

Medizinische Gammabestrahlungsanlagen

Strahlenschutzregeln für die Errichtung

DIN
6846
Teil 2

Medical teletherapy systems with gamma-emitting sources;
radiation safety requirements for installation

Mit DIN 6846 T1/07.80
Ersatz für
DIN 6846/03.69

Diese Norm enthält sicherheitstechnische Festlegungen im Sinne der Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung – StrlSchV) vom 13. 10. 1976.

Beginn der Gültigkeit:

Diese Norm gilt ab 1. September 1983.

Aufgestellt vom Normenausschuß Radiologie im DIN Deutsches Institut für Normung e.V. in Arbeitsgemeinschaft mit der Deutschen Röntgengesellschaft.

Dieser Norm liegen die Begriffsbestimmungen nach DIN 6814 „Begriffe und Benennungen in der radiologischen Technik“ zugrunde.

Dosis und Dosisleistungsangaben in dieser Norm sind, sofern nicht ausdrücklich etwas anderes bestimmt ist, Energiedosen und Energiedosisleistungen in Wasser im Dosismaximum.

Außer den Regeln dieser Norm sind die geltenden gesetzlichen Vorschriften und behördlichen Richtlinien zu beachten.

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich	2	6 Für die Bemessung der baulichen Strahlenschutzvorkehrungen zugrundezulegende Wochendosen	4
2 Grenzwerte der Körperdosen	2	7 Bemessung von baulichen Strahlenschutzvorkehrungen	4
3 Anforderungen an die Räume	2	8 Strahlenschutzbauzeichnung	8
4 Angaben des Herstellers und des Betreibers	2	9 Diagramme	9
5 Betriebsdaten	3	Berechnungsbeispiel	13

Fortsetzung Seite 2 bis 17

Normenausschuß Radiologie (NAR) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin, gestattet.

1 Anwendungsbereich

Die Regeln dieser Norm gelten für die Errichtung¹⁾ von Gammabestrahlungsanlagen zur medizinischen Anwendung umschlossener Kobalt 60- und Cäsium 137-Strahlenquellen.

Sie setzen voraus, daß die Gammabestrahlungseinrichtungen den Regeln nach DIN 6846 Teil 1 entsprechen. Für Gammabestrahlungsanlagen außerhalb des medizinischen Anwendungsbereiches, z. B. für wissenschaftliche Untersuchungen, können von dieser Norm abweichende Strahlenschutzmaßnahmen und Sicherheitsvorkehrungen notwendig sein.

2 Grenzwerte der Körperdosen

Die Regeln nach Abschnitt 2.1 bis 2.4 ergeben sich aus gesetzlich vorgeschriebenen Grenzwerten für die Körperdosis von Personen, zu deren Schutz die baulichen Strahlenschutzvorkehrungen dienen und haben Vorrang vor allen übrigen Regeln dieser Norm.

2.1 Die Ganzkörperdosis von beruflich strahlenexponierten Personen der Kategorie A²⁾ darf 50 mSv (5 rem) im Jahr nicht überschreiten.

2.2 Die Ganzkörperdosis von beruflich strahlenexponierten Personen der Kategorie B²⁾ darf 15 mSv (1,5 rem) im Jahr nicht überschreiten.

2.3 Die Ganzkörperdosis nicht beruflich strahlenexponierter Betriebsangehöriger darf 5 mSv (0,5 rem) im Jahr nicht überschreiten.

2.4 Die Ganzkörperdosis von nicht in den Abschnitten 2.1 bis 2.3 genannten Personen darf 1,5 mSv (0,15 rem) im Jahr nicht überschreiten.

3 Anforderungen an die Räume

Anmerkung: Der Betrieb einer Gammabestrahlungsanlage macht es erforderlich, daß Strahlenschutzbereiche eingerichtet werden, in denen der Aufenthalt von Personen möglich ist, ohne daß die Grenzwerte der Körperdosen nach Abschnitt 2 überschritten werden. Für solche Strahlenschutzbereiche bestehen, je nachdem wie hoch die Körperdosis von Personen in diesen Bereichen werden darf, Aufenthalts- und Zutrittsbeschränkungen. Der Betriebsablauf sowohl innerhalb des Strahlenbetriebs als auch im Rahmen der Organisation der übrigen Betriebe sollte dadurch möglichst wenig gestört werden.

3.1 Für die Gammabestrahlungsanlage sind außer den Räumen, die für den sonstigen klinischen und technisch-physikalischen Arbeitsablauf benötigt werden, mindestens ein Bestrahlungsraum und ein davon getrennter Bedienungsraum erforderlich.

3.2 Sperrbereich ist der Bestrahlungsraum, wenn sich die Gammabestrahlungsanlage in einem Betriebszustand befindet, bei dem in dem Bestrahlungsraum höhere Ortsdosisleistungen als 3 mSv · h (0,3 rem/h) auftreten.

3.3 Kontrollbereich ist der Bestrahlungsraum, auch wenn sich die Bestahlungseinrichtung in Ruhestellung befindet, und erforderlichenfalls Räume, die nach Angaben des Betreibers als Kontrollbereich vorgesehen sind.

3.4 Für die Errichtung von Gammabestrahlungsanlagen ist vorauszusetzen, daß sich in Räumen, die während der Bestrahlungszeit Sperrbereiche sind, niemand aufhält,

ausgenommen der Patient im Bestrahlungsraum. Das Betreten und Verlassen dieser Räume muß jederzeit möglich sein.

3.5 Der Zugang zu jedem Raum, der während der Bestrahlungszeit Sperrbereich ist, muß mit einer Vorrichtung versehen sein, die durch Öffnen eines Kontaktes im Sicherheitsstromkreis³⁾ die Strahlenquelle in Ruhestellung bringt, wenn jemand einen solchen Raum während der Bestrahlungszeit betritt.

3.6 In jedem zugänglichen Raum, der während der Bestrahlungszeit Sperrbereich ist, muß mindestens ein Schalter angebracht sein, mit dem durch Öffnen eines Kontaktes im Sicherheitsstromkreis³⁾ die Strahlung abgeschaltet und der Übergang in die Einschaltbereitschaft solange blockiert werden kann, bis die Blockierung von dieser Stelle aus aufgehoben wird.

3.7 In jedem zugänglichen Raum, der Kontrollbereich oder während der Bestrahlungszeit Sperrbereich ist, muß deutlich erkennbar sein, ob sich die Strahlenquelle in Bestrahlungsstellung befindet.

3.8 An allen Zugängen zu Räumen, die während der Bestrahlungszeit Sperrbereich oder Kontrollbereich sind, muß der Betriebszustand „Einschaltbereitschaft“ und „Strahlung eingeschaltet“ deutlich erkennbar sein.

3.9 Der Kontrollbereich muß an den Zugängen mit einem Warnschild für den Kontrollbereich nach DIN 25 430 gekennzeichnet sein.

3.10 Der Sperrbereich muß an den Zugängen während der Bestrahlungszeit mit einem Warnschild für den Sperrbereich nach DIN 25 430 gekennzeichnet sein, das nur während der Bestrahlung eingeschaltet wird.

3.11 Der Bestrahlungsplatz muß vom Bedienungsplatz aus beobachtet werden können. Zwischen beiden Plätzen muß eine Sprechverbindung vorhanden sein. Auch bei abgeschalteter Sprechverbindung muß der Patient das Bedienungspersonal auf sich aufmerksam machen können.

4 Angaben des Herstellers und des Betreibers

4.1 Angaben des Herstellers

Der Hersteller der Bestahlungseinrichtung muß dem Errichter ausführliche technische Unterlagen zur Verfügung stellen, die mindestens die Angaben nach den Abschnitten 4.1.1 bis 4.1.4 enthalten.

¹⁾ Errichtung im Sinne dieser Norm ist die Erstellung eines Bauwerks mit bautechnischen Strahlenschutzvorkehrungen sowie Aufstellung und Anschluß der Bestahlungseinrichtung. Änderungen am Bau oder an Einrichtungen, welche die Strahlenschutzeigenschaften der Anlage beeinflussen, gelten ebenfalls als Errichtung. Maßgebend für die Einhaltung der Regeln dieser Norm ist nicht die Planung, sondern die tatsächliche Ausführung.

²⁾ Zur Klassifizierung beruflich strahlenexponierter Personen siehe Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung – StrlSchV) vom 13. 10. 1976, Anlage X (Bundesgesetzblatt I S. 2905, mit Berichtigungen vom 21. 1. 1977, BGBl. I S. 184 und 269).

³⁾ Siehe DIN 6846 Teil 1, Ausgabe Juli 1980, Abschnitt 8.3

4.1.1 Maßblätter, aus denen zu entnehmen sind

- a) die Maße der Bestrahlungseinrichtung,
- b) die Lage der Strahlenquelle bezogen auf eine am Strahlerkopf von außen zugängliche Stelle,
- c) die Maße für alle Einstell- und Bewegungsmöglichkeiten der Bestrahlungseinrichtung,
- d) die Angabe des normalen Bestrahlungsabstandes⁴⁾.

4.1.2 Die maximal mögliche Ortsdosisleistung für den größten Nutzstrahlenbündelquerschnitt im Bezugsabstand $a_0 = 100$ cm von der Strahlenquelle.

4.1.3 Den größten Nutzstrahlenbündelquerschnitt im Bezugsabstand $a_0 = 100$ cm von der Strahlenquelle.

Anmerkung 1: Für die Zwecke dieser Norm wird angenommen, daß die Ortsdosisleistung und der Nutzstrahlenbündelquerschnitt im Bezugsabstand $a_0 = 100$ cm auf größere Abstände nach dem Abstandsquadratgesetz umgerechnet werden können.

Anmerkung 2: Die Ortsdosisleistung wird als Photonen-Äquivalentdosisleistung angegeben.

4.1.4 Anweisungen für die Aufstellung und den Anschluß der Bestrahlungseinrichtung und der übrigen zur Anlage gehörenden Einrichtungen, aus denen zu entnehmen ist,

- a) welche Maßnahmen getroffen werden müssen, damit die geräte technischen Strahlenschutzvorkehrungen nach DIN 6846 Teil 1 in ihrer Wirksamkeit nicht beeinträchtigt werden,
- b) welche Einrichtungen bei eingeschalteter Strahlung ständig oder gelegentlich zugänglich sein müssen und daher außerhalb des Sperrbereichs anzuordnen sind,
- c) wie die vom Errichter nach den Abschnitten 3.5 bis 3.10 vorzusehenden Schalt- und Anzeigevorrichtungen anzuschließen sind.

4.2 Angaben des Betreibers

Der Betreiber der Gammabestrahlungsanlage muß dem Errichter ausführliche Unterlagen zur Verfügung stellen, in denen die für die Errichtung wesentlichen Angaben über den vorgesehenen Betrieb enthalten sind. Mindestens sind die Angaben der Abschnitte 4.2.1 bis 4.2.9 erforderlich.

4.2.1 Zeichnungen der zum Strahlenbetrieb gehörenden Bereiche, sonstiger der Verfügungsgewalt des Betreibers unterliegender Bereiche und der benachbarten Bereiche (Gebäude, Räume, Verkehrsflächen und Außenanlagen), aus denen die für die Strahlenschutzberechnungen benötigten Maße und Abstände entnommen werden können.

4.2.2 Die Aufteilung der Räume innerhalb des Strahlenbetriebs und deren Benutzung (siehe Abschnitt 3).

4.2.3 Zu schützende Aufenthaltsplätze von Personen innerhalb des Strahlenbetriebs; gegebenenfalls Angaben, in welchen Bereichen Beschränkungen der Aufenthaltsdauer eingehalten werden können.

4.2.4 Angaben über die vorgesehene Ausdehnung und Abgrenzung von Kontroll- und Sperrbereichen (siehe Abschnitt 3).

4.2.5 Art und Nutzung von Bereichen außerhalb des Strahlenbetriebs.

4.2.6 Die maximal vorgesehene Ortsdosisleistung für den größten Nutzstrahlenbündelquerschnitt im Bezugsabstand $a_0 = 100$ cm von der Strahlenquelle.

⁴⁾ Siehe DIN 6846 Teil 1, Ausgabe Juli 1980, Abschnitt 6.2.1

4.2.7 Angaben über die beabsichtigten Betriebsweisen (Richtung der Strahlachse, Bestrahlungsmodus) und ihrer Häufigkeit, gegebenenfalls Angaben, für welche Betriebsweise Betriebsbeschränkungen eingehalten werden können.

4.2.8 Die maximale Anzahl der in der Woche beabsichtigten Einzelbestrahlungen und deren mittlere Dosis bezogen auf den Abstand $a_0 = 100$ cm von der Strahlenquelle.

4.2.9 Bei Schichtbetrieb die Anzahl der Einzelbestrahlungen für jede Schicht.

5 Betriebsdaten**5.1 Betriebsbelastung**

Die Betriebsbelastung W_A gibt den Umfang der Ausnutzung einer Gammabestrahlungsanlage an. Sie ist gleich dem Produkt aus der Anzahl der Einzelbestrahlungen in der Woche und deren mittlerer Ortsdosis umgerechnet auf den Bezugsabstand $a_0 = 100$ cm von der Strahlenquelle.

Anmerkung: Die Ausnutzung einer Gammabestrahlungsanlage läßt sich nicht beliebig erhöhen, da sie durch die Vorbereitungszeiten bei Patientenwechsel begrenzt ist. Daher wird durch unterschiedliche Belastung der Gammabestrahlungsanlage die Betriebsbelastung nicht wesentlich beeinflusst.

5.1.1 Sofern Abschnitt 5.1.3 nichts anderes bestimmt, sind für die Betriebsbelastung folgende Werte anzusetzen:

- a) Kobalt 60-Bestrahlungsgeräte
 $W_A = 1 \cdot 10^3$ Sv ($1 \cdot 10^5$ rem) in einer Woche bezogen auf $a_0 = 100$ cm Quellenabstand,
- b) Cäsium 137-Bestrahlungsgeräte
 $W_A = 1 \cdot 10^2$ Sv ($1 \cdot 10^4$ rem) in einer Woche bezogen auf $a_0 = 100$ cm Quellenabstand.

5.1.2 Wenn an einer Gammabestrahlungsanlage in mehreren Schichten gearbeitet wird, so ist für jede Arbeitsschicht mit dem jeweiligen Wert W_A nach Abschnitt 5.1.1 zu rechnen.

Für die Bemessung der baulichen Strahlenschutzvorkehrungen geht die Summe der sich aus dem Schichtbetrieb ergebenden Betriebsbelastungen in die Berechnung ein. Nur für Aufenthaltsplätze, an denen sichergestellt ist, daß sich je Tag niemand länger aufhält, als für die Dauer einer Schicht, darf für die Bemessung der baulichen Strahlenschutzvorkehrungen der Wert von W_A für eine Arbeitsschicht benutzt werden.

5.1.3 Ergeben sich aus den Angaben des Betreibers nach Abschnitt 4.2.8 höhere Betriebsbelastungen W_A als nach Abschnitt 5.1.2, so muß die Bemessung der baulichen Strahlenschutzvorkehrungen darauf abgestellt werden. Geringere Betriebsbelastungen dürfen nur berücksichtigt werden, wenn nach Art des Betriebs eine Zunahme von W_A nicht zu erwarten ist.

5.2 Richtungsfaktor

Der Richtungsfaktor U berücksichtigt die Richtung des Nutzstrahlenbündels in Bezug auf die zu bemessende bauliche Strahlenschutzvorkehrung. Dafür sind alle Richtungen maßgebend, die bei der beabsichtigten Betriebsweise im Bereich des Nutzstrahlenbündels liegen können, zuzüglich einem Randbereich von 10° außerhalb des Nutzstrahlenbündels.

Es sind die Zahlenfaktoren der Abschnitte 5.2.1 bis 5.2.4 zu verwenden.

5.2.1 Für den Schutz gegen Nutzstrahlung $U = 1$, wenn die regelmäßige Benutzung des Nutzstrahlenbündels in Richtung auf den zu schützenden Platz beabsichtigt ist, mindestens jedoch in Richtung auf den Fußboden und eine Seitenwand des Bestrahlungsraumes, soweit das Nutzstrahlenbündel dorthin gerichtet werden kann;

$U = 0,1$, wenn das Nutzstrahlenbündel in höchstens 10% der zugrundegelegten Betriebsbelastung oder nur im Fall der Bewegungsbestrahlung auf den zu schützenden Platz gerichtet wird;

$U = 0$, wenn das Nutzstrahlenbündel nicht auf den zu schützenden Platz gerichtet werden kann.

5.2.2 Für den Schutz gegen sekundäre Photonenstrahlung und gegen Durchlaßstrahlung $U = 1$, unabhängig von der Richtung des Nutzstrahlenbündels.

5.2.3 Für den Schutz gegen sekundäre Photonenstrahlung, die von Wandflächen ausgeht, die in höchstens 10% der zugrundegelegten Betriebsbelastung nach Abschnitt 5.1 von Nutzstrahlung getroffen werden, abweichend von Abschnitt 5.2.2, $U = 0,1$.

5.2.4 Für den Schutz gegen tertiäre Photonenstrahlung $U = 1$, unabhängig von der Richtung des Nutzstrahlenbündels.

5.3 Aufenthaltsfaktor

Der Aufenthaltsfaktor T berücksichtigt die zu erwartende Aufenthaltsdauer von Personen in den zu schützenden Bereichen, unabhängig von der tatsächlichen Aufenthaltsdauer.

Es sind die Zahlenfaktoren der Abschnitte 5.3.1 bis 5.3.5 zu verwenden.

5.3.1 $T = 1$ für zu schützende Aufenthaltsplätze von beruflich strahlenexponierten Personen.

Anmerkung: Der Wert $T = 1$ für zu schützende Aufenthaltsplätze, auch wenn diese nicht als Daueraufenthaltsplätze in Frage kommen, berücksichtigt, daß beruflich strahlenexponierte Personen während ihrer Arbeitszeit an verschiedenen Aufenthaltsplätzen der Strahlung ausgesetzt sein können.

5.3.2 $T = 1$ für Arbeits- und Daueraufenthaltsplätze außerhalb des Bestrahlungsraumes (z. B. Schaltplätze, Laboratorien, Büros, Bettenstationen und Wohnungen, sowie andere Aufenthaltsplätze, die nicht der Verfügungsgewalt des Betreibers unterliegen).

5.3.3 $T = 0,3$ für zu schützende Verkehrsflächen außerhalb des Strahlenbetriebs, die nicht für den Daueraufenthalt von Personen in Frage kommen (z. B. Straßen, Grünanlagen).

5.3.4 $T = 0,1$ für zu schützende Aufenthaltsplätze außerhalb von Bestrahlungsräumen, aber innerhalb des Strahlenbetriebs, an denen sichergestellt ist, daß sich dort niemand länger als ein Zehntel der Bestrahlungszeit aufhält (z. B. Patientenwarteräume, Flure, Treppen, Toiletten, Umkleidekabinen).

5.3.5 $T = 0$ für Plätze, an denen sich niemand aufhalten kann oder an denen sich während der Bestrahlungszeit außer den Patienten niemand aufhalten darf.

5.4 Zusammenwirken der Faktoren U und T

Bei der Bemessung von baulichen Strahlenschutzvorkehrungen geht in die Rechnung das Produkt $W_A \cdot U \cdot T$ ein. Dabei darf $U \cdot T$ nicht kleiner sein als 0,1, ausgenommen im Fall $U = 0$ oder $T = 0$.

Anmerkung: Es muß damit gerechnet werden, daß der kurzzeitige Aufenthalt und die selten benutzte Strahlrichtung zeitlich zusammenfallen. In solchen Fällen wäre eine Erhöhung der Ortsdosisleistung um einen Faktor von mehr als 10 nicht vertretbar.

6 Für die Bemessung der baulichen Strahlenschutzvorkehrungen zugrundezulegende Wochendosen

Anmerkung: Die höchste zugelassene Wochendosis H_w ist ein Fünfzigstel des gesetzlich vorgeschriebenen Grenzwertes der Körperdosis, den eine Person im Jahr höchstens erhalten darf. Die an einem bestimmten Ort erhaltene Wochendosis wird in dieser Norm dem Produkt aus der Ortsdosis und dem Aufenthaltsfaktor T gleichgesetzt.

6.1 An zu schützenden Aufenthaltsplätzen ist der Bemessung der baulichen Strahlenschutzvorkehrungen die höchste zugelassene Wochendosis H_w für die jeweilige Personengruppe zugrundezulegen.

6.2 Für zu schützende Aufenthaltsplätze von beruflich strahlenexponierten Personen ist für die Bemessung der baulichen Strahlenschutzvorkehrungen eine höchste zugelassene Wochendosis $H_w = 0,3$ mSv (30 mrem) zugrundezulegen.

Anmerkung: Bei medizinischen Gammabestrahlungsanlagen hat sich gezeigt, daß der Grenzwert der Körperdosis für beruflich strahlenexponierte Personen der Kategorie A nicht in Anspruch genommen werden muß.

Tabelle 1. Höchste zugelassene Wochendosis H_w

Zu schützender Aufenthaltsplatz	Höchste zugelassene Wochendosis H_w	siehe Abschnitt
für beruflich strahlenexponierte Personen der Kategorie A	1 mSv (100 mrem)	2.1 6.1
für beruflich strahlenexponierte Personen der Kategorie B	0,3 mSv (30 mrem)	2.2 6.2
für nicht strahlenexponierte Betriebsangehörige	0,1 mSv (10 mrem)	2.3 6.1
für sonstige Personen	0,03 mSv (3 mrem)	2.4 6.1

Anmerkung: Die Werte gelten unter der Voraussetzung, daß an den zu schützenden Aufenthaltsplätzen von Personen nur eine Strahlenart wirksam ist. Die Bemessung von baulichen Strahlenschutzvorkehrungen beim Zusammenwirken mehrerer Strahlenarten regelt Abschnitt 7.7.

7 Bemessung von baulichen Strahlenschutzvorkehrungen

Anmerkung: Die Bemessung von baulichen Strahlenschutzvorkehrungen nach dieser Norm enthält mehrere Sicherheitsreserven:

- Gleichsetzung der Wochendosis an zu schützenden Aufenthaltsplätzen von Personen mit dem Maximalwert hinter der Abschirmung
- Pauschalisierung von Aufenthalts- und Richtungsfaktoren nach den Abschnitten 5.2 bis 5.4
- Berechnung mit maximaler Feldgröße
- Berechnung nur für senkrechte, nicht für schräge Durchstrahlung
- volle Betriebsbelastung für mehrere verschiedene Betriebsweisen
- Reserven in der Berechnung von Abschirmdicken bei der Berücksichtigung verschiedener Strahlungskomponenten
- Außerachtlassen der Abschirmwirkung des Patienten.

Aus diesen Reserven ergibt sich eine Bemessung des Strahlenschutzes derart, daß die Strahlenexposition von Personen in der Regel weit unterhalb der zugelassenen Grenzwerte für die Körperdosis bleibt.

7.1 Allgemeines Berechnungsschema

7.1.1 Die Abschirmdicke gegen jede einzelne Strahlungskomponente nach den Abschnitten 7.2 bis 7.6, die auf den zu schützenden Aufenthaltsplatz von Personen einwirkt, ergibt sich aus dem Schwächungsgrad nach Bild 1 bis Bild 4.

7.1.2 Die Berechnung des Schwächungsgrades der baulichen Strahlenschutzvorkehrungen gegen jede einzelne Strahlungskomponente, die auf einen zu schützenden Aufenthaltsplatz einwirkt, erfolgt nach der allgemeinen Formel:

$$F_i = \frac{W_A \cdot U \cdot T \cdot K_i}{H_w} \quad (1)$$

Dabei sind:

- F der Schwächungsgrad
- i der Index zur Kennzeichnung der jeweiligen Strahlungskomponente
- W_A die Betriebsbelastung in der Woche nach Abschnitt 5.1 in mSv
- U der Richtungsfaktor nach Abschnitt 5.2
- T der Aufenthaltsfaktor nach Abschnitt 5.3 gegebenenfalls unter Beachtung der Regel nach Abschnitt 5.4
- K der Reduktionsfaktor für die Dosisleistung. Er ist das Verhältnis der Dosisleistung der abzuschirmenden Strahlung am zu schützenden Aufenthaltsplatz zur Dosisleistung der Nutzstrahlung in $a_0 = 100$ cm Abstand von der Quelle
- H_w die höchste zugelassene Wochendosis nach Abschnitt 6 in mSv

7.1.3 Die Dicke der baulichen Strahlenschutzvorkehrungen ist zunächst unter der Annahme zu berechnen, daß an dem zu schützenden Platz jede Strahlungskomponente über die volle Betriebsbelastung W_A , aber unter Berücksichtigung des Richtungsfaktors U nach Abschnitt 5.2 und des Aufenthaltsfaktors T nach Abschnitt 5.3 wirksam ist.

Anmerkung: Das Zusammenwirken mehrerer Strahlenquellen und Strahlungskomponenten regelt Abschnitt 7.7.

7.1.4 Bei schräg einfallender Strahlung sind die baulichen Strahlenschutzvorkehrungen so zu bemessen, als ob die Strahlung senkrecht auf die Wand einfallen würde, es sei denn, daß Meßergebnisse an Gammabestrahlungsanlagen mit vergleichbaren geometrischen Bedingungen

beigebracht werden können, die eine Reduktion der Abschirmdicke bei schräg einfallender Strahlung rechtfertigen.

7.2 Bauliche Strahlenschutzvorkehrungen gegen Nutzstrahlung

7.2.1 Zugängliche Plätze außerhalb des Sperrbereiches müssen gegen Nutzstrahlung abgeschirmt sein.

7.2.2 Für die Berechnung des Schwächungsgrades F_N der baulichen Strahlenschutzvorkehrungen gegen Nutzstrahlung ist in die Formel 1 nach Abschnitt 7.1.2 einzusetzen:

W_A die Betriebsbelastung in der Woche nach Abschnitt 5.1

U der Richtungsfaktor für Nutzstrahlung nach Abschnitt 5.2.1

T der Aufenthaltsfaktor nach Abschnitt 5.3

K_N der Reduktionsfaktor für die Dosisleistung nach Abschnitt 7.2.3

H_w die höchste zugelassene Wochendosis nach Abschnitt 6.

7.2.3 Für den Reduktionsfaktor K_N ist einzusetzen

$$K_N = \frac{a_0^2}{a_N^2} \quad (2)$$

Dabei sind:

$a_0 = 100$ cm

a_N der Abstand des zu schützenden Platzes von der Strahlenquelle.

7.2.4 Die Dicke s_N der baulichen Strahlenschutzvorkehrungen ergibt sich aus dem Schwächungsgrad F_N für ^{60}Co aus Bild 1 und für ^{137}Cs aus Bild 2.

7.3 Bauliche Strahlenschutzvorkehrungen gegen Durchlaßstrahlung

7.3.1 Zugängliche Plätze außerhalb des Sperrbereiches müssen gegen Durchlaßstrahlung abgeschirmt sein.

7.3.2 Für die Berechnung des Schwächungsgrades F_R der baulichen Strahlenschutzvorkehrungen gegen Durchlaßstrahlung in Ruhestellung der Gammabestrahlungsanlage ist in die Formel 1 nach Abschnitt 7.1.2 einzusetzen:

Anstelle von $W_A \cdot U \cdot T$

- an zu schützenden Aufenthaltsplätzen von Beschäftigten des Strahlenbetriebs 0,8 mSv (80 mrem) in einer Woche bezogen auf $a_0 = 100$ cm Quellenabstand
- an zu schützenden Daueraufenthaltsplätzen sonstiger Personen, wie z. B. Bettenstationen und Wohnungen, 3 mSv (300 mrem) in einer Woche bezogen auf $a_0 = 100$ cm Quellenabstand

K_R der Reduktionsfaktor für die Dosisleistung nach Abschnitt 7.3.3

H_w die höchste zugelassene Wochendosis nach Abschnitt 6.

7.3.3 Für den Reduktionsfaktor K_R ist einzusetzen:

$$K_R = \frac{a_0^2}{a_R^2} \quad (3)$$

Dabei sind:

$a_0 = 100$ cm

a_R der Abstand des zu schützenden Platzes von der Strahlenquelle.

7.3.4 Die Dicke s_R der baulichen Strahlenschutzvorkehrungen ergibt sich aus dem Schwächungsfaktor F_R für ^{60}Co aus Bild 1 und für ^{137}Cs aus Bild 2.

7.3.5 Für die Berechnung des Schwächungsgrades F_B der baulichen Strahlenschutzvorkehrungen gegen Durchlaßstrahlung in Bestrahlungsstellung der Gammabestrahlungsanlage ist in die Formel 1 nach Abschnitt 7.1.2 einzusetzen:

W_A die Betriebsbelastung in der Woche nach Abschnitt 5.1
 U der Richtungsfaktor nach Abschnitt 5.2.2
 T der Aufenthaltsfaktor nach Abschnitt 5.3
 K_B der Reduktionsfaktor nach Abschnitt 7.3.6
 H_w die höchste zugelassene Wochendosis nach Abschnitt 6.

7.3.6 Für den Reduktionsfaktor K_B ist einzusetzen:

$$K_B = \gamma_B \cdot \frac{a_0^2}{a_B^2} \quad (4)$$

Dabei sind:

$\gamma_B = 5 \cdot 10^{-3}$ das Verhältnis der Dosisleistung der Durchlaßstrahlung in Bestrahlungsstellung der Gammabestrahlungsanlage im Abstand $a_0 = 100$ cm von der Strahlenquelle zur Dosisleistung auf der Achse des Nutzstrahlenbündels im Abstand $a_0 = 100$ cm von der Strahlenquelle nach DIN 6846 Teil 1, Ausgabe Juli 1980, Abschnitt 4.3.7.

$a_0 = 100$ cm

a_B der Abstand des zu schützenden Platzes von der Strahlenquelle.

7.3.7 Die Dicke s_B der baulichen Strahlenschutzvorkehrungen ergibt sich aus dem Schwächungsgrad F_B für ^{60}Co aus Bild 1 und für ^{137}Cs aus Bild 2.

7.4 Bauliche Strahlenschutzvorkehrungen gegen vom Patienten ausgehende sekundäre Strahlung

7.4.1 Zugängliche Plätze außerhalb des Sperrbereiches müssen gegen die Strahlung abgeschirmt sein, die von den Auftreffstellen des Nutzstrahlenbündels auf den Patienten ausgeht.

7.4.2 Für die Berechnung des Schwächungsgrades F_S der baulichen Strahlenschutzvorkehrungen gegen sekundäre Strahlung ist in die Formel 1 nach Abschnitt 7.1.2 einzusetzen:

W_A die Betriebsbelastung in der Woche nach Abschnitt 5.1
 U der Richtungsfaktor für die sekundäre Strahlung nach Abschnitt 5.2.2 ($U = 1$)
 T der Aufenthaltsfaktor nach Abschnitt 5.3
 K_S der Reduktionsfaktor für die Dosisleistung nach Abschnitt 7.4.3
 H_w die höchste zugelassene Wochendosis nach Abschnitt 6.

7.4.3 Für den Reduktionsfaktor K_S bei vom Patienten ausgehender sekundärer Strahlung ist einzusetzen:

$$K_S = \frac{A_{\max}}{A_0} \cdot \gamma_S \cdot \frac{a_1^2}{a_S^2} \quad (5)$$

Dabei sind:

$A_{\max}$ die maximale Feldgröße im Abstand $a_0 = 100$ cm von der Quelle

$A_0 = 100 \text{ cm}^2$

γ_S der Maximalwert für das Verhältnis der Dosisleistung der sekundären Strahlung im Abstand $a_1 = 100$ cm vom Patienten zur Dosisleistung der Nutzstrahlung bei einer Feldgröße von $A_0 = 100 \text{ cm}^2$ im Abstand $a_0 = 100$ cm von der Quelle nach Tabelle 2.

Anmerkung: Der Maximalwert von γ_S ergibt sich bei vorgegebener Lage des zu schützenden Aufenthaltsplatzes und der Quelle in Abhängigkeit von der Richtung des Nutzstrahlenbündels dann, wenn der Streuwinkel φ am kleinsten ist. Unterschiedliche Abstände des Patienten von der Quelle wirken sich bei konstantem Raumwinkel des Nutzstrahlenbündels nur unwesentlich auf γ_S aus.

$a_1 = 100$ cm

a_S der Abstand des zu schützenden Platzes von der Auftreffstelle des Nutzstrahlenbündels.

7.4.4 Die Dicke s_S der baulichen Strahlenschutzvorkehrungen ergibt sich aus dem Schwächungsgrad F_S für ^{60}Co bzw. ^{137}Cs aus Bild 3 bzw. Bild 4.

7.5 Bauliche Strahlenschutzvorkehrungen gegen von Wänden ausgehende sekundäre Strahlung

7.5.1 Zugängliche Plätze außerhalb des Sperrbereiches müssen gegen Strahlung abgeschirmt sein, die von Auftreffstellen des Nutzstrahlenbündels auf Wände, Fußboden und Decke (im folgenden kurz „Wände“ genannt) ausgeht.

7.5.2 Für die Berechnung des Schwächungsgrades F_W der baulichen Strahlenschutzvorkehrungen gegen von Wänden ausgehende sekundäre Strahlung ist in die Formel 1 nach Abschnitt 7.1.2 einzusetzen:

W_A die Betriebsbelastung nach Abschnitt 5.1
 U der Richtungsfaktor nach Abschnitt 5.2.2 oder 5.2.3
 T der Aufenthaltsfaktor nach Abschnitt 5.3
 K_W der Reduktionsfaktor für die Dosisleistung nach Abschnitt 7.5.3
 H_w die höchste zugelassene Wochendosis nach Abschnitt 6.

7.5.3 Für den Reduktionsfaktor K_W bei von Wänden ausgehender sekundärer Strahlung ist einzusetzen:

$$K_W = \frac{A_W}{A_1} \cdot \gamma_W \cdot \frac{a_0^2}{a_Q^2} \cdot \frac{a_1^2}{a_W^2} \quad (6)$$

Tabelle 2. γ_S in Abhängigkeit vom kleinsten Winkel φ , den die Richtung des Nutzstrahlenbündels mit der Richtung bilden kann, in der die vom Patienten ausgehende Streustrahlung den zu schützenden Aufenthaltsplatz trifft

φ	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
γ_S	$12 \cdot 10^{-4}$	$9,2 \cdot 10^{-4}$	$6,9 \cdot 10^{-4}$	$4,6 \cdot 10^{-4}$	$3,5 \cdot 10^{-4}$	$2,6 \cdot 10^{-4}$	$2,0 \cdot 10^{-4}$	$1,7 \cdot 10^{-4}$