

Medizinische Röntgenanlagen bis 300 kV

Regeln für die Auslegung des baulichen Strahlenschutzes

DIN
6812

ICS 11.040.50; 13.280

Medical X-ray equipment up to 300 kV –
Radiation protection rules for installation

Ersatz für
DIN 6812:1996-04

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
1 Anwendungsbereich	2
2 Normative Verweisungen	2
3 Allgemeine Regeln für die Planung von Röntgenanlagen	2
3.1 Strahlenschutzbereiche	2
3.2 Sonstige Bereiche	2
3.3 Räume	3
3.4 Aufenthaltsplätze	3
3.5 Räumliche Anordnung	3
4 Bemessung der erforderlichen Abschirmungen	4
4.1 Maße der abzuschirmenden Bereiche	4
4.2 Dicke der Schutzschicht aus Blei	4
4.3 Dicke der Schutzschicht aus verschiedenen Baustoffen	11
5 Prüfung der Abschirmung durch Messung der Ortsdosis bzw. Ortsdosisleistung	14
6 Zusätzliche bautechnische Strahlenschutzvorkehrungen	14
7 Kennzeichnung	14
8 Strahlenschutzdokumente	14
Anhang A (normativ) Methode zur Berechnung der erforderlichen Abschirmung	15
Anhang B (informativ) Erläuterungen	25

Fortsetzung Seite 2 bis 26

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

Vorwort

Diese Norm enthält in den Abschnitten 5 bis 7 und Anhang A strahlenschutztechnische Festlegungen im Sinne der Versorgung über den Schutz vor Schäden vor Röntgenstrahlen (Röntgenverordnung – RöV).

Diese Norm wurde aufgestellt vom Normenausschuss Radiologie (NAR) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. in Arbeitsgemeinschaft mit der Deutschen Röntgengesellschaft.

Änderungen

Gegenüber DIN 6812:1996-04 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- Abstimmung mit der Richtlinie 96/29/Euratom des Rates vom 13. Mai 1996 zur Festlegung der grundlegenden Sicherheitsnormen für den Schutz der Gesundheit der Arbeitskräfte und der Bevölkerung gegen die Gefahren durch ionisierende Strahlungen.

Frühere Ausgaben

DIN RÖNT2: 1930-01, 1933-07

DIN 6812: 1943-05, 1955-02, 1959-07, 1962-01, 1976-01, 1985-05, 1996-04

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

Diese Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

DIN 6814-5, *Begriffe und Benennungen in der radiologischen Technik – Strahlenschutz*.

DIN 25430, *Sicherheitskennzeichnung im Strahlenschutz*.

DIN 105-1, *Mauerziegel – Vollziegel und Hochlochziegel*.

Richtlinie 96/29/Euratom des Rates vom 13. Mai 1996 zur Festlegung der grundlegenden Sicherheitsnormen für den Schutz der Gesundheit der Arbeitskräfte und der Bevölkerung gegen die Gefahren durch ionisierende Strahlungen

3 Allgemeine Regeln für die Planung von Röntgenanlagen

3.1 Strahlenschutzbereiche

Vor Aufnahme des Betriebes 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 der Betreibers unterliegt.

3.2 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).

3.3 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.

3.4 Aufenthaltsplätze

3.4.1 Aufenthaltsplätze, wie Daueraufenthaltsplätze, Arbeitsplätze, Warteräume, Umkleidekabinen, Flure, Treppen

Bedienungsplätze für die Röntgeneinrichtungen usw., werden in Kategorien eingeteilt (siehe Tabelle 1). Der für den ortsbezogenen Strahlenschutz erforderliche Aufwand richtet sich danach, welche Personen (beruflich strahlenexponierte Personen, nicht beruflich strahlenexponierte 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.

3.4.2 Wenn diese Aufenthaltsplätze nicht ausreichend durch Abstand geschützt sind, müssen sie mit Schutzschichten abgeschirmt sein, die nach Abschnitt 4 zu bestimmen sind.

3.4.3 Aufenthaltsplätze im Kontrollbereich dürfen außer für den zu untersuchenden oder zu behandelnden Patienten nur zur Durchführung oder Aufrechterhaltung der darin vorgesehenen Betriebsvorgänge vorhanden sein.

Aufenthaltsplätze im Überwachungsbereich dürfen nur für eine dem Betrieb dienende Tätigkeit vorhanden sein.

3.5 Räumliche Anordnung

3.5.1 Bedienungseinrichtungen für die Röntgenstrahlentherapie mit Nennspannungen über 100 kV müssen in einem Raum angeordnet werden, der vom Röntgenraum getrennt ist. Für Einrichtungen zur Röntgendiagnostik und für Einrichtungen zur Röntgenstrahlentherapie 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.

3.5.2 Zwischen Patient und Bedienenden muss eine Sicht- und Sprechverbindung bestehen.

3.5.3 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.

3.5.4 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.

3.5.5 Ungeachtet der Regelung in 3.5.4 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 Strahlers mindestens 1,5 m von der nächsten Seitenwand des Röntgenraumes entfernt ist.

3.5.6 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.

4 Bemessung der erforderlichen Abschirmungen

4.1 Maße der abzuschirmenden Bereiche

4.1.1 Die Ausdehnung des gegen Nutzstrahlung abgeschirmten 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.

4.1.2 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.

Für Aufenthaltsplätze in Bereichen, die an Röntgenräume für Einrichtungen zur Röntgendiagnostik oder zur Röntgenstrahlentherapie 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.

4.2 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. Die Betriebsbelastung W beschreibt den Ausnutzungsgrad des Röntgengerätes, der in der Regel nicht überschritten wird (siehe A.3.1 und Tabelle A.2).

ANMERKUNG Langjährige Erfahrungen bei der Bemessung bautechnischer Strahlenschutzvorkehrungen zeigen, dass es ausreichend ist, die in Tabelle A.2 angegebenen Strahlenqualitäten 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 14 angegebenen Schutzschichten wurden nach dem im Anhang A beschriebenen Verfahren berechnet mit einer Betriebsbelastung, Röhrenspannung und Filterung nach Tabelle A.2. Bei höheren Betriebsbelastungen sind die erforderlichen Schutzschichten nach dem im Anhang A beschriebenen Verfahren zu bestimmen. Geringere Betriebsbelastungen dürfen nur berücksichtigt werden, wenn nach der Art des Betriebs keine Zunahme von W zu erwarten ist.

Tabelle 1 – Kategorien verschiedener zu schützender Aufenthaltsplätze^a

Typ des zu schützenden Aufenthaltsplatzes	Kategorie
– Wohnungen und andere Daueraufenthaltsplätze im sonstigen Bereich (siehe 3.2), – Arbeitsplätze außerhalb des Kontrollbereiches für nicht beruflich strahlenexponierte Einzelpersonen der Bevölkerung	I
– Arbeitsplätze außerhalb des Kontrollbereiches für beruflich strahlenexponierte Personen, Arbeitsplätze für Schwangere	II
– Kabinen, Toiletten sowie Flure und Wartezimmer, in denen sich keine Arbeitsplätze befinden, – 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	III
a Der Zusammenhang zwischen der Kategorie des Aufenthaltsplatzes und den Grenzwerten für die Körperdosis ist im Anhang A dargestellt (siehe 3.4.1 und Tabelle A.1).	

**Tabelle 2 – Bleischichtdicken in mm gegen Nutzstrahlung bei Aufnahmebetrieb
(90 kV, $W = 400 \text{ mA min/Woche}$ (= 24 000 mAs/Woche))^a**

Abstand zwischen Brennfleck und zu schützendem Aufenthaltsplatz in m	Kategorie		
	I	II	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

a 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 in mm gegen Störstrahlung bei Aufnahmebetrieb
(90 kV, $W = 400 \text{ mA min/Woche}$ (= 24 000 mAs/Woche))**

Abstand zwischen Brennfleck und zu schützendem Aufenthaltsplatz in m	Kategorie		
	I	II	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 in mm 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, $W = 1\,000\text{ mA min/Woche}$ (= 600 000 mAs/Woche) für Therapiesimulatoren)^a

Abstand zwischen Brennfleck und zu schützendem Aufenthaltsplatz in m	Wände, Fußboden, Decke Kategorie		
	I	II	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 4.1.1 anzuwenden. Die erforderlichen Bleischichtdicken sind Tabelle 2 zu entnehmen.

Tabelle 5 – Bleischichtdicken in mm 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 in m	Kategorie		
	I	II	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 in mm gegen Störstrahlung bei Durchleuchtungsbetrieb mit chirurgischen Bildverstärker (80 kV, Bildverstärkerfeld <250 cm², $W = 400\text{ mA min/Woche}$ (= 24 000 mAs/Woche))

Abstand zwischen Brennfleck und zu schützendem Aufenthaltsplatz in m	Kategorie		
	I	II	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 in mm gegen Störstrahlung bei Durchleuchtungsbetrieb mit chirurgischen Bildverstärker (80 kV, $250 \text{ cm}^2 \leq \text{Bildverstärkerfeld} < 500 \text{ cm}^2$, $W = 400 \text{ mA min/Woche}$ (= 24 000 mAs/Woche))

Abstand zwischen Brennfleck und zu schützendem Aufenthaltsplatz in m	Kategorie		
	I	II	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

Tabelle 8 – Bleischichtdicken in mm gegen Störstrahlung bei Mammographie-Betrieb (35 kV, 0,5 mm Al oder 0,03 mm Mo, $W = 1000 \text{ mA min/Woche}$ (= 60 000 mAs/Woche)).
Diese Werte gelten nicht für die Bemessung gerätetechnischer Strahlenschutzvorkehrungen

Abstand zwischen Brennfleck und zu schützendem Aufenthaltsplatz in m	Kategorie		
	I	II	III
1,0	0,15	0,10	0,10
1,5	0,15	0,10	0,10
2,0	0,10	0,10	0,05
2,5	0,10	0,05	0,05
3,0	0,10	0,05	0,05
3,5	0,10	0,05	0,00
5,0	0,10	0,00	0,00

Tabelle 9 – Bleischichtdicken in mm Störstrahlung beim Betrieb von dentalen Tubusgeräten (70 kV, $W = 10 \text{ mA min/Woche}$ (= 600 mAs/Woche))

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

Tabelle 10 – Bleischichtdicken in mm gegen Störstrahlung beim Betrieb von dentalen Panoramaschichtgeräten (85 kV, $W = 100 \text{ mA min/Woche}$ (= 6000 mAs/Woche))

Abstand zwischen Isozentrum und zu schützendem Aufenthaltsplatz in m	Kategorie		
	I	II	III
1,0	0,40	0,10	0,10
1,5	0,30	0,10	0,00
2,0	0,20	0,00	0,00
2,5	0,10	0,00	0,00
3,0	0,10	0,00	0,00
3,5	0,10	0,00	0,00
4,0	0,10	0,00	0,00
5,0	0,00	0,00	0,00

Tabelle 11 – Bleischichtdicken in mm gegen Nutz- und Störstrahlung beim Betrieb von dentalen Fernaufnahmegeräten (80 kV, $W = 10 \text{ mA min/Woche}$ (= 600 mAs/Woche))

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

Tabelle 12 – Bleischichtdicken in mm gegen Störstrahlung beim Betrieb von Computertomographen (120 kV, $W = 20\,000 \text{ mA min/Woche}$ (= 1 200 000 mAs/Woche; (Brennfleck-Isozentrum-Abstand: 0,5 m))

Abstand zwischen Isozentrum und zu schützendem Aufenthaltsplatz in m	Kategorie		
	I	II	III
1,5	2,75	2,25	2,00
2,0	2,50	2,00	1,75
2,5	2,50	1,75	1,50
3,0	2,25	1,75	1,50
3,5	2,25	1,50	1,25
4,0	2,00	1,50	1,25
5,0	2,00	1,25	1,00
6,0	1,75	1,25	0,90
10,0	1,50	0,80	0,60