

DIN 25483

ICS 17.240

Ersatz für
DIN 25483:2000-09**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

Gesamtumfang 74 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	6
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	9
4 Symbole	12
5 Anforderungen an das Dosimetriesystem	16
5.1 Allgemeines	16
5.2 Nenngebrauchsbereich	17
5.3 Einflussgrößen	17
5.4 Aufbau, Umhüllung und Kennzeichnung der Dosimeter	17
5.5 Kalibrierung	18
5.6 Dokumentation	18
6 Verfahrenstechnische Anforderungen und Festlegungen	19
6.1 Aufgabenverteilung zwischen Auswertestelle und Überwachungsstelle	19
6.2 Anforderungen an die Messorte	20
6.2.1 Anzahl und räumliche Verteilung der Messorte und der Dosimeter	20
6.2.2 Standortbedingungen und Anbringung	20
6.3 Überwachungszeitspanne $t_{\ddot{u}}$	21
6.4 Begrenzen der Handhabungszeitspanne t_H	22
6.5 Erkennung und Korrigieren einer Fremdbestrahlung während der Handhabungszeitspanne	22
7 Dosisbestimmung	24
7.1 Ermittlung der Dosisanzeige G	24
7.2 Ermittlung der Ortsdosis	24
7.3 Bestimmung der Korrektionsfaktoren	25
7.3.1 Korrektionsfaktor für Klima und Langzeit	25
7.3.2 Korrektionsfaktor für die Einflussgröße Photonenenergie und Strahlungseinfallsrichtung	26
7.3.3 Korrektionsfaktor für Linearitätsabweichung	26
7.4 Bestimmung der Handhabungsdosis H_H	27
7.5 Ermittlung der Zusatzdosis	27
8 Messunsicherheit und charakteristische Grenzen	27
8.1 Fortpflanzung von Messunsicherheiten	27
8.2 Messunsicherheit der Ortsdosis	28
8.3 Messunsicherheiten der Eingangsgrößen der Ortsdosis	28
8.3.1 Allgemeine Vorgehensweise	28
8.3.2 Schätzwert und Messunsicherheit der Dosisanzeige G_j	29
8.3.3 Schätzwert und Messunsicherheit der Klima- und Langzeitkorrektion bei vorfristiger Auswertung	29
8.4 Messunsicherheit der Zusatzdosis	29
8.5 Berechnung der Standardunsicherheit als Funktion eines angenommenen wahren Wertes der Zusatzdosis	29
8.6 Erkennungs- und Nachweisgrenze der Zusatzdosis	30
8.7 Überdeckungsintervall der Zusatzdosis	30
8.8 Bester Schätzwert und die ihm zugeordnete Standardunsicherheit der Zusatzdosis	30
9 Ablauf des Messverfahrens	31
9.1 Bereitstellung einer Dosimetergruppe	31
9.2 Arbeitsschritte bei der Auswertestelle	31
9.2.1 Vorbereitung der Überwachungszeitspanne	31
9.2.2 Nachbereitung der Überwachungszeitspanne	32

9.3	Arbeitsschritte bei der Überwachungsstelle	32
9.3.1	Beginn der Überwachungszeitspanne	32
9.3.2	Ende der Überwachungszeitspanne	32
9.4	Berechnung der Ortsdosen	32
9.5	Dokumentation, Interpretation und Berichten der Überwachungsergebnisse	33
10	Qualitätssicherung	34
10.1	Allgemeines	34
10.2	Kalibrierungsüberprüfung	34
10.3	Teilnahme an Vergleichsprogrammen	34
Anhang A (informativ) Hinweise zur Dosisbestimmung bei Vorkommnissen (Störfall und Notfall)		36
A.1	Anforderungen	36
A.2	Dosimeterwechsel	36
A.3	Kalibrierung und Auswertung	36
Anhang B (informativ) Hinweise zur Bestimmung der Untergrunddosis		38
B.1	Allgemeines	38
B.2	Bestimmung der intervallspezifischen Komponente	39
B.2.1	Untergrunddosimeter an einem Referenzstandort	39
B.2.2	Statistische Auswertung aller Ortsdosismesswerte eines Überwachungsintervalls	40
B.3	Bestimmung der ortsspezifischen Komponente	40
B.3.1	Statistische Auswertung von unbeeinflussten Ortsdosismesswerten	40
B.3.2	Bestimmung ohne unbeeinflusste Überwachungsintervalle	43
B.3.3	Pauschale Festlegung	43
B.4	Verwendung zusätzlicher Messverfahren	44
Anhang C (informativ) Beispiel zur Ermittlung der Zusatzdosis, ihrer Messunsicherheit und der charakteristischen Grenzen (analytische Methode)		45
C.1	Allgemeines	45
C.2	Beispieldaten	45
C.3	Eingangsgrößen	45
C.3.1	Schätzwert und Messunsicherheit der Korrekturfaktoren	45
C.3.2	Schätzwert und Messunsicherheit des Kalibrierkoeffizienten N	46
C.3.3	Schätzwert und Messunsicherheit der Dosisanzeigen G_j und G_U	46
C.3.4	Schätzwert und Messunsicherheit der Handhabungszeitspanne t_H	47
C.3.5	Schätzwert und Messunsicherheit der natürlichen Dosisleistung $\dot{H}_{nat}$	47
C.4	Ortsdosis und der Untergrunddosis	47
C.4.1	Bestimmung der Dosiswerte und ihrer Messunsicherheit	47
C.4.2	Unsicherheitsbudget der Ortsdosis und der Untergrunddosis	49
C.5	Zusatzdosis	50
C.5.1	Bestimmung der Zusatzdosis und ihrer Messunsicherheit	50
C.5.2	Unsicherheitsbudget der Zusatzdosis	51
C.5.3	Erkennungs- und Nachweisgrenze der Zusatzdosis	52
C.5.4	Berechnung der Erkennungsgrenze der Zusatzdosis	53
C.5.5	Berechnung der Nachweisgrenze der Zusatzdosis	53
C.5.6	Grenzen von Überdeckungsintervallen der Zusatzdosis	54
C.5.7	Bester Schätzwert der Zusatzdosis und die ihm zugeordnete Unsicherheit	54
Anhang D (informativ) Beispiel zur Ermittlung der Zusatzdosis, ihrer Messunsicherheit und der charakteristischen Grenzen (Monte-Carlo Methode)		56
D.1	Allgemeines	56
D.2	Vergleich der Ergebnisse entsprechend analytischer und Monte-Carlo-Methode: Modellfunktionen und Zahlenbeispiele aus Anhang C in der Photonendosimetrie	56
D.3	Vergleich der Ergebnisse nach analytischer und Monte-Carlo-Methode: Modellfunktionen aus Anhang C in der Neutronendosimetrie	59
Anhang E (informativ) Umgebungsdosimetrie für Neutronenstrahlung mit Thermolumineszenzdetektoren		64
E.1	Allgemeine Beschreibung des Verfahrens	64
E.2	Beispiel zur Ermittlung der Zusatzdosis, ihrer Messunsicherheit und der charakteristischen Grenzen	64
E.2.1	Allgemeines	64

E.2.2	Eingangsgrößen	66
E.2.3	Ortsdosis und Untergrunddosis	67
E.2.4	Unsicherheitsbudget der Ortsdosis und der Untergrunddosis	68
E.2.5	Zusatzdosis	69
Anhang F (informativ)	Beispiel zur Einteilung einer Dosimetergruppe	72
	Literaturhinweise	73

Bilder

Bild D.1	— Mittels Monte-Carlo-Methode berechnete PDF für die Ortsdosis H_j (in grau) im Vergleich zur entsprechenden Normalverteilung entsprechend analytischer Methode (durchgezogene Linie)	58
Bild D.2	— Mittels Monte-Carlo-Methode berechnete PDF für die Untergrunddosis $H_{U,j}$ (in grau) im Vergleich zur entsprechenden Normalverteilung entsprechend analytischer Methode (durchgezogene Linie)	58
Bild D.3	— Mittels Monte-Carlo-Methode berechnete PDFs (in grau) für die Zusatzdosis $H_{Z,j}$ (oben), für eine Zusatzdosis von Null zur Ermittlung der Erkennungsgrenze $H_{z,j}^*$ (mittig) und für die Nachweisgrenze $H_{z,j}^\#$ (unten) — jeweils im Vergleich zur entsprechenden Normalverteilung entsprechend analytischer Methode (durchgezogene Linien)	59
Bild D.4	— Mittels Monte-Carlo-Methode berechnete PDF für die Ortsdosis H_j (in grau) im Vergleich zur entsprechenden Normalverteilung nach analytischer Methode (durchgezogene Linie)	61
Bild D.5	— Mittels Monte-Carlo-Methode berechnete PDF für die Untergrunddosis $H_{U,j}$ (in grau) im Vergleich zur entsprechenden Normalverteilung nach analytischer Methode (durchgezogene Linie)	62
Bild D.6	— Mittels Monte-Carlo-Methode berechnete PDFs (in grau) für die Zusatzdosis $H_{Z,j}$ (oben), für eine Zusatzdosis von Null zur Ermittlung der Erkennungsgrenze $H_{z,j}^*$ (mittig) und für die Nachweisgrenze $H_{z,j}^\#$ (unten) — jeweils im Vergleich zur entsprechenden Normalverteilung nach analytischer Methode (durchgezogene Linien)	63

Tabellen

Tabelle 1	— Symbole zur Umgebungsüberwachung mit passiven integrierenden Dosimetern	12
Tabelle C.1	— Beispieldaten für die Eingangsgrößen	45
Tabelle C.2	— Korrektionsfaktoren	46
Tabelle C.3	— Unsicherheitsbudget der Ortsdosis	49
Tabelle C.4	— Unsicherheitsbudget der Untergrunddosis	49
Tabelle C.5	— Unsicherheitsbudget der Zusatzdosis j	51
Tabelle C.6	— Unsicherheitsbudget für die Erkennungsgrenze	53
Tabelle C.7	— Unsicherheitsbudget für die Nachweisgrenze	53
Tabelle D.1	— Ergebnisse (am Messort j) der analytischen und Monte-Carlo-Methode im Vergleich	57
Tabelle D.2	— Korrektionsfaktoren	60
Tabelle D.3	— Beispieldaten für die Eingangsgrößen	60
Tabelle D.4	— Ergebnisse der analytischen Methode und der Monte-Carlo-Methode im Vergleich	61
Tabelle E.1	— Beispieldaten für die Eingangsgrößen	65
Tabelle E.2	— Korrektionsfaktoren	66
Tabelle E.3	— Unsicherheitsbudget der Ortsdosis	68
Tabelle E.4	— Unsicherheitsbudget der Untergrunddosis	68
Tabelle E.5	— Unsicherheitsbudget der Zusatzdosis j	69
Tabelle E.6	— Unsicherheitsbudget der Erkennungsgrenze	70

Tabelle E.7 — Unsicherheitsbudget der Nachweisgrenze	70
Tabelle F.1 — Beispiel einer Einteilung einer Dosimetergruppe für eine Überwachungsperiode und 80 Messorte	72

Vorwort

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

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. DIN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

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 DIN EN ISO 11929-1, JCGM 200, IEC 62387;
- b) Verallgemeinerung des Verfahrens auf alle Arten passiver integrierender Dosimetriesysteme;
- 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) Hinweise zur Monte-Carlo-Berechnung der Messunsicherheit und charakteristischen Grenzen als Anhang D aufgenommen;
- g) Hinweise zur Anwendung des Verfahrens auf die Neutronendosimetrie als Anhang E aufgenommen;
- h) redaktionelle Überarbeitungen.

Frühere Ausgaben

DIN 25483: 1987-07, 2000-09

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 Absatz 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.

Der normative Teil dieses Dokuments deckt explizit nur die Messung von Photonenstrahlung ab, jedoch wird im informativen Anhang E ein Beispiel zur sinngemäßen Anwendung des Verfahrens auf die Neutronendosimetrie gegeben.

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 Absatz 1 StrlSchG [13] ein Grenzwert von 1 mSv je Kalenderjahr. Dieser Grenzwert beinhaltet auch die Exposition in Folge der luft- und wassergetragenen Ableitungen radioaktiver Stoffe, die gemäß § 99 Absatz 1 StrlSchV jeweils mit 0,3 mSv effektiver Dosis je 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 einheitlichen 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.

Im Haupttext dieses Dokuments wird die Ermittlung der charakteristischen Grenzen (Erkennungsgrenze, Nachweisgrenze und Grenzen des Überdeckungsintervalls) entsprechend der analytischen Methode nach DIN EN ISO 11929-1 für das beschriebene Verfahren erläutert. Zusätzlich werden im Anhang D Informationen zur Monte-Carlo-Methode nach DIN EN ISO 11929-2 gegeben. 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 (siehe 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, gemäß REI, sowie des gegenwärtigen Standes der Technik in Bezug auf metrologische Grundlagen, Dosimeteranforderungen und Qualitätssicherung.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument ist anwendbar 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 Absatz 2 StrlSchV durchzuführen sind.

Dieses Dokument legt insbesondere ein Verfahren zur Überwachung der Gamma-Ortsdosis gemäß REI [2] fest.

Dieses Dokument ist nicht anwendbar bei Anlagen oder Einrichtungen, für die die jährliche Ermittlung der Exposition von Einzelpersonen der Bevölkerung gemäß § 101 Absatz 2 StrlSchV nicht erforderlich ist.

Anhang A bis Anhang F sind informativ und beinhalten Hinweise zur Anpassung des Verfahrens bei Vorkommnissen (Störfall und Notfall), Hinweise zur Bestimmung der repräsentativen Untergrunddosis, ein Berechnungsbeispiel auf analytischem Weg, Hinweise zur Anwendung des Verfahrens bei der Messung von Neutronenstrahlung, Berechnungsbeispiele mit der Monte-Carlo-Methode 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 EN ISO 4037 (VDE 0412-4037) (alle Teile), *Strahlenschutz — Röntgen- und Gamma-Referenzstrahlungsfelder zur Kalibrierung von Dosimetern und Dosisleistungsmessgeräten und zur Bestimmung ihres Ansprechvermögens als Funktion der Photonenenergie*

DIN EN ISO 11929-1 (VDE 0493-9291):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 29661 (VDE 0412-661), *Referenzstrahlungsfelder für den Strahlenschutz — Definitionen und grundlegende Konzepte*

DIN EN ISO/IEC 17025, *Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien*

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

JCGM 100¹, *Evaluation of measurement data — Guide to the expression of uncertainty in measurement*

JCGM 101:2008¹, *Evaluation of measurement data — Supplement 1 to the „Guide to the expression of uncertainty in measurement“ — Propagation of distributions using a Monte Carlo method*

¹ Zu beziehen durch: BIPM, Pavillon de Breteuil, F-92312 Sèvres Cedex, France (<https://www.bipm.org/en/committees/jc/jcgm/publications>).

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 zum Begriff und Anmerkung 2 zum Begriff wurden hinzugefügt und die bisherigen Anmerkungen wurden gestrichen]

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 1 zum Begriff wurde hinzugefügt und die bisherigen Anmerkungen wurden gestrichen]

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, modifiziert – Anmerkungen wurden gestrichen]

3.4

Erkennungsgrenze

Schätzwert der Messgröße, bei dessen Überschreitung durch ein aktuelles Ergebnis einer Messung mit einem Messverfahren, das einen physikalischen Effekt quantifiziert, entschieden wird, 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 daraus nicht gefolgert werden, dass der physikalische Effekt nicht vorliegt.

[QUELLE: DIN EN ISO 11929-1:2021-11, 3.12, modifiziert – Anmerkung 1 und Anmerkung 2 zum Begriff wurden ergänzt, Anmerkung 1 zum Begriff wurde gestrichen und Anmerkung 2 zum Begriff wurde als Anmerkung 3 ohne die Formelzeichen übernommen.]

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 – Anmerkungen zum Begriff wurden ersetzt]

3.6

Überdeckungsintervall

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

[QUELLE: DIN EN ISO 11929-1:2021-11, 3.4, modifiziert – Anmerkungen zum Begriff wurden gestrichen]

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: DIN EN ISO 11929-1:2021-11, 3.14]

3.8

kürzestes Überdeckungsintervall

Überdeckungsintervall einer Messgröße mit der kürzesten Länge aller Überdeckungsintervalle derselben Überdeckungswahrscheinlichkeit

[QUELLE: DIN EN ISO 11929-1:2021-11, 3.15]

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]

3.10

Ortsdosis

Äquivalentdosis, gemessen an einem bestimmten Messort

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Einheit der Ortsdosis ist das Sievert (Sv).

Anmerkung 2 zum Begriff: Von den in DIN 6814-3:2016-08 angegebenen Messgrößen wird entsprechend [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, 6.2.1, modifiziert – Anmerkungen 2 bis 7 zum Begriff nicht übernommen, Anmerkungen 2 bis 4 zum Begriff 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

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

[QUELLE: ISO 12749-2:2022, 3.4.39, aus dem Englischen übersetzt]

3.15

Dosimeter

Strahlungsmessgerät zur Messung der Größen Energiedosis oder Äquivalentdosis

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 Filter zur Messung der Umgebungs-Äquivalentdosis $H^*(10)$ enthält.

[QUELLE: IEC 62387:2020, 3.10, modifiziert – vorhandene Anmerkungen 1 bis 4 zum Begriff entfallen und neue Anmerkungen 1 und Anmerkung 2 zum Begriff 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

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 in diesem Dokument verwendeten Symbole sind in Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1 — Symbole zur Umgebungsüberwachung mit passiven integrierenden Dosimetern

Symbol	Benennung	Einheit
F_S	Schwächungsfaktor	—
$f_{X_i}(\tilde{x}_i x_i,u^2(x_i))$	Funktion der Wahrscheinlichkeitsdichte (PDF) für den angenommenen wahren Wert $\tilde{x}_i$ der Größe X_i unter der Bedingung, dass deren Schätzwert x_i und dessen Varianz $u^2(x_i)$ vorliegen	—
g_d	Schätzwert der Dosisanzeige des d -ten Elements der 4-Element-TLD-Karte im Neutronen-Ortsdosimeter	mSv
G_i, g_i	Dosisanzeige des i -ten Detektors eines Dosimeters bzw. deren Schätzwert	mSv
G_j, g_j	Dosisanzeige des Ortsdosimeters am Messort j bzw. deren Schätzwert	mSv
$E(G_j)$	Erwartungswert der Eingangsgröße G_j	mSv
G	Dosisanzeige	mSv
G_f	Dosisanzeige der Fadingdosimeter	mSv

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbol	Benennung	Einheit
$G_{\text{ref}}, G_{\text{ref,Pr}}$	Dosisanzeige von Dosimetern, die mit der Exposition H_{ref} bzw. $H_{\text{ref,Pr}}$ exponiert wurden	mSv
$G_{j,y}$	Dosisanzeige des Ortsdosimeters am Messort j im Überwachungsintervall y	mSv
$G_{n,j}$	Dosisanzeige durch Neutronen des Neutronen-Ortsdosimeters am Messort j	mSv
$G_{n,U}$	Dosisanzeige durch Neutronen des Untergrunddosimeters am Referenzstandort	mSv
$G_{p,j}$	Dosisanzeige durch Photonen des Neutronen-Ortsdosimeters am Messort j	mSv
$\bar{G}_y$	Mittelwert der Dosisanzeigen aller Ortsdosimeter im Überwachungsintervall y	mSv
G_U, g_U	Dosisanzeige des Untergrunddosimeters am Referenzstandort bzw. dessen Schätzwert	mSv
$\bar{G}_U$	die mittlere Dosisanzeige aller Untergrunddosimeter am Referenzstandort	mSv
$G_{U,m}$	Dosisanzeige des m -ten Untergrunddosimeters	mSv
$G_{0,f}$	Dosisanzeige der zu den Fadingdosimetern gehörenden Nulldosimeter	mSv
$H^*(10)$	Umgebungs-Äquivalentdosis	mSv
H_H	Handhabungsdosis	mSv
H_j, h_j	Ortsdosis gemessen am Messort j bzw. deren Schätzwert/primäres Messergebnis	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 der Ortsdosis	mSv
H_{min}	untere Grenze des Messbereichs der Ortsdosis	mSv
$\dot{H}_{\text{nat}}, \dot{h}_{\text{nat}}$	mittlere Ortsdosisleistung durch natürliche Untergrundstrahlung (Photonen) bzw. deren Schätzwert	$\mu\text{Sv/d}$
$\dot{H}_{\text{nat,n}}$	mittlere Ortsdosisleistung durch natürliche Untergrundstrahlung (Neutronen)	$\mu\text{Sv/d}$
$H_{n,j}, h_{n,j}$	Ortsdosis durch Neutronen gemessen am Messort j bzw. deren Schätzwert/primäres Messergebnis	mSv
$H_{n,U,j}$	Untergrunddosis durch Neutronen am Messort j bzw. deren Schätzwert/primäres Messergebnis	mSv
$H_{n,U,0,j}$	ortspezifische Komponente der Untergrunddosis durch Neutronen am Messort j	mSv
$H_{n,z,j}, h_{n,z,j}$	Zusatzdosis durch Neutronen am Messort j bzw. deren Schätzwert/primäres Messergebnis	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

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbol	Benennung	Einheit
$H_P(10)$	Tiefen-Personendosis	mSv
$H_{\text{ref}}, H_{\text{ref, Pr}}$	Ortsdosis einer Referenzexposition allgemein bzw. unter Prüfbedingungen	mSv
$H_{U,j}, h_{U,j}$	Untergrunddosis am Messort j bzw. deren Schätzwert/primäres Messergebnis	mSv
$H_{U,y}$	für das Überwachungsintervall y spezifische Komponente der Untergrunddosis	mSv
$H_{U,o,j}$	ortsspezifische Komponente der Untergrunddosis am Messort j	mSv
$H_{z,j}, h_{z,j}$	Zusatzdosis am Messort j bzw. deren Schätzwert/primäres Messergebnis	mSv
$h_{z,j}$	das primäre Messergebnis der Zusatzdosis durch Neutronen am Messort j	mSv
$\tilde{h}_{n,z,j}$	angenommener wahrer Wert der Zusatzdosis durch Neutronen am Messort j	mSv
$h_{n,z,j}^*$	Erkennungsgrenze der Zusatzdosis durch Neutronen am Messort j	mSv
$h_{n,z,j}^\#$	Nachweisgrenze der Zusatzdosis durch Neutronen am Messort j	mSv
$\hat{h}_{n,z,j}$	bester Schätzwert der Zusatzdosis durch Neutronen 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
$h_{z,j}^<, h_{z,j}^>$	untere und obere Grenze des probabilistisch symmetrischen Überdeckungsintervalls der Zusatzdosis am Messort j	mSv
$h_{z,j}^{<}, h_{z,j}^{>}$	untere und obere Grenze des kürzesten 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_i	individueller Kalibrierfaktor des Detektors	verschieden
k_K	Korrektionsfaktor für Klima und Langzeit	—
k_L	Korrektionsfaktor für Linearitätsabweichung	—
k_{max}	Maximalwert des betrachteten Korrektionsfaktors	—
k_{min}	Minimalwert des betrachteten Korrektionsfaktors	—
$k_{n,E,\beta}$	Korrektionsfaktor für die Einflussgröße Neutronenenergie und Strahlungseinfallsrichtung bei der Umgebungsüberwachung bezogen auf die Bezugsstrahlenqualität	—
k_{sys}	Systemkalibrierfaktor zur Anbindung der Dosisanzeige an die Signalanzeige	verschieden

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbol	Benennung	Einheit
$k_{1-\alpha}, k_{1-\beta}$	$(1-\alpha)$ - bzw. $(1-\beta)$ -Quantil der Standardnormalverteilung zur vorgegebenen Irrtumswahrscheinlichkeit α bzw. β	—
M	Modell der Auswertung (Modellfunktion)	verschieden
N, n	Kalibrierkoeffizient zur Normierung der Dosisanzeige auf die Größe $H^*(10)$ unter Prüfbedingungen (dimensionslos) bzw. dessen Schätzwert	—
n_j	Anzahl der betrachteten Messorte	—
n_{yOE}	Anzahl der betrachteten Überwachungsintervalle ohne Einfluss der zu überwachenden Anlage oder Einrichtung	—
n_U	Anzahl aller Untergrunddosimeter am Referenzstandort	—
$r_{E,\beta}$	relatives Ansprechvermögen des Dosimeters in Bezug auf die Messgröße $H^*(10)$ bei unterschiedlichen Strahlungsenergien und -einfallrichtungen im Vergleich zum Ansprechvermögen des Dosimeters unter Bezugsbedingungen	—
$r_{\max}$	Maximalwert des relativen Ansprechvermögen des Dosimeters in Bezug auf die Messgröße $H^*(10)$ bei der betrachteten Einflussgröße im Vergleich zum Ansprechvermögen des Dosimeters unter Bezugsbedingungen	—
$r_{\min}$	Minimalwert des relativen Ansprechvermögen des Dosimeters in Bezug auf die Messgröße $H^*(10)$ bei der betrachteten Einflussgröße im Vergleich zum Ansprechvermögen des Dosimeters unter Bezugsbedingungen	—
S	Signal eines Detektors im Dosimeter	verschieden
S_0	Nullsignal	verschieden
S_1, S_g	Signale der Detektoren eines Dosimeteres mit der lfd. Nummer 1 bis g	verschieden
t_H	Handhabungszeitspanne	d
$t_{\bar{u}}$	Überwachungszeitspanne	d
$t_{\bar{u}, \min}$	minimal mögliche Überwachungszeitspanne	d
$u(x), u(y)$	Standardmessunsicherheit der Eingangsgröße x bzw. der Ergebnisgröße y	—
$u(x_i, x_k)$	Kovarianz der korrelierten Eingangsgrößen x_i und x_k	verschieden
$\tilde{u}(\tilde{h}_{n,z,j})$	Unsicherheit des angenommenen wahren Wertes der Zusatzdosis durch Neutronen am Messort j	mSv
$\tilde{u}(\tilde{h}_{z,j})$	Unsicherheit des angenommenen wahren Wertes der Zusatzdosis am Messort j	mSv
$\tilde{u}(h_{z,j}^{\#})$	Unsicherheit des angenommenen wahren Wertes der Zusatzdosis am Messort j , wenn dieser Wert der Nachweisgrenze entspricht	mSv
$u(h_{z,j})$	Standardunsicherheit des angenommenen wahren Wertes der Zusatzdosis am Messort j	mSv
$\tilde{u}(0)$	Unsicherheit des angenommenen wahren Wertes der Zusatzdosis am Messort j , wenn dieser gleich null ist	mSv
u_0	empirischer Parameter in der Funktion der Varianz der Dosisanzeige in Abhängigkeit von der Dosisanzeige in den Beispielen in Anhang C und Anhang E	μSv

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbol	Benennung	Einheit
$u_{\text{rel}}(x), u_{\text{rel}}(y)$	relative Standardmessunsicherheit der Eingangsgröße x bzw. der Ergebnisgröße y	—
$\text{Var}(G_j)$	Varianz der Eingangsgröße G_j	mSv
v_0	empirischer Parameter in der Funktion der Varianz der Dosisanzeige in Abhängigkeit von der Dosisanzeige in den Beispielen in Anhang C und Anhang E	—
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, y	Ergebnisgröße und ihr Schätzwert	verschieden
y_{0E}	Index für die Überwachungsintervalle ohne Einfluss der zu überwachenden Anlage oder Einrichtung	—
γ	Wahrscheinlichkeit dafür, dass der wahre Wert einer Größe nicht innerhalb des Überdeckungsintervalls liegt	—
v	Argument der Verteilungsfunktion $\Phi(t)$ aus Gleichung (22)	—
$\Phi(t)$	Verteilungsfunktion der standardisierten Normalverteilung	—
$\partial M / \partial x_i$	die partielle Ableitung der Modellfunktion M nach der Eingangsgröße X_i genommen bei x_i	—
ω	Parameterwert mit der Verteilungsfunktion $\Phi(t)$ aus Gleichung (22)	—

5 Anforderungen an das Dosimetriesystem

5.1 Allgemeines

Für die Umgebungsüberwachung sind solche Dosimetriesysteme geeignet, die in Bezug auf Nenngebrauchsbereich und maximale Messabweichung die Leistungsanforderungen von IEC 62387 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:

- eine Baumusterprüfung durch die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB),
- eine Konformitätsbescheinigung in Bezug auf die entsprechenden Leistungsanforderungen nach IEC 62387, die durch eine akkreditiertes Prüf- oder Kalibrierlabor ausgestellt wurde,
- erfolgreiche Teilnahme an Ringversuchen oder Laborvergleichen oder
- 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 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 erfüllt werden. Entsprechend IEC 62387 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, Feuchte und Messdauer enthält IEC 62387. 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 Korrekturfaktor 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 Korrektur 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 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. 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 und DIN EN 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 (z. B. 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 zu überprüfen. Der Kalibrierkoeffizient bleibt konstant, solange die Bauart des Dosimetriesystems nicht geändert wird.

ANMERKUNG Die Bauartanforderungen der PTB sowie die Kriterien für wiederkehrende Prüfung von Dosismessstellen in DIN EN ISO 14146 [22] schränken die Wahl der Bezugs-Strahlenqualität im Vergleich zu DIN EN ISO 4037 (alle Teile) ein.

Nach IEC 62387 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:

- a) Beschreibung der Vorzugsrichtung, soweit vorhanden;
- b) Nenngebrauchsbereich und Änderung des Ansprechvermögens für folgende Einflussgrößen:
 - Strahlungsenergie und -einfallsrichtung,
 - Linearität,
 - Klima/Langzeit;
- c) Grenzen des Dosismessbereichs;
- d) Variationskoeffizient in Abhängigkeit von Dosisanzeige.

ANMERKUNG Die nach IEC 62387 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 nach 6.4 einzuhalten. Es wird empfohlen, dass organisatorische Regelungen und Zuständigkeitsabgrenzungen vor Beginn der Überwachung zwischen Auswertestelle und Überwachungsstelle festgelegt werden.

6.1.2 Zu den Aufgaben der Auswertestelle gehören:

- Bereitstellung eines geeigneten, nach Gebrauchsanweisung oder Verfahrensdokumentation kalibrierten Dosimetriesystems, das die Anforderungen nach Abschnitt 5 erfüllt;
- Vorbereitung der erforderlichen Anzahl der Ortsdosimeter sowie der zusätzlichen Kontrolldosimeter;
- Ausgang und Rücklauf der vorbereiteten Orts- und Kontrolldosimeter zur und von der Überwachungsstelle (siehe Anmerkung);
- Auswertung der Dosimeter, die Ermittlung der erforderlichen Korrekturen sowie die Ermittlung der Ortsdosis und ihrer Messunsicherheit;
- Berichten der Ortsdosis und der Messunsicherheit an die Überwachungsstelle (siehe 9.5);
- Durchführung aller in Bezug auf das Dosimetriesystem erforderlichen Qualitätssicherungsmaßnahmen (siehe Abschnitt 10).

ANMERKUNG Wenn Dosimeter aus mehreren, voneinander trennbaren Komponenten bestehen, kann es bei einer regelmäßigen Überwachung zweckmäßig sein, dass nur die Teilkomponenten des Dosimeters, die die strahlungsempfindlichen Detektoren enthalten (z. B. die Dosimeterkarten), zwischen Auswertungs- und Überwachungsstelle transportiert werden und alle weiteren Komponenten (z. B. die Dosimeterhüllen) dauerhaft bei der Überwachungsstelle verbleiben.

6.1.3 Zu den Aufgaben der Überwachungsstelle gehören:

- Festlegung der Messorte entsprechend der Anforderungen nach 6.2, insbesondere auch zur Art der Anbringung der Felddosimeter, sowie die erforderliche Dokumentation;
- Festlegung der Überwachungszeitspanne t_U unter Berücksichtigung der Anforderungen nach 6.3;
- Auslegen der Felddosimeter an den Messorten und das Auslegen bzw. Aufbewahren der ggf. mitgesendeten Kontrolldosimeter;
- Protokollierung aller für die Interpretation der Messergebnisse erforderlichen Beobachtungen, insbesondere Zeitpunkt des Auslegens und Einholens jedes Dosimeters sowie Abweichungen (z. B. verlorene, versetzte oder beschädigte Dosimeter);
- rechtzeitiges Abrufen der Dosimeter bei der Auswertestelle und termingerechtes Zurückschicken unter besonderer Beachtung der zeitlichen Grenzen für die Handhabungszeitspanne t_H ;

- Dokumentation und Interpretation der Endergebnisse sowie Berichterstattung gegenüber Auftraggebern und Behörden.

6.1.4 Es wird empfohlen, dass die Berechnung der Zusatzdosis, ihrer Messunsicherheit sowie der charakteristischen Grenzen (siehe 7.5 sowie 8.4 bis 8.8) durch die Überwachungsstelle erfolgt, da hierfür je nach gewählter Methodik des Untergrundabzugs (siehe Hinweise in Anhang B) umfangreiche Informationen zur Eingruppierung und Standorten der Dosimeter sowie vorhergehenden Messergebnissen notwendig sind [6]. Die Auswertestelle muss jedoch die wesentlichen Werte und Unsicherheiten der Eingangsgrößen der Ortsdosis dokumentieren, der Überwachungsstelle bei Bedarf berichten und auf eventuelle Korrelationen hinweisen.

6.2 Anforderungen an die Messorte

6.2.1 Anzahl und räumliche Verteilung der Messorte und der Dosimeter

Die Anzahl und Verteilung der Messorte um die zu überwachende Anlage oder Einrichtung richtet sich vorrangig nach den für den Überwachungszweck zu erfüllenden gesetzlichen, untergesetzlichen und behördlichen Vorgaben. Allgemeine Regelungen zur retrospektiven Expositionsermittlung enthält die Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Ermittlung der Exposition von Einzelpersonen der Bevölkerung durch genehmigungs- oder anzeigebedürftige Tätigkeiten (AVV-Tätigkeiten) [5]. Für kerntechnische Anlagen sind spezielle Anforderungen in der Richtlinie für die Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) [2] geregelt. Zum Nachweis der Direktstrahlung ist es zweckmäßig, Messorte an der Grenze des Geländes der zu überwachenden Anlage oder Einrichtung zum öffentlichen Raum vorzusehen. Wenn wesentliche Beiträge durch luftgetragene Ableitungen radioaktiver Stoffe zu erwarten sind oder eine Überwachung im Rahmen der Not- und Störfallvorsorge geplant ist, sind zusätzliche Messorte in größerer Entfernung zur zu überwachenden Anlage oder Einrichtung zweckmäßig. Hierbei erfolgt die räumliche Verteilung der Messorte dann unter besonderer Berücksichtigung der Besiedlungsstruktur und der Hauptausbreitungsrichtung.

Je Messort muss mindestens ein Ortsdosimeter ausgelegt werden. Je nach den Anforderungen, die durch die zuständige Behörde oder die für die Umgebungsüberwachung verantwortliche Stelle gestellt werden, kann es erforderlich sein, mehrere Ortsdosimeter an einem Messort auszulegen.

ANMERKUNG Je nach Risiko für Diebstahl, Beschädigung oder sonstige Messwertverluste kann es sinnvoll sein, mehrere Ortsdosimeter je Messort auszulegen oder Dosimeter mit unabhängig voneinander auswertbaren, redundanten Signalen einzusetzen.

Die Festlegung der Anzahl der Kontrolldosimeter für etwaige Korrekturen (siehe 7.3) erfolgt durch die Auswertestelle unter Berücksichtigung der Anforderungen und Verfahrensfestlegungen in diesem Dokument. Zur Bestimmung der Zusatzdosis (siehe 7.5) kann es erforderlich sein, weitere Ortsdosimeter als Untergrunddosimeter an einem von der zu überwachenden Anlage oder Einrichtung unbeeinflussten Referenzstandort vorzusehen. Hinweise zur Wahl des Referenzstandortes sind in B.2.1 beschrieben.

6.2.2 Standortbedingungen und Anbringung

Die Grobauswahl der Messorte erfolgt nach dem Überwachungszweck und den sich daraus ergebenden Anforderungen (siehe 6.2.1). Die Möglichkeiten zur Platzierung und Anbringung der Dosimeter sind beschränkt durch die Standortbedingungen, z. B. Orografie, Vegetation, Begehbarkeit, die Art der Flächennutzung oder die Grundstücksbesitzverhältnisse. In der Praxis werden sich daher nicht immer ideale Bedingungen an allen Messorten realisieren lassen. Zu bevorzugen sind Messorte, an denen Dosimeter unauffällig positioniert werden können oder die für die Öffentlichkeit nicht zugänglich sind (z. B. Privatgrundstücke, Innenseite des Zauns zum Betriebsgelände). Weiterhin müssen die Zugänglichkeit und Begehbarkeit der Messorte, auch bei ungünstiger Witterung, beachtet werden, damit sich gegebenenfalls die Handhabungszeitspanne nicht unnötig verlängert. Zweckmäßig sind Messorte an Mess- und Probenahmestationen anderer Umwelt- und Immissionsparameter, z. B. Ortsdosisleistungs sonden oder Punkte zur regelmäßigen Aerosolprobenahme.

Messorte in unmittelbarer Nähe zu landwirtschaftlich stark genutzten Bereichen sowie zu Straßen und asphaltierten Verkehrsflächen müssen vermieden werden, da sich hier die natürliche Untergrundstrahlung zeitlich in nicht kontrollierbarer Weise ändern kann. Extreme Temperatureinflüsse durch Senken oder die Nähe zu

exponierten Wand- oder Bodenflächen, die sich in Folge der Sonnenlichtabsorption stark aufheizen können, sollten ebenfalls vermieden werden. Wenn Direktstrahlungsbeiträge aus der zu überwachenden Anlage oder Einrichtung am Messort zu erwarten sind, dann muss die Nähe zu abschirmenden baulichen Strukturen und Bäumen vermieden werden. Hierbei muss auch die mögliche Schwächung luftgestreuter Direktstrahlungsbeiträge durch überdeckende Baumkronen oder Dachkanten berücksichtigt werden. Weitere Hinweise zur Positionierung der Messorte finden sich in [6] und [10].

Sofern Messorte vor Inbetriebnahme der zu überwachenden Anlage oder Einrichtung etabliert werden, sind begleitende Ortsdosis- bzw. Ortsdosisleistungsmessungen zur Beweissicherung empfehlenswert (siehe auch Abschnitt B.3 und Abschnitt B.4).

Zur Sicherstellung der Vergleichbarkeit der Messergebnisse aus verschiedenen Überwachungsintervallen sollten die Messorte für die Ortsdosimeter nicht verändert werden. Im Falle einer Verlegung eines Messortes sollten sich das Auslegen des Dosimeters am neuen Messort und das Einholen des Dosimeters am alten Messort zeitlich überlappen. Sofern es sich realisieren lässt, sollte eine parallele Überwachung am neuen und am alten Messort für die Dauer eines, ggf. auch verkürzten, Überwachungsintervalls stattfinden.

Die Dosimeter müssen möglichst in gleicher Höhe, mindestens jedoch 1 m über dem Boden angebracht werden. Bei Platzierung mehrerer Ortsdosimeter an einem Messort muss darauf geachtet werden, dass diese sich mit Hinblick auf eventuelle Direktstrahlung aus der zu überwachenden Anlage oder Einrichtung nicht gegenseitig verdecken. Dies muss auch bei Einsatz zusätzlicher Ortsdosimeter durch eine zweite, unabhängige Überwachungsstelle, wie sie ggf. nach REI [2] gefordert wird, beachtet werden.

Die Vorrichtung zum Anbringen der Dosimeter sollte nicht durch Größe und Ausdehnung das Strahlungsfeld stören beziehungsweise Richtungsanomalien verursachen. Geeignete Aufhängungen sind zum Beispiel Dreibeine, Drahtzäune und Pfähle. Durch Ausleger sollte ein genügender Abstand (etwa dreifacher Trägerdurchmesser) von massiven Trägern, wie Leitungsmasten oder Laternenpfählen, geschaffen werden. Bei Verwendung eines zusätzlichen Witterungsschutzes müssen insbesondere auch die Anforderungen in 5.4 beachtet werden. Sonstige geschlossene Behälter sind für die Positionierung der Dosimeter ungeeignet.

Die Ausrichtung der Vorzugsrichtung der ausgebrachten Dosimeter wird einheitlich festgelegt oder ist für jeden Messort einzeln zu dokumentieren. Beispiele hierfür sind: „nach unten“, „nach oben“, „nach Norden“, „zum Isotopenlager“. Beim Aufstellen der Dosimeter muss, sofern zutreffend, die Vorzugsrichtung immer in Richtung der zu erwartenden Haupteinfallrichtung für Direktstrahlung aus der zu überwachenden Anlage oder Einrichtung zeigen.

6.3 Überwachungszeitspanne $t_{\ddot{u}}$

Die Überwachungszeitspanne $t_{\ddot{u}}$ ist bei der Überwachung von Anlagen oder Einrichtungen üblicherweise in der Genehmigung festgelegt. Die untere Grenze des Messbereiches der Ortsdosis $H_{\min}$ ist eine Eigenschaft des Dosimetersystems. Daraus lässt sich die minimal mögliche Überwachungszeitspanne $t_{\ddot{u},\min}$ nach Gleichung (1) ermitteln.

$$\frac{H_{\min} \cdot 5}{\dot{H}_{\text{nat}}} = t_{\ddot{u},\min} \quad (1)$$

Dabei kann eine mittlere Dosisleistung von $\dot{H}_{\text{nat}} = 2 \mu\text{Sv/d}$ angenommen werden. Daraus folgt, dass eine kurze Überwachungszeitspanne sehr hohe Anforderungen an das Dosimetriesystem stellt.

Bei regelmäßiger Überwachung empfiehlt es sich, ein jährliches oder gleichmäßig unterjähriges Überwachungsintervall zu wählen und Variationen der Überwachungszeitspannen möglichst gering zu halten. Eine Über- oder Unterschreitung der vorgesehenen Überwachungszeitspanne ist jedoch unkritisch, solange die Überwachungszeitspanne den minimal möglichen Wert $t_{\ddot{u},\min}$ nicht unterschreitet und der Auslegezeitraum der Ortsdosimeter tagesgenau dokumentiert wird.

Ein vorzeitiges Einholen und eine Auswertung der Dosimeter erfolgt nur in Ausnahmefällen (z. B. Vorkommnisse im Sinne der StrlSchV bzw. Notfälle). Um eine lückenlose Überwachung zu ermöglichen, müssen die vor-

zeitig eingeholten Dosimeter direkt durch neu vorbereitete Dosimeter ersetzt werden, es sei denn der Messort entfällt künftig. In jedem Fall muss das Ende des Überwachungszeitraums und das Messergebnis dokumentiert werden. Wenn Ortsdosimeter vorzeitig und ersatzlos eingeholt werden (z. B. vorzeitige Räumung durch Bauarbeiten), muss dies bei der Interpretation der Messergebnisse entsprechend berücksichtigt werden.

6.4 Begrenzen der Handhabungszeitspanne t_H

Die Handhabung der Dosimeter erfolgt im Allgemeinen ohne besondere Abschirmungen. Ohne besondere Maßnahmen zur Reduzierung des natürlichen Strahlungsuntergrundes während der Handhabungszeit darf die Handhabungszeitspanne t_H 10 % der Überwachungszeitspanne $t_{\ddot{u}}$ nicht überschreiten, siehe Gleichung (2):

$$t_H = \frac{H_H}{\dot{H}_{\text{nat}}} \text{ mit } H_H \leq 10 \% \cdot \dot{H}_{\text{nat}} \cdot t_{\ddot{u}} \quad (2)$$

Die zulässige Handhabungszeitspanne t_H , kann durch die Verwendung eines Abschirmbehälters verlängert werden. Die Bestimmung der Handhabungsdosis H_H muss dann unter Berücksichtigung der im Abschirmbehälter tatsächlich vorhandenen Dosisleistung erfolgen.

Mit dem Schwächungsfaktor F_S der Abschirmung ergibt sich eine Handhabungsdosis nach Gleichung (3)

$$H_H = \frac{1}{F_S} \cdot \dot{H}_{\text{nat}} \cdot t_H \quad (3)$$

und mit dem oben genannten Grenzwert eine Handhabungszeitspanne nach Gleichung (4).

$$t_H \leq 0,1 \cdot F_S \cdot t_{\ddot{u}} \quad (4)$$

BEISPIEL Ein Behälter mit einer Wanddicke von 15 mm Blei senkt die Dosisleistung durch natürliche Umgebungsstrahlung auf ungefähr die Hälfte ab (die terrestrische Komponente wird stärker als die kosmische Komponente abgeschirmt). Der Schwächungsfaktor beträgt in diesem Fall $F_S = 2$ und die Handhabungszeitspanne t_H kann dementsprechend verdoppelt werden.

Überwachungs- und Auswertestelle müssen dafür Sorge tragen, dass alle organisatorischen Maßnahmen getroffen werden, die einer Verkürzung der Handhabungszeitspanne dienen, wie z. B.

- Durchführung der Vorbereitung der Dosimeter zur Exposition erst unmittelbar vor dem geplanten Beginn der Überwachungszeitspanne und Auswertung entsprechend sofort nach ihrem Ende,
- Einhaltung kurzer Zeitspannen für den Transport, das Auslegen und das Einsammeln der Dosimeter,
- zeitliche Koordinierung der organisatorischen Abläufe zwischen Auslege- und Auswertestelle,
- unverzügliche Sofortmaßnahmen bei festgestellten Abweichungen betreffend den Zustand und der Anzahl der Orts- und Kontrolldosimeter und deren Dokumentation.

6.5 Erkennung und Korrigieren einer Fremdbestrahlung während der Handhabungszeitspanne

6.5.1 Es muss ausgeschlossen werden, dass das Messergebnis in Folge einer nicht erkannten Fremdbestrahlung während der Handhabungszeitspanne (z. B. durch Röntgenstrahlung bei der Frachtprüfung) verfälscht wird. Hierfür muss grundsätzlich dafür gesorgt werden, dass eine eventuelle Fremdbestrahlung während der Handhabungszeitspanne nachgewiesen oder erkannt wird, es sei denn, eine Fremdbestrahlung kann durch besondere Vorkehrungen in der Auswerte- und Überwachungsstelle sicher ausgeschlossen werden.

ANMERKUNG Bei einem Transport der Dosimeter durch einen Transportdienstleister und/oder bei Transport über öffentliche Verkehrswege kann eine Fremdbestrahlung nie ausgeschlossen werden.

6.5.2 Wird eine Fremdbestrahlung zu Beginn der Überwachungszeitspanne erkannt, so müssen die von der Fremdbestrahlung betroffenen Dosimeter, sofern möglich, ersetzt werden. Ist dies nicht möglich oder tritt die Fremdbestrahlung nach der Überwachungszeitspanne auf, muss die Fremdbestrahlung bei der Korrektur der Handhabungsdosis berücksichtigt werden (siehe 7.4). Der Beitrag einer Fremdbestrahlung zur Handhabungsdosis ist vernachlässigbar, wenn für die erhöhte Handhabungsdosis gilt $H_H \leq 1,5 \cdot \dot{H}_{\text{nat}} \cdot t_H$.

6.5.3 Zum Nachweis einer etwaigen Fremdbestrahlung wird empfohlen, Transportdosimeter zwischen Vorbereitung und Auslegen und zwischen Einholen und Auswertung zusammen mit den Felddosimetern mitzuführen. Um eine Korrektur einer durch Fremdbestrahlung erhöhten Handhabungsdosis zu ermöglichen, sollten die Transportdosimeter vom gleichen Typ wie die zur Überwachung vorgesehenen Ortsdosimeter sein. Hierbei sind folgende Verfahrensweisen möglich:

- a) Es werden zwei Gruppen von Transportdosimetern vorgesehen. Die erste Gruppe wird zusammen mit den Felddosimetern vorbereitet und der Überwachungsstelle übergeben. Nach Auslegen der Felddosimeter wird die erste Gruppe der Transportdosimeter unmittelbar an die Auswertestelle zurückgesendet und dort ausgewertet. Die zweite Gruppe der Transportdosimeter wird vor dem Einholen der Felddosimeter vorbereitet, der Überwachungsstelle übergeben und zusammen mit den eingeholten Felddosimetern zur gemeinsamen Auswertung an die Überwachungsstelle zurückgesendet. Der Nachteil dieser Verfahrensweise ist der zusätzliche Hin- bzw. Rückweg der Transportdosimeter, der bei der Ermittlung der Handhabungsdosis berücksichtigt werden muss (z. B. durch Ermittlung der durchschnittlichen Tagesdosis). Bei regelmäßiger Überwachung ist diese Verfahrensweise jedoch zweckmäßig, da dann die Transportdosimeter mit den neuen Felddosimetern zur Überwachungsstelle geschickt werden können und mit den alten Felddosimetern wieder zur Auswertestelle zurückkehren. Zur zeitlichen Eingrenzung einer nachgewiesenen Fremdbestrahlung ist dabei die Verwendung zusätzlicher integrierender, elektronischer Transportdosimeter hilfreich (siehe 6.5.4).
- b) Eine Gruppe von Transportdosimetern wird zusammen mit den Felddosimetern vorbereitet und zusammen mit diesen der Überwachungsstelle übergeben. Während des Auslegezeitraums der Felddosimeter (Überwachungszeitspanne $t_{\text{ü}}$) werden die Transportdosimeter in der Überwachungsstelle gelagert. Anschließend werden die Transportdosimeter zusammen mit den Felddosimetern an die Auswertestelle zurückgeschickt und dort zusammen mit den Felddosimetern ausgewertet. Bei der Auswertung der Transportdosimeter muss der Ortsdosisbeitrag, der während des Auslegezeitraums der Felddosimeter angefallen ist, abgezogen werden. Dabei muss sichergestellt werden, dass die Transportdosimeter während des Auslegezeitraums der Felddosimeter in einer Umgebung mit ausreichend niedriger Ortsdosisleistung (z. B. Bleischränk) gelagert werden, damit eine nicht mehr vernachlässigbare Fremdbestrahlung während der Handhabungszeitspanne noch zuverlässig erkennbar ist.

Werden Untergrunddosimeter zur Bestimmung der Zusatzdosis verwendet (siehe 7.5 zusammen mit Anhang B), sind keine dezidierten Transportdosimeter notwendig. Das gilt unter der Voraussetzung, dass die Untergrunddosimeter mit den übrigen Ortsdosimetern vorbereitet, während der Handhabungszeitspanne mitgeführt und ausgewertet werden. Bei der Interpretation der Messergebnisse sollte jedoch berücksichtigt werden, dass eine Fremdbestrahlung während der Handhabungszeitspanne zu einer Erhöhung der Messunsicherheit und der Erkennungs- und Nachweisgrenze für die Zusatzdosis führt.

6.5.4 Es wird empfohlen, integrierende, elektronische Dosimeter als zusätzliche Transportdosimeter einzusetzen. Der Vorteil dieser Methode ist die häufige Ablesemöglichkeit und damit die Möglichkeit zum frühzeitigen Erkennen und zur zeitlichen Eingrenzung einer Fremdbestrahlung. Es muss jedoch beachtet werden, dass die Ortsdosimeter und die integrierenden, elektronischen Dosimeter unterschiedliche Energie- und Richtungsabhängigkeiten besitzen und ggf. auf unterschiedliche Messgrößen kalibriert sind. Daher kann eine Korrektur des Messergebnisses der Ortsdosimeter allein auf Grundlage des Anzeigewerts der elektronischen integrierenden Dosimeter nicht empfohlen werden.