

DIN 25483

ICS 17.240

Einsprüche bis 2022-11-02
Vorgesehen als Ersatz für
DIN 25483:2000-09

Entwurf

Verfahren zur Umgebungsüberwachung mit integrierenden Festkörperdosimetern

Methods of environmental monitoring using integrating solid-state dosimeters

Procédés de surveillance d'entourage avec dosimètres intégrateurs à l'état solide

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2022-09-02 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 nmp@din.de 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 den DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP), 10772 Berlin oder Am DIN-Platz, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

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 53 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)
DIN-Normenausschuss Laborgeräte und Laboreinrichtungen (FNLa)
DIN-Normenausschuss Radiologie (NAR)
DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Inhalt

	Seite
Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	8
4 Symbole	11
5 Anforderungen an das Dosimetriesystem	14
5.1 Allgemeines	14
5.2 Nenngebrauchsbereich	14
5.3 Einflussgrößen	14
5.4 Aufbau, Umhüllung und Kennzeichnung der Dosimeter	15
5.5 Kalibrierung	16
5.6 Dokumentation	16
6 Verfahrenstechnische Anforderungen und Festlegungen	16
6.1 Aufgabenverteilung zwischen Auswertestelle und Überwachungsstelle	16
6.2 Anforderungen an die Messorte	18
6.2.1 Anzahl und räumliche Verteilung der Messorte und der Dosimeter	18
6.2.2 Standortbedingungen und Anbringung	18
6.3 Überwachungszeitspanne $t_{\ddot{u}}$	19
6.4 Begrenzen der Handhabungszeitspanne t_H	19
6.5 Erkennung und Korrigieren einer Fremdbestrahlung während der Handhabungszeitspanne	20
7 Dosisbestimmung	21
7.1 Ermittlung der Dosisanzeige G	21
7.2 Ermittlung der Ortsdosis	22
7.3 Bestimmung der Korrekturfaktoren	23
7.3.1 Korrekturfaktor für Klima und Langzeit	23
7.3.2 Korrekturfaktor für Energie und Winkel	24
7.3.3 Korrekturfaktor für Linearitätsabweichung	24
7.4 Bestimmung der Handhabungsdosis H_H	25
7.5 Ermittlung der Zusatzdosis	25
8 Messunsicherheit und charakteristische Grenzen	26
8.1 Fortpflanzung von Messunsicherheiten	26
8.2 Messunsicherheit der Ortsdosis	26
8.3 Messunsicherheiten der Eingangsgrößen der Ortsdosis	27
8.3.1 Allgemeine Vorgehensweise	27
8.3.2 Schätzwert und Messunsicherheit der Dosisanzeige G_j	27
8.3.3 Schätzwert und Messunsicherheit der Klima- und Langzeitkorrektur bei vorfristiger Auswertung	27
8.4 Messunsicherheit der Zusatzdosis	28
8.5 Berechnung der Standardunsicherheit als Funktion eines angenommenen wahren Wertes der Zusatzdosis	28
8.6 Erkennungs- und Nachweisgrenze der Zusatzdosis	28
8.7 Überdeckungsintervall der Zusatzdosis	29
8.8 Bester Schätzwert und die ihm zugeordnete Standardunsicherheit der Zusatzdosis	29
9 Ablauf des Messverfahrens	30
9.1 Bereitstellung einer Dosimetergruppe	30
9.2 Arbeitsschritte bei der Auswertestelle	30
9.2.1 Vorbereitung der Überwachungszeitspanne	30
9.2.2 Nachbereitung der Überwachungszeitspanne	31
9.3 Arbeitsschritte bei der Überwachungsstelle	31

9.3.1	Beginn der Überwachungszeitspanne	31
9.3.2	Ende der Überwachungszeitspanne	31
9.4	Berechnung der Ortsdosen	31
9.5	Dokumentation, Interpretation und Berichten der Überwachungsergebnisse	32
10	Qualitätssicherung	33
10.1	Allgemeines	33
10.2	Kalibrierungsüberprüfung	33
10.3	Teilnahme an Vergleichsprogrammen	33
Anhang A (informativ) Hinweise zur Dosisbestimmung bei Vorkommnissen (Störfall und Notfall)		35
A.1	Anforderungen	35
A.2	Dosimeterwechsel	35
A.3	Kalibrierung und Auswertung	35
Anhang B (informativ) Hinweise zur Bestimmung der Untergrunddosis		37
B.1	Allgemeines	37
B.2	Bestimmung der intervallspezifischen Komponente	38
B.2.1	Untergrunddosimeter an einem Referenzstandort	38
B.2.2	Statistische Auswertung aller Ortsdosismesswerte eines Überwachungsintervalls	39
B.3	Bestimmung der ortsspezifischen Komponente	39
B.3.1	Statistische Auswertung von unbeeinflussten Ortsdosismesswerten	39
B.3.2	Bestimmung ohne unbeeinflusste Überwachungsintervalle	40
B.3.3	Pauschale Festlegung	41
B.4	Verwendung zusätzlicher Messverfahren	42
Anhang C (informativ) Beispiel zur Ermittlung der Zusatzdosis, ihrer Messunsicherheit und der charakteristischen Grenzen		43
C.1	Allgemeines	43
C.2	Beispieldaten	43
C.3	Eingangsgrößen	43
C.3.1	Schätzwert und Messunsicherheit der Korrektionsfaktoren	43
C.3.2	Schätzwert und Messunsicherheit des Kalibrierkoeffizienten N	44
C.3.3	Schätzwert und Messunsicherheit der Dosisanzeigen G_j und G_U	44
C.3.4	Schätzwert und Messunsicherheit der Handhabungszeitspanne t_H	45
C.3.5	Schätzwert und Messunsicherheit der natürlichen Dosisleistung $\dot{H}_{nat}$	45
C.4	Ortsdosis und der Untergrunddosis	45
C.4.1	Bestimmung der Dosiswerte und ihrer Messunsicherheit	45
C.4.2	Unsicherheitsbudget der Ortsdosis und der Untergrunddosis	46
C.5	Zusatzdosis	47
C.5.1	Bestimmung der Zusatzdosis und ihrer Messunsicherheit	47
C.5.2	Unsicherheitsbudget der Zusatzdosis	47
C.5.3	Erkennungs- und Nachweisgrenze der Zusatzdosis	48
C.5.4	Unsicherheitsbudget der Erkennungsgrenze	48
C.5.5	Unsicherheitsbudget der Nachweisgrenze	49
C.5.6	Bester Schätzwert der Zusatzdosis und die ihm zugeordnete Unsicherheit	50
Anhang D (informativ) Beispiel zur Einteilung der Dosimetergruppe		51
Literaturhinweise		52

Tabellen

Tabelle 1	— Symbole zur Umgebungsüberwachung mit passiven integrierenden Dosimetern	11
Tabelle C.1	— Beispieldaten für die Eingangsgrößen	43
Tabelle C.2	— Korrektionsfaktoren	44
Tabelle C.3	— Unsicherheitsbudget der Ortsdosis	46
Tabelle C.4	— Unsicherheitsbudget der Untergrunddosis	46
Tabelle C.5	— Unsicherheitsbudget der Zusatzdosis j	48
Tabelle C.6	— Unsicherheitsbudget der Erkennungsgrenze	49
Tabelle C.7	— Unsicherheitsbudget der Nachweisgrenze	49

Tabelle D.1 — Beispiel einer Einteilung einer Dosimetergruppe für eine Überwachungsperiode und 80 Messorte	51
---	-----------

Vorwort

Dieses Dokument wurde vom DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP), Arbeitsausschuss NA 062-07-63 AA, Radionuklidlaboratorien, erarbeitet.

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

Änderungen

Gegenüber DIN 25483:2000-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Harmonisierung der Begriffe und Symbole mit dem internationalen Normenwerk, insbesondere JCGM 100:2008, JCGM 101:2008, JCGM 200:2012, IEC 62387:2020;
- b) Verallgemeinerung des Verfahrens auf alle Arten passiver integrierender Dosimetersysteme;
- c) Ergänzung eines Verfahrens zur Ermittlung der Zusatzdosis;
- d) Berücksichtigung der Methodik zur Ermittlung der charakteristischen Grenzen nach der Normenreihe DIN EN ISO 11929;
- e) Aktualisierung der Verfahrenshinweise zur Bestimmung einer repräsentativen Untergrunddosis;
- f) redaktionelle Überarbeitungen.

Einleitung

Das in diesem Dokument beschriebene Verfahren dient der Messung der Ortsdosis durch Photonenstrahlung mit Hilfe von passiven integrierenden Dosimetern im Rahmen der Umgebungsüberwachung von genehmigungsbedürftigen Anlagen und Einrichtungen nach § 103 (2) Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) [1]. Dieses Dokument wendet sich sowohl an die Betreiber solcher Anlagen und Einrichtungen sowie an die Messstellen, die passive integrierende Dosimeter zur Umgebungsüberwachung einsetzen.

Zweck des Verfahrens ist die Ermittlung der Exposition für Einzelpersonen der Bevölkerung in Folge von Direktstrahlungsbeiträgen sowie der Gammasubmersion luftgetragener Ableitungen radioaktiver Stoffe aus der zu überwachenden Anlage oder Einrichtung. Für die effektive Dosis aus genehmigungsbedürftigen Tätigkeiten gilt für eine Einzelperson der Bevölkerung gemäß § 80 (1) StrlSchG [14] ein Grenzwert von 1 mSv pro Kalenderjahr. Dieser Grenzwert beinhaltet auch die Exposition in Folge der luft- und wassergetragenen Ableitungen radioaktiver Stoffe, die gemäß § 99 (1) StrlSchV jeweils mit 0,3 mSv effektiver Dosis pro Kalenderjahr begrenzt sind.

Passive integrierende Dosimeter erfassen bei Ortsdosismessungen alle auf den Messort einwirkenden Strahlungsbeiträge. Neben den evtl. vorkommenden anlagenbedingten Beiträgen zur Ortsdosis sind somit auch die Beiträge durch die natürlich vorkommende terrestrische und kosmische Strahlung Teil des Messergebnisses. Um die Einhaltung des o. g. Grenzwertes der Exposition für Einzelpersonen der Bevölkerung zu belegen, muss der Anteil der Ortsdosis ermittelt werden, der abzüglich aller nicht im Zusammenhang mit der zu überwachenden Anlage oder Einrichtung stehenden Komponenten verbleibt (Zusatzdosis). Die zur Bestimmung der Zusatzdosis erforderliche Ermittlung der repräsentativen Untergrunddosis folgt gegenwärtig keinem einheitlichem Stand der Technik und wird unter Berücksichtigung der Standortgegebenheiten und der Möglichkeiten der Auswerte- und Überwachungsstellen unterschiedlich gehandhabt. Daher enthält Anhang B lediglich nicht normative Verfahrensvorschläge und Hinweise für eine praktikable Bestimmung der Untergrunddosis.

In diesem Dokument wird die Ermittlung der charakteristischen Grenzen (Erkennungsgrenze, Nachweisgrenze und Grenzen des Überdeckungsintervalls) nach DIN EN ISO 11929-1:2021-11 für das beschriebene Verfahren erläutert. Die charakteristischen Grenzen werden entsprechend dem Zweck des Verfahrens auf die Zusatzdosis bezogen, insbesondere auch, weil sich die Anforderungen zur Nachweisgrenze aus der Richtlinie für die Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) [2] auf die Zusatzdosis beziehen.

Dieses Dokument regelt die wesentlichen Prozeduren, Abläufe und technischen Anforderungen für die Umgebungsüberwachung mit integrierenden Festkörperdosimetern unter Berücksichtigung der Vorgaben von StrlSchG, StrlSchV, der REI, sowie des gegenwärtigen Standes der Technik in Bezug auf metrologische Grundlagen, Dosimeteranforderungen und Qualitätssicherung.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument ist anzuwenden für die Messung der langfristig akkumulierten, durch Photonenstrahlung erzeugten Ortsdosis mit passiven integrierenden Dosimetern an Anlagen und Einrichtungen, bei denen Ortsdosismessungen im Rahmen von Immissionsmessprogrammen gemäß § 103 (2) StrlSchV durchzuführen sind.

Dieses Dokument legt insbesondere ein Verfahren zur Überwachung der Gamma-Ortsdosis gemäß der Richtlinie für die Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) [2] fest.

Dieses Dokument ist nicht anzuwenden bei Anlagen oder Einrichtung, für die die jährliche Ermittlung der Exposition von Einzelpersonen der Bevölkerung gemäß § 101 (2) StrlSchV nicht erforderlich ist.

Anhang A bis Anhang D sind nicht normativ und beinhalten Hinweise zur Anpassung des Verfahrens bei Vorkommnissen, Hinweise zur Bestimmung der repräsentativen Untergrunddosis, ein Berechnungsbeispiel sowie ein Beispiel zur Aufteilung einer Dosimetergruppe.

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).

DIN 6814-3:2016-08, *Begriffe in der radiologischen Technik — Teil 3: Dosimetrie*

DIN EN ISO 11929-1:2021-11, *Bestimmung der charakteristischen Grenzen (Erkennungsgrenze, Nachweisgrenze und Grenzen des Überdeckungsintervalls) bei Messungen ionisierender Strahlung — Grundlagen und Anwendungen — Teil 1: Elementare Anwendungen (ISO 11929-1:2019); Deutsche Fassung EN ISO 11929-1:2021*

DIN EN ISO 11929-2:2021-11, *Bestimmung der charakteristischen Grenzen (Erkennungsgrenze, Nachweisgrenze und Grenzen des Überdeckungsintervalls) bei Messungen ionisierender Strahlung — Grundlagen und Anwendungen — Teil 2: Fortgeschrittene Anwendungen (ISO 11929-2:2019); Deutsche Fassung EN ISO 11929-2:2021*

DIN EN ISO 14146:2021-12, *Strahlenschutz — Kriterien und Mindestanforderungen bei der wiederkehrenden Überprüfung von Dosismessstellen (ISO 14146:2018); Deutsche Fassung EN ISO 14146:2021*

DIN EN ISO 29661:2018-01, *Referenzstrahlungsfelder für den Strahlenschutz — Definitionen und grundlegende Konzepte (ISO 29661:2012, einschließlich Amd 1:2015); Deutsche Fassung EN ISO 29661:2017*

DIN EN ISO/IEC 17025:2018-03, *Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien (ISO/IEC 17025:2017); Deutsche und Englische Fassung EN ISO/IEC 17025:2017*

DIN IEC/TR 62461:2015-07, *Strahlenschutz-Messgeräte — Bestimmung der Unsicherheit beim Messen (IEC/TR 62461:2015)*

DIN ISO 4037 (alle Teile), *Strahlenschutz — Röntgen- und Gamma-Referenzstrahlungsfelder zur Kalibrierung von Dosimetern und Dosisleistungsmessgeräten und zur Bestimmung ihres Ansprechvermögens als Funktion der Photonenenergie*

IEC 62387:2020, *Radiation protection instrumentation — Dosimetry systems with integrating passive detectors for individual, workplace and environmental monitoring of photon and beta radiation*

JCGM 100:2008, *Evaluation of measurement data — Guide to the expression of uncertainty in measurement*

JCGM 101:2008, *Evaluation of measurement data — Supplement 1 to the „Guide to the expression of uncertainty in measurement“ — Propagation of distributions using a Monte Carlo method*

JCGM 200:2012, *International vocabulary of metrology — Basic and general concepts and associated terms (VIM), 3rd edition, 2008 version with minor corrections*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

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

- DIN-TERMinologieportal: verfügbar unter <https://www.din.de/go/din-term>
- DKE-IEV: verfügbar unter <http://www.dke.de/DKE-IEV>

3.1

Messergebnis

Satz von Größenwerten, der einer Messgröße zuzuordnen ist, zusammen mit jeder ansonsten verfügbaren relevanten Information

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Satz von Größenwerten kann auch Menge aller Größenwerte genannt werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Information beinhaltet, dass einige Größenwerte für die Messgröße repräsentativer sein können als andere. Dies kann in Form einer Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion (PDF) ausgedrückt werden.

[QUELLE: JCGM 200:2012, 2.9, aus dem Englischen übersetzt, modifiziert – Anmerkung 1 und Anmerkung 2 zum Begriff wurde hinzugefügt]

3.2

Messunsicherheit

Standardunsicherheit

nicht-negativer Parameter, der die Streuung der Werte charakterisiert, die vernünftigerweise der Messgröße auf der Grundlage der benutzten Information zugeordnet werden können.

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Messunsicherheit ist die Standardabweichung der Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion des Messergebnisses.

[QUELLE: JCGM 200:2012, 2.26, aus dem Englischen übersetzt, modifiziert – Anmerkung wurde hinzugefügt]

3.3

Modell der Auswertung

Modellfunktion

Menge mathematischer Relationen zwischen allen gemessenen und anderen Größen, die bei der Auswertung der Messung einbezogen werden

[QUELLE: JCGM 200:2012, 2.48, aus dem Englischen übersetzt]

3.4

Erkennungsgrenze

Schätzwert der Messgröße, bei dessen Überschreitung durch ein aktuelles Ergebnis einer Messung mit einem Messverfahren, das einen physikalischen Effekt quantifiziert, man entscheidet, zu folgern, dass der physikalische Effekt vorliegt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Erkennungsgrenze wird für die Zusatzdosis aus 7.5 berechnet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Erkennungsgrenze ist so festgelegt, dass die Wahrscheinlichkeit für eine falsch positive Entscheidung hinsichtlich der Zusatzdosis gleich einem vorgegebenen Wert α ist. Eine falsch positive Entscheidung ist die fälschliche Annahme einer Zusatzdosis größer null, obwohl der (wahre) Wert der Zusatzdosis gleich null ist.

Anmerkung 3 zum Begriff: Wenn das Messergebnis für die Zusatzdosis kleiner als die Erkennungsgrenze ist, kann das Ergebnis nicht dem physikalischen Effekt zugeordnet werden. Trotzdem kann nicht geschlossen werden, dass der physikalische Effekt nicht vorliegt.

[QUELLE: DIN EN ISO 11929-1:2021-11, 3.12, modifiziert – Anmerkung 1 wurde ergänzt, Anmerkung 2 und Anmerkung 3 modifiziert.]

3.5

Nachweisgrenze

kleinster (wahrer) Wert der Messgröße, der mit einer vorgegebenen Wahrscheinlichkeit durch das Messverfahren erkannt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Nachweisgrenze wird für die Zusatzdosis aus 7.5 berechnet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Nachweisgrenze ist der kleinste (wahre) Wert der Zusatzdosis, für den für die falsche Entscheidung, zu folgern, dass eine Zusatzdosis nicht vorliegt, obwohl diese vorliegt, höchstens gleich einer vorgegebenen Wahrscheinlichkeit β ist.

Anmerkung 3 zum Begriff: Die Wahrscheinlichkeit β ist die Wahrscheinlichkeit für eine falsch negative Entscheidung. Eine falsch negative Entscheidung ist die fälschliche Annahme einer Zusatzdosis gleich null, obwohl der (wahre) Wert der Zusatzdosis größer null ist.

[QUELLE: DIN EN ISO 11929-1:2021-11, 3.13, modifiziert – Anmerkung 1 wurde ergänzt, Anmerkung 2 und Anmerkung 3 modifiziert]

3.6

Überdeckungsintervall

Intervall, das den Bereich möglicher wahrer Werte der Messgröße auf der Grundlage der verfügbaren Information mit einer vorgegebenen Wahrscheinlichkeit enthält

[QUELLE: JCGM 200:2012, 2.36 aus dem Englischen übersetzt]

3.7

probabilistisch symmetrisches Überdeckungsintervall

Überdeckungsintervall einer Messgröße mit der Eigenschaft, dass die Wahrscheinlichkeit, dass der (wahre) Wert der Messgröße kleiner ist als der kleinste Wert des Intervalls, gleich der Wahrscheinlichkeit ist, dass der (wahre) Wert der Messgröße größer ist als der größte Wert des Intervalls

[QUELLE: JCGM 101:2008, 3.15 aus dem Englischen übersetzt]

3.8

kürzestes Überdeckungsintervall

Überdeckungsintervall einer Messgröße mit der kürzesten Länge aller Überdeckungsintervalle derselben Überdeckungswahrscheinlichkeit

[QUELLE: JCGM 101:2008, 3.16 aus dem Englischen übersetzt]

3.9

bester Schätzwert für den (wahren) Wert der Messgröße

Erwartungswert der Wahrscheinlichkeitsverteilung des (wahren) Wertes der Messgröße, gegeben durch das experimentelle (primäre) Messergebnis und unter Berücksichtigung aller Informationen, die vor der Durchführung der Messung vorlagen

Anmerkung 1 zum Begriff: Der beste Schätzwert ist der, der unter allen möglichen Schätzwerten der Messgröße bei gegebener Information mit der kleinsten Standardabweichung verbunden ist.

[QUELLE: DIN EN ISO 11929-1:2021-11, 3.17 und Abschnitt 10]

3.10

Ortsdosis

Äquivalentdosis, gemessen an einem bestimmten Messort

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Einheit der Umgebungs-Äquivalentdosis ist das Sievert (Sv).

Anmerkung 2 zum Begriff: Von den in DIN 6814-3:2016-08 angegebenen Messgrößen wird gemäß ICRP 116 [3] in der Umgebungsüberwachung die Ortsdosis-Messgröße Umgebungs-Äquivalentdosis $H^*(10)$ verwendet.

Anmerkung 3 zum Begriff: Die Ortsdosen in der hier angegebenen Messgröße $H^*(10)$ sind Überwachungsdaten für den praktischen Strahlenschutz. Sie sind keine Körperdosen. Hinweise für die Umrechnung dieser Überwachungsdaten in Körperdosen sind in [4] enthalten.

Anmerkung 4 zum Begriff: Die Ortsdosis ist die Summe aus der Zusatzdosis und der Untergrunddosis an dem bestimmten Messort.

[QUELLE: DIN 6814-3:2016-08, modifiziert – Anmerkungen 2 bis 7 nicht übernommen, Anmerkungen 2 bis 4 neu aufgenommen, „Mess-Äquivalentdosis“ durch „Äquivalentdosis“ ersetzt]

3.11

Zusatzdosis

Beitrag zur Ortsdosis am Messort, der zusätzlich zur Untergrunddosis durch die überwachte Anlage oder Einrichtung erzeugt wird

3.12

Untergrunddosis

Beitrag zur Ortsdosis am Messort, der nicht durch die zu überwachende Anlage oder Einrichtung verursacht wird und im Wesentlichen durch die natürliche Umgebungsstrahlung entsteht

3.13

Dosimetriesystem

Gesamtheit der zur Erzeugung von Dosismesswerten notwendigen technischen Komponenten bestehend aus:

- a) den Dosimetern;
- b) einem oder mehreren *Detektoren* je Dosimeter;
- c) einem *Auswertegerät*;
- d) einem *Rechner* mit geeigneter *Software*, um das Auswertegerät zu steuern, die vom Auswertegerät übermittelten Daten zu speichern, den Messwert zu berechnen, anzuzeigen und in Form einer elektronischen Datei oder als Papierkopie zu speichern;
- e) *zusätzlichen Geräten* für die Durchführung zugehöriger Prozesse wie die Löschung der gespeicherten Dosisinformation, das Reinigen der Dosimeter oder solchen, die für die Sicherstellung der Leistungsfähigkeit des gesamten Systems notwendig sind.

Anmerkung 1 zum Begriff: Verfahrensdokumente wie Arbeitsvorschriften und Gebrauchsanweisungen können Bestandteil des Dosimetriesystems sein.

3.14

Detektor

eine passive Vorrichtung, die in Folge der Einwirkung von ionisierender Strahlung ein Signal speichert, das zur Messung einer oder mehrerer Größen des einfallenden Strahlungsfeldes genutzt werden kann

3.15

Dosimeter

Strahlungsmessgerät, das geeignet ist Dosisgrößen zu messen

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Dosimeter im Sinne dieses Dokuments ist der Bestandteil des Dosimetriesystems, der zur Messung der Umgebungs-Äquivalentdosis $H^*(10)$ am Messort exponiert wird.

Anmerkung 2 zum Begriff: Ein Dosimeter besteht üblicherweise aus einem oder mehreren Detektoren in einer Umhüllung, die mit einer Kennzeichnung ausgestattet ist und erforderlichenfalls Filtern zur Messung der Umgebungs-Äquivalentdosis $H^*(10)$ enthält.

[QUELLE: IEC 62387:2020, 3.11, aus dem Englischen übersetzt, modifiziert – Anmerkung 1 und Anmerkung 2 ergänzt]

3.16

Messnetz

Gesamtheit der zum Zwecke der Bilanzierung zusammengefassten Messorte, die Bestandteil des Programms zur Umgebungsüberwachung der Anlage oder Einrichtung sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Programm zur Umgebungsüberwachung kann mehrere Messnetze beinhalten.

BEISPIEL Bei einer kerntechnischen Anlage kann es ein Messnetz mit Messorten innerhalb des Betriebsgeländes, ein weiteres am Zaun des Betriebsgeländes und drittes außerhalb des Betriebsgeländes geben.

3.17

Dosimetergruppe

Fading

zeitliche Änderung der Dosisanzeige durch die Einwirkung der Umgebungsbedingungen (Temperatur, UV-Strahlung und Luftfeuchte) in der Expositionszeitspanne

3.18

Fadingdosimeter

Kontrolldosimeter, dessen Dosisanzeige zur Bestimmung des Korrekturfaktors Klima/Langzeit (Fading) verwendet wird

4 Symbole

Die verwendeten Symbole sind in Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1 — Symbole zur Umgebungsüberwachung mit passiven integrierenden Dosimetern

Symbole	Benennung	Einheit
γ	Wahrscheinlichkeit dafür, dass der wahre Wert einer Größe nicht innerhalb des Überdeckungsintervalls liegt	—
$\Phi(t)$	Verteilungsfunktion der standardisierten Normalverteilung	—
ω	Parameterwert mit der Verteilungsfunktion $\Phi(t)$ aus Gleichung (21)	—
F_S	Schwächungsfaktor	—

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbole	Benennung	Einheit
G	Dosisanzeige	mSv
G_j	Dosisanzeige des Ortsdosimeters am Messort j	mSv
G_f	Dosisanzeige der Fadingdosimeter	mSv
$G_{ref}, G_{ref,B}$	Dosisanzeige von Dosimetern, die mit der Exposition H_{ref} bzw. $H_{ref,B}$ exponiert wurden	mSv
$G_{0,f}$	Dosisanzeige der zu den Fadingdosimetern gehörenden Nulldosimeter	mSv
$G_{j,y}$	Dosisanzeige der Ortsdosimeters am Messort j im Überwachungsintervall y	mSv
$\bar{G}_y$	Mittelwert der Dosisanzeigen aller Ortsdosimeter im Überwachungsintervall y	mSv
$\bar{G}_U$	die mittlere Dosisanzeige aller Untergrunddosimeter am Referenzstandort	mSv
$G_{U,m}$	die Dosisanzeige des m -ten Untergrunddosimeters	mSv
H	Ortsdosis	mSv
$H^*(10)$	Umgebungs-Äquivalentdosis	mSv
H_H	Handhabungsdosis	mSv
H_j	Ortsdosis gemessen am Messort j	mSv
$H_{j,y}$	Ortsdosis gemessen am Messort j in der Überwachungszeitspanne y	mSv
$H_{j,y_{0E}}$	Ortsdosis am Messort j im Überwachungsintervall y_{0E} ohne Beeinflussung durch die zu überwachende Anlage oder Einrichtung	mSv
H_{max}	obere Grenze des Messbereichs Ortsdosis	mSv
H_{min}	untere Grenze des Messbereichs der Ortsdosis	mSv
$\dot{H}_{nat}$	mittlere Ortsdosis durch natürliche Untergrundstrahlung	μSv/d
$\bar{H}_{0E,j}$	Ortsdosis am Messort j gemittelt über Überwachungsintervalle ohne Einfluss der zu überwachenden Anlage oder Einrichtung	mSv
$\bar{H}_{0E}$	Ortsdosis gemittelt über alle Messorte und über die Überwachungsintervalle ohne Einfluss der zu überwachenden Anlage oder Einrichtung	mSv
$\bar{H}_{0E,j}$	Ortsdosis am Messort j gemittelt über Überwachungsintervalle ohne Einfluss der zu überwachenden Anlage oder Einrichtung	mSv
$H_{ref}, H_{ref,Pr}$	Ortsdosis einer Referenzexposition allgemein bzw. unter Prüfbedingungen	mSv
$H_{U,j}$	Untergrunddosis am Messort j	mSv
$H_{U,y}$	für das Überwachungsintervall y spezifische Komponente der Untergrunddosis	mSv
$H_{U,o,j}$	ortspezifische Komponente der Untergrunddosis am Messort j	mSv
$H_{z,j}$	Zusatzdosis am Messort j	mSv
$\tilde{h}_{z,j}$	angenommener wahrer Wert der Zusatzdosis am Messort j	mSv
$h_{z,j}^*$	Erkennungsgrenze der Zusatzdosis am Messort j	mSv
$h_{z,j}^\#$	Nachweisgrenze der Zusatzdosis am Messort j	mSv

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbole	Benennung	Einheit
$h_{z,j}^{\triangleleft}, h_{z,j}^{\triangleright}$	untere und obere Grenze des Überdeckungsintervalls der Zusatzdosis am Messort j	mSv
$\hat{h}_{z,j}$	Bester Schätzwert der Zusatzdosis am Messort j	mSv
j	Index für den Messort	—
K, K_j	Korrektionsfaktor für multiplikative Einflussgrößen allgemein bzw. am Messort j	—
$k_{E,\beta}$	Korrektionsfaktor für die Einflussgröße Photonenenergie und Strahlungseinfallsrichtung bei der Umgebungsüberwachung bezogen auf die Bezugsstrahlenqualität	—
k_{ECC}	individueller Kalibrierfaktor des Detektors	verschieden
k_K	Korrektionsfaktor für Klima und Langzeit	—
k_L	Korrektionsfaktor für Linearitätsabweichung	—
k_{RCF}	Korrektionsfaktor für Veränderungen des Ansprechvermögens des Auslesegeräts	verschieden
$k_{1-\alpha}, k_{1-\beta}$	$(1-\alpha)$ - bzw. $(1-\beta)$ -Quantil der Standardnormalverteilung zur vorgegebenen Irrtumswahrscheinlichkeit α bzw. β	—
M	Modell der Auswertung (Modellfunktion)	verschieden
N	Normalverteilung	—
N	Kalibrierkoeffizient zur Normierung der Dosisanzeige auf die Größe $H^*(10)$	—
n_j	die Anzahl der betrachteten Messorte	—
$n_{y_{oE}}$	Anzahl der betrachteten Überwachungsintervalle ohne Einfluss der zu überwachenden Anlage oder Einrichtung	—
n_U	die Anzahl aller Untergrunddosimeter am Referenzstandort	—
R	Rechteckverteilung	—
$r_{E,\beta}$	relative Ansprechvermögen des Dosimeters durch Strahlungsenergie und -einfallsrichtung in Bezug auf die Messgröße $H^*(10)$ im Vergleich zu den Bezugsbedingungen	—
S	Signal eines Detektors im Dosimeter	verschieden
S_0	Nullsignal	verschieden
S_1, S_g	Signal des Detektoren mit der lfd. Nummer 1 bis g	verschieden
T	Dreiecksverteilung	—
t_H	Handhabungszeitspanne	d
$t_{\tilde{u}}$	Überwachungszeitspanne	d
$t_{\tilde{u}, \min}$	minimal mögliche Überwachungszeitspanne	d
$u(x), u(y)$	Standardmessunsicherheit der Eingangsgröße x bzw. der Ergebnisgröße y	$[x]$ bzw. $[y]$
$u(x_i, x_k)$	Kovarianz der Eingangsgrößen x_i und x_k	verschieden
$\tilde{u}(\hat{h}_{z,j})$	Unsicherheit des angenommenen wahren Wertes der Zusatzdosis am Messort j	mSv

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbole	Benennung	Einheit
$\tilde{u}(h_{z,j}^{\#})$	Unsicherheit des angenommenen wahren Wertes der Zusatzdosis am Messort j , wenn dieser der Nachweisgrenze entspricht	mSv
$\tilde{u}(0)$	Unsicherheit des angenommenen wahren Wertes der Zusatzdosis am Messort j , wenn dieser gleich null ist	mSv
X_i, X_k, X_m	i -te, k -te bzw. m -te Eingangsgröße	verschieden
x_i, x_k, x_m	Schätzwert der i -ten, k -ten bzw. m -ten Eingangsgröße	verschieden
y_{oE}	Index für die Überwachungsintervalle ohne Einfluss der zu überwachenden Anlage oder Einrichtung	—
Y, y	Ergebnisgröße und ihr Schätzwert	verschieden

5 Anforderungen an das Dosimetriesystem

5.1 Allgemeines

Für die Umgebungsüberwachung geeignet sind solche Dosimetriesysteme, die in Bezug auf Nenngebrauchsbereich und maximale Messabweichung die Leistungsanforderungen von IEC 62387:2020 bzgl. der Messung von $H^*(10)$ und der Robustheit gegenüber Umgebungseinflüssen erfüllen. Die vollständige Konformität mit IEC 62387 wird empfohlen.

Die Erfüllung der Leistungsanforderungen muss durch den Inverkehrbringer des Dosimetriesystems (üblicherweise Hersteller oder Auswertestelle) nachgewiesen werden. Nachweise für die Erfüllung der Leistungsanforderungen können sein:

- a) eine Baumusterprüfung durch die Physikalisch-Technische Bundesanstalt,
- b) eine Konformitätsbescheinigung in Bezug auf die entsprechenden Leistungsanforderungen der IEC 62387:2020, die durch eine akkreditiertes Prüf- oder Kalibrierlabor ausgestellt wurde,
- c) erfolgreiche Teilnahme an Ringversuchen oder Laborvergleichen oder
- d) dokumentierte Messungen, Kalibrierungen, Berechnungen oder sonstige Validierungsnachweise, die die Einhaltung der Anforderungen an Richtigkeit und Präzision der Messung sowie Robustheit gegenüber den relevanten Störgrößen im vom Inverkehrbringer angegebenen Nenngebrauchsbereich belegen.

5.2 Nenngebrauchsbereich

Die relevanten Einflussgrößen, der abzudeckende Mindestnenngebrauchsbereich sowie die damit zusammenhängenden Leistungsanforderungen sind in IEC 62387:2020 festgelegt. Demnach darf die untere Grenze des Messbereichs maximal 0,1 mSv betragen, die obere Grenze des Messbereichs muss mindestens 1 Sv betragen.

ANMERKUNG Es ist möglich, dass Dosimetriesysteme bei Expositionen größer als 1 Sv die Leistungsanforderungen nicht mehr vollumfänglich einhalten. Die Messung von hohen Expositionen in Notfallsituationen ist dennoch mit vertretbarer Genauigkeit möglich, wenn die obere Grenze des Anzeigebereichs des Dosimetriesystems mindestens 10 Sv beträgt und die Auswertestelle die erforderliche Korrektur der Linearitätsabweichung durchführen kann.

5.3 Einflussgrößen

Mit Bezug auf die Querempfindlichkeit für Betastrahlung müssen die Anforderungen von IEC 62387:2020 erfüllt werden. Entsprechend IEC 62387:2020 muss zudem das Ansprechvermögen für Neutronenstrahlung

ermittelt werden. Der Einfluss von Neutronenstrahlung auf den Dosismesswert durch Photonenstrahlung muss minimiert werden.

ANMERKUNG 1 Der Einfluss von Neutronenstrahlung auf den Dosismesswert durch Photonenstrahlung kann durch die Wahl eines geeigneten, neutronenunempfindlichen Detektormaterials vernachlässigbar geringgehalten werden. Durch Anreicherung des Detektormaterials mit Isotopen, die einen geringen Wirkungsquerschnitt für den Einfang oder die inelastische Streuung von Neutronen haben, kann das Ansprechvermögen für Neutronenstrahlung wesentlich reduziert werden.

BEISPIEL Materialien für Thermolumineszenzdetektoren, die Lithium oder Bor enthalten, werden mit dem Isotop ^7Li bzw. ^{11}B angereichert, um das Ansprechvermögen für Neutronen zu reduzieren.

Leistungsanforderungen zur Stabilität der Dosisanzeige unter dem Einfluss von Temperatur, Feuchtigkeit und Messdauer enthält IEC 62387:2020. Es muss sichergestellt sein, dass über einen Zeitraum, der der geplanten Überwachungszeitspanne plus 10 % entspricht, diese Anforderungen erfüllt werden. Um die Einhaltung dieser Anforderung sicherzustellen, kann es notwendig sein, den Korrektionsfaktor für Klima und Langzeit bei jeder Messung empirisch zu bestimmen (siehe 7.3.1), insbesondere wenn die Stabilität der Dosisanzeige nicht durch andere Maßnahmen der Auswertestelle oder die spezifischen Eigenschaften des Dosimetriesystems sichergestellt werden kann.

ANMERKUNG 2 Die empirische Korrektion von klima- und langzeitbedingten Messabweichungen kann unter anderem vermieden werden durch die Wahl eines geeigneten Detektormaterials bzw. Detektionsprinzips, das in Bezug auf thermische Signalverluste robust ist (z. B. optisch stimulierte Lumineszenz in Berylliumoxid). Des Weiteren kann der Algorithmus zur Signalbestimmung auch derart angepasst werden, dass Signalanteile, die einem starken Fading unterliegen, bei der Bestimmung der Dosisanzeige unterdrückt werden.

5.4 Aufbau, Umhüllung und Kennzeichnung der Dosimeter

Für das Dosimeter muss die Vorzugsrichtung festgelegt werden und in der technischen Dokumentation (siehe 5.6) beschrieben sowie, wenn möglich, auf dem Dosimeter gekennzeichnet werden, ausgenommen das Dosimeter ist isotrop aufgebaut und besitzt keine Vorzugsrichtung.

Ein Dosimeter besteht aus einem oder mehreren Detektoren und einer Hülle als Bestandteil des Dosimeters. Sowohl Detektor(en) als auch Hülle müssen in die Kalibrierung und Prüfung einbezogen werden. Die Hülle muss witterungsbeständig, aktivitätsarm und robust gegenüber mechanischer Beschädigung sein. Sofern die Positionierung der Dosimeter im Außenbereich ohne zusätzlichen Witterungsschutz erfolgt, muss die Hülle undurchlässig für Spritzwasser sein. Die Hülle des Dosimeters muss eine Fixierung oder Aufhängung ermöglichen und sollte, sofern es die Bauart des Dosimeters erlaubt, einen Schutz gegen unbeabsichtigtes Öffnen vorsehen.

BEISPIEL 1 Ein Schutz gegen unbeabsichtigtes Öffnen kann durch eine Plombe oder durch Einschweißen in Folie realisiert werden.

Die Hülle muss so ausgelegt sein, dass starkes Erhitzen des Dosimeters durch Sonneneinstrahlung sowie Kondenswasserbildung weitgehend verhindert werden, es sei denn es kommt ein zusätzlicher Witterungsschutz zum Einsatz. Im Fall der Verwendung eines zusätzlichen Witterungsschutzes muss dieser in die Kalibrierung einbezogen werden oder nachgewiesen werden, dass das Dosimeter auch mit zusätzlichem Witterungsschutz die Anforderungen im vorgesehenen Nenngebrauchsbereich für Strahlungsenergie- und -einfall weiterhin erfüllt. Die Eigenaktivität der Materialien, die für den Detektor, die Detektorhalterung, die Filter, Hülle sowie ggf. Witterungsschutz benutzt werden, muss so gering sein, dass die Messung nicht gestört wird. Die Dosimeter müssen von außen ablesbar und dauerhaft gekennzeichnet sein, so dass eine eindeutige Identifizierung der Dosimeter und die Zuordnung innerhalb des Überwachungsprogramms jederzeit möglich sind und Verwechslungen von Dosimetern ausgeschlossen ist.

BEISPIEL 2 Ein witterungsbeständiges Klebeschild auf der Dosimeterhülle mit einer eindeutig vergebenen Dosimeternummer ist eine Möglichkeit zur Kennzeichnung der Dosimeter. Die systemeigene Identifizierungsnummer der Dosimeterkarte ist eine andere Möglichkeit zur Kennzeichnung der Dosimeter, sofern die Identifizierungsnummer auch im fertig konfektionierten Zustand von außen ablesbar bleibt.

5.5 Kalibrierung

Dosimetriesysteme, die für die Umgebungsüberwachung eingesetzt werden, müssen bezüglich der Umgebungs-Äquivalentdosis $H^*(10)$ kalibriert werden. Es wird empfohlen die Kalibrierung der Dosimetriesysteme, die zur Umgebungsüberwachung eingesetzt werden, in Referenzphotonenfeldern nach DIN EN ISO 29661:2018-01 und DIN ISO 4037 (alle Teile) durchzuführen. Die Rückführbarkeit der verwendeten Kalibriernormale auf ein Primärnormal muss sichergestellt sein. Es ist möglich die Kalibrierung auf einzelne Aspekte des Dosimetriesystems (Detektor, Auswertegerät, Umhüllung, Normierung auf die Messgröße) aufzuteilen (siehe auch 7.1).

BEISPIEL Die Kalibrierung eines Dosimetriesystems enthalte einen Kalibrierfaktor für das Ansprechvermögen des Auswertegerätes, einen Kalibrierfaktor für die Empfindlichkeit des jeweiligen Detektors sowie einen Kalibrierkoeffizienten zur Berücksichtigung der Hülleneigenschaften und zur Normierung auf die Messgröße $H^*(10)$. Dies vereinfacht die Qualitätssicherung, da es für die Kalibrierungsüberprüfung genügt die ersten beiden Kalibrierfaktoren mittels Kontrollexposition der blanken Detektoren zur überprüfen. Der Kalibrierkoeffizient bleibt konstant, solange die Bauart des Dosimetersystems nicht geändert wird.

ANMERKUNG Die Bauartanforderungen der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt sowie die Kriterien für wiederkehrende Prüfung von Dosismessstellen in DIN EN ISO 14146:2021-12 schränken die Wahl der Bezugs-Strahlenqualität im Vergleich zu DIN ISO 4037 (alle Teile) ein.

Nach IEC 62387:2020 müssen die Prozeduren zur Kalibrierung und Auswertung von Dosimetern dokumentiert werden, entweder in der Gebrauchsanweisung des Herstellers oder der Verfahrensdokumentation der Auswertestelle.

5.6 Dokumentation

Für das eingesetzte Dosimetriesystem hält die Auswertestelle die Dokumentation der wichtigsten dosimetrischen Eigenschaften vor und stellt sie der Überwachungsstelle zur Verfügung, insbesondere zu:

- Beschreibung der Vorzugsrichtung, soweit vorhanden;
- Nenngebrauchsbereich und Änderung des Ansprechvermögens für folgende Einflussgrößen:
 - Strahlungsenergie und -einfallrichtung,
 - Linearität,
 - Klima/Langzeit;
- die Grenzen des Dosismessbereichs;
- Variationskoeffizient in Abhängigkeit von Dosisanzeige.

ANMERKUNG Die nach IEC 62387:2020 notwendigen Bauartangaben in der Gebrauchsanweisung oder im Zertifikat der Bauartprüfung decken die zur Verfügung zu stellenden Angaben ab.

6 Verfahrenstechnische Anforderungen und Festlegungen

6.1 Aufgabenverteilung zwischen Auswertestelle und Überwachungsstelle

6.1.1 Die Umgebungsüberwachung mit passiven, integrierenden Dosimetern kann in zwei Teilaufgaben aufgeteilt werden, die alternativ von der gleichen oder von zwei verschiedenen Institutionen wahrgenommen werden können. Die Auswertestelle stellt (als Dienstleistung) das Dosimetriesystem bereit und die Überwachungsstelle führt die vor Ort anfallenden Aufgaben durch. Die organisatorische Aufgabenteilung verlangt eine gute Koordinierung der sich überschneidenden oder aneinanderreihenden Aufgaben. Dies gilt insbesondere für die zeitliche Koordinierung, um die Anforderungen von 6.4 einzuhalten. Es wird empfohlen, dass organisa-