

DIN 6812**DIN**

ICS 11.040.50; 13.280

Einsprüche bis 2012-02-29
Vorgesehen als Ersatz für
DIN 6812:2010-02**Entwurf****Medizinische Röntgenanlagen bis 300 kV –
Regeln für die Auslegung des baulichen Strahlenschutzes**

Medical X-ray equipment up to 300 kV –

Rules of construction for structural radiation protection

Installations médicales radiologiques jusqu'à 300 kV –

Règles pour la conception structurelle de la radioprotection

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2011-10-10 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an nar@din.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder in Papierform an den Normenausschuss Radiologie (NAR) im DIN, 91020 Erlangen, Postfach 32 60 (Hausanschrift: Henkestr. 127, 91052 Erlangen).

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 44 Seiten

Normenausschuss Radiologie (NAR) im DIN

Inhalt

	Seite
Vorwort	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Allgemeine Regeln für die Planung von RÖNTGENANLAGEN	8
4.1 STRAHLENSCHUTZBEREICHE	8
4.2 Sonstige Bereiche	8
4.3 Räume	8
4.4 Aufenthaltsplätze	9
4.5 Räumliche Anordnung	10
5 Bemessung der erforderlichen Abschirmungen	10
5.1 Maße der abzuschirmenden Bereiche	10
5.1.1 Gegen NUTZSTRAHLUNG abzuschirmende Bereiche	10
5.1.2 Gegen STÖRSTRAHLUNG abzuschirmende Bereiche	10
5.1.3 An Röntgenräume angrenzende Bereiche	11
5.2 Dicke der Schutzschicht aus Blei	11
5.3 Dicke der Schutzschicht aus verschiedenen Baustoffen	21
6 Prüfung der Abschirmung durch Messung der ORTSDOSIS bzw. ORTSDOSISLEISTUNG	26
7 Zusätzliche bautechnische Strahlenschutzvorkehrungen	26
8 Kennzeichnung	26
9 STRAHLENSCHUTZDOKUMENTE	26
Anhang A (normativ) Methode zur Berechnung der erforderlichen Abschirmung	27
A.1 Bereiche	27
A.2 SCHWÄCHUNGSFAKTOR	28
A.3 BETRIEBSBELASTUNG	28
A.4 Ermittlung des nominellen SCHWÄCHUNGSFAKTORS F_1	28
A.5 Berechnung der Schutzschicht gegen NUTZSTRAHLUNG	31
A.5.1 Berechnung des SCHWÄCHUNGSFAKTORS für NUTZSTRAHLUNG	31
A.5.2 Schutzschicht zur Abschirmung gegen NUTZSTRAHLUNG	31
A.6 Berechnung der Schutzschichtdicken gegen STÖRSTRAHLUNG	32
A.6.1 Allgemeines	32
A.6.2 Berechnung des SCHWÄCHUNGSFAKTORS für STREUSTRAHLUNG	32
A.6.3 Berücksichtigung der GEHÄUSEDURCHLASSTRAHLUNG	32
A.6.4 Berücksichtigung von Zutritts- und Aufenthaltsbeschränkungen	32
A.6.5 Schutzschichtdicke der Abschirmung gegen STÖRSTRAHLUNG für Blei	32
A.7 Schutzschichten aus verschiedenen Baustoffen	32
A.8 Gleichungen und Diagramme zur Berechnung des SCHWÄCHUNGSFAKTORS	33
Anhang B (informativ) Erläuterungen	40
Literaturhinweise	42
Stichwortverzeichnis	43

Bilder

Bild A.1 — UMGEBUNGS-ÄQUIVALENTDOSISAUSBEUTE von RÖNTGENRÖHREN mit Wolframanode und Gesamtfilterung von 2,5 mm Al und zwischen 0,5 mm Cu und 3,0 mm Cu, gemessen 1 m Brennfleckabstand in Luft 38

Bild A.2 — Nomineller SCHWÄCHUNGSFAKTOR F_1 in Abhängigkeit von der BETRIEBSBELASTUNG W für verschiedene UMGEBUNGS-ÄQUIVALENTDOSISAUSBEUTEN $H_{A,1}$ 39

Tabellen

Tabelle 1 — Kategorien verschiedener zu schützender Aufenthaltsplätze 9

Tabelle 2 — Bleischichtdicken gegen NUTZSTRAHLUNG bei Aufnahmebetrieb (90 kV, $W \leq 400$ mA min/Woche ($\leq 24\,000$ mAs/Woche)) 12

Tabelle 3 — Bleischichtdicken gegen STÖRSTRAHLUNG bei Aufnahmebetrieb (90 kV, $W \leq 400$ mA min/Woche ($\leq 24\,000$ mAs/Woche)) 12

Tabelle 4 — Bleischichtdicken gegen STÖRSTRAHLUNG bei Durchleuchtungsbetrieb einschließlich Therapiesimulatoren (90 kV, $W \leq 1\,200$ mA min/Woche ($\leq 72\,000$ mAs/Woche) für Untertischstrahler, $W \leq 3\,000$ mA min/Woche ($\leq 180\,000$ mAs/Woche) für Obertischstrahler, $W \leq 1\,000$ mA min/Woche ($\leq 60\,000$ mAs/Woche) für Therapiesimulatoren) 13

Tabelle 5 — Bleischichtdicken gegen STÖRSTRAHLUNG bei Betrieb von DSA-Anlagen für Herzkatheter und Kardangiographie (90 kV, $W \leq 4\,000$ mA min/Woche ($\leq 240\,000$ mAs/Woche)) 13

Tabelle 6 — Bleischichtdicken gegen STÖRSTRAHLUNG bei Durchleuchtungsbetrieb mit chirurgischem Bildverstärker (80 kV, Bildverstärkerfeld ≤ 250 cm², $W \leq 400$ mA min/Woche ($\leq 24\,000$ mAs/Woche)) 14

Tabelle 7 — Bleischichtdicken gegen STÖRSTRAHLUNG bei Durchleuchtungsbetrieb mit chirurgischem Bildverstärker (80 kV, 250 cm² Bildverstärkerfeld ≤ 500 cm², $W \leq 400$ mA min/Woche ($\leq 24\,000$ mAs/Woche)) 14

Tabelle 8 — Bleischichtdicken gegen STÖRSTRAHLUNG bei Mammographie-Betrieb (35 kV, 0,5 mm Al oder 0,03 mm Mo, $W \leq 1\,000$ mA min/Woche ($\leq 60\,000$ mAs/Woche)). Diese Werte gelten nicht für die Bemessung gerätetechnischer Strahlenschutzvorkehrungen 15

Tabelle 9 — Bleischichtdicken gegen STÖRSTRAHLUNG beim Betrieb von dentalen Tubusgeräten (70 kV, $W \leq 10$ mA min/Woche (≤ 600 mAs/Woche)) 15

Tabelle 10 — Bleischichtdicken gegen STÖRSTRAHLUNG beim Betrieb von dentalen Panoramaschichtgeräten und von kombinierten Panoramaschicht- und Volumentomographiegeräten (85 kV, $W \leq 100$ mA min/Woche ($\leq 6\,000$ mAs/Woche)) sowie von dentalen Volumentomographiegeräten mit RÖNTGENRÖHRENSPANNUNGEN von 90 kV (90 kV, $W \leq 50$ mA min/Woche ($\leq 3\,000$ mAs/Woche)) 16

Tabelle 11 — Bleischichtdicken gegen NUTZ- und STÖRSTRAHLUNG beim Betrieb von dentalen Fernaufnahmegeräten (80 kV, $W \leq 10$ mA min/Woche (≤ 600 mAs/Woche)) 16

Tabelle 12 — Bleischichtdicken gegen STÖRSTRAHLUNG beim Betrieb von dentalen Volumentomographiegeräten mit RÖNTGENRÖHRENSPANNUNGEN ≥ 90 kV (100 kV, $W \leq 50$ mA min/Woche ($\leq 3\,000$ mAs/Woche)) 17

Tabelle 13 — Bleischichtdicken gegen STÖRSTRAHLUNG beim Betrieb von Computertomographen (120 kV, $W \leq 20\,000$ mA min/Woche ($\leq 1\,200\,000$ mAs/Woche; Brennfleck-Isozentrum-Abstand: 0,5 m)) 17

Tabelle 14 — Bleischichtdicken gegen NUTZSTRAHLUNG bei Therapie-Betrieb ($W \leq 1\,500$ mA min/Woche bei $U \leq 100$ kV; $W \leq 6\,000$ mA min/Woche bei $U \geq 100$ kV) 18

Tabelle 15 — Bleischichtdicken gegen STÖRSTRAHLUNG bezüglich aller möglichen Nutzstrahlrichtungen im vorderen Halbraum ($W \bullet 6\,000$ mA min/Woche bei $U \blacktriangleright 100$ kV) und im gesamten Raum ($W \bullet 1\,500$ mA min/Woche bei $U \bullet 100$ kV)	19
Tabelle 16 — Bleischichtdicken gegen STÖRSTRAHLUNG bezüglich aller möglichen Nutzstrahlrichtungen im rückwärtigen Halbraum bei Therapiebetrieb ($W \bullet 6\,000$ mA min/Woche bei $U \blacktriangleright 100$ kV)	20
Tabelle 17 — Bleischichtdicken gegen NUTZSTRAHLUNG bei Therapie-Betrieb (IORT mit Applikatordurchmesser 5 cm, Absorberdicke 10 cm gewebeäquivalent, Aufpunkthöhe: Brusthöhe etwa 1,3 m) ($W \bullet 5$ mA min/Woche bei 60 kV)	21
Tabelle 18 — Konstanten zur Gleichung (1)	22
Tabelle 19 — Schutzschichtdicken bei verschiedenen Baustoffen	23
Tabelle 20 — Werte zur Beurteilung ausreichender Schichtdicken aufgrund von Messungen der ORTSDOSIS $H^*(10)$ bzw. ORTSDOSISLEISTUNG $\dot{H}^*(10)$: $H^*(10)$ bzw. $\dot{H}^*(10)$ dürfen bei ausreichenden Schichtdicken die aufgeführten Werte $H^*(10)_{\max}$ bzw. $\dot{H}^*(10)_{\max}$ nicht überschreiten	26
Tabelle A.1 — Im ortsbezogenen STRAHLENSCHUTZ geltende Grenzwerte für die KÖRPERDOSIS (EFFEKTIVE DOSIS) von Personen an zu schützenden Aufenthaltsplätzen (siehe auch Tabelle 1)	27
Tabelle A.2 — BETRIEBSBELASTUNG, RÖNTGENRÖHRENSPANNUNG, FILTERUNG, Brennfleck-Isozentrum/Streukörpermitte-Abstand a, UMGEBUNGS-ÄQUIVALENTDOSISAUSBEUTE in 1 m Abstand und daraus resultierender nomineller SCHWÄCHUNGSFAKTOR für NUTZSTRAHLUNG	29
Tabelle A.3 — AUFENTHALTSFAKTOR f_T	31
Tabelle A.4 — SCHWÄCHUNGSFAKTOR für die Abschirmung von NUTZSTRAHLUNG und STÖRSTRAHLUNG durch Bleischichtdicken der Dicke D in der Diagnostik	34
Tabelle A.5 — SCHWÄCHUNGSFAKTOR für die Abschirmung von NUTZSTRAHLUNG und STÖRSTRAHLUNG durch Bleischichtdicken der Dicke D in der Therapie	35
Tabelle A.6 — SCHWÄCHUNGSFAKTOR für die Abschirmung von NUTZ- und STÖRSTRAHLUNG durch Bleischichtdicken der Dicke D in der Mammographie	37
Tabelle A.7 — AUSBEUTEKOEFFIZIENT f_k für STREUSTRAHLUNG	37
Tabelle A.8 — Faktor f_D	38

Vorwort

Diese Norm wurde vom Arbeitsausschuss NA 080-00-02 AA „Strahlenschutz“ des Normenausschusses Radiologie im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. in Arbeitsgemeinschaft mit der Deutschen Röntgen-gesellschaft und in Zusammenarbeit mit der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Physik e. V. (DGMP), der Deutschen Gesellschaft für Nuklearmedizin e. V. (DGN) sowie der Deutschen Gesellschaft für Radio-onkologie e. V. (DEGRO) erarbeitet.

Diese Norm enthält in den Abschnitten 6 bis 8 und Anhang A strahlenschutztechnische Festlegungen im Sinne der Verordnung über den Schutz vor Schäden durch Röntgenstrahlen (Röntgenverordnung — RöV).

In Übereinstimmung mit dem Verfahren in Publikationen der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) wurden Benennungen von Begriffen in KAPITÄLCHEN gedruckt. Ein Stichwortverzeichnis am Ende der Norm enthält alle definierten Begriffe einschließlich Quellenangabe und englischer Übersetzung.

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

Änderungen

Gegenüber DIN 6812:2010-02 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Ergänzung von Anforderungen an die Auslegung des baulichen Strahlenschutzes für die intraoperative Strahlentherapie (IORT);
- b) redaktionelle Überarbeitung.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für die Errichtung von RÖNTGENANLAGEN zur medizinischen Anwendung mit Nennspannungen bis 300 kV. Alle den bautechnischen STRAHLENSCHUTZ betreffenden Änderungen an bestehenden RÖNTGENANLAGEN unterliegen ebenfalls dieser Norm. Insbesondere gilt sie für die Bemessung von bautechnischen Strahlenschutzvorkehrungen im Rahmen des ortsbezogenen STRAHLENSCHUTZES für Personen, die sich während des Betriebs der RÖNTGENEINRICHTUNG im Röntgenraum oder in benachbarten Bereichen aufhalten.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente 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 6814-5, *Begriffe in der radiologischen Technik — Teil 5: Strahlenschutz*

DIN 6815, *Medizinische Röntgenanlagen bis 300 kV — Regeln für die Prüfung des Strahlenschutzes nach Errichtung, Instandsetzung und wesentlicher Änderung*

DIN EN 771-6, *Festlegungen für Mauersteine — Teil 6: Natursteine*

Verordnung über den Schutz vor Schäden durch Röntgenstrahlen (Röntgenverordnung — RöV) vom 8. Januar 1987 (BGBl. Teil I S. 114), in der Fassung der Bekanntmachung vom 30. April 2003 (BGBl. I S. 604)

3 Begriffe

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

3.1

Strahlenschutzbereich

Bereich, der bei genehmigungs- und anzeigebedürftigen Tätigkeiten nach der Röntgenverordnung (RöV) oder der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) einzurichten ist und der je nach der möglichen Höhe der Strahlenexposition in ÜBERWACHUNGSBEREICH und KONTROLLBEREICH unterschieden wird

ANMERKUNG Ein STRAHLENSCHUTZBEREICH besteht für eine RÖNTGENEINRICHTUNG oder eine Anlage zur Erzeugung ionisierender Strahlung, soweit mit dieser keine radioaktiven Stoffe erzeugt werden können, nur während der Zeit, in der durch deren Betrieb eine Strahlenexposition von Personen unter den angegebenen Bedingungen auftreten kann.

[DIN 6814-5:2008-12]

3.2

Kontrollbereich

Bereich, in dem Personen im Kalenderjahr eine EFFEKTIVE DOSIS von mehr als 6 mSv oder höhere Organdosen als 45 mSv für die Augenlinse oder 150 mSv für die Haut, die Hände, die Unterarme, die Füße und Knöchel erhalten können

ANMERKUNG 1 In der Umgebung von ortsveränderlich betriebenen RÖNTGENEINRICHTUNGEN entstehen auch ortsveränderliche KONTROLLBEREICHE.

ANMERKUNG 2 Nach RöV und StrlSchV [1].

[DIN 6814-5:2008-12]

3.3**Überwachungsbereich**

nicht zum KONTROLLBEREICH gehörender, betrieblicher Bereich, in dem Personen im Kalenderjahr eine EFFEKTIVE DOSIS von mehr als 1 mSv oder höhere Organdosen als 15 mSv für die Augenlinse oder 50 mSv für die Haut, die Hände, die Unterarme, die Füße und Knöchel erhalten können

ANMERKUNG Nach RöV und StrlSchV [1].

[DIN 6814-5:2008-12]

3.4**Betriebsbelastung**

W

<RÖNTGENDIAGNOSTIK> Produkt aus mittlerer Röhrenstromstärke und Einschaltzeit der RÖNTGENEINRICHTUNG bezogen auf den Zeitraum einer Woche

$$W = (I \cdot t_E) / t$$

ANMERKUNG 1 I ist die Röhrenstromstärke in mA und t_E die Einschaltzeit der RÖNTGENEINRICHTUNG in min je Zeitspanne t in Wochen.

ANMERKUNG 2 Einheit der BETRIEBSBELASTUNG: mA min/Woche oder mAs/Woche.

ANMERKUNG 3 Siehe A.3 und Tabelle A.2.

3.5**Aufenthaltsfaktor**

f_T

Quotient aus voraussichtlich tatsächlicher Aufenthaltszeit einer Person an einem zu schützenden Aufenthaltsplatz zur maximal möglichen Aufenthaltszeit in einer Woche

ANMERKUNG 1 Der AUFENTHALTSFAKTOR ist dimensionslos.

ANMERKUNG 2 Die AUFENTHALTSFAKTOREN f_T (siehe Tabelle A.3) berücksichtigen die verschiedenen Nutzungsmöglichkeiten der zu schützenden Aufenthaltsplätze (siehe Beispiel).

BEISPIEL „Arbeitsplätze außerhalb des KONTROLLBEREICHES für BERUFLICH STRAHLENEXPONIERTE PERSONEN der Kategorie A oder B“ bedeutet nach Tabelle A.3: $f_T = 0,2$. Das bedeutet: Division des auf den nominellen SCHWÄCHUNGSFAKTOR bezogenen Grenzwertes von $\dot{H}_W = 0,02$ mSv/Woche durch den Wert 0,2; dies ergibt 0,1 mSv/Woche bzw. — auf das Kalenderjahr bezogen — 5 mSv/a (Grenzwert: 6 mSv/a; Kategorie II des zu schützenden Aufenthaltsplatzes, siehe Tabelle A.1).

3.6**Schwächungsfaktor**

F

Quotient aus der UMGEBUNGS-ÄQUIVALENTDOSISLEISTUNG $\dot{H}_0^*(10)$ ohne Abschirmung und der UMGEBUNGS-ÄQUIVALENTDOSISLEISTUNG $\dot{H}^*(10)$ mit Abschirmung (jeweils für den gleichen Ort)

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

[DIN 6844-3:2006-12]

ANMERKUNG Besteht eine Abschirmung aus mehreren hintereinander liegenden Teilabschirmungen mit den SCHWÄCHUNGSFAKTOREN $F_1, F_2, \dots$, so ist der gesamte SCHWÄCHUNGSFAKTOR F näherungsweise gleich dem Produkt aus den einzelnen SCHWÄCHUNGSFAKTOREN $F = F_1 \cdot F_2 \cdot \dots F_n$.

3.7**Umgebungs-Äquivalentdosisausbeute** $H_{A,1}$

<Röntgenstrahler> Quotient aus der Umgebungs-Äquivalentdosis in 1 m Fokusabstand auf dem Zentralstrahl und dem diese Dosis erzeugenden Röntgenröhrenstrom-Zeit-Produkt

$$H_{A,1} = H^*(10)/(I_R \cdot t)$$

ANMERKUNG 1 Der Index 1 kennzeichnet den Bezugsabstand 1 m.

ANMERKUNG 2 Einheit der UMGEBUNGS-ÄQUIVALENTDOSISAUSBEUTE: mSv/mA min.

3.8**Ausbeutekoeffizient** f_k

Quotient aus SCHWÄCHUNGSFAKTOR für STREUSTRAHLUNG und SCHWÄCHUNGSFAKTOR für NUTZSTRAHLUNG in einem bestimmten Abstand zwischen dem Mittelpunkt eines Streukörpers und dem Brennfleck des RÖNTGENSTRAHLERS

4 Allgemeine Regeln für die Planung von RÖNTGENANLAGEN**4.1 STRAHLENSCHUTZBEREICHE**

Vor Aufnahme des Betriebs einer RÖNTGENEINRICHTUNG müssen STRAHLENSCHUTZBEREICHE eingerichtet und abgegrenzt werden, so dass in diesen Bereichen Zutritts- und Aufenthaltsbeschränkungen wirksam werden, wenn der RÖNTGENSTRAHLER in Betrieb gesetzt wird.

STRAHLENSCHUTZBEREICHE sind:

- a) der KONTROLLBEREICH, in dem der RÖNTGENSTRAHLER betrieben wird („Röntgenraum“),
- b) der ÜBERWACHUNGSBEREICH, der ein zum Betrieb gehörender Bereich ist und der Verfügungsgewalt des BETREIBERS unterliegt.

4.2 Sonstige Bereiche

Sonstige Bereiche sind alle Arbeits- und Aufenthaltsbereiche, die nicht STRAHLENSCHUTZBEREICHE sind. Dazu gehören sowohl Bereiche, die der Verfügungsgewalt des BETREIBERS unterliegen (z. B. Büros, Werkstätten, Laboratorien, Wartezimmer, Bettenstation, Umkleidekabinen) als auch Bereiche, die nicht der Verfügungsgewalt des BETREIBERS unterliegen (z. B. Verkehrsflächen außerhalb des Strahlenbetriebs, Wohnungen).

4.3 Räume

Räume müssen entsprechend ihrer Nutzung den STRAHLENSCHUTZBEREICHEN, oder, wenn die Nutzung keine Einschränkung des Zutritts oder des Aufenthalts erlaubt, dem sonstigen Bereich zugeordnet werden. Die Grenzen der STRAHLENSCHUTZBEREICHE sollten mit den Raumgrenzen übereinstimmen.

Räume sind in diesem Zusammenhang:

- der Raum, in dem sich der RÖNTGENSTRAHLER befindet (Röntgenraum),
- die Räume, die für den Betrieb der RÖNTGENEINRICHTUNGEN erforderlich sind,
- die Räume, die zur Vorbereitung und Durchführung der medizinischen Anwendung gebraucht werden einschließlich Warteräumen und Umkleidekabinen,
- alle Räume in der Nachbarschaft der RÖNTGENANLAGE.

4.4 Aufenthaltsplätze

Aufenthaltsplätze werden nach ihrer Nutzung in Areale wie

- Daueraufenthaltsplätze,
- Arbeitsplätze,
- Warteräume,
- Umkleidekabinen,
- Flure und
- Treppen

unterschieden.

Es gelten folgende Anforderungen:

- a) Zu schützende Aufenthaltsplätze werden in Kategorien eingeteilt (siehe Tabelle 1). Der für den ortsbezogenen STRAHLENSCHUTZ erforderliche Aufwand richtet sich danach, welche Personen (BERUFLICH STRAHLENEXPONIERTE PERSONEN, EINZELPERSONEN DER BEVÖLKERUNG) sich an den Aufenthaltsplätzen bzw. in den Räumen aufhalten, ob sie dort Aufgaben zu erledigen haben oder sich dauernd oder zeitweilig dort befinden.
- b) Wenn diese Aufenthaltsplätze nicht ausreichend durch Abstand geschützt sind, müssen sie mit Schutzschichten abgeschirmt sein, die nach Abschnitt 5 zu bestimmen sind.
- c) Aufenthaltsplätze im KONTROLLBEREICH dürfen außer für den zu untersuchenden oder zu behandelnden PATIENTEN nur zur Durchführung oder Aufrechterhaltung der darin vorgesehenen Betriebsvorgänge vorhanden sein.
- d) Aufenthaltsplätze im ÜBERWACHUNGSBEREICH dürfen nur für eine dem Betrieb dienende Tätigkeit vorhanden sein.

Tabelle 1 — Kategorien verschiedener zu schützender Aufenthaltsplätze

Typ des zu schützenden Aufenthaltsplatzes	Kategorie
Wohnungen und andere Daueraufenthaltsplätze im sonstigen Bereich (siehe 4.2)	I
Arbeitsplätze außerhalb des KONTROLLBEREICHES für EINZELPERSONEN DER BEVÖLKERUNG	
Arbeitsplätze außerhalb des KONTROLLBEREICHES für BERUFLICH STRAHLENEXPONIERTE PERSONEN, Arbeitsplätze für Schwangere	II
Kabinen, Toiletten sowie Flure und Wartezimmer, in denen sich keine Arbeitsplätze befinden	III
Im Freien, innerhalb von Bereichen, die der Verfügungsgewalt des BETREIBERS unterliegen und bei denen durch organisatorische Maßnahmen sichergestellt ist, dass sich dort während des Betriebs keine Daueraufenthaltsplätze befinden	
ANMERKUNG Der Zusammenhang zwischen der Kategorie des Aufenthaltsplatzes und den Grenzwerten für die Körperdosis ist in Anhang A dargestellt (siehe Tabelle A.1).	

4.5 Räumliche Anordnung

Es gelten folgende Anforderungen:

- a) Bedienungseinrichtungen für die RÖNTGENTHERAPIE mit Nennspannungen über 100 kV müssen in einem Raum angeordnet werden, der vom Röntgenraum getrennt ist. Für Einrichtungen zur RÖNTGEN-DIAGNOSTIK und für Einrichtungen zur RÖNTGENTHERAPIE mit Nennspannungen bis 100 kV sollte, soweit es die Art der Anwendung zulässt, die Bedienung von einem Raum, der vom Röntgenraum getrennt ist, möglich sein.
- b) Zwischen PATIENT und Bedienendem muss eine Sicht- und Sprechverbindung bestehen.
- c) Der Betriebsablauf sowohl innerhalb des Strahlenbetriebs als auch im Rahmen der Gesamtorganisation sollte möglichst wenig gestört werden. Es sollten deshalb nur Aufenthalts- und Arbeitsplätze, die unmittelbar für den Betrieb der RÖNTGENEINRICHTUNGEN erforderlich sind, in STRAHLENSCHUTZBEREICHEN liegen.
- d) Bei Aufstellung der Geräte in kleineren Räumen kann die Rückstreuung von Wänden, Decke und Fußboden die ORTSDOSISLEISTUNG von Schutzzonen erhöhen. Gegebenenfalls muss diese Erhöhung durch Reduktion der Einschaltzeit kompensiert oder die rückgestreute Strahlung durch einen rückstreu-armen Belag vermindert werden.
- e) Ungeachtet der Regelung in 4.5d) muss sichergestellt sein, dass sich im KONTROLLBEREICH tätige Personen strahlenschutzgerecht verhalten können. Aus diesem Grund sind Röntgengeräte, bei deren Anwendung Personen außer dem zu untersuchenden oder zu behandelnden PATIENTEN anwesend sein müssen, so aufzustellen, dass z. B. die Achse des Nutzstrahlenbündels in der Mittelstellung des RÖNTGENSTRAHLERS mindestens 1,5 m von der nächsten Seitenwand des Röntgenraumes entfernt ist.
- f) Erfordert die Art der Anwendung der RÖNTGENEINRICHTUNG zur Einhaltung der Grenzwerte nach Tabelle A.1 die Verwendung von zusätzlichen bautechnischen Abschirmungen (Vorhänge usw.), so müssen diese Abschirmungen in ausreichender Anzahl und Ausführung vorhanden sein.

5 Bemessung der erforderlichen Abschirmungen

5.1 Maße der abzuschirmenden Bereiche

5.1.1 Gegen NUTZSTRAHLUNG abzuschirmende Bereiche

Die Ausdehnung des gegen NUTZSTRAHLUNG abzuschirmenden Bereiches, in dem der zu schützende Aufenthaltsplatz liegt, ergibt sich bei Aufnahmeeinrichtungen aus der Projektion des größten Aufnahmeformats oder dessen Verschiebungsmöglichkeit auf der Wand oder dem Fußboden zuzüglich 0,5 m nach jeder Seite. Bei Therapieräumen ist eine Fußbodenzone von mindestens 3 m × 3 m und mindestens eine Seitenwand, die sich lückenlos an diese Zone anschließen muss, gegen NUTZSTRAHLUNG abzuschirmen.

5.1.2 Gegen STÖRSTRAHLUNG abzuschirmende Bereiche

Gegen STÖRSTRAHLUNG muss eine Abschirmung in alle anderen Richtungen erfolgen, bei Durchleuchtungseinrichtungen in alle Richtungen. Gerätetechnische Strahlenschutzvorrichtungen gegen NUTZSTRAHLUNG dürfen bei der Bemessung des baulichen STRAHLENSCHUTZES berücksichtigt werden.

5.1.3 An Röntgenräume angrenzende Bereiche

Für Aufenthaltsplätze in Bereichen, die an Röntgenräume für Einrichtungen zur RÖNTGENDIAGNOSTIK oder zur RÖNTGENTHERAPIE bis 100 kV angrenzen, braucht die erforderliche Abschirmung der betreffenden Seitenwände des jeweiligen Röntgenraumes erfahrungsgemäß nur bis zu einer Raumhöhe von 2,2 m ausgeführt werden, wenn die begehbaren Nachbarbereiche auf demselben Höhengniveau liegen wie der Röntgenraum und die erforderliche Bleischichtdicke gegen STÖRSTRAHLUNG bei den betreffenden Seitenwänden des Röntgenraumes höchstens 0,5 mm beträgt. Dies gilt insbesondere dann, wenn sich oberhalb der Nachbarbereiche bzw. schräg über dem Röntgenraum keine zu schützenden Aufenthaltsplätze befinden, oder wenn die Decke über den Nachbarbereichen eine Bleischichtdicke von mindestens 0,5 mm hat. Bei erforderlichen Bleischichtdicken von mehr als 0,5 mm müssen die Seitenwände oberhalb einer Raumhöhe von 2,2 m mit einer Bleischichtdicke abgeschirmt werden, die der Differenz zwischen der erforderlichen Bleischichtdicke und einer Bleischichtdicke von 0,5 mm entspricht.

5.2 Dicke der Schutzschicht aus Blei

Für verschiedene Röntgengerätetypen (siehe Tabelle A.2) werden in tabellarischer Form Schutzschichten für die BETRIEBSBELASTUNG W (siehe A.3) angegeben.

ANMERKUNG Langjährige Erfahrungen bei der Bemessung bautechnischer Strahlenschutzvorkehrungen zeigen, dass es ausreichend ist, die in Tabelle A.2 angegebenen STRAHLUNGSQUALITÄTEN für die verschiedenen Gerätetypen anstelle der Nennspannung des Strahler-Blenden-Systems zu benutzen. Variable Parameter zur Bestimmung sind lediglich die Kategorie des zu schützenden Aufenthaltsplatzes (siehe Tabelle 1) und der Abstand des zu schützenden Bereichs vom Brennfleck.

Die in den Tabellen 2 bis 16 angegebenen Schutzschichten wurden nach dem in Anhang A beschriebenen Verfahren berechnet mit einer BETRIEBSBELASTUNG, RÖNTGENRÖHRENSPANNUNG und FILTERUNG nach Tabelle A.2. Bei höheren BETRIEBSBELASTUNGEN sind die erforderlichen Schutzschichten nach dem in Anhang A beschriebenen Verfahren zu bestimmen. Geringere BETRIEBSBELASTUNGEN dürfen nur berücksichtigt werden, wenn nach der Art des Betriebs keine Zunahme der BETRIEBSBELASTUNG W zu erwarten ist. Dabei dürfen die Werte der BETRIEBSBELASTUNG nicht kleiner sein als 1/5 der in den Tabellen 2 bis 16 und Tabelle A.2 angegebenen Werte.

In Tabelle 17 sind für die intraoperative Strahlentherapie (IORT) Schutzschichten angegeben, die sich ausschließlich aus Ortsdosismessungen ergeben haben. Das in Anhang A beschriebene Berechnungsverfahren ist auf die IORT nicht anwendbar.

Tabelle 2 — Bleischichtdicken gegen NUTZSTRAHLUNG bei Aufnahmebetrieb (90 kV, $W = 400 \text{ mA min/Woche}$ (= 24 000 mAs/Woche))

Abstand zwischen Brennfleck und zu schützendem Aufenthaltsplatz m	Bleischichtdicke mm		
	Kategorie I	Kategorie II	Kategorie III
1,5	3,25	2,50	2,50
2,0	3,00	2,50	2,25
2,5	3,00	2,25	2,00
3,0	2,75	2,00	2,00
3,5	2,75	2,00	1,75
4,0	2,50	1,75	1,75
5,0	2,25	1,75	1,50
6,0	2,25	1,50	1,50
10,0	1,75	1,25	1,00

ANMERKUNG Unterschiede im Abstand zwischen dem zu schützenden Aufenthaltsbereich und dem Brennfleck bzw. Streukörper führen zu keinen größeren Unterschieden in den Bleischichtdicken als 0,25 mm, wenn der Tabellenwert für den jeweils kürzeren Abstand verwendet wird. Die Bleischichtdicken gelten wegen der geringeren Betriebsbelastung ($W \leq 80 \text{ mA min/Woche}$) auch für die Hartstrahltechnik (bis 150 kV).

Tabelle 3 — Bleischichtdicken gegen STÖRSTRAHLUNG bei Aufnahmebetrieb (90 kV, $W = 400 \text{ mA min/Woche}$ (= 24 000 mAs/Woche))

Abstand zwischen Brennfleck und zu schützendem Aufenthaltsplatz m	Bleischichtdicke mm		
	Kategorie I	Kategorie II	Kategorie III
1,5	1,00	0,50	0,40
2,0	0,80	0,40	0,30
2,5	0,70	0,30	0,20
3,0	0,60	0,20	0,10
3,5	0,50	0,20	0,10
4,0	0,40	0,10	0,10
5,0	0,30	0,10	0,10
6,0	0,25	0,10	0,00
10,0	0,10	0,00	0,00

**Tabelle 4 — Bleischichtdicken gegen STÖRSTRAHLUNG bei Durchleuchtungsbetrieb einschließlich
Therapiesimulatoren (90 kV, $W = 1\,200\text{ mA min/Woche}$ (= 72 000 mAs/Woche) für
Untertischstrahler, $W = 3\,000\text{ mA min/Woche}$ (= 180 000 mAs/Woche) für
Obertischstrahler, $W = 1\,000\text{ mA min/Woche}$ (= 60 000 mAs/Woche) für Therapiesimulatoren)**

Abstand zwischen Brennfleck und zu schützendem Aufenthaltsplatz m	Bleischichtdicken der Wände, Fußboden, Decke mm		
	Kategorie I	Kategorie II	Kategorie III
1,5	1,75	1,00	0,90
2,0	1,50	0,90	0,70
2,5	1,25	0,70	0,60
3,0	1,25	0,60	0,50
3,5	1,25	0,60	0,40
4,0	1,00	0,50	0,40
5,0	0,90	0,40	0,30
6,0	0,70	0,30	0,20
10,0	0,50	0,10	0,10

ANMERKUNG Bei Aufnahmen mit Obertischstrahlern und Therapiesimulatoren ist 5.1.1 anzuwenden. Die erforderlichen Bleischichtdicken sind Tabelle 2 zu entnehmen.

**Tabelle 5 — Bleischichtdicken gegen STÖRSTRAHLUNG bei Betrieb von DSA-Anlagen für
Herzkatheter und Kardangiographie (90 kV, $W = 4\,000\text{ mA min/Woche}$ (= 240 000 mAs/Woche))**

Abstand zwischen Brennfleck und zu schützendem Aufenthaltsplatz m	Bleischichtdicke mm		
	Kategorie I	Kategorie II	Kategorie III
1,5	1,75	1,25	1,00
2,0	1,50	1,00	0,80
2,5	1,50	0,80	0,70
3,0	1,25	0,70	0,60
3,5	1,25	0,60	0,50
4,0	1,25	0,60	0,40
5,0	0,90	0,50	0,30
6,0	0,80	0,40	0,30
10,0	0,60	0,20	0,10

Tabelle 6 — Bleischichtdicken gegen STÖRSTRAHLUNG bei Durchleuchtungsbetrieb mit chirurgischem Bildverstärker (80 kV, Bildverstärkerfeld < 250 cm², $W = 400$ mA min/Woche (= 24 000 mAs/Woche))

Abstand zwischen Brennfleck und zu schützendem Aufenthaltsplatz m	Bleischichtdicke mm		
	Kategorie I	Kategorie II	Kategorie III
1,5	0,40	0,20	0,10
2,0	0,30	0,10	0,10
2,5	0,30	0,10	0,00
3,0	0,20	0,10	0,00
3,5	0,20	0,00	0,00
4,0	0,10	0,00	0,00
5,0	0,10	0,00	0,00
6,0	0,10	0,00	0,00
10,0	0,00	0,00	0,00

Tabelle 7 — Bleischichtdicken gegen STÖRSTRAHLUNG bei Durchleuchtungsbetrieb mit chirurgischem Bildverstärker (80 kV, $250 \text{ cm}^2 \leq \text{Bildverstärkerfeld} < 500 \text{ cm}^2$, $W = 400$ mA min/Woche (= 24 000 mAs/Woche))

Abstand zwischen Brennfleck und zu schützendem Aufenthaltsplatz m	Bleischichtdicke mm		
	Kategorie I	Kategorie II	Kategorie III
1,5	0,60	0,30	0,20
2,0	0,50	0,20	0,10
2,5	0,40	0,10	0,10
3,0	0,30	0,10	0,10
3,5	0,30	0,10	0,10
4,0	0,20	0,10	0,00
5,0	0,20	0,00	0,00
6,0	0,10	0,00	0,00
10,0	0,10	0,00	0,00