

DIN 6844-3

ICS 11.040.50; 13.280

Entwurf

Einsprüche bis 2017-05-13
 Vorgesehen als Ersatz für
 DIN 6844-3:2006-12 und
 DIN 6844-3
 Berichtigung 1:2007-05

Nuklearmedizinische Betriebe – Teil 3: Strahlenschutzberechnungen

Nuclear medicine departments –
 Part 3: Radiation protection calculations

Services de médecine nucléaire –
 Partie 3: Calculs de radioprotection

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2017-01-13 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 nar@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 Radiologie (NAR), Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 22 Seiten

DIN-Normenausschuss Radiologie (NAR)

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	4
4 Berechnung von Umgebungs-Äquivalentdosisleistung und Abschirmungen	5
4.1 Strahlenschutzmaßnahmen	5
4.2 Berechnungsbedingungen	6
4.2.1 Allgemeines	6
4.2.2 Strahlenschutzplan	6
4.2.3 Aufenthaltszeiten	6
4.2.4 Strahlzeiten	7
4.2.5 Jahresexpositionszeit	7
4.2.6 Schwächungsfaktor	7
4.3 Bestimmung der Abschirmdicken	8
4.3.1 Baulicher Strahlenschutz	8
4.3.2 Radionuklidgeneratoren, Bleiburgen und Tresore	8
4.4 Dokumentation der Strahlenschutzberechnung	9
5 Dosisleistungskonstanten	9
5.1 Tabellierte Dosisleistungskonstanten	9
5.2 Berechnete Dosisleistungskonstanten	10
5.3 Dosisleistungskonstanten für Bremsstrahlung	10
Anhang A (normativ) Halbwertszeiten und Dosisleistungskonstanten für verschiedene Radionuklide	12
A.1 Halbwertszeiten und Dosisleistungskonstanten	12
Anhang B (informativ) Berechnungsbeispiele	15
B.1 Beispiel 1	15
B.2 Beispiel 2	15
B.3 Beispiel 2a	17
B.4 Beispiel 3	19
B.5 Beispiel 4 (Therapiestation)	19
Literaturhinweise	20
Stichwortverzeichnis	21
Bilder	
Bild B.1 — Anordnung Beispiel 2	16
Tabellen	
Tabelle A.1 — Halbwertszeit $T_{1/2}$ und Dosisleistungskonstante GH^* von in der Nuklearmedizin verwendeten Radionukliden	12
Tabelle A.2 — Halbwertszeit $T_{1/2}$ und Bremsstrahlungs-Dosisleistungskonstante $G_{Br,10}$ einiger Betastrahler bei Abbremsung der Betastrahlung ($Z = 10$)	14

Vorwort

Dieses Dokument wurde vom Arbeitsausschuss NA 080-00-03 AA „Nuklearmedizin“ des DIN-Normenausschusses Radiologie (NAR) in Arbeitsgemeinschaft mit der Deutschen Röntgengesellschaft und in Zusammenarbeit mit der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Physik, der Deutschen Gesellschaft für Nuklearmedizin und der Deutschen Gesellschaft für Radioonkologie erarbeitet.

Definierte Begriffe werden in Übereinstimmung mit dem Verfahren bei IEC in KAPITÄLCHEN geschrieben, außer im Inhaltsverzeichnis, in Benennungen und in Überschriften. Ein Stichwortverzeichnis am Ende der Norm enthält alle definierten Begriffe, einschließlich Quellenangabe und englischer Übersetzung.

Die Reihe DIN 6844, Nuklearmedizinische Betriebe, besteht aus:

- Teil 1: Regeln für die Errichtung und Ausstattung von Einrichtungen zur ambulanten Anwendung von offenen radioaktiven Stoffen zur Diagnostik und Therapie;
- Teil 2: Regeln für die Errichtung und Ausstattung von Betrieben zur therapeutischen Anwendung von offenen radioaktiven Stoffen;
- Teil 3: Strahlenschutzberechnungen.

Änderungen

Gegenüber DIN 6844-3:2006-12 und DIN 6844-3 Berichtigung 1:2007-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Beispiele und Berechnungen aus den Teilen 1 und 2 übernommen;
- b) Schwächungskurven entfernt;
- c) Berechnungsbeispiele erweitert;
- d) redaktionelle Überarbeitung.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für die Berechnung des baulichen STRAHLENSCHUTZES in nuklearmedizinischen Betrieben.

Diese Norm legt ein Verfahren zur Berechnung von materialspezifischen Abschirmdicken fest.

Für die Berechnung des baulichen STRAHLENSCHUTZES für Räume mit Röntgenstrahlern gilt zusätzlich DIN 6812.

Für Zyklotronräume ist DIN 6871-1 anzuwenden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN 6812, *Medizinische Röntgenanlagen bis 300 kV — Regeln für die Auslegung des baulichen Strahlenschutzes*

DIN 6850, *Strahlenschutzbehälter, Strahlenschutzttische und Strahlenschutztresore zur Verwendung in nuklearmedizinischen Betrieben — Anforderungen und Klassifikation*

DIN 6854, *Technetium-Generatoren — Anforderungen und Betrieb*

DIN 6871-1, *Zyklotron-Anlagen für die Positronen-Emissions-Tomographie — Teil 1: Anforderungen an den baulichen Strahlenschutz*

Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung — StrlSchV) vom 20. Juli 2001 (BGBl. Teil I S. 1714 ber. I 2002 S. 1459), zuletzt geändert durch Artikel 5 der Verordnung vom 11. Dezember 2014 (BGBl. I S. 2010)

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe im Stichwortverzeichnis und die folgenden Begriffe.

3.1

Betriebsgelände

<STRAHLENSCHUTZ> Grundstück, auf dem sich Anlagen oder Einrichtungen befinden und zu dem der Zugang oder auf dem die Aufenthaltsdauer von Personen durch den STRAHLENSCHUTZVERANTWORTLICHEN beschränkt werden können

Anmerkung 1 zum Begriff: Nach Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) [12].

3.2

Dosisleistungskonstante

$\Gamma_{\dot{H}^*}$

<STRAHLENSCHUTZ> Quotient aus dem Produkt $\dot{H}^*(10) \cdot r^2$ und der AKTIVITÄT A eines PHOTONEN emittierenden RADIONUKLIDS; dabei ist $\dot{H}^*(10)$ die UMGEBUNGS-ÄQUIVALENTDOSISLEISTUNG, die durch PHOTONEN im Abstand r von einer punktförmigen STRAHLUNGSQUELLE der AKTIVITÄT A erzeugt wird

$$\Gamma_{\dot{H}^*} = \frac{\dot{H}^*(10) \cdot r^2}{A}$$

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Einheit der DOSISLEISTUNGSKONSTANTE $\dot{I}_{\dot{H}^*}$ ist „Sievert-Quadratmeter durch Becquerel-Sekunde“ ($\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{Bq}^{-1}$). Vielfach wird die Einheit $\text{mSv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{GBq}^{-1}$ benutzt.

[QUELLE: DIN 6814-3:2016-08, Begriff 3.7, modifiziert, letzter Halbsatz der Definition und letzter Satz der Anmerkung 1 gestrichen]

3.3

Jahresexpositionszeit

z

<Nuklearmedizin> Zeit, die eine Person am zu schützenden Ort während eines Kalenderjahres einer STRAHLENEXPOSITION ausgesetzt sein kann.

3.6

Schwächungsfaktor

F

Quotient aus der UMGEBUNGS-ÄQUIVALENTDOSISLEISTUNG $\dot{H}_0^*(10)$ ohne ABSCHIRMUNG und der UMGEBUNGS-ÄQUIVALENTDOSISLEISTUNG $\dot{H}^*(10)$ mit ABSCHIRMUNG

$$F = \frac{\dot{H}_0^*(10)}{\dot{H}^*(10)}$$

3.7

Aufpunkt

<Nuklearmedizin> Ort, an dem eine festgelegte Dosis oder Dosisleistung nicht überschritten werden darf

3.8

Quellpunkt

<Nuklearmedizin> Ort, an dem STRAHLUNGSQUELLEN vorhanden sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein QUELLPUNKT kann mehrere NUKLIDE beinhalten.

4 Berechnung von Umgebungs-Äquivalentdosisleistung und Abschirmungen

4.1 Strahlenschutzmaßnahmen

Bei Strahlenschutzmaßnahmen ist zu unterscheiden zwischen

- a) Maßnahmen zum Schutz von Personen und
- b) ABSCHIRMUNG von Messgeräten gegen erhöhte Umgebungsstrahlung.

Die Bemessung von Strahlenschutzabschirmungen richtet sich nach der Art der STRAHLENSCHUTZBEREICHE (KONTROLLBEREICHE, ÜBERWACHUNGSBEREICHE) UND allgemein zugängliche Bereiche außerhalb von STRAHLENSCHUTZBEREICHEN auf dem BETRIEBSGELÄNDE oder außerhalb des BETRIEBSGELÄNDES, in denen Personen zu schützen sind).

Aufstellungsorte für Messgeräte (z. B. Gammakamera, Kontaminationsmonitore) müssen so gelegen oder abgeschirmt sein, dass der Beitrag von STRAHLUNGSQUELLEN außerhalb des Raumes — auch von PATIENTEN nach Applikation RADIOAKTIVER STOFFE — die Messungen nicht stört.

ANMERKUNG Die Messung wird im Allgemeinen nicht gestört, wenn die UMGEBUNGS-ÄQUIVALENTDOSISLEISTUNG am Ort des Detektors um nicht mehr als $0,2 \mu\text{Sv/h}$ erhöht wird.

Bauliche Strahlenschutzmaßnahmen sind organisatorischen Maßnahmen vorzuziehen.

4.2 Berechnungsbedingungen

4.2.1 Allgemeines

Die Zuordnung der Räume zu den STRAHLENSCHUTZBEREICHEN nach Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) richtet sich nach der zu erwartenden Exposition durch den Umgang mit RADIOAKTIVEN STOFFEN und IONISIERENDE STRAHLUNG.

Die Einstrahlung in einen Raum innerhalb der nuklearmedizinischen Einrichtung darf bei der festgelegten Aufenthaltszeit 6 mSv im Kalenderjahr nicht überschreiten. Für Räumlichkeiten außerhalb der nuklearmedizinischen Einrichtung darf der Grenzwert nach StrlSchV von 1 mSv im Kalenderjahr nicht überschritten werden.

Bei der Ermittlung des Abschirmwertes ist die von einem PATIENTEN oder PROBANDEN verursachte mittlere integrale ORTSDOSIS und die Häufigkeit der Belegung des Raumes im Jahr zugrunde zu legen.

Die Berechnungsbedingungen sind möglichst realistisch zu wählen, aber stets so, dass keinesfalls eine Unterschätzung der STRAHLENEXPOSITION erfolgt. Zu diesem Zweck sind die AKTIVITÄTEN hinreichend hoch zu wählen. Das Zusammenwirken von STRAHLUNGSQUELLEN, wie z. B. das Vorhandensein von CT-Komponenten bei Hybridgeräten, ist zu berücksichtigen.

4.2.2 Strahlenschutzplan

Für die Planung oder Prüfung des baulichen STRAHLENSCHUTZES ist ein Strahlenschutzplan auf Grundlage eines Grund- und Seitenrisses der Einrichtung zu erstellen. Notwendig sind die Angabe des Maßstabs sowie Informationen über Baumaterialien und deren DICHTEN.

Es sind AUF- und QUELLPUNKTE festzulegen.

Für die AUFPUNKTE sind Orte größter Aufenthaltswahrscheinlichkeit von Personen in allen angrenzenden Räumen oder Bereichen sowie im Raum selbst, in dem mit RADIOAKTIVEN STOFFEN umgegangen wird, zu wählen. Dabei sind auch Bedien- und Arbeitsplätze, sowie Messgeräte zu berücksichtigen. Für Räume mit einer Grundfläche von weniger als 10 m² darf der AUFPUNKT in die Mitte des Raumes gelegt werden. In jedem Raum, in dem sich Quellen IONISIERENDER STRAHLUNG befinden können, sind an repräsentativen Stellen QUELLPUNKTE festzulegen. Hierbei sind Lagerorte RADIOAKTIVER STOFFE, Laborarbeitsplätze, Applikationsorte, aktive Wartebereiche, Patiententoiletten und PATIENTEN in den Untersuchungsräumen zu berücksichtigen.

Bei gleichzeitigem Vorhandensein mehrerer STRAHLUNGSQUELLEN in einem Raum darf ein einzelner repräsentativer QUELLPUNKT als Summe aller Quellen gewählt werden.

In den Strahlenschutzplan sind AUF- und QUELLPUNKTE sowie STRAHLENSCHUTZBEREICHE einzuzeichnen.

4.2.3 Aufenthaltszeiten

Für die AUFPUNKTE sind Aufenthaltszeiten festzulegen. In allgemein zugänglichen Bereichen außerhalb des BETRIEBSGELÄNDES, z. B. in Wohnbereichen, ist mit 8760 Stunden im Kalenderjahr zu rechnen.

Die Aufenthaltszeiten auf dem BETRIEBSGELÄNDE sollten wie folgt gewählt werden:

- a) $t = 2000$ Stunden im Kalenderjahr für Arbeits- und Daueraufenthaltsorte, entsprechend 40 Stunden je Woche und 50 Wochen im Kalenderjahr (z. B. Büros, Laboratorien, Schaltplätze, Untersuchungsräume mit Bedienplatz, Applikationsraum);
- b) $t = 600$ Stunden im Kalenderjahr für Aufenthaltsorte und Verkehrsflächen, die nicht für den Daueraufenthalt von Personen in Frage kommen (z. B. Straßen, Grünanlagen);

- c) $t = 200$ Stunden im Kalenderjahr für Aufenthaltsorte innerhalb der nuklearmedizinischen Einrichtung, an denen sichergestellt ist, dass sich dort niemand länger als ein Zehntel der Arbeitszeit aufhält (z. B. Patientenwarteräume, Flure, Treppen, Toiletten).

4.2.4 Strahlzeiten

Für die QUELLPUNKTE sind Strahlzeiten festzulegen. Je nach Betriebsweise sollten diese wie folgt gewählt werden:

- a) 8760 Stunden im Kalenderjahr für Radionuklidgeneratoren (Dauerstrahlzeit);
- b) 2000 Stunden im Kalenderjahr für den Umgang mit RADIOAKTIVEN STOFFEN während der allgemeinen Betriebszeit;
- c) Werden in begründeten Fällen die tatsächlichen Umgangszeiten zugrunde gelegt, so müssen mindestens 200 Stunden im Kalenderjahr angesetzt werden.

4.2.5 Jahresexpositionszeit

Für die Abschirmberechnung nach 4.3 ist eine Festlegung der JAHRESEXPOSITIONSZEIT z erforderlich. Die JAHRESEXPOSITIONSZEIT kann höchstens die Strahlzeit sein.

Für die Strahlenschutzberechnung ist als JAHRESEXPOSITIONSZEIT z der jeweils kleinere Wert von Aufenthaltszeit und angenommener Strahlzeit je Jahr zu verwenden.

4.2.6 Schwächungsfaktor

Die UMGEBUNGS-ÄQUIVALENTDOSISLEISTUNG am zu schützenden Ort ohne ABSCHIRMUNGEN berechnet sich nach Gleichung (1).

$$\dot{H}_0^*(10) = \frac{\Gamma_{H^*} \cdot A}{r^2} \quad (1)$$

Dabei ist

$\dot{H}_0^*(10)$ die zu berücksichtigende UMGEBUNGS-ÄQUIVALENTDOSISLEISTUNG am zu schützenden Ort ohne ABSCHIRMUNG;

Γ_{H^*} die DOSISLEISTUNGSKONSTANTE;

A die AKTIVITÄT;

r der Abstand.

DOSISLEISTUNGSKONSTANTEN für die am häufigsten eingesetzten NUKLIDE sind in Tabelle A.1 zusammengestellt. Konstanten für dort nicht aufgeführte NUKLIDE lassen sich unter anderem mit dem in Abschnitt 5 beschriebenen Verfahren approximieren.

Die höchstzulässige UMGEBUNGS-ÄQUIVALENTDOSISLEISTUNG am zu schützenden Ort ergibt sich aus Gleichung (2).

$$\dot{H}^*(10) = \frac{H^*(10)}{z} \quad (2)$$

Dabei ist

$\dot{H}^*(10)$ die höchstzulässige UMGEBUNGS-ÄQUIVALENTDOSISLEISTUNG am zu schützenden Ort

$H^*(10)$ der Grenzwert der effektiven Dosis im Kalenderjahr nach StrlSchV für den betreffenden AUFPUNKT