

DIN 6812



ICS 11.040.50; 13.280

Einsprüche bis 2020-09-03
Vorgesehen als Ersatz für
DIN 6812:2013-06

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 2020-07-03 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) oder Alexander-Wellendorff-Str. 2, 75172 Pforzheim.

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 43 Seiten

DIN-Normenausschuss Radiologie (NAR)

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	9
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
5.2 Dicke der Schutzschicht aus Blei	11
5.3 Dicke der Schutzschicht aus verschiedenen Baustoffen	20
6 Prüfung der Abschirmung durch Messung der Ortsdosis bzw. Ortsdosisleistung	24
7 Zusätzliche bautechnische Strahlenschutzvorkehrungen	24
8 Kennzeichnung	24
9 Strahlenschutzdokumente	25
Anhang A (normativ) Verfahren zur Berechnung der erforderlichen Abschirmung	26
A.1 Bereiche	26
A.2 Schwächungsfaktor	27
A.3 Betriebsbelastung	27
A.4 Ermittlung des nominellen Schwächungsfaktors F_1	27
A.5 Berechnung der Schutzschicht gegen Nutzstrahlung	30
A.5.1 Berechnung des Schwächungsfaktors für Nutzstrahlung	30
A.5.2 Schutzschicht zur Abschirmung gegen Nutzstrahlung	30
A.6 Berechnung der Schutzschichtdicken gegen Störstrahlung	30
A.6.1 Allgemeines	30
A.6.2 Berechnung des Schwächungsfaktors für Streustrahlung	31
A.6.3 Berücksichtigung der Gehäusedurchlassstrahlung	31
A.6.4 Berücksichtigung von Zutritts- und Aufenthaltsbeschränkungen	31
A.6.5 Schutzschichtdicke der Abschirmung gegen Störstrahlung für Blei	31
A.7 Schutzschichten aus verschiedenen Baustoffen	31
A.8 Gleichungen und Diagramme zur Berechnung des Schwächungsfaktors	31
Anhang B (informativ) Erläuterungen	39
Literaturhinweise	41
Stichwortverzeichnis	42

Bilder

Bild A.1 — Umgebungs-Äquivalentdosisausbeute von Röntgenröhren mit Wolframanode und Gesamtfiltration von 2,5 mm Al und zwischen 0,5 mm Cu und 3,0 mm Cu, gemessen 1 m Brennfleckabstand in Luft	37
Bild A.2 — Nomineller Schwächungsfaktor F_1 in Abhängigkeit von der Betriebsbelastung W für verschiedene Umgebungs-Äquivalentdosisausbeuten $H_{A,1}$	38

Tabellen

Tabelle 1 — Kategorien verschiedener zu schützender Aufenthaltsplätze	9
Tabelle 2 — Bleischichtdicken gegen Nutzstrahlung bei Aufnahmebetrieb (90 kV, $W = 400$ mA min/Woche (= 24 000 mAs/Woche))	11
Tabelle 3 — Bleischichtdicken gegen Störstrahlung bei Aufnahmebetrieb (90 kV, $W = 400$ mA min/Woche (= 24 000 mAs/Woche))	12
Tabelle 4 — Bleischichtdicken gegen Störstrahlung bei Durchleuchtungsbetrieb einschließlich Therapiesimulatoren (90 kV, $W = 1\,200$ mA min/Woche (= 72 000 mAs/Woche) für Untertischstrahler, $W = 3\,000$ mA min/Woche (= 180 000 mAs/Woche) für Obertischstrahler, $W = 1\,000$ mA min/Woche (= 60 000 mAs/Woche) für Therapiesimulatoren)	12
Tabelle 5 — Bleischichtdicken gegen Störstrahlung bei Betrieb von DSA-Anlagen für Herzkatheter und Kardangiographie (90 kV, $W = 4\,000$ mA min/Woche (= 240 000 mAs/Woche))	13
Tabelle 6 — Bleischichtdicken gegen Störstrahlung bei Durchleuchtungsbetrieb mit chirurgischem Bildverstärker (80 kV, Bildverstärkerfeld < 250 cm², $W = 400$ mA min/Woche (= 24 000 mAs/Woche))	13
Tabelle 7 — Bleischichtdicken gegen Störstrahlung bei Durchleuchtungsbetrieb mit chirurgischem Bildverstärker (80 kV, 250 cm² $\leq$ Bildverstärkerfeld < 500 cm², $W = 400$ mA min/Woche (= 24 000 mAs/Woche))	14
Tabelle 8 — Bleischichtdicken gegen Störstrahlung bei Mammographie Betrieb (35 kV, 0,5 mm Al oder 0,03 mm Mo, $W = 1\,000$ mA min/Woche (= 60 000 mAs/Woche)). Diese Werte gelten nicht für die Bemessung gerätetechnischer Strahlenschutzvorkehrungen	14
Tabelle 9 — Bleischichtdicken gegen Störstrahlung beim Betrieb von dentalen Tubusgeräten (70 kV, $W = 10$ 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, $W = 100$ mA min/Woche (= 6 000 mAs/Woche)) sowie von dentalen Volumentomographiegeräten mit Röntgenröhrenspannungen von 90 kV (90 kV, $W = 50$ mA min/Woche (= 3 000 mAs/Woche))	15
Tabelle 11 — Bleischichtdicken gegen Nutz- und Störstrahlung beim Betrieb von dentalen Fernaufnahmegeräten (80 kV, $W = 10$ mA min/Woche (= 600 mAs/Woche)) . . .	16
Tabelle 12 — Bleischichtdicken gegen Störstrahlung beim Betrieb von dentalen Volumentomographiegeräten mit Röntgenröhrenspannungen > 90 kV (100 kV, $W = 50$ mA min/Woche (= 3 000 mAs/Woche))	16
Tabelle 13 — Bleischichtdicken gegen Störstrahlung beim Betrieb von Computertomographen (120 kV, $W = 20\,000$ mA min/Woche (= 1 200 000 mAs/Woche; Brennfleck-Isozentrum-Abstand: 0,5 m))	17
Tabelle 14 — Bleischichtdicken gegen Nutzstrahlung bei Therapie-Betrieb ($W = 1\,500$ mA min/Woche bei $U \leq 100$ kV; $W = 6\,000$ mA min/Woche bei $U > 100$ kV) . . .	18
Tabelle 15 — Bleischichtdicken gegen Störstrahlung bezüglich aller möglichen Nutzstrahlrichtungen im vorderen Halbraum ($W = 6\,000$ mA min/Woche bei $U > 100$ kV) und im gesamten Raum ($W = 1\,500$ mA min/Woche bei $U \leq 100$ kV)	18
Tabelle 16 — Bleischichtdicken gegen Störstrahlung bezüglich aller möglichen Nutzstrahlrichtungen im rückwärtigen Halbraum bei Therapiebetrieb ($W = 6\,000$ mA min/Woche bei $U > 100$ kV)	19
Tabelle 17 — Bleischichtdicken gegen Nutzstrahlung bei Therapie-Betrieb (IORT mit Applikator Durchmesser 5 cm, Absorberdicke 10 cm gewebeäquivalent, Aufpunkthöhe: Brusthöhe etwa 1,3 m) ($W = 5$ mA min/Woche bei 60 kV)	20
Tabelle 18 — Konstanten zur Gleichung (1)	20
Tabelle 19 — Schutzschichtdicken bei verschiedenen Baustoffen	21

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	24
Tabelle A.1 — Im ortsbezogenen Strahlenschutz geltende Grenzwerte für die Körperdosis (effektive Dosis) von Personen an zu schützenden Aufenthaltsplätzen (siehe auch Tabelle 1)	26
Tabelle A.2 — Betriebsbelastung, Röntgenröhrenspannung, Filterung, Brennfleck-Isozentrum/Streukörpermitte-Abstand a, Umgebungs-Äquivalentdosisausbeute in 1 m Abstand und daraus resultierender nomineller Schwächungsfaktor für Nutzstrahlung	28
Tabelle A.3 — Aufenthaltsfaktor f_T	30
Tabelle A.4 — Schwächungsfaktor für die Abschirmung von Nutzstrahlung und Störstrahlung durch Bleischichtdicken (Dicke Pb) in der Diagnostik	32
Tabelle A.5 — Schwächungsfaktor für die Abschirmung von Nutzstrahlung und Störstrahlung durch Bleischichtdicken (Dicke Pb) in der Therapie	33
Tabelle A.6 — Schwächungsfaktor für die Abschirmung von Nutz- und Störstrahlung durch Bleischichtdicken (Dicke Pb) in der Mammographie	35
Tabelle A.7 — Ausbeutekoeffizient f_k für Streustrahlung	35
Tabelle A.8 — Faktor f_D	36

Vorwort

Dieses Dokument 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 Röntgengesellschaft 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 Radioonkologie e. V. (DEGRO) erarbeitet.

Diese Norm enthält in den Abschnitten 6 bis 8 und Anhang A strahlenschutztechnische Festlegungen im Sinne des Strahlenschutzgesetzes (StrlSchG).

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.

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 6812:2013-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

a) Anpassung an das aktuelle Strahlenschutzrecht:

- Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzgesetz- StrlSchG) vom 27. Juni 2017 (BGBl. I S. 1966), das durch Artikel 2 des Gesetzes vom 27. Juni 2017 (BGBl. I S. 1966) geändert worden ist,
- Verordnung zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzverordnung – StrlSchV) vom 29. November 2018 (BGBl. I S. 2034, 2036);

b) redaktionelle und inhaltliche Überarbeitung.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument 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 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 105-100, *Mauerziegel — Teil 100: Mauerziegel mit besonderen Eigenschaften*

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*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die im Stichwortverzeichnis aufgeführten und 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

Strahlenschutzbereich

Bereich, der bei genehmigungs- und anzeigebedürftigen Tätigkeiten nach dem Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) einzurichten ist und der je nach der möglichen Höhe der Strahlenexposition nach der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) in ÜBERWACHUNGS-, KONTROLL- und SPERRBEREICH unterschieden wird

Anmerkung 1 zum Begriff: 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.

Anmerkung 2 zum Begriff: Auf den Sperrbereich wird hier nicht weiter eingegangen, da er für die Bemessung des baulichen Strahlenschutzes nicht relevant ist.

[QUELLE: StrlSchV § 52 Abs. 3]

3.2

Kontrollbereich

Bereich, in dem Personen im Kalenderjahr eine EFFEKTIVE DOSIS von mehr als 6 mSv oder höhere Organdosen als 15 mSv für die Augenlinse oder 150 mSv für die Hände, die Unterarme, die Füße und Knöchel oder eine lokale Hautdosis von 150 mSv erhalten können

Anmerkung 1 zum Begriff: In der Umgebung von ortsveränderlich betriebenen RÖNTGENEINRICHTUNGEN entstehen auch ortsveränderliche KONTROLLBEREICHE.

Anmerkung 2 zum Begriff: Nach StrlSchV.

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 50 mSv für die Haut, die Hände, die Unterarme, die Füße und Knöchel oder eine lokale Hautdosis von mehr als 50 mSv erhalten können

Anmerkung 1 zum Begriff: Nach StrlSchV.

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 zum Begriff: I ist die Röhrenstromstärke in mA und t_E die Einschaltzeit der RÖNTGENEINRICHTUNG in min je Zeitspanne t in Wochen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Einheit der BETRIEBSBELASTUNG: mA min/Woche oder mAs/Woche.

Anmerkung 3 zum Begriff: 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 zum Begriff: Der AUFENTHALTSFAKTOR ist dimensionslos.

Anmerkung 2 zum Begriff: 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)

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

[QUELLE: DIN 6844-3:2006-12]

Anmerkung 1 zum Begriff: 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 $F = F_1 \cdot F_2 \cdot \dots \cdot F_n$.

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 zum Begriff: Der Index 1 kennzeichnet den Bezugsabstand 1 m.

Anmerkung 2 zum Begriff: 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.

Zu berücksichtigende 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 RÖNTGENDIAGNOSTIK 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 rückstreuarmen 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 0,1 m nach jeder Seite. Bei Anwendungsgeräten, die innerhalb der Räume verschiebbar sind und bei denen keine Hauptstrahlrichtung definiert ist, ist eine Abschirmung gegen Nutzstrahlung nicht erforderlich.

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.

Gerätetechnische Strahlenschutzvorrichtungen gegen NUTZSTRAHLUNG dürfen bei der Bemessung des baulichen STRAHLENSCHUTZES berücksichtigt werden.

5.1.2 Gegen Störstrahlung abzuschirmende Bereiche

Gegen STÖRSTRAHLUNG muss eine Abschirmung in alle anderen Richtungen erfolgen, bei Durchleuchtungseinrichtungen in alle Richtungen.

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 Höhenniveau 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 Tabelle 2 bis Tabelle 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 Tabelle 2 bis Tabelle 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, $W = 400$ mA min/Woche (= 24 000 mAs/Woche))**

Abstand zwischen Brennfleck und zu schützendem Aufenthaltsplatz m	Bleischichtdicke		
	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 ($W \leq 80$ mA min/Woche) auch für die Hartstrahltechnik (bis 150 kV).

**Tabelle 3 — Bleischichtdicken gegen Störstrahlung bei
Aufnahmebetrieb (90 kV, $W = 400$ 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	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, $W = 1\,200$ mA min/Woche (= 72 000 mAs/Woche) für Untertischstrahler,
 $W = 3\,000$ mA min/Woche (= 180 000 mAs/Woche) für Obertischstrahler; $W = 1\,000$ mA min/Woche
(= 60 000 mAs/Woche) für Therapiesimulatoren)**

Abstand zwischen Brennfleck und zu schützendem Aufenthaltsplatz ^a 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

^a 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, $W = 4\,000\text{ mA min/Woche}$ (= $240\,000\text{ mAs/Woche}$))**

Abstand zwischen Brennfleck und zu schützendem Aufenthaltsplatz m	Bleischichtdicke		
	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 $< 250\text{ cm}^2$,
 $W = 400\text{ mA min/Woche}$ (= $24\,000\text{ mAs/Woche}$))**

Abstand zwischen Brennfleck und zu schützendem Aufenthaltsplatz m	Bleischichtdicke		
	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