

DIN 6844-3

ICS 11.040.50; 13.280

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

Gesamtumfang 25 Seiten

DIN-Normenausschuss Radiologie (NAR)

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
1 Anwendungsbereich.....	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Berechnung von Umgebungs-Äquivalentdosisleistung und Abschirmungen	7
4.1 Strahlenschutzmaßnahmen	7
4.2 Berechnungsbedingungen.....	7
4.2.1 Allgemeines	7
4.2.2 Strahlenschutzplan	8
4.2.3 Aufenthaltszeiten	8
4.2.4 Strahlzeiten.....	9
4.2.5 Jahresexpositionszeit.....	9
4.2.6 Schwächungsfaktor.....	9
4.3 Bestimmung der Abschirmdicken.....	10
4.3.1 Baulicher Strahlenschutz.....	10
4.3.2 Radionuklidgeneratoren, Bleiburgen und Tresore	10
4.4 Dokumentation der Strahlenschutzberechnung	11
5 Dosisleistungskonstanten	11
5.1 Tabellierte Dosisleistungskonstanten.....	11
5.2 Berechnete Dosisleistungskonstanten	12
5.3 Dosisleistungskonstanten für Bremsstrahlung.....	12
Anhang A (normativ) Halbwertszeiten und Dosisleistungskonstanten für verschiedene Radionuklide	14
A.1 Halbwertszeiten und Dosisleistungskonstanten.....	14
Anhang B (informativ) Berechnungsbeispiele	17
B.1 Beispiel 1	17
B.2 Beispiel 2	17
B.3 Beispiel 2a	19
B.4 Beispiel 3	21
B.5 Beispiel 4 (Therapiestation)	21
Literaturhinweise.....	23
Stichwortverzeichnis.....	24

Bilder

Bild B.1 — Anordnung Beispiel 2.....	18
---	-----------

Tabellen

Tabelle A.1 — Halbwertszeit $T_{1/2}$ und Dosisleistungskonstante GH^* von in der Nuklearmedizin verwendeten Radionukliden.....	14
Tabelle A.2 — Halbwertszeit $T_{1/2}$ und Bremsstrahlungs-Dosisleistungskonstante $\Gamma_{Br,10}$ einiger Betastrahler bei Abbremsung der Betastrahlung ($Z = 10$).....	16
Tabelle B.1 — Werte für Berechnungsbeispiel Formel B.2.....	18
Tabelle B.2 — Schwächungsfaktoren sowie dafür benötigte Wandstärken für NB und Pb.....	19
Tabelle B.3 — Tabellarische Berechnung - Schritt 1.....	19
Tabelle B.4 — Tabellarische Berechnung - Schritt 2.....	20
Tabelle B.5 — Tabellarische Berechnung - Schritt 3.....	20
Tabelle B.6 — Tabellarische Berechnung - Schritt 4.....	20
Tabelle B.7 — Tabellarische Berechnung - Schritt 5.....	21
Tabelle B.8 — SCHWÄCHUNGSAKTOREN und Dosisleistungswerte aus Beispiel 2.....	21

Vorwort

Dieses Dokument wurde vom 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.

Das Strahlenschutzrecht in Deutschland wurde gemäß der Richtlinie 2013/59/EURATOM beginnend mit den Veröffentlichungen des Strahlenschutzgesetzes am 27. Juni 2017 -StrlSchG- und der Strahlenschutzverordnung am 29. November 2018 – StrlSchV –umfassend modernisiert. Das untergesetzliche Regelwerk befindet sich aktuell noch im Aufbau.

Bestehende Regelungen des untergesetzlichen Regelwerks, insbesondere in dieser Norm referenzierte weitere Normen dürfen inhaltlich zur Ausfüllung auf das Strahlenschutzgesetz und die Strahlenschutzverordnung bis zur Anpassung der Normen an das seit 31.12.2018 geltenden Strahlenschutzrecht angewendet werden.

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*

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte 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 6844-3:2006-12 und DIN 6844-3 Berichtigung 1:2007-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Anpassung an das Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzgesetz - StrlSchG); [17]
- b) Verordnung zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzverordnung StrlSchV); [18]
- c) Beispiele und Berechnungen aus den Teilen 1 und 2 übernommen;
- d) Schwächungskurven entfernt;
- e) Berechnungsbeispiele erweitert;
- f) Redaktionelle Überarbeitung.

Frühere Ausgaben

DIN 6844: 1978-12

DIN 6844-3: 1989-09, 2006-12

DIN 6844-3 Berichtigung 1: 2007-05

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

DIN 6850, *Strahlenschutzbehälter, Strahlenschutzische 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*

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 Strahlenschutzgesetz [17].

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 $\Gamma_{\dot{H}^*}$ 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 $\dot{H}_0^*(10)$ 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 µSv/h erhöht wird.

Bauliche Strahlenschutzmaßnahmen sind organisatorischen Maßnahmen vorzuziehen.

4.2 Berechnungsbedingungen**4.2.1 Allgemeines**

Die Zuordnung der Räume zu den STRAHLENSCHUTZBEREICHEN nach Strahlenschutzgesetz 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 Strahlenschutzgesetz 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.

Praktische Beispiele von möglichen Szenarien finden sich Anhang B.

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 8 760 h im Kalenderjahr zu rechnen.

Die Aufenthaltszeiten auf dem BETRIEBSGELÄNDE sollten wie folgt gewählt werden:

- a) $t = 2\,000$ h im Kalenderjahr für Arbeits- und Daueraufenthaltsorte, entsprechend 40 h je Woche und 50 Wochen im Kalenderjahr (z. B. Büros, Laboratorien, Schaltplätze, Untersuchungsräume mit Bedienplatz, Applikationsraum);
- b) $t = 600$ h im Kalenderjahr für Aufenthaltsorte und Verkehrsflächen, die nicht für den Daueraufenthalt von Personen in Frage kommen (z. B. Straßen, Grünanlagen);
- c) $t = 200$ h 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).