

Klinische Dosimetrie

Röntgendiagnostik

DIN
6809
Teil 3

Clinical dosimetry, diagnostic radiology

Aufgestellt vom Normenausschuß Radiologie im DIN Deutsches Institut für Normung e.V. in Arbeitsgemeinschaft mit der Deutschen Röntgengesellschaft e.V. und in Zusammenarbeit mit der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Physik e.V.

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich und Zweck	1	3 Messungen außerhalb des Nutzstrahlenbündels	6
2 Messungen im Nutzstrahlenbündel	1	3.1 Meßbedingungen	6
2.1 Strahlenqualität	1	3.2 Ortung von Maxima der Dosis und der Dosisleistung, Überprüfung von Abschirmungen	6
2.1.1 Röhrenspannung	1	3.3 Messungen der Ortsdosis und der Ortsdosisleistung	6
2.1.2 Halbwertschichtdicke	3	4 Ermittlung von Dosen in Organen des Patienten	6
2.2 Dosimetrische Kenngrößen	3	5 Dosimeter	6
2.2.1 Kenndosisleistung	3	5.1 Diagnostik-Dosimeter	6
2.2.2 Einfalldosis und -dosisleistung	4	5.2 Strahlenschutz-Dosimeter	6
2.2.3 Oberflächendosis und -dosisleistung	4	Zitierte Normen und andere Unterlagen	7
2.2.4 Austrittsdosis und -dosisleistung	4	Erläuterungen	8
2.2.5 Transmissionsdosis und -dosisleistung	5		
2.2.6 Bildempfängerdosis und -dosisleistung	5		
2.2.7 Flächendosisprodukt	5		
2.2.8 Messungen an Röntgen-Computertomographen	5		

1 Anwendungsbereich und Zweck

Der Anwendungsbereich dieser Norm umfaßt Verfahren zur Messung der Strahlenqualität, zur Bestimmung dosimetrischer Kenngrößen der Nutzstrahlung und zur Dosismessung außerhalb des Nutzstrahlenbündels sowie Anforderungen an Diagnostikdosimeter. Dosimetrische Messungen in der Röntgendiagnostik liefern Meßdaten zur Ermittlung der Strahlenexposition des Patienten und sonstiger Personen an Aufenthaltsplätzen im Untersuchungsraum; sie erlauben es, Lücken in Abschirmungen aufzuspüren, und sie dienen zur Erfassung technischer Zustandsgrößen. Die Auswahl und Genauigkeit der hier für den Röhrenspannungsbereich 40 bis 150 kV angegebenen Regeln entsprechen diesem Zweck.

Als Dosisgröße für Messungen im Nutzstrahlenbündel wird in dieser Norm die Luftkerma K_a , gemessen in Gray (Gy), verwendet. Der Index a kennzeichnet das Bezugsmaterial Luft in Anpassung an den internationalen Gebrauch. Sie wird im folgenden kurz als „Dosis“ bezeichnet. Die in den Abschnitten 2.2.3 bis 2.2.6 verwendeten Indices E, O, A, T und B kennzeichnen den Meßort. Für Messungen der Ortsdosis außerhalb des Nutzstrahlenbündels wird die Photonen-Äquivalentdosis H_X , gemessen in Sievert (Sv), verwendet. Werden Dosimeter benutzt, deren Ersteinrichtung zur Messung

der Standard-Ionenendosis I_s in der Einheit Röntgen (R) erfolgte¹⁾, so ist die Standard-Ionenendosis durch Multiplikation mit dem Faktor 8,77 mGy/R in die Luftkerma bzw. durch Multiplikation mit dem Faktor 10 mSv/R in die Photonen-Äquivalentdosis umzurechnen.

2 Messungen im Nutzstrahlenbündel

2.1 Strahlenqualität

Zur Kennzeichnung der Strahlenqualität muß die Röhrenspannung (siehe Abschnitt 2.1.1), die Filterung oder die Halbwertschichtdicke (siehe Abschnitt 2.1.2), sowie das Anodenmaterial, falls es sich nicht um Wolfram handelt, angegeben werden.

2.1.1 Röhrenspannung

Als Röhrenspannung ist in jedem Fall die Röhrenscheitelspannung anzugeben; dieser Wert ist durch die Angabe der Spannungsform (zeitlicher Verlauf, Welligkeit, Generatortyp) zu ergänzen. Zur Messung der Röhrenspannung stehen sowohl die Verfahren nach den Abschnitten 2.1.1.1 und 2.1.1.2

¹⁾ Siehe Erläuterungen

Fortsetzung Seite 2 bis 8

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

zur Verfügung, die in der Regel von Röntgengeräteherstellern und wissenschaftlichen Instituten angewandt werden, als auch die vereinfachten Verfahren nach den Abschnitten 2.1.1.3 und 2.1.1.4, die in der Regel vom Geräteanwender eingesetzt werden.

2.1.1.1 Spannungsteilverfahren

Die Meßeinrichtung besteht in der Regel aus dem an den Hochspannungsgenerator anzuschließenden externen Spannungsteiler, der einen Satz von Hochspannungs-Meßwiderständen enthält, und dem Anzeigesystem, das die Scheitelspannung anzeigt und die oszillographische Messung des zeitlichen Spannungsverlaufes erlaubt. Wird die Meßspannung an einem internen Spannungsteiler der Röntgeneinrichtung abgegriffen, z.B. innerhalb der Spannungs-Regelungsschaltung, so ist eine Kalibrierung des Zusammenhangs mit der Röhrenscheitelspannung erforderlich, und es muß gesondert geprüft werden, ob das Oszillogramm dieser Meßspannung den relativen Verlauf der Röhrenscheitelspannung richtig wiedergibt. Die Benutzung eines Spannungsteilers ist mit einem Eingriff am Röntgengenerator verbunden, setzt also die Mitwirkung der Herstellerfirma voraus.

2.1.1.2 Spektrometrisches Verfahren

Mit Halbleiterdetektoren hoher Energieauflösung wird das Photonspektrum ermittelt; der Grenzwert des Röntgenbremspektrums entspricht die Röhrenscheitelspannung (siehe [1]). Eine Auflösung des zeitlichen Spannungsverlaufes ist in der Regel nicht möglich. Wegen des hohen technischen Aufwands ist das Verfahren für die klinische Praxis von untergeordneter Bedeutung. In Verbindung mit

Messungen nach Abschnitt 2.1.1.1 kann es als nichtinvasives Vergleichsverfahren eingesetzt werden.

2.1.1.3 Zweifilterverfahren

Gemessen wird der Quotient der Signale von geeigneten Detektoren, die hinter verschiedenen dicken Filtern angeordnet sind. Die Filterdicken sind so gewählt, daß die durch den Strahler gegebene Filterung vernachlässigt werden kann. Das Verfahren setzt das Vorhandensein einer Kalibrierkurve oder entsprechenden Kennlinie des elektronischen Meßgeräts voraus, die den Zusammenhang dieses Quotienten mit dem Scheitelwert der Röhrenscheitelspannung darstellt. Diese Kalibrierkurve gilt nur für einen anzugebenden Bereich der Welligkeit. Soll der zeitliche Spannungsverlauf oder der Spitzenwert auf elektronischem Wege erfaßt werden, so gilt die Kalibrierkurve nur für einen anzugebenden Frequenzbereich des Hochspannungsgenerators (Fehler bei Messungen an Mittelfrequenzgeneratoren siehe [2]).

Die Messung des Quotienten muß unter Bedingungen erfolgen, die den Kalibrierbedingungen entsprechen. Insbesondere ist die Geometrie so zu wählen, daß die den Detektor treffenden Streuphotonen nur einen vernachlässigbaren Beitrag leisten.

Für zwei Kupferabsorber von 0,7 und 1,4 mm Dicke (Toleranz $\leq 0,02$ mm) und Messungen der Luftkerma ist die Kalibrierkurve im Bild 1 dargestellt. Die aus Bild 1 abzulesenden Werte gelten für Spannungen mit geringer Welligkeit (6- und 12-Puls-Generatoren). Bei Spannungen mit hoher Welligkeit (Zweipuls-Generatoren) ist die Scheitelspannung bei 90 kV um etwa 5 %, bei 110 kV um etwa 15 % höher als die aus Bild 1 abgelesene Spannung (siehe [3]).

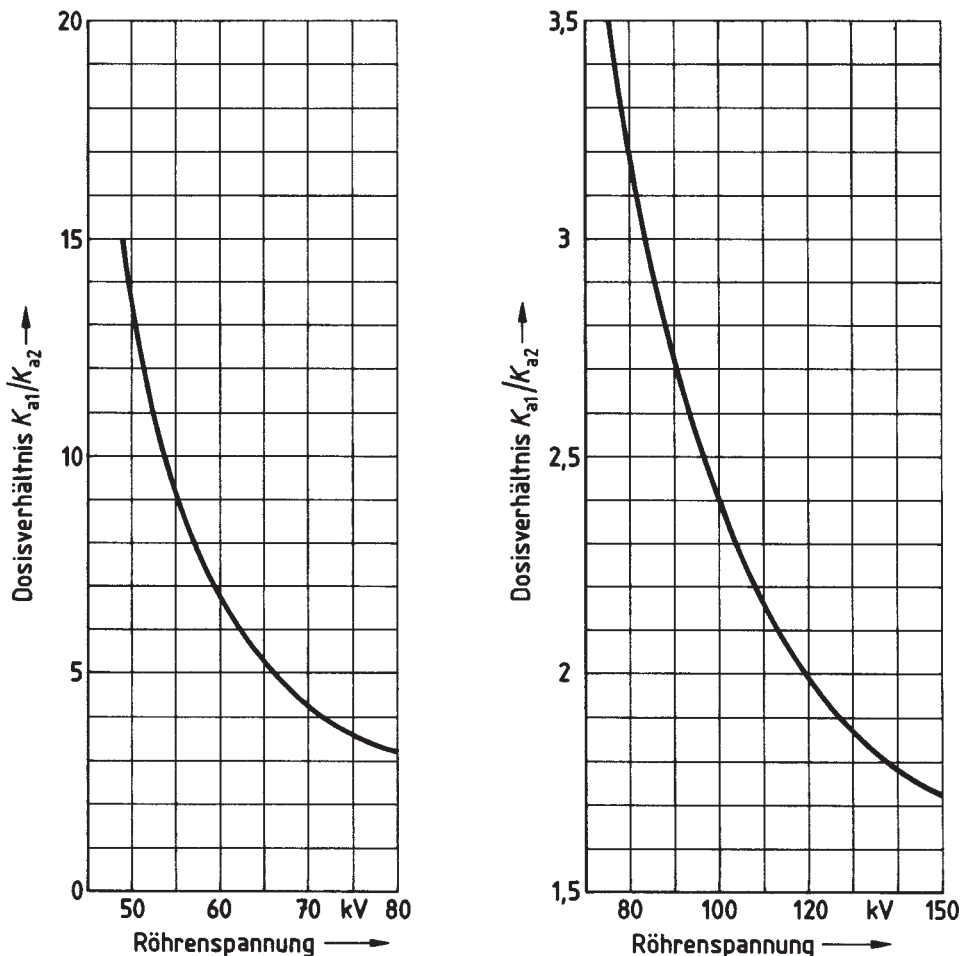


Bild 1. Dosisverhältnis K_{a1}/K_{a2} in Abhängigkeit von der Röhrenspannung.
Meßbedingungen: K_{a1} hinter 0,7 mm Cu; K_{a2} hinter 1,4 mm Cu.

2.1.1.4 Photometrisches Filterverfahren

Es wird eine Spezialfilmkassette benutzt, die je zur Hälfte mit einer schwach- und einer hochverstärkenden Film-Folien-Kombination bestückt ist. Sie trägt auf der Vorderseite eine Bleischicht mit zwei Lochreihen; die Lochreihe über der hochverstärkenden Folie ist mit einer Kupfertreppe abgedeckt. Nach Exposition unter Kalibrierbedingungen zeigt der entwickelte Film eine Reihe geschwärzter Flächen mit konstanter optischer Dichte (Referenzwert) und eine Reihe geschwärzter Flächen mit abgestufter optischer Dichte entsprechend der Dicke der Kupferstufen. Photometrisch wird diejenige Kupferschichtdicke ermittelt, hinter der die optische Dichte mit dem konstanten Referenzwert übereinstimmt. Die optische Dichte muß hierbei im Bereich 1 bis 2 liegen. Aus der Kalibrierkurve des Herstellers wird die zugehörige Röhrenspannung entnommen (siehe [4], [5]). Die Kalibrierkurve gilt nur bei Einhaltung der die Welligkeit bestimmenden Betriebsparameter. Die Darstellung des zeitlichen Spannungsverlaufs ist nicht möglich.

2.1.2 Halbwertschichtdicke

Halbwertschichtdicken müssen nach DIN 6809 Teil 1 gemessen werden. Die dafür erforderlichen Meßbedingungen (kleiner Querschnitt des Strahlenbündels, relativ große Abstände zwischen Fokus, Schichtmaterial und Meßdetektor, keinerlei Streustrahleneinflüsse) sind in der Praxis meist nicht genügend genau zu realisieren. Es ist zweckmäßiger, die Halbwertschichtdicke – nach Feststellung der Röhrenspannung und der Gesamtfilterung – aus Diagrammen zu entnehmen, wie sie in den Bildern 2 und 3 für Diagnostikstrahler mit Drehanoden aus Wolfram oder Wolframlegierungen bei Betrieb mit Gleichspannung dargestellt sind. Die fabrikatbedingte Schwankungsbreite der Halbwertschichtdicke unter gleichen Bedingungen beträgt etwa 5 bis 8 %. Die Halbwertschichtdicke ist vom Anodenwinkel abhängig. Wegen zunehmender Aufrauung der Anodenoberfläche muß man nach längerem Betrieb mit einer Erhöhung der Halbwertschichtdicke gegenüber dem Ausgangswert bis zu 10 % rechnen. Bei pulsierender Röhrenspannung ergeben sich etwas niedrigere Werte der Halbwertschichtdicke, bei Zwei-Puls-Betrieb um etwa 10 % (siehe [6], [7]).

Falls die an einer Röntgeneinrichtung gegebenen räumlichen Verhältnisse eine Messung der Halbwertschichtdicke nach DIN 6809 Teil 1 zulassen, kann aus ihr und der Röhrenspannung umgekehrt auch die Gesamtfilterung am Strahler bestimmt werden (siehe Bild 3). Wegen der meist nicht genügend bekannten Fremdeinflüsse sollte das Verfahren jedoch nur zur Überprüfung etwa zu vermutender grober Mängel in der Filterung angewendet werden, z. B. um festzustellen, ob nach einer Reparatur das notwendige feste Zusatzfilter wieder angebracht wurde. Der Eigenfilterwert eines Strahlers wird vom Hersteller nach DIN 6863 Teil 2 angegeben.

2.2 Dosimetrische Kenngrößen

Im folgenden Abschnitt sind Verfahren zur Messung dosimetrischer Kenngrößen der Nutzstrahlung einer Röntgendiagnostikanlage festgelegt. Einen Überblick über die Größenbenennungen und die Meßorte geben die Bilder 4 und 5. Diese Verfahren umfassen sowohl Messungen am Patienten oder Phantom unter den jeweiligen Untersuchungsbedingungen als auch Messungen technischer Zustandsgrößen mit speziellen Prüfkörpern unter streustrahlenfreien Bedingungen.

2.2.1 Kenndosisleistung

Die Kenndosisleistung $K_{a,100}$ nach DIN 6814 Teil 3, gemessen im Fokusabstand 100 cm bei der Feldgröße 10 cm × 10 cm, dient als Ausgangsgröße zur Abschätzung

von Strahlenexpositionen, die beim Betrieb einer Röntgenanlage auftreten können. Sie ist in erster Linie abhängig von der Röhrenspannung, der Gesamtfilterung und dem Röhrenstrom, aber auch von der Spannungsform, dem Anodenwinkel und der Aufrauung der Anodenoberfläche. Zu Vergleichszwecken wird die Kenndosisleistung für einen Röhrenstrom von 1 mA angegeben.

Wenn die räumlichen Bedingungen an einer Röntgenanlage eine Messung der Kenndosisleistung im definitionsgemäßen Fokusabstand von 100 cm nicht zulassen, kann stattdessen in einem anderen Abstand, jedoch ebenfalls in der

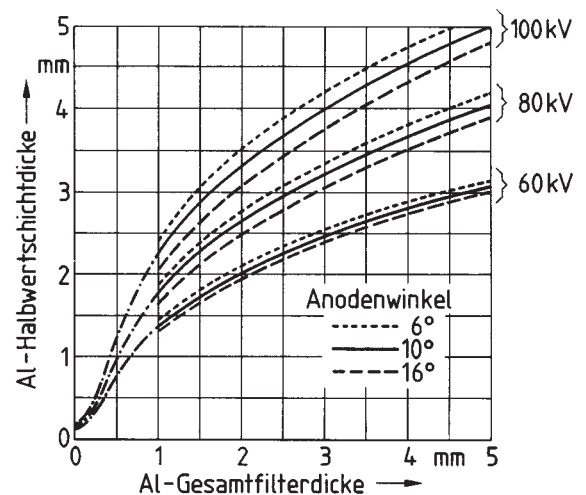


Bild 2. Aluminium-Halbwertschichtdicke (HWD) in Abhängigkeit von der Gesamtfilterung für Drehanodenstrahler mit Anoden aus Wolfram und Wolframlegierungen. Parameter sind Röhrenspannung (Gleichspannung oder 12-Puls-Generator) und Anodenwinkel. Als Beispiel wurden unkonditionierte Röhren eines Herstellers gewählt; für fabrikneue Röhren gelten je nach Konditionierungsverfahren leicht modifizierte Kurven.

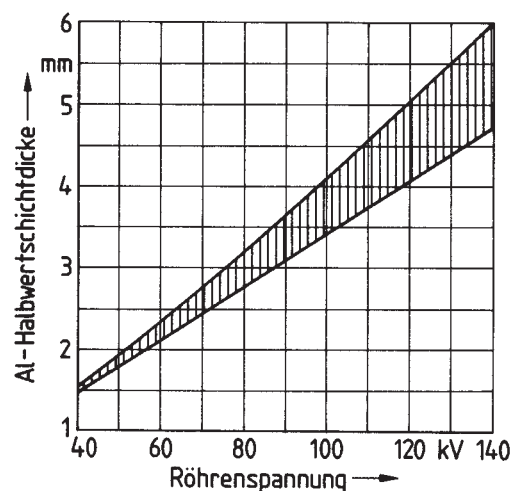


Bild 3. Aluminium-Halbwertschichtdicke (HWD) für Drehanodenstrahler mit Anoden aus Wolfram oder Wolframlegierungen in Abhängigkeit von der Röhrenspannung (Gleichspannung oder 12-Puls) bei einer Eigenfilterung von 2,5 mm Aluminium. Dargestellt ist die mögliche Bandbreite für fabrikneue Drehanodenstrahler mit Anodenwinkeln zwischen 6° und 16°.