen	43
B.2 Gebrauch von Tritiumampullen	44
B.3 Herstellung von tritiiertem Wasserdampf durch Oxidation von Tritiumgas	45
 Bild B.1 — Kalibrierschleife	 44

Tabelle 1 — Bezugsbedingungen und Standardprüfbedingungen	36
Tabelle 2 — Prüfungen unter Standardprüfbedingungen	37
Tabelle 3 — Prüfungen mit veränderlichen Einflussgrößen.....	38
Tabelle 4 — Prüfungen des Luftkreislaufes	39

Vorwort

- 1) Die IEC (Internationale Elektrotechnische Kommission) ist eine weltweite Normungsorganisation, die alle Nationalen Elektrotechnischen Komitees (Nationale Komitees der IEC) umfasst. Die IEC hat das Ziel, die internationale Zusammenarbeit in allen Fragen der Normung auf dem Gebiet der Elektrotechnik und Elektronik zu fördern. Zu diesem Zweck und neben anderen Aktivitäten veröffentlicht die IEC Internationale Normen. Mit der Vorbereitung sind die Technischen Komitees beauftragt. Jedes Nationale Komitee der IEC, das an dem behandelten Thema interessiert ist, darf an dieser Vorbereitungsarbeit teilnehmen. Internationale Organisationen, Regierungs- und Nichtregierungsstellen, die mit der IEC in Verbindung stehen, nehmen ebenfalls an diesen Vorbereitungsarbeiten teil. Die IEC arbeitet eng mit der Internationalen Organisation für Normung (ISO) nach den in der Vereinbarung zwischen beiden Organisationen festgelegten Bedingungen zusammen.
- 2) Die offiziellen Beschlüsse oder Vereinbarungen der IEC über technische Fragen, die in Technischen Komitees von Vertretern aller an dem behandelten Thema besonders interessierten Nationalen Komitees erarbeitet werden, bringen das höchstmögliche Maß internationaler Übereinstimmung für das behandelte Sachgebiet zum Ausdruck.
- 3) Sie stellen Empfehlungen zur internationalen Anwendung dar, die als Normen, Fachberichte oder Leitlinien veröffentlicht werden und als solche von den Nationalen Komitees angenommen sind.
- 4) Um die internationale Vereinheitlichung zu fördern, verpflichten sich die Nationalen Komitees der IEC, Internationale Normen der IEC so durchschaubar wie möglich in ihren nationalen und regionalen Normen anzuwenden. Jede Abweichung zwischen der IEC-Norm und der entsprechenden nationalen oder regionalen Norm muss in dieser deutlich gekennzeichnet werden.
- 5) Die IEC hat kein Verfahren für die Kennzeichnung der Konformität festgelegt und übernimmt keine Verantwortung, wenn ein Gegenstand als konform mit einer ihrer Normen erklärt wird.
- 6) Es besteht die Möglichkeit, dass Bestandteile dieser Internationalen Norm Gegenstand von Patentrechten sind. Die IEC hat nicht die Verantwortung, das Vorhandensein solcher Patentrechte festzustellen und auf deren Existenz hinzuweisen.

Die Internationale Norm IEC XXX wurde vom Technischen Komitee XX der IEC erarbeitet.

Der Text dieser Norm basiert auf den folgenden Schriftstücken:

FDIS	Abstimmungsbericht
XX/XX/FDIS	XX/XX/RVD

Vollständige Informationen über die Abstimmung zur Annahme dieser Norm können dem in vorstehender Tabelle angeführten Abstimmungsbericht entnommen werden.

Diese Ausgabe wurde in Übereinstimmung mit den ISO/IEC-Directives, Teil 2, erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zum Jahr 200X unverändert bleiben soll. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm gilt für Einrichtungen zur Überwachung von Tritium in Luft. Die Laboranalyse wird nicht behandelt. Zweck der Norm ist die Festlegung der allgemeiner Anforderungen und die Angabe von Beispielen zulässiger Verfahren für Einrichtungen zur kontinuierlichen Überwachung von Tritium in Luft. Die vorliegende Norm gilt für fest installierte, tragbare und transportable Einrichtungen zur Probenahme und Überwachung von Tritium in Luft, in gasförmigen Ableitungen, in der Umwelt und an Arbeitsplätzen. Die Messeinheiten müssen sowohl unter Normalbetriebsbedingungen als auch unter Störfallbedingungen (während oder nach Störfällen) in Betrieb sein.

Tritiummonitoren sollen folgende Funktionen erfüllen:

- Messung der Aktivitätskonzentration von radioaktiven Gasen und deren zeitliche Schwankung am Arbeitsplatz, in gasförmigen Medien an der Auslassstelle und in der Umgebung;
- Auslösung eines Alarmes, wenn eine gegebene Aktivitätskonzentration oder eine vorbestimmte festgelegte Gesamtmenge der freigesetzten Radioaktivität überschritten wird;
- Bestimmung der über einen bestimmten Zeitraum abgegebenen Gasaktivität und/oder die Bereitstellung von Angaben zur Zusammensetzung der gasförmigen Ableitung;
- Auffangen der Aktivität
 - Messung der Aktivität während des Auffangens;
 - Messung nach dem Auffangen durch stetiges Wiederholen des Auffang/Messzyklus.

Diese Norm legt die allgemeinen Kenngrößen und Prüfverfahren, die Strahlungs-, elektrischen, Sicherheits- und Umweltcharakteristiken sowie die Kennzeichnung und Zertifizierung der Einrichtungen fest. Wenn diese Einrichtungen Teil eines zentralisierten Systems zur kontinuierlichen Strahlungsüberwachung in einer kerntechnischen Anlage ist, können zusätzliche Anforderungen aus anderen, derartige Systeme betreffenden Normen gelten.

2 Normative Verweisungen

Die nachfolgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokumentes 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 (393):1996, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) — Chapter 393: Nuclear instrumentation — Physical phenomena and basic concepts*.

IEC 60050 (394):1996, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) — Chapter 393: Nuclear instrumentation — Instruments*.

IEC 60068 (all parts), *Environmental testing*.

IEC 60181:1964, *Index of electrical measuring apparatus used in connection with ionizing radiation*.

IEC 60181A:1965, *Index of electrical measuring apparatus used in connection with ionizing radiation. First Supplement*.

IEC 60181-Am 1:1967, *Index of electrical measuring apparatus used in connection with ionizing radiation. Amendment No. 1*.

IEC 60761-1:2001, *Equipment for continuously monitoring in gaseous effluents — Part 1: General requirements*.

IEC 60761-5:2001, *Equipment for continuously monitoring in gaseous effluents — Part 5: Specific requirements for tritium monitors*.

IEC 60086:2000, *Primary batteries — Part 1: General*.

E DIN IEC 62303 (VDE 0493 Teil 1-50):2003-02

IEC 61000 (all parts), *Electromagnetic compatibility (EMC)*.

IEC 60050 (151):1999, *Multilingual dictionary, chapter 151, electrical and magnetic devices, section 151-4: performance and testing*.

ISO 5725-1:1994, *Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results — Part 1: General principles and definitions*.

ISO: guide 1995, *Guide to the expression of uncertainty in measurement*.

ISO 2889:1975, *General principles for sampling airborne radioactive materials*.

ISO X:1995, *Fundamental standards — International vocabulary of basic and general terms in metrology (IVM)*.

ISO 11929-4:2001, *Determination of the detection limit and decision threshold for ionizing radiation measurements — Fundamentals and general applications*.

ISO 10012-1:1992, *Quality assurance requirements for measuring equipment — Part 1: Metrological confirmation systems for measuring equipment*.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Internationalen Norm gelten die in IEC 60050-393, IEC 60050-394, IEC 60181 und IEC 60181A angegebenen Begriffe und Definitionen für den Nachweis und die Messung von ionisierender Strahlung und für die nukleare Instrumentierung sowie die folgenden.

3.1

Tritium

(en: tritium)

sofern nicht ausdrücklich etwas anderes angegeben wird, steht "Tritium" in dieser Norm für gasförmige oder dampfförmige Formen des Tritiums, unabhängig davon, ob chemisch gebunden oder nicht

3.2

Tritiummonitor

(en: tritium monitor)

Einrichtung zum Überwachen von Tritium in der Luft von gasförmigen Medien, die in die Umwelt abgegeben werden, in der Umgebung und in der Arbeitsplatzatmosphäre

3.3

Probenehmer für Tritium

(en: tritium sampler)

Einrichtung für die Probenahme von Tritium in jeglicher Form für die anschließende Analyse

3.4

Probenahmeanordnung

(en: sampling assembly)

Gruppe miteinander verbundener Instrumente zur Entnahme einer repräsentativen Probe

3.5

Anordnung für den Strahlungsnachweis

(en: radiation detection assembly)

Anordnung oder Kombination von Teilanordnungen für den Strahlungsnachweis mit allen technischen Mitteln, die für den Betrieb entsprechend den Messbedingungen notwendig sind

3.6

Messanordnung

(en: measurement assembly)

Anordnung, die Teilanordnungen und Funktionseinheiten zum Messen von Größen umfasst, die mit ionisierender Strahlung im Zusammenhang stehen (Aktivität, Aktivitätskonzentration usw.)

3.7

Steuerungsanordnung

(en: control assembly)

Anordnung, die zur Verarbeitung der Ausgangsdaten der Nachweisanordnung verwendet wird und die die Anzeige und Stromversorgung für das gesamte System darstellt

3.8

Warnanordnung

(en: alarm assembly)

Anordnung oder Kombination von Teilanordnungen, deren Ausgang im Fall einer überschrittenen Alarmschwelle einen hör- oder sichtbaren Alarm gibt

3.9

Bedingungen des Normalbetriebs

(en: normal operation condition)

Betrieb innerhalb festgelegter Betriebsgrenzen und -bedingungen

3.10

Störfallbedingungen

3.10.1

vorhergesehene Betriebsvorgänge des anomalen Betriebs

(en: anticipated operation occurrence)

Betriebsvorgänge, die vom Normalbetrieb abweichen und von denen zu erwarten ist, dass sie während der Betriebslebensdauer des Kernkraftwerks mindestens einmal auftreten, und die aufgrund geeigneter Konstruktionsmaßnahmen keinen merklichen Schaden an wichtigen Sicherheitseinrichtungen verursachen und nicht zu Störfallbedingungen führen

3.10.2

Störfallbedingungen

(en: accident condition)

Abweichung vom Normalbetrieb, die stärker als die vorhersehbaren Betriebsvorgänge des anomalen Betriebs ist und zu denen Störfälle innerhalb der Auslegung und auslegungsüberschreitende Störfälle gehören

3.10.3

Störfall innerhalb der Auslegungsgrenzen

(en: basis design accident)

Störfallbedingungen, für die das Kernkraftwerk nach festgelegten Auslegungskriterien konstruiert ist und für die die Beschädigung des Brennstoffes und die Freisetzung von radioaktivem Material innerhalb zulässiger Grenzen liegt

3.10.4

auslegungsüberschreitender Störfall

(en: severe accident)

Störfallbedingungen, die über Störfallbedingungen innerhalb der Auslegungsgrenzen hinausgehen, einschließlich von Zuständen, die zu signifikanten Reaktorkernschäden führen

3.11

richtiger Aktivitätswert

(en: conventionally true activity)

bester Schätzwert für die Aktivität einer radioaktiven Quelle

ANMERKUNG Ein richtiger Aktivitätswert wird im Allgemeinen als dem wahren Wert hinlänglich nahekommend angesehen, sodass der Unterschied für den gegebenen Zweck ohne Bedeutung ist. Als richtiger Wert kann zum Beispiel ein Wert und seine Unsicherheit angenommen werden, die mit einem Primär- oder Sekundärnormal oder mit einem gegen ein Primär- oder Sekundärnormal kalibriertem Bezugsmessgerät bestimmt wurde.

3.12

Variationskoeffizient

(en: coefficient of variation)

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

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

3.13

Messunsicherheit

(en: measurement uncertainty)

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

3.14

Erweiterungsfaktor

Sicherheitsfaktor

(en: coverage factor)

numerischer Faktor (k), der als Multiplikator der kombinierten Standardmessunsicherheit verwendet wird, um eine erweiterte Messunsicherheit zu erhalten

[ISO Guide to the expression of uncertainty in measurement, 1995]

3.15

Erkennungsgröße

(en: decision quantity)

Zufallsvariable für die Entscheidung, ob der zu messende physikalische Effekt vorhanden ist oder nicht

3.16

Erkennungsgrenze

(en: decision threshold)

fester Wert der Erkennungsgröße, der bei Überschreitung durch ein tatsächliches Messergebnis für eine Größe, die einen physikalischen Effekt quantifiziert, zu der Entscheidung führt, dass der physikalische Effekt präsent ist

ANMERKUNG Die statistische Prüfung muss so ausgelegt sein, dass die Wahrscheinlichkeit der fälschlichen Ablehnung der Hypothese (Fehler der ersten Art) möglichst gleich dem vorgegebenen Wert α ist. Für diese Norm ist α gleich 5 %.

3.17

Nachweisgrenze

(en: detection limit)

kleinster wahrer Wert der Messgröße, der mit dem Messverfahren nachgewiesen werden kann

ANMERKUNG Die Nachweisgrenze ist der kleinste wahre Wert der Messgröße, der mit der Statistikprüfung und den -hypothesen (Erkennungsgröße Cf) durch folgende Charakteristik im Zusammenhang steht: wenn der wahre Wert in Wirklichkeit gleich der Nachweisgrenze ist oder diese überschreitet, muss die Wahrscheinlichkeit des fälschlichen Nichtablehnens der Hypothese (Fehler der zweiten Art) möglichst gleich dem vorgegebenen Wert β sein. Für diese Norm ist β gleich 5 %.

3.18

effektiver Messbereich

(en: effective range of measurement)

Wertebereich der zu messenden Größe, in dem ein Exemplar einer Einrichtung oder eine Anordnung die in deren Spezifikationen angegebenen Anforderungen erfüllt

3.19

Dynamikbereich

(en: dynamic range)

Quotient aus dem Signal für die größte messbare Anzeige einer Messgröße und dem Signal für die Erkennungsgrenze

3.20

Messabweichung

(en: error of indication)

Differenz zwischen angezeigtem Wert v einer Größe und dem richtigen Wert v_c dieser Größe am Messpunkt:

$$\Delta v = v - v_c$$

Dabei sind:

- v der von der zu prüfenden Einrichtung oder Anordnung gemessene Konzentrationswert;
- v_c der richtige Konzentrationswert am Messpunkt.

3.21

relative Eigenabweichung

(en: relative intrinsic error)

relative Messabweichung (e_i) der Anzeige einer Einrichtung oder Anordnung bei Einwirkung einer festgelegten Bezugsgröße unter festgelegten Bezugsbedingungen, angegeben als

$$e_i = \frac{v - v_c}{v_c};$$

Dabei sind:

- v der von der zu prüfenden Einrichtung oder Anordnung gemessene Konzentrationswert;
- v_c der richtige Konzentrationswert am Messpunkt.

3.22

Ansprechzeit (einer Messanordnung)

(en: response time)

Dauer nach einer stufenförmigen Änderung der Messgröße, bis das Ausgangssignal zum ersten Mal einen vorgegebenen Prozentsatz, üblicherweise 90 %, seines Endwerts erreicht

ANMERKUNG Für diese Norm wird 90 % verwendet.

3.23

Wirkungsgrad der Monitorprobenahme

(en: monitor sampling efficiency)

Verhältnis der Volumenkonzentration, wie sie für die Messung am Sammelmedium vorhanden ist, zur Volumenkonzentration in der Luft, die zum Einlasskanal des Monitors strömt. Er ist das Produkt aus Sammelwirkungsgrad und dem Wirkungsgrad für den Luftkreislauf des Monitors

3.24

Sammelwirkungsgrad

(en: collection efficiency)

wo zutreffend, Verhältnis aus der Gesamtaktivität, die für die Messung am Sammelmedium vorhanden ist, zur Gesamtkonzentration in der Luft, die zum Einlasskanal des Sammelmediums geführt wird

3.25

Wirkungsgrad des Monitor-Luftführungssystems

(en: monitor air circuit efficiency)

beschreibt die Aktivitätsverluste an den Wänden des Monitors zwischen dem Einlasskanal des Luftkreislaufs und dem Sammelmedium. Er ist definiert als das Verhältnis der Gesamtaktivität, die dem Monitor für die Probenahme zur Verfügung steht, zur Gesamtaktivität in der Luft, die zum Einlasskanal des Monitors strömt

3.26

Rückhaltevermögen

(en: retention capacity)

Höchstmenge einer definierten Substanz, die unter Gleichgewichtsbedingungen im betrachteten Medium zurückgehalten werden kann

3.27

Bezugsansprechvermögen

R_{ref}

(en: reference response)

Ansprechvermögen der Anordnung unter Standardprüfbedingungen (Tabelle 1), bezogen auf die Bezugsaktivitäts. Es wird durch folgende Gleichung ausgedrückt:

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

Dabei sind:

v der von der zu prüfenden Einrichtung oder Anordnung gemessene Konzentrationswert;

v_c der richtige Konzentrationswert im Messpunkt.

3.28

Empfindlichkeit (einer Messanordnung)

(en: sensitivity)

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

3.29

Aktivitätskonzentration

(en: volumic activity)

Aktivität je Volumeneinheit von Luft- bzw. Gasvolumen

3.30

Oberflächenemissionsrate fester Strahler

(en: surface emission rate of solid sources)

Anzahl der Teilchen einer gegebenen Art mit einer Energie über einem vorgegebenen Wert, die als Funktion der Zeit aus der Vorderseite einer Quelle austreten

3.31

abgeleitete Konzentration in Luft

AKL

(en: derived air concentration (DAC))

Luftkonzentration der Inhalation durch eine Normperson für 2 000 h ^{N1)}

3.32 Begriffe zu Prüfungen

3.32.1

Typprüfung

(en: type test)

Prüfung eines oder mehrerer Geräte eines bestimmten Konstruktionstyps zum Nachweis, dass der Konstruktionstyp bestimmten Spezifikationen genügt

[151-04]

3.32.1

Stückprüfung

(en: routine test)

Prüfung an jedem einzelnen Gerät während oder nach der Fertigung zum Nachweis, dass es bestimmte Anforderungen erfüllt

[151-04]

^{N1)} Nationale Fußnote: Konzentration (hier von Tritium) in Luft, bei der der Jahresgrenzwert für die Inkorporation erreicht wird, wenn eine Normperson die Luft über 2000 h inhaliert.

3.32.3

Abnahmeprüfung

(en: acceptance test)

vertraglich festgelegte Prüfung zum Nachweis gegenüber dem Kunden, dass das Gerät bestimmten Anforderungen seiner Spezifikation genügt

[151-04]

3.32.4

Instandhaltungsprüfung

(en: maintenance test)

periodisch an einer Betrachtungseinheit ausgeführte Prüfung zum Nachweis, dass das Betriebsverhalten, falls nötig nach Durchführung bestimmter Einstellungen, innerhalb festgelegter Grenzen bleibt

[151-04]

3.32.5

Abnahmeprüfungen

(en: acceptance tests)

vertraglich festgelegte Prüfung zum Nachweis gegenüber dem Abnehmer, dass das Gerät bestimmten Anforderungen seiner Spezifikation genügt

3.33

Hersteller und Käufer

(en: manufacturer and purchaser)

der Begriff "Hersteller" schließt den Konstrukteur und den Verkäufer der Einrichtung ein;
der Begriff "Käufer" schließt den Nutzer ein

4 Klassifikation von Tritiummonitoren

Zum Messen von Tritium in Luft steht eine Reihe von Messtechniken zur Verfügung. Dazu gehören Durchfluss-Ionisationskammern und Proportional-Zählrohre mit einer Reihe von Kompensationstechniken zur Minimierung der Untergrundgammastrahlung oder anderer Aktivitäten in Gasen und Verfahren, die zur Bestimmung von Tritium in konzentrierter flüssiger Form Szintillationszähler nutzen. Einlassfilter minimieren das Ansprechen auf Aktivitäten vorhandener Aerosole und Schwebstoffe. Im Monitor eingebaute Wasserdampfabscheider dienen entweder zum Entfernen von tritiiertem Wasserdampf vor der Detektoranordnung, die nur zum Überwachen des Tritiums in der Gasphase vorgesehen ist, oder zum separaten/parallelen Überwachen von tritiiertem Wasser und der Tritium-Gasphase. Im Fall separater/paralleler Messung sind die Messeinheiten mit zwei Detektoranordnungen ausgestattet. Zum Anreichern des Tritiums in einem Medium, das nachfolgend die Detektoranordnung durchläuft, werden Wasserdampfabscheider eingesetzt. Die Wahl des Verfahrens für die jeweilige Situation wird durch die Umstände in der betreffenden Einrichtung beeinflusst, allerdings ist es das Ziel dieser Norm die Leistungsanforderungen so festzulegen, dass sie möglichst für alle Arten von Einrichtungen gelten. Üblicherweise werden anstatt Gleichstrom- oder Wechselstromnetzversorgung Batterien als Stromquelle für tragbare und transportable Systeme zum Messen des Tritiums in der Luft am Arbeitsplatz und in der Umwelt verwendet.

Die Tritiummonitoren können eingeteilt werden

- entsprechend ihrer Verwendung als:
 - installierte Anordnung, unabhängig von der Verbindung zum Strahlungsüberwachung-Zentralrechner und, falls vorhanden, zur Strahlungsanzeige;
 - tragbare Anordnung;
 - transportable Anordnung, unabhängig von der Verbindung zum Strahlungsüberwachung-Zentralrechner und, falls vorhanden, zur Strahlungsanzeige.
- entsprechend ihrer Messtechnik:
 - Gesamtritiummonitor;
 - selektiver Tritiummonitor für eine chemische Form des Lufttritiums, z. B. tritiiertem Wasserdampf.
- entsprechend des Aktivitätssammelverfahrens

E DIN IEC 62303 (VDE 0493 Teil 1-50):2003-02

können unterschiedliche Verfahren zum Sammeln der Aktivität vor der Messung betrachtet werden. Es gibt zwei Möglichkeiten:

- Simultanmessung der Aktivität;
- direkte Sequentialmessung;
- das Naheliegendste dieser Verfahren ist das Anreichern des Tritiums in einem geeigneten Medium. Das Medium könnte in Form eines Bandes oder möglicherweise als ein Volumen eines absorbierenden Granulats in einem geeigneten Trägersystem vorliegen oder aus einer Gaswaschflasche zum Auffangen des tritierten Wassers bestehen. Das Medium wird nach dem Sammeln ausgetauscht und das Verfahren so eingerichtet, dass während der Messung einer Probe die nächste Probe gesammelt wird.

5 Auslegung der Gesamteinrichtung

Für jede Anlage sind in Abhängigkeit von den genauen Umständen und Anforderungen verschiedene Monitorkonfigurationen möglich. Ungeachtet dieser Unterschiede muss die Einrichtung den Anforderungen dieser Norm entsprechen. Die optimale Anordnung dieser Monitoren wird in Anhang A diskutiert.

5.1 Probenahmeanordnung

Die Probenahmeanordnung muss so gebaut sein, dass der Anstieg der Kontamination so gering wie möglich gehalten wird und dass die Möglichkeit zur Dekontamination, falls diese erforderlich wird, besteht. Die äußeren Oberflächen sollten speziell behandelt sein, um deren Dekontamination zuzulassen.

Unter besonderen Umständen kann die gemessene Probe ein explosives Gasgemisch enthalten. Wenn dieser Fall auftreten kann, muss die Anordnung so ausgelegt sein, dass die Möglichkeit des Entzündens der Probe durch die Instrumentierung verhindert wird.

Die Probe kann auch schädliche und korrosive Chemikaliendämpfe enthalten, die besondere Vorkehrungen zum Schutz der Messsysteme erfordern.

Zur Probenahmeanordnung gehören im Wesentlichen eine oder mehrere der folgenden Anordnungen und Funktionseinheiten:

- Probenahme- und Abführleitungen;
- Vorrichtung zur Entnahme von Proben für Laboranalysen und Kalibrierprüfungen mit radioaktiven Gasen;
- Luft/Zählgasmischgerät (für Proportional-Zählrohre);
- Messkammer und/oder Probenzelle;
- Rückhaltevorrichtung für in der Luft enthaltene Schwebeteilchen ;
- Abschirm- und/oder Kompensationseinrichtung für die Gammastrahlung aus der Umgebung;
- Überwachungs- und Regeleinrichtung für die Luftdurchflussgeschwindigkeit;
- Luftpumpe;
- Überwachungs- und/oder Regeleinrichtung für den Druck;
- Überwachungs- und/oder Regeleinrichtung für die Feuchte;
- Temperaturmesseinrichtung, falls zweckmäßig.

5.1.1 Probenahme- und Abführleitungen

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

- Beschaffenheit der Werkstoffe, wobei chemische Korrosion, Memory-Effekte usw. besonders zu beachten sind;
- Mindestabstand zwischen Einlass- und Auslasskanal zur Vermeidung von Rückführung;
- Vorbeugung der Kondensation in der Rohrleitung durch Änderung von Temperatur und Druck;
- Leichtigkeit der Dekontamination.

5.1.2 Einlassfilter

Zum Entfernen jeglichen Staubes und Aerosols aus der Luft muss am Einlass des Probenahmekanals ein Filter in einem Filterträger angebracht werden. Um die festgelegte Leistung der Einrichtung aufrechtzuerhalten, darf dieses Filter weder Tritium abfangen noch zeitweise zurückhalten.

Es müssen alle erforderlichen Vorkehrungen getroffen werden, um den Druckabfall im Filter zu regeln. Das System sollte so ausgelegt sein, dass bei einem vorgegebenen Druckabfall ein Wechseln des Filters möglich ist, um die Verwendung eines intakten Filters sicherzustellen.

5.1.3 Sammelmedium

Wenn die Nachweisanordnung ein Absorptionsmedium enthält, dass zum Sammeln einer chemischen Form des Tritiums oder zur Anreicherung der Aktivität vorgesehen ist, müssen dessen Eigenschaften, Wirksamkeit, Rückhaltevermögen und Verzögerungszeitkonstante für die verschiedenen, in signifikanter Menge in der Probe befindlichen radioaktiven Gase bekannt sein.

Der Hersteller muss angeben, wie der Sammelwirkungsgrad durch die chemische Form des Tritiums, die atmosphärischen Bedingungen und die in der beprobten Luft vorhandenen chemischen Verbindungen und anderen Gase beeinflusst wird. Des weiteren muss der Hersteller die Aufbewahrungsbedingungen für das Absorptionsmedium festlegen.

5.1.4 Luftpumpe

Wenn in einer Anordnung eine Pumpe als integrierter Bestandteil enthalten ist, müssen folgende Anforderungen erfüllt werden:

- Die Pumpe muss an einer Stelle angebracht werden, die stromabwärts von jeder aktiven Messeinheit liegt;
- Die Volumenaustauschgeschwindigkeit muss vom Hersteller festgelegt sein;
- Die Pumpe muss zwischen geplanten Wartungsarbeiten im Dauerbetrieb laufen können. Die Häufigkeit der Wartungsarbeiten muss zwischen Hersteller und Käufer vereinbart werden, sie dürfen jedoch im Allgemeinen nicht häufiger als einmal in sechs Monaten erfolgen. Die bauliche Gestaltung muss einen einfachen Zugang zur Pumpe und deren auswechselbaren Teile ermöglichen.
- Die Pumpe muss für die dem Messverfahren entsprechende erforderliche Luft-Gesamtfördermenge ausgelegt sein. Wenn die Messtechnik für die Aktivitätskonzentration empfindlich gegenüber der Durchflussmenge ist, sollte die Pumpe so sein, dass die Änderung des Druckabfalles im Kreislauf nur einen geringen Einfluss auf die Durchflussmenge hat.

5.1.5 Regelung der Durchflussmenge

Wenn die Messtechnik gegenüber der Durchflussmenge empfindlich ist, muss eine Durchflussmengenregelvorrichtung vorhanden sein, die einen ausreichend großen Einstellungsbereich für die Durchflussmenge aufweist, um Schwankungen der inneren Eigenschaften der Luftpumpe und gegebenenfalls verwendeter Filter zuzulassen.

5.1.6 Messen der Durchflussmenge

Zum Warnen vor jeglichen überschüssigen Durchflussmengen muss das Durchflussmessgerät mit einer Durchflussmengen-Alarmfunktion ausgestattet sein. Die Probenahme-Durchflussmenge muss in SI-Einheiten angegeben werden. Es müssen die Druck- und Temperaturwerte angegeben werden, die zum Kalibrieren des Durchflussmessgerätes angewendet wurden und auf die sich die Durchflussmengenangabe bezieht. Für die tatsächlichen Umgebungsluftbedingungen müssen geeignete Korrekturen durchgeführt werden.

5.1.7 Druckregelung

Wenn die Messtechnik druckempfindlich ist (z. B. Ionisationskammer), muss ein Druckregler mit Alarmfunktion zum Warnen bei jeglicher übermäßiger Druckabweichung installiert sein.

5.1.8 Druckmessung

Zum Warnen bei jeglicher übermäßiger Druckabweichung muss ein Druckmessgerät mit Alarmfunktion vorhanden sein. Der Druck ist in SI-Einheiten anzugeben. Das Druckmessgerät muss unter Normalbedingungen kalibriert sein. Für die eigentlichen Umgebungsluftbedingungen müssen geeignete Korrekturen erfolgen.

5.1.9 Volumenmessung für die Probenahmeinheit

Die Probenahmeinheit muss mit einem Volumenmessgerät ausgestattet sein. Das gemessene Volumen muss in m^3 bei Normalbedingungen (gemessen unter Normaltemperatur, -luftfeuchte und -druck) angezeigt und zusätzlich für die eigentlich realen Bedingungen in m^3 umgerechnet werden. Für den tatsächlichen Zustand des Mediums müssen geeignete Korrekturen erfolgen.

5.1.10 Einfache Dekontaminierbarkeit

Um Störungen der Messung zu vermeiden, wird empfohlen, alle Bauteile der Einrichtung so herzustellen, dass die Kontamination eingeschränkt wird. Diese Anforderung ist besonders wichtig für die Oberflächen derjenigen Einrichtung, die mit dem Medium in Berührung kommen.

5.2 Nachweisanordnung

5.2.1 Strahlungsdetektor

Der Hersteller muss die Eigenschaften des Detektors, einschließlich dessen Maße und des Probenvolumens, festlegen.

5.2.2 Einfache Dekontaminierbarkeit

Um Störungen der Messung zu vermeiden, wird empfohlen, alle erforderlichen Vorkehrungen zu treffen, um die Kontamination des Detektors zu vermeiden. In jedem Fall muss die Nachweisanordnung einfach zu demontieren, zu dekontaminieren und wieder zusammenzubauen sein.

5.3 Steuerungs- und Messanordnungen

Zu den Steuerungs- und Messanordnungen gehören im Wesentlichen folgende Teile:

- Steuerung und Stromversorgung;
- elektronische Geräte zum Messen;
- Messwertanzeigeeinheit;
- ein oder mehrere Strahlungsdetektor(en).

Die Anordnung kann mit einer zentralen Strahlungsanzeigetafel in Verbindung stehen. Für diesen Fall muss der Einbau in Elektronik-Einschubgestelle mit Standardmaßen möglich sein.

5.3.1 Kennwerte

Die mit dem Detektor in Verbindung stehende elektronische Anordnung muss den Messwert direkt in einer Einheit für die Aktivitätskonzentration (Bq/m^3) anzeigen.

Der Hersteller muss die Erkennungsgrenze und den effektiven Messbereich angeben. Die Angabe dieser Kenndaten muss unter Berücksichtigung des Bezugsnulleffekts ($0,2 \mu\text{Gy}/\text{h}$) und der Bezugsaktivitätskonzentration des Radons erfolgen.

5.3.2 Anzeigeeinrichtungen

Zusätzlich zur Anzeige des Messwertes kann die Einrichtung mit einer Funktionsanzeige für Folgendes ausgestattet sein:

- Stromversorgung eingeschaltet;
- Luftpumpe eingeschaltet, falls zutreffend;
- Detektor-Hochspannungsversorgung eingeschaltet, falls zutreffend;
- Kühlvorrichtung für das Medium eingeschaltet, falls zutreffend;
- Füllstand des Mediumvorrates, falls zutreffend.

Einheiten mit Druckmessung, Druckregelung, Messung der Durchflussmenge, Steuerung der Durchflussmenge und/oder Volumenmessung müssen mit geeigneten Anzeigeeinheiten für die gemessenen Parameter ausgestattet sein.

Nach Absprache zwischen Hersteller und Käufer kann ein Datenausgang für die Fernanzeige von Messwerten und Alarmmeldungen eingebaut werden.

5.3.3 Einlaufdauer — Nachweis- und Steuerungsanordnung

5.3.3.1 Anforderungen

Wenn die Anordnung einer radioaktiven Strahlungsquelle ausgesetzt ist, darf innerhalb von 30 min der Unterschied zwischen dem angezeigten Wert und dem Wert für Normalbedingungen (siehe Tabelle 3) nicht mehr als 10 % betragen.

5.3.3.2 Prüfverfahren

Vor dieser Prüfung muss die Einrichtung für mindestens 1 h von der Stromversorgung getrennt werden.

Um etwa ein Drittel bis die Hälfte des Höchstanzeigewertes zu erhalten, wird eine radioaktive Strahlungsquelle eingesetzt. Anschließend wird die Nachweis- und Messanordnung eingeschaltet.

Die angezeigten Werte für die Aktivität werden für eine Stunde alle 5 min aufgezeichnet. Zehn Stunden nach dem Einschalten sind ausreichend Messwerte zu nehmen und die Mittelwerte als "endgültiger Anzeigewert" zu verwenden.

Es wird eine Kurve der angezeigten Aktivitätswerte gegen die Zeit aufgetragen, wobei die Aktivitätsabnahme je nach Notwendigkeit zu korrigieren ist. Die Differenz zwischen dem "endgültigen Anzeigewert" und dem aus der Kurve abgelesenen Wert für die Zeit von 30 min muss innerhalb festgelegter Grenzwerte liegen.

5.4 Warnanordnung

5.4.1 Alarmarten

Die Alarm- und Anzeigeeinrichtungen müssen dem Zweck der Einrichtung entsprechen und zwischen Hersteller und Käufer vereinbart werden.

Alle Alarmfunktionen müssen mit Prüfmöglichkeiten ausgestattet sein, um deren Betrieb zu überprüfen. Im Fall einstellbarer Alarmeinrichtungen muss das Überprüfen über den gesamten Einstellungsbereich mit Anzeige des tatsächlichen Alarmauslösepunkts möglich sein.

Alarmstromkreise müssen entweder die Alarmbedingung bis zum genauen Rücksetzen durch einen Rücksetzungsregler aufrechterhalten oder nach Aufhebung des Alarmzustandes automatisch rücksetzen.

5.4.2 Alarm bei Überschreitung eines Festwertes

Es muss ein einstellbarer Alarm bei Überschreitung eines Festwertes vorhanden sein, der über den gesamten effektiven Messbereich arbeitet.

5.4.3 Fehlzustandsalarme

- Es muss ein Alarm zur Anzeige von Detektorsignalverlusten vorhanden sein.
- Es muss ein Alarm zur Anzeige der Verluste des Probenahmekreislaufes vorhanden sein.
- Es muss ein Alarm zur Anzeige eines Ausfalls des Elektroniksystems vorhanden sein.
- Die Alarmeinrichtungen sollten, wenn möglich, die Quelle von möglichst vielen weiteren Fehlzuständen anzeigen und es sollte ein Selbstdiagnosesystem vorhanden sein.

Für jeden Fehlzustand sollte eine getrennte Anzeige erfolgen.

5.5 Überlebenswahrscheinlichkeit oder Funktionsfähigkeit

Alle Einrichtungen müssen so ausgelegt sein, dass sie ein zuverlässiges Betriebsverhalten besitzen und dabei nicht offenbare Ausfälle so gering wie möglich gehalten werden.

Der Hersteller muss die erwartete Betriebslebensdauer der kritischen Bauteile wie Luftpumpe, Detektor, Durchflussmessgerät usw. schriftlich angeben.

Des Weiteren muss der Hersteller die Häufigkeit der Routineinstandhaltung festlegen und jeden Instandhaltungsvorgang vollständig beschreiben. Diese Instandhaltungsanforderungen sollten möglichst gering gehalten werden.

5.6 Fähigkeit zur betrieblichen Eigenprüfung

Dem Käufer muss die Möglichkeit gegeben sein, regelmäßige Überprüfungen des funktionsgerechten Betriebs der Anordnung, einschließlich der Kalibrierung und der Verifizierung der Linearität der Messung, durchzuführen. Die Vorrichtungen hierfür sollten üblicherweise so eingebaut sein, dass die Durchführung der Überprüfungen von der Steuer- und Messanordnung möglich ist.

Es muss möglich sein, die Kalibrierung der Anordnung an zwei repräsentativen Punkten des Messbereiches zu überprüfen.

Diese Überprüfung muss je nach Notwendigkeit mit einer oder mehreren Strahlungsquelle(n) durchgeführt werden. Die Überprüfung der Linearität der Messung kann elektronisch erfolgen.

5.7 Einstell- und Instandhaltungseinrichtungen

Alle elektronischen Geräte müssen mit einer ausreichenden Anzahl an leicht zugänglichen, gekennzeichneten Prüfpunkten versehen sein, um Einstellungen und Fehlzustandslokalisierungen zu ermöglichen. Alle speziellen Instandhaltungswerkzeuge und ein geeignetes Instandhaltungshandbuch müssen bereitgestellt werden.

Die gesamte Einrichtung muss so gestaltet sein, dass Reparaturen und Instandhaltung möglichst leicht durchführbar sind.

Selbstdiagnosefunktionen sollten über eine Anzeige zur Verfügung stehen.

5.8 Prüfstrahlungsquelle, Bezugsstrahler

Jegliche Prüfstrahlungsquelle, die nicht in Gebrauch ist, darf den angezeigten Wert der Messanordnung nicht um mehr als 10 % des Höchstwertes der niedrigsten verwendbaren Dekade erhöhen. Eine geeignete Prüfstrahlungsquelle ist ^{137}Cs , das in Form eines an die Detektorgeometrie angepassten Bestrahlungsgerätes zur Verfügung gestellt werden kann.

5.9 Stromversorgung

Anordnungen sollten so ausgelegt sein, dass sie mit Einphasen-Wechselspannung entsprechend IEC 60038:1990 nach einer der folgenden Kategorien betrieben werden:

- Kategorie I: 230 V (AC);
- Kategorie II: 100 V (AC);
- Kategorie III: 120 V und/oder 240 V (AC);
- Kategorie IV: 230 V (DC);
- Kategorie V: 110 V (DC);
- Kategorie VI: 24 V (DC);
- Kategorie VII: Batterie.

Die Einphasen-Nennspannung in den Vereinigten Staaten von Amerika und in Kanada beträgt 117 V und/oder 234 V bei 60 Hz. Im Vereinigten Königreich wird auch eine Einphasen-Nennspannung von 110 V bei 50 Hz verwendet.

Einige Anordnungen können Gleichstrombetrieb ausgelegt sein, der durch ein Stromversorgungssystem der Kategorien IV – VI oder eine Batterie (Kategorie VII) geliefert wird.

Nach Absprache zwischen Hersteller und Käufer darf die Einrichtung für einen Betrieb mit Niederspannungs-Reserveversorgung bei Stromausfall ausgelegt sein. In derartigen Fällen wäre es wünschenswert, dass die Einrichtung auf Grund des Wechsels der Stromversorgung nicht versagt oder einen Alarm auslöst; eine Anzeige für den Wechsel der Versorgung sollte vorhanden sein.

5.10 Umgebungsnulleffekt-Abschirmung oder Kompensationseinrichtungen

Diese Vorrichtungen oder Technik(en) werden zur Verfügung gestellt, um den Einfluss des Nulleffekts der Umgebung auf die Messung zu verringern. Es gibt verschiedene Arten:

- Abschirmvorrichtungen;
- elektronische Vorrichtungen;
- Software-Technik(en).

Diese Arten können je nach Eignung in die Gestaltung des Gesamtsystems einbezogen werden.

Die Abschirmung sollte in alle Richtungen vom empfindlichen Volumen des Detektor aus gesehen die gleiche Strahlungsschwächung hervorrufen, wobei die Baumaterialien der Nachweisanordnung und das Winkelansprechvermögen des Detektors zu berücksichtigen sind. Die Dicke der Abschirmung muss unter Berücksichtigung des Nachweiswirkungsgrades des Detektors bestimmt werden.

Wenn die Einrichtung nicht leicht von der Abschirmung zu entfernen ist, müssen derartige Abschirmungen leicht entfernbar sein und müssen deshalb aus aneinandergereihten, sich überlappenden Bauelementen mit einer Masse von höchstens 15 kg, falls es nicht anders zwischen Hersteller und Käufer vereinbart wurde, gebaut sein.

Bei manueller Handhabung darf die Masse 40 kg nicht überschreiten (z. B. bei dichten, gegossenen Bleiabschirmungen). Wenn die Gesamtmasse mehr als 40 kg beträgt, muss eine Öse für die Handhabung mit einem Kran angebracht sein. Zum Transportieren muss die Abschirmung unempfindlich gegen raue Behandlung gemacht werden.

Wenn elektronische Verfahren unter Einbezug zusätzlicher Detektoren angewendet werden, um den Einfluss der Gammauntergrundstrahlung zu verringern, dann sind diese Detektoren so zu wählen und anzubringen, dass die bestmögliche Kompensation erzielt wird, wobei der Bereich der Gammaenergien und die Strahlungsrichtung zu berücksichtigen sind. Die Beschränkung eines jeden zur Verminderung der Umgebungsstrahlung verwendeten Gerätes muss bekannt sein und vom Hersteller angegeben werden.

5.11 Akustischer Geräuschpegel der Anordnung

Der akustische Geräuschpegel der Anordnung stammt hauptsächlich von der Probenahme- und der Nachweisanordnung, insbesondere vom Betrieb des Flüssigkeitsrohrleitungssystems und der resultierenden Vibration.

E DIN IEC 62303 (VDE 0493 Teil 1-50):2003-02

Der Hersteller muss die Bauteile auswählen und deren Anordnung so gestalten, dass der Geräuschpegel so gering wie möglich ist und zu der Umgebung, für die die Anordnung vorgesehen ist, passt.

5.12 Elektromagnetische Störungen

Gegen den Einfluss elektromagnetischer Störungen müssen, unabhängig davon, ob sie von der Einrichtung empfangen werden oder ausgehen, alle notwendigen Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden.

Für die Störfestigkeit muss der Störfestigkeits-Prüfpegel 3 gelten (IEC 61000).

Der Hersteller muss die elektromagnetische Aussendung der Einrichtung festlegen. Die Aussendungsgrenzwerte für Anlagen, für die diese Norm gilt, sind in Tabelle 1 von IEC 61000-6-4 angegeben.

Außerdem muss der Hersteller den Einfluss von Mobiltelefonen auf die Messanordnung für einen bestimmten Abstand angeben und die Vorsichtsmaßnahmen für deren Gebrauch definieren.

5.13 Mechanischer Stoß

Der Monitor sollte bei Bedarf so gestaltet werden, dass mechanische Schlageinwirkungen so gering wie möglich sind.

6 Prüfbedingungen

6.1 Allgemeine Prüfverfahren

Diese Norm behandelt allgemeinen Prüfverfahren, die für alle Monitorarten gelten. Wenn nichts Anderes festgelegt wurde, sind diese Prüfungen als Typprüfungen anzusehen, jedoch können nach Absprache zwischen Hersteller und Käufer eine oder auch alle als Abnahmeprüfungen betrachtet werden. Die angegebenen Anforderungen sind Mindestanforderungen und können für eine bestimmte Einrichtung oder Funktion erweitert werden.

Die detaillierten Prüfverfahren werden in Abhängigkeit von den besonderen Eigenschaften einer jeden Monitorart variieren.

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

6.2 Prüfungen unter Standardprüfbedingungen

Die Standardprüfbedingungen sind in Tabelle 1 definiert. Tabelle 2 gibt die unter Standardprüfbedingungen durchzuführenden Prüfungen an. Diese Tabelle enthält auch die Anforderungen für jedes zu prüfende Merkmal entsprechend dem Abschnitt, in dem das betreffende Prüfverfahren beschrieben ist.

6.3 Prüfungen mit veränderlichen Einflussgrößen

Gegenstand dieser Prüfungen ist die Bestimmung der Auswirkung bei Veränderung der Einflussgrößen. Um die Ausführung der Prüfungen zu erleichtern, werden sie in zwei Kategorien eingeteilt:

- Prüfungen, die Mess-, Alarm- und Anzeigeeinheit betreffen;
- Prüfungen, die den Luftkreislauf betreffen.

Die Prüfungen der beiden Kategorien werden unabhängig voneinander durchgeführt.

Um die Auswirkungen der Veränderung einer jeden in Tabelle 3 angegebenen Einflussgröße zu überprüfen, müssen, falls keine anderen Anforderungen bestehen, alle anderen Einflussgrößen innerhalb der in Tabelle 1 angegebenen Grenzwerte für Normalbedingungen gehalten werden.

Zur Vereinfachung dieser Prüfungen muss für jede spezielle Einflussgröße nur eine Einzeltypprüfung durchgeführt werden. Diese Prüfung muss die Auswirkung der spezifischen Änderung der Einflussgröße bei Aktivitätswerten messen, die 10 bis 50 mal größer sind als der kleinste Wert des Messbereiches.

Prüfungen, die Mess-, Alarm- und Anzeigeeinheiten betreffen, sind in Tabelle 3 zusammen mit dem Änderungsbereich für jede Einflussgröße und den Grenzwerten der entsprechenden Anzeigeänderungen der Anordnung angegeben.

Die Prüfungen des Luftkreislaufes sind in Tabelle 4 zusammen mit dem Änderungsbereich für jede Einflussgröße und den Grenzwerten der entsprechenden Änderungen der zu prüfenden Parameter angegeben.

6.4 Bezugsstrahlungsquellen

Für die Bestimmung des Bezugsansprechvermögens im Rahmen der Typprüfungen muss als Bezugsstrahlungsquelle Luft eingesetzt werden, deren Aktivitätskonzentration bekannt ist und die Tritium in der Form enthält, für die die Einrichtung ausgelegt ist. Die Bezugsstrahlungsquellen sollten aus Druckluftflaschen oder Gasflaschen bestehen, die das der Auslegung der Einrichtung entsprechende Tritium enthalten oder aus einer jeden anderen kalibrierten Einrichtung, die Tritium in geeigneter Form liefert.

Einige als Strahlungsquelle geeignete Mittel sind in Anhang B beschrieben. Der richtige Aktivitätswert der Gasstrahlungsquellen muss mit einer geringeren Unsicherheit als 10 % ($k = 2$) bekannt sein.

6.5 Betriebliche Prüfung

Die betrieblichen Prüfungen müssen mit festen Strahlungsquellen durchgeführt werden, deren Aktivität für die betrachtete Einrichtung geeignet ist (z. B. ^{137}Cs). Um die gesamte Einrichtung zu berücksichtigen, sind möglicherweise mehrere Strahlungsquellen erforderlich, deren Aktivität für die Einrichtung geeignet sein muss. Der richtige Wert für die Oberflächenemission der Strahlungsquellen muss bei festen Strahlungsquellen mit einer geringeren Unsicherheit als 10 % ($k = 2$) bekannt sein.

6.6 Messtechnisches Bestätigungssystem während der Prüfungen

6.6.1 Messunsicherheit

Der Fehlerbeitrag bei der Kalibrierung sollte so gering wie möglich sein. In den meisten Messbereichen sollte dieser nicht mehr als ein Drittel oder vorzugsweise ein Zehntel des zulässigen Fehlers der betrachteten Einrichtung während des Gebrauchs sein (ISO 10012-1).

ANMERKUNG Auf Grund der Schwierigkeit, gasförmige Strahlungsquellen mit geringer Messunsicherheit für die Aktivitätskonzentration zu erhalten, ist für Prüfungen von Monitoren für Luftkontamination ein Faktor von 0,5 zwischen der Messunsicherheit ($k = 2$) für die Aktivitätskonzentration der Bezugsstrahlungsquelle und dem zulässigen Fehler der Einrichtung annehmbar.

6.6.2 Statistische Schwankungen

Bei allen Prüfungen mit Einsatz von Strahlung, bei denen die Stärke der statistischen Anzeigeschwankungen, die allein aufgrund der Zufallseigenschaft der Strahlung hervorgerufen wird, einen wesentlichen Anteil an der für die Prüfung zulässigen Anzeigeschwankung darstellt, müssen ausreichend Messwerte genommen werden, um sicherzustellen, dass der Mittelwert derartiger Messwerte mit hinreichender Präzision abgeschätzt und damit die Übereinstimmung mit der betrachteten Prüfung dargestellt werden kann.

7 Strahlungs-Eignungsprüfungen

Diese Prüfungen werden unter Standardprüfbedingungen durchgeführt. Wenn ein elektronisches Kompensationsverfahren für die natürliche Aktivität eingesetzt wird, müssen alle Prüfungen der Messanordnung mit den Kompensationsschaltungen in Betrieb durchgeführt werden, nachdem diese entsprechend den Herstelleranweisungen eingestellt wurden.

7.1 Bezugsansprechvermögen

7.1.1 Anforderungen

Nach der Einstellung der Kalibrierregler entsprechend den Anweisungen des Herstellers muss das Bezugsansprechvermögen unter Standardprüfbedingungen zwischen 0,8 und 1,2 Einheiten liegen.

7.1.2 Prüfverfahren

Die Anordnung muss unter Standardprüfbedingungen betrieben und entsprechend den Festlegungen des Herstellers, ohne das dabei eine Bezugsstrahlung vorhanden ist, aufgebaut werden. Der Anzeigewert für die Untergrundstrahlung muss aufgezeichnet werden. Anschließend ist die Anordnung einer geeigneten Bezugsstrahlungsquelle mit hinreichender Aktivitätskonzentration (v_c) auszusetzen, damit ein Anzeigewert erhalten wird, der zwischen dem 10- und 50fachen des niedrigsten Messbereichwertes liegt. Die Anzeige (v) muss aufgezeichnet und der Wert von R_{ref} berechnet werden. Wenn die Aktivitätskonzentration der Bezugsstrahlungsquelle nicht mit einer geringeren Unsicherheit bekannt ist als festgelegt, kann ein kalibriertes Bezugsinstrument als Übertragungsnormale eingesetzt werden.

7.2 Relative Eigenabweichung

7.2.1 Prüfstrahlungsquelle

Die Prüfung muss mit einer Reihe von Strahlungsquellen des gleichen Radionuklids und gleicher geometrischer Merkmale durchgeführt werden.

Das Herstellungsniveau für die verwendeten, je nach Prüfung erforderlichen Prüfstrahlungsquellen muss jedoch so sein, dass die Unsicherheit des richtigen Aktivitätswertes jeder Strahlungsquelle in Absolutwerten (ε_{sa}) geringer als 10 % ($k = 2$) und die Unsicherheit des richtigen Aktivitätswertes zwischen den Strahlungsquellen desselben Prüfaufbaus (ε_{sr}) geringer als 5 % ($k = 2$) sind. Die Prüfstrahlungsquellen müssen auf anerkannte Normale zurückführbar sein.

7.2.2 Anforderungen

Der Höchstwert der relativen Eigenabweichung muss unter Standardprüfbedingungen über den gesamten effektiven Messbereich weniger als 10 % betragen. Die Unsicherheit der radioaktiven Strahlungsquelle ist nicht einbezogen.

Bei Einsatz fester Strahlungsquellen müssen v und v_c auf die Empfindlichkeit der Einrichtung bezogen werden, um die relativen Fehler zu berechnen.

7.2.3 Prüfverfahren

Die Prüfungen können auf zwei Wegen durchgeführt werden:

- mit radioaktiven Strahlungsquellen;
- durch Einspeisen eines elektrischen Signals.

Die Typprüfungen müssen bei Instrumenten mit linearer Skalenteilung an einem Punkt von jedem Bereich und bei Instrumenten mit digitaler Anzeige oder logarithmischer Skalenteilung an jeder Dekade des effektiven Messbereiches vorgenommen werden; bei etwa 25 % des empfindlichsten Bereiches bzw. der empfindlichsten Dekade, bei 50 % des Höchstwertes der Zwischenbereiche oder -dekade und bei 75 % der Höchstanzeige. Es sind mindestens drei dieser Prüfungen unter Verwendung einer radioaktiven Strahlungsquelle durchzuführen; zwei von denen bei diesen Extremwerten. Wenn radioaktive Strahlungsquellen eingesetzt werden, müssen diese aus dem gleichen Nuklid sein und dieselbe Bauart aufweisen. Werden elektronische Signale eingesetzt, müssen diese über alle Bereiche oder Dekaden angewendet werden (zusätzlich zu radioaktiven Strahlungsquellen).

Falls feste Strahlungsquellen eingesetzt werden, müssen sie so gegeneinander kalibriert sein, dass deren Messunsicherheit im Verhältnis zueinander geringer als 5 % ($k = 2$) ist.

7.3 Ansprechvermögen auf andere chemische Formen des Tritiums

7.3.1 Anforderungen

Wenn die Einrichtung zum Messen der Aktivität einer bestimmten chemischen Form des Tritiums ausgelegt ist, muss das Ansprechvermögen auf messungsbeeinflussende andere chemische Formen vom Hersteller festgelegt werden und geringer als 20 % des Ansprechvermögens für diejenige Form des Tritiums sein, für die die Einrichtung ausgelegt ist.

7.3.2 Prüfverfahren

Das Prüfverfahren entspricht dem in 7.1 beschriebenen, jedoch werden andere chemische Formen des Tritiums eingesetzt.

7.4 Ansprechvermögen auf andere radioaktive Gase als Tritium

7.4.1 Anforderungen

Der Hersteller muss das Ansprechvermögen der Einrichtung auf bestimmte andere radioaktive Gase als Tritium, wie z. B. ^{222}Rn und ^{220}Rn , festsetzen. Die bestimmten radioaktiven Gase, für die diese Anforderung gilt, müssen zwischen Hersteller und Käufer vereinbart werden.

7.4.2 Prüfverfahren

Das Prüfverfahren entspricht dem in 7.1 beschriebenen, jedoch wird ein anderes geeignetes radioaktives Gas oder mehrere eingesetzt.

7.5 Ansprechzeit

7.5.1 Anforderungen

Der Hersteller muss die Ansprechzeit der Anordnung festlegen. Die Ansprechzeit schließt die Zeit zum Erneuern der Luft im Detektor ein.

7.5.2 Prüfverfahren

Diese Prüfung muss mit Nenndurchflussmenge erfolgen. Die Aktivitätskonzentration in der Kammer muss mindestens dem 10fachen der Erkennungsgrenze entsprechen. Zur Bestimmung der Anzeigeänderung als Funktion der Zeit, muss ein Aufzeichnungsgerät an die Anordnung angeschlossen werden.

Es folgt die stetige Probenahme von tritiumfreier Luft und die Aufzeichnung des Wertes für die Untergrundstrahlung R_i .

In den Einlasskanal des Monitors wird stetig eine bekannte Aktivitätskonzentration von Tritium eingespeist bis das Gleichgewicht erreicht ist. Der Gleichgewichtswert R_f wird aufgezeichnet.

Die Ansprechzeit muss als Zeitintervall zwischen dem Ausgangszeitpunkt, zu dem das Tritium eingespeist wurde, und dem Zeitpunkt, zu dem der Anzeigewert das erste Mal $0,90 (R_f - R_i) + R_i$ erreicht, berechnet werden.

7.6 Einfluss anderer Strahlungen

Wenn neben Tritiumstrahlung andere Strahlungsarten vorhanden sind, kann dies die Anzeige beeinflussen. Das Ausmaß, zu dem dieser Einfluss zulässig ist, muss für jede Anwendung festgelegt werden.

7.7 Ansprechvermögen auf Umgebungsgammastrahlung

Da zwischen dem Ansprechvermögen auf Umgebungsgammastrahlung und der Erkennungsgrenze ein Zusammenhang besteht und die Anforderung an beide von der bestimmten Anwendung der Anlage abhängt, müssen sowohl das Ansprechvermögen der Anordnung auf Gammastrahlung als auch der Erkennungsgrenze zwischen Hersteller und Käufer vereinbart werden.

7.7.1 Anforderungen

Der Hersteller muss die Erkennungsgrenze und den Anzeigehöchstwert festlegen, bei dem der mit Umgebungsgammastrahlungs-Schutzeinrichtungen ausgestattete Detektor in einer vom Hersteller vorgeschriebenen Ausrichtung einer sprunghaften Änderung der Gamma-Luftkermaleistung von der Untergrund-Luftkermaleistung auf $10 \mu\text{Gy/h}$ von ^{137}Cs ausgesetzt wird. Das Ansprechvermögen auf Gammastrahlung unabhängig von der Ausrichtung und mit einer Gammastrahlungsenergie bis $1,3 \text{ MeV}$ (^{60}Co) darf das Zweifache des Wertes nicht überschreiten.

7.7.2 Prüfverfahren

Die Einrichtung muss unter Standardprüfbedingungen ohne radioaktive Strahlungsquelle betrieben und dabei die Untergrundstrahlung bestimmt werden.

Dann wird eine ^{137}Cs -Strahlungsquelle so zum Detektor ausgerichtet, dass der Abstand zwischen beiden mindestens 2 m ist und die richtige Gamma-Luftkermaleistung an der Detektorposition bei Abwesenheit der Detektoranordnung $10 \mu\text{Gy/h} \pm 10 \%$ beträgt. Die Ausrichtung des Detektors in Bezug auf die Strahlungsquelle muss der Festlegung des Herstellers entsprechen.

Die Messwerte werden nach Beginn der Bestrahlung in einminütigen Intervallen bis zur Einstellung eines konstanten Anzeigewertes der Anordnung aufgezeichnet. Nach Erreichen der Stabilität sind mindestens 10 Messwerte zu nehmen. Die Erkennungsgrenze wird auf Grundlage der letzten Messwerte berechnet. Die Erkennungsgrenze muss mit der Herstellervorgabe übereinstimmen. Der höchste Anzeigewert der Messanordnung darf den vom Hersteller festgelegten Wert nicht überschreiten.

Der Detektor muss der Strahlung entsprechend den Vereinbarungen zwischen Hersteller und Käufer auch für eine Anzahl von Detektor-Strahlungsquelle-Ausrichtungen ausgesetzt werden. Wenn die Messanordnung mit einem Gammastrahlungs-Kompensationsfaktor programmiert werden kann, darf diese Programmierung während der Prüfungen nicht geändert werden. In jedem Fall darf die Anzeige der Messanordnung das Zweifache des vom Hersteller festgesetzten Wertes nicht überschreiten.

Die oben beschriebene Prüfung wird mit der Bezugsausrichtung des Detektors zur Strahlungsquelle und unter Verwendung alternativer Gammastrahlungsquellen, wie zwischen Hersteller und Käufer vereinbart, wiederholt. Wenn die Messanordnung mit einem Gammastrahlungs-Kompensationsfaktor programmiert werden kann, darf diese Programmierung während der Prüfungen nicht geändert werden. Die Anzeige der Messanordnung darf das Zweifache des vom Hersteller festgesetzten Wertes nicht überschreiten.

7.8 Überlastprüfung

7.8.1 Anforderungen

Sofern keine anderen Vereinbarungen zwischen Hersteller und Käufer getroffen wurden, muss die Einrichtung, wenn sie einer Strahlungsquelle mit einer 10fach höheren Aktivität als zum Erreichen des Höchstanzeigewertes erforderlich ist ausgesetzt wird, den Skalenendwert oder einen eindeutigen Anzeigewert aufrechterhalten und nach Entfernen der Überlastbestrahlung normal arbeiten.

7.8.2 Prüfverfahren

- a) Die Detektoranordnung wird einer Strahlungsquelle mit geeigneter Aktivität ausgesetzt, um einen Anzeigewert zu erhalten, der zwischen dem 10- und 50fachen des niedrigsten Wertes des Messbereichs liegt; dieser Wert ist aufzuzeichnen;

- b) Die Detektoranordnung wird einer Strahlungsquelle mit einer Aktivität ausgesetzt, die zehnmal so groß ist als erforderlich, um den höchsten Messwert zu erhalten. Diese Bestrahlung wird für mindestens 10 min aufrechterhalten und nachgeprüft, ob das Instrument den Höchstanzeigewert beibehält.

Die Strahlungsquelle ist zu entfernen und nach einer Zeitspanne, die zwischen Hersteller und Käufer zu vereinbaren ist, die aber im Allgemeinen weniger als 1 h beträgt, wird die Detektoranordnung unter genau den gleichen Bedingungen den Vorgängen nach a) unterzogen. Die Anzeige darf um nicht mehr als 10 % von dem zuvor aufgezeichneten Wert abweichen.

7.9 Statistische Schwankungen

7.9.1 Anforderungen

Auf Grund der Regellosigkeit von Strahlung können die Messwerte um einen Mittelwert schwanken. Der Variationskoeffizient der Aktivitätsmesswerte aufgrund statistischer Schwankungen muss für jeden Messwert, der die erste Dekade des effektiven Messbereiches überschreitet, weniger als 10 % betragen.

7.9.2 Prüfverfahren

Es wird eine radioaktive Strahlungsquelle eingesetzt, um einen Anzeigewert zu erhalten, der dem 10- bis 50-fachen des niedrigsten Wertes des Messbereiches entspricht.

In geeigneten Zeitintervallen sind mindestens 10 Messwerte abzulesen. Um unabhängige Werte zu erhalten, werden Mittelwert und Variationskoeffizient aus allen genommenen Messwerten berechnet. Der Variationskoeffizient muss innerhalb der geforderten Grenzwerte liegen.

7.10 Stabilität der Anzeige von Detektor- und Messanordnungen

7.10.1 Anforderungen

Nach Betrieb der Anordnung für 1 h darf der Anzeigewert für eine vorgegebene Strahlungsquelle für die nächsten 100 h nicht mehr als 10 % variieren.

7.10.2 Prüfverfahren

Um einen Anzeigewert zu erhalten, der dem 10- bis 20fachen der Erkennungsgrenze entspricht, wird eine radioaktiven Strahlungsquelle verwendet.

Ohne Änderung der Einstellungen und Bedingungen sind ausreichend Messwerte nach 30 min sowie weitere Messwerte nach 10 h und 100 h zu nehmen. Die Mittelwerte der für jede Zeit genommenen Anzeigen müssen innerhalb der vorgegebenen Grenzwerte liegen.

Falls erforderlich, müssen die Anzeigewerte entsprechend dem Zerfall der Strahlungsquelle korrigiert werden.

8 Elektrische und mechanische Eigenschaften

Falls nicht anders angegeben, sind diese Prüfungen nur für Tritiummonitoren erforderlich.

8.1 Auslösebereich des Alarms

8.1.1 Anforderung

Diese Anforderung betrifft nicht den Detektor. Der Bereich der Alarmeinstellungen muss den Anforderungen nach 5.4 entsprechen.