

DIN EN 61267

ICS 11.040.50

Ersatz für
DIN EN 61267:1997-01

**Medizinische diagnostische Röntgeneinrichtung –
Bestrahlungsbedingungen zur Bestimmung von Kenngrößen
(IEC 61267:2005);
Deutsche Fassung EN 61267:2006**

Medical diagnostic X-ray equipment –
Radiation conditions for use in the determination of characteristics (IEC 61267:2005);
German version EN 61267:2006

Equipement de diagnostic médical à rayonnement X –
Conditions de rayonnement pour utilisation dans la détermination des caractéristiques
(CEI 61267:2005);
Version allemande EN 61267:2006

Gesamtumfang 47 Seiten

Normenausschuss Radiologie (NAR) im DIN

Nationales Vorwort

Diese Norm enthält die Deutsche Fassung der EN 61267:2006, in die der Inhalt der Internationalen Norm IEC 61267:2005 „Medical diagnostic X-ray equipment — Radiation conditions for use in the determination of characteristics“ unverändert übernommen wurde.

Die Internationale Norm wurde vom Unterkomitee SC 62C „Equipment for radiotherapy, nuclear medicine and radiation dosimetry“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet.

Für die vorliegende Norm ist das nationale DKE/NAR-Gemeinschaftsgremium NA 080-00-11 GA „Dosimetrie“ des Normenausschusses Radiologie (NAR) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. in Arbeitsgemeinschaft mit der Deutschen Röntgengesellschaft und der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE und in Zusammenarbeit mit der Deutschen Gesellschaft für Nuklearmedizin e. V. (DGN), der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Physik e. V. (DGMP) der Deutschen Gesellschaft für Radioonkologie e. V. (DEGRO) zuständig.

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

Änderungen

Gegenüber DIN EN 61267:1997-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) die Einführung der „praktischen Spitzenspannung“ zur Messung der Röntgenröhrenspannung;
- b) die Einführung eines neuen Verfahrens zur Festlegung von Strahlungsqualitäten;
- c) die Einfügung eines informativen Anhanges B „Bestimmung der Zusatzfilterung“ und ein normativer Anhang C „Messung der Praktischen Spitzenspannung“;
- d) die Überarbeitung der Strahlungsqualitäten und Bestrahlungsbedingungen;
- e) die Ergänzung von Begriffsdefinitionen.

Frühere Ausgaben

DIN 6872-1: 1983-11

DIN EN 61267: 1997-01

Deutsche Fassung

**Medizinische diagnostische Röntgeneinrichtung –
Bestrahlungsbedingungen zur Bestimmung von Kenngrößen
(IEC 61267:2005)**

Medical diagnostic X-ray equipment –
Radiation conditions for use
in the determination of characteristics
(IEC 61267:2005)

Equipement de diagnostic médical
à rayonnement X –
Conditions de rayonnement
pour utilisation dans la détermination
des caractéristiques
(CEI 61267:2005)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2005-12-01 angenommen. CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäische Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Zentralsekretariat oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

CENELEC

Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B - 1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	5
Einleitung.....	6
1 Anwendungsbereich und Zweck.....	7
2 Normative Verweisungen	10
3 Begriffe	11
4 Allgemeine Gesichtspunkte — Einstellungsverfahren.....	12
4.1 Standard-BESTRAHLUNGSBEDINGUNGEN.....	12
4.2 STRAHLUNGSEDEKTOR.....	13
4.3 PROZENTUALE WELLIGKEIT der RÖNTGENRÖHRENSPANNUNG.....	13
4.4 Anodenmaterial.....	13
5 RQR-STRAHLUNGSQUALITÄTEN in NUTZSTRAHLENBÜNDELN, die aus dem RÖNTGENSTRAHLER austreten.....	13
5.1 Zweck	13
5.2 Bezeichnung.....	14
5.3 Beschreibung	14
5.4 Einstellung der RÖNTGENRÖHRENSPANNUNG	14
5.5 Zusatzfilterung	15
5.6 Prüfmittel	15
5.6.1 Messgerät für die RÖNTGENRÖHRENSPANNUNG	15
5.6.2 Hilfsfilter	15
5.6.3 Schwächungsschichten	15
5.6.4 BLENDE.....	16
5.6.5 STRAHLUNGSEDEKTOR.....	16
5.6.7 HALBWERTSCHICHTDICKEN-PRÜFVORRICHTUNG	16
5.7 Erzeugung und Überprüfung der Standard-STRAHLUNGSQUALITÄTEN RQR.....	16
5.7.1 Geometrie	16
5.7.2 Erstellung einer Standard-STRAHLUNGSQUALITÄT RQR.....	16
5.7.3 Erstellung einer Serie von STRAHLUNGSQUALITÄTEN RQR	16
6 RQA-STRAHLUNGSQUALITÄTEN, die mittels eines PHANTOMS in Form eines Aluminium-Zusatzfilters realisiert werden	17
6.1 Zweck	17
6.2 Bezeichnung.....	17
6.3 Beschreibung	17
6.3.1 Beschreibung der STRAHLUNGSQUALITÄTEN RQA für eine bekannte RÖNTGENRÖHRENSPANNUNG	17
6.3.2 Zusatzfilter	18
6.4 Erzeugung der Standard-STRAHLUNGSQUALITÄTEN RQA	18
6.5 Alternative Verfahren zur Erzeugung der Standard-STRAHLUNGSQUALITÄTEN RQA	18
7 RQC-STRAHLUNGSQUALITÄTEN, die mittels eines Kupfer-Zusatzfilters realisiert werden	19
7.1 Zweck	19
7.2 Bezeichnung.....	19
7.3 Beschreibung	19
7.3.1 Beschreibung	19
7.3.2 Zusatzfilter	19
7.4 Verfahren zur Erzeugung der STRAHLUNGSQUALITÄTEN RQC	20
8 RQT-STRAHLUNGSQUALITÄTEN, die mittels eines Kupfer-Zusatzfilters realisiert werden.....	20

8.1	Zweck.....	20
8.2	Bezeichnung	20
8.3	Beschreibung.....	20
8.3.1	Beschreibung der STRAHLUNGSQUALITÄTEN RQT für eine bekannte RÖNTGENRÖHRENSPANNUNG.....	20
8.3.2	Zusatzfilter	21
8.4	Verfahren zur Erzeugung der STRAHLUNGSQUALITÄTEN RQT	21
8.5	Alternative Verfahren zur Erzeugung der Standard-STRAHLUNGSQUALITÄTEN RQT	21
8.6	HALBWERTSCHICHTDICKEN-PRÜFVORRICHTUNG.....	22
9	Standard-BESTRAHLUNGSBEDINGUNGEN RQN	22
9.1	Zweck.....	22
9.2	Bezeichnung	22
9.3	Beschreibung.....	22
9.4	Prüfgeräte (BLENDE).....	23
9.5	Erzeugung der Standard-BESTRAHLUNGSBEDINGUNGEN RQN	23
10	Standard-BESTRAHLUNGSBEDINGUNGEN RQB	23
10.1	Zweck.....	23
10.2	Bezeichnung	24
10.3	Beschreibung.....	24
10.4	Prüfgeräte (BLENDE).....	24
10.5	Erzeugung der Standard-BESTRAHLUNGSBEDINGUNGEN RQB	24
11	Standard-BESTRAHLUNGSBEDINGUNG RQR-M	25
11.1	Zweck.....	25
11.2	Bezeichnung	25
11.3	Beschreibung.....	25
11.4	Erzeugung der Standard-STRAHLUNGSQUALITÄTEN RQR-M.....	25
12	Standard-BESTRAHLUNGSBEDINGUNG RQA-M	26
12.1	Zweck.....	26
12.2	Bezeichnung	26
12.3	Beschreibung.....	26
12.4	Erzeugung der Standard-BESTRAHLUNGSBEDINGUNG RQA-M.....	27
13	Standard-BESTRAHLUNGSBEDINGUNGEN RQN-M	27
13.1	Zweck.....	27
13.2	Bezeichnung	27
13.3	Beschreibung.....	27
13.4	Prüfgeräte (BLENDE).....	28
13.5	Erzeugung der Standard-BESTRAHLUNGSBEDINGUNGEN RQN-M.....	28
14	Standard-BESTRAHLUNGSBEDINGUNG RQB-M	28
14.1	Zweck.....	28
14.2	Bezeichnung	28
14.3	Beschreibung.....	28
14.4	Prüfgerät (BLENDE).....	29
14.5	Erzeugung der Standard-BESTRAHLUNGSBEDINGUNGEN RQB-M.....	29
Anhang A (informativ) Begründung		36
Anhang B (informativ) Bestimmung des Betrags der Zusatzfilterung		37
Anhang C (normativ) Messung der PRAKTISCHEN SPITZENSPANNUNG		39
C.1	Einleitung	39
C.2	Vereinfachter Formalismus für die Bestimmung der PRAKTISCHEN SPITZENSPANNUNG $\hat{U}$	39
Anhang D (informativ) Übersicht über die STRAHLUNGSQUALITÄTEN und BESTRAHLUNGSBEDINGUNGEN		41
Literaturhinweise		43
Verzeichnis definierter Begriffe		44

Bilder

Bild 1 — Messanordnung zur Realisierung der Standard-STRAHLUNGSQUALITÄTEN RQR 2 bis RQR 10	30
Bild 2 — Messanordnung zur Realisierung der Standard-STRAHLUNGSQUALITÄTEN RQA 2 bis RQA 10	31
Bild 3 — Messanordnung zur Realisierung der Standard-STRAHLUNGSQUALITÄTEN RQN 2 bis RQN 10	32
Bild 4 — Messanordnung für die Anwendung der BESTRAHLUNGSBEDINGUNGEN RQB 2 bis RQB 10	33
Bild 5 — Messanordnung für die Anwendung der BESTRAHLUNGSBEDINGUNGEN RQN-M	34
Bild 6 — Messanordnung für die Anwendung der BESTRAHLUNGSBEDINGUNG RQB-M	35
Bild B.1 — Bestimmung der Zusatzfilterung, die für die Einstellung der GESAMTFILTERUNG auf den vorgeschriebenen Wert erforderlich ist (siehe 5.5)	38

Tabellen

Tabelle 1 — Charakterisierung der Standard-STRAHLUNGSQUALITÄTEN RQR 2 bis RQR 10	14
Tabelle 2 — Charakterisierung der Standard-STRAHLUNGSQUALITÄTEN RQA 2 bis RQA 10	18
Tabelle 3 — Charakterisierung der Standard-STRAHLUNGSQUALITÄTEN RQC 3, RQC 5 und RQC 8	20
Tabelle 4 — Charakterisierung der Standard-STRAHLUNGSQUALITÄTEN RQT 8, RQT 9 und RQT 10	21
Tabelle 5 — Charakterisierung der Standard-STRAHLUNGSQUALITÄTEN RQR-M 1 bis RQR-M 4	25
Tabelle 6 — Charakterisierung der Standard-STRAHLUNGSQUALITÄTEN RQA-M 1 to RQA-M 4	26
Tabelle 7 — Charakterisierung der Standard-BESTRAHLUNGSBEDINGUNGEN RQN-M 1 bis RQN-M 4	27
Tabelle 8 — Charakterisierung der Standard-BESTRAHLUNGSBEDINGUNGEN RQB-M 1 bis RQB-M 4	29

Vorwort

Dieses Dokument (EN 61267:2006) wurde vom Technischen Komitee CEN/CENELEC/TC 62 „Electrical equipment in medical practice“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis September 2006, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Dezember 2008 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Diese Europäische Norm ersetzt EN 61267:1994.

Die wichtigsten Änderungen gegenüber EN 61267:1994 beinhalten:

- a) die Einführung der „PRAKTISCHEN SPITZENSPANNUNG“ zur Messung der RÖNTGENRÖHRENSPANNUNG;
- b) die Einführung eines neuen Verfahrens zur Festlegung von STRAHLUNGSQUALITÄTEN;
- c) die Einfügung eines informativen Anhanges B „Bestimmung der Zusatzfilterung“ und ein normativer Anhang C „Messung der PRAKTISCHEN SPITZENSPANNUNG“;
- d) die Überarbeitung der STRAHLUNGSQUALITÄTEN und BESTRAHLUNGSBEDINGUNGEN;
- e) die Ergänzung von Begriffsdefinitionen.

Diese Europäische Norm verweist auf Internationale Normen. Wenn eine in Bezug genommene Internationale Norm als Europäische Norm anerkannt (übernommen) wurde oder wenn eine rein Europäische Norm existiert, so muss stattdessen die Europäische Norm angewandt werden. Die Webseite des CENELEC nennt entsprechende Informationen.

Folgende Schriftarten werden in dieser Norm verwendet:

- Anforderungen: in Normalschrift;
- Prüfspezifikationen: *in Kursivschrift*;
- Anmerkungen und Erklärungen: in kleinerem Schriftgrad;
- Begriffe, die in dieser besonderen Norm verwendet werden und in Abschnitt 3 dieser Norm oder in anderen Normen definiert sind: IN KAPITÄLCHEN.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61267:2005 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Einleitung

Um Kennmerkmale, Aspekte oder Eigenschaften von ANWENDUNGSGERÄTEN, ZUSATZGERÄTEN UND ZUBEHÖR festzulegen oder um NUTZSTRAHLENBÜNDEL für physikalische und medizinische Untersuchungen verfügbar zu haben, können genau festgelegte Sätze von BESTRAHLUNGSBEDINGUNGEN in vielen Situationen ein wichtiges Hilfsmittel sein.

Aus Sicht der Vorschriften und der Normung besteht die Notwendigkeit:

- genau festgelegte BESTRAHLUNGSBEDINGUNGEN zur Verfügung zu haben, die international verwendet werden können, um den Einsatz von RÖNTGENEINRICHTUNGEN festzulegen;
- eine Basis für die Harmonisierung von bestehenden nationalen Normen bereitzustellen;
- einheitliche BESTRAHLUNGSBEDINGUNGEN (ein Wörterbuch von BESTRAHLUNGSBEDINGUNGEN) zur Beschreibung und Beurteilung der Leistung von RÖNTGENEINRICHTUNGEN bereitzustellen zum Nutzen von HERSTELLERN, BETREIBERN, PATIENTEN und Gesundheitsbehörden;
- Kommunikationsprobleme zwischen HERSTELLERN, BETREIBERN und Aufsichtsbehörden zu lösen, die aus einem Mangel an international akzeptierten Definitionen und Prüfverfahren herrühren.

Aus der Sicht der Anwendung können solche allgemein akzeptierten BESTRAHLUNGSBEDINGUNGEN benutzt werden bei:

- Qualitätskontrollprüfungen durch die HERSTELLER;
- Installation und bei ABNAHMEPRÜFUNGEN;
- Kalibrierung von Prüfgeräten;
- Typprüfungen (wo gefordert);
- Kontrollen und Prüfungen durch Aufsichtsbehörden und Prüfungsinstitute;
- physikalischen und medizinischen Untersuchungen in physikalischen Laboratorien und medizinischen Einrichtungen;
- Bestimmung von Merkmalen von ANWENDUNGSGERÄTEN, ZUSATZGERÄTEN UND ZUBEHÖR.

Standard-BESTRAHLUNGSBEDINGUNGEN können für eine Reihe von möglichen Anwendern von Vorteil sein, wie z. B.:

- HERSTELLER von RÖNTGENEINRICHTUNGEN;
- HERSTELLER von Messgeräten für Röntgenstrahlung;
- Forschungslaboratorien;
- Prüfungsinstitute;
- BETREIBER;
- staatliche Aufsichtsbehörden;
- Kundendienstorganisationen;
- Normungsgremien.

Einige Bestimmungen und Angaben in dieser Internationalen Norm bedürfen zusätzlicher Informationen. Solche zusätzlichen Informationen werden im Anhang A gegeben. Ein Stern am linken Rand eines Abschnitts oder Unterabschnitts gibt einen Hinweis auf das Vorhandensein derartiger zusätzlicher Informationen.

In dieser Norm wird die RÖNTGENRÖHRENSPANNUNG als PRAKTISCHE SPITZENSPANNUNG gemessen. Die Begründung für die Verwendung dieser Größe wird in Anhang C geliefert. Eine Beschreibung, wie die Größe der PRAKTISCHEN SPITZENSPANNUNG gemessen wird, wird in Anhang C gegeben.

Bei der Entwicklung dieser Ausgabe der Norm wurden große Anstrengungen gemacht, um Verfahren zu erstellen, die einen hohen Grad der Äquivalenz der Standard-STRAHLUNGSQUALITÄTEN ergeben, wenn sie an verschiedenen RÖNTGENEINRICHTUNGEN erzeugt werden. In der ersten Ausgabe wurden die STRAHLUNGSQUALITÄTEN erhalten durch ein Anpassen der RÖNTGENRÖHRENSPANNUNG innerhalb gewisser Grenzen an einen Wert, sodass die geforderte HALBWERTSCHICHTDICKE erhalten wurde. Abhängig von der Gesamteigenfilterung musste eine RÖNTGENRÖHRENSPANNUNG ausgewählt werden, die von dem nominellen Wert bis zu $\pm 5\%$ abweichen konnte. Wenn die EIGENFILTERUNG der RÖNTGENRÖHRE relativ stark war, konnte dies durch die Wahl einer niedrigeren RÖNTGENRÖHRENSPANNUNG kompensiert werden und umgekehrt. Für das Beispiel einer STRAHLUNGSQUALITÄT mit einer nominellen RÖNTGENRÖHRENSPANNUNG von 100 kV bedeutet dieses Vorgehen, dass die RÖNTGENRÖHRENSPANNUNG so hoch wie 105 kV für eine mäßig gefilterte STRAHLUNGSQUALITÄT gesetzt werden sollte und so niedrig wie 95 kV für eine stark gefilterte RÖNTGENRÖHRE. Diese beiden STRAHLUNGSQUALITÄTEN wurden als gleichwertig betrachtet, solange sie beide die geforderte HALBWERTSCHICHTDICKE hatten.

Diese Lösung wurde nicht als ideal angesehen. Es gab jedoch wegen des Fehlens einer geeigneten und anerkannten Definition dessen, was üblicherweise Spitzenspannung genannt wird, keine Alternative. Mit dem Aufkommen der PRAKTISCHEN SPITZENSPANNUNG hat sich die Lage geändert: Mit Hilfe dieser Größe ist es möglich, durch eine elektrische Messung die Röhrenspannung des betrachteten RÖNTGENGENERATORS mit jeder beliebigen Form ihrer Welligkeit auf einen Wert einzustellen, sodass eine Röntgenaufnahme mit der an diesen Generator angeschlossenen Röhre den gleichen Niedrigkontrast zeigt wie eine mit derselben Röhre gemachten Aufnahme, wenn sie an einen Generator mit konstantem Potential angeschlossen ist und mit der „richtigen“ Spannung arbeitet.

Bei gegebener Möglichkeit die RÖNTGENRÖHRENSPANNUNG aller Generatoren von der Welligkeit unabhängig auf den „korrekten“ Wert einzustellen, wird es schwierig, die vorsätzliche Wahl einer falschen RÖNTGENRÖHRENSPANNUNG zu rechtfertigen, um eine vergleichsweise niedrige oder hohe Filterung der RÖNTGENRÖHRENSPANNUNG auszugleichen. Das Verfahren, mit dem die STRAHLUNGSQUALITÄTEN in der zweiten Ausgabe realisiert werden, besteht in der Einstellung der RÖNTGENRÖHRENSPANNUNG auf den richtigen Wert und der Ermittlung des Betrages einer Filterung, die notwendig ist, um die geforderte HALBWERTSCHICHTDICKE zu erzielen. Es liegt in der Natur dieses Prozesses, dass es eine vorgegebene maximale Gesamteigenfilterung gibt, oberhalb derer eine gegebene RÖNTGENRÖHRE nicht mehr eine vorgegebene STRAHLUNGSQUALITÄT erzeugen kann. Dies ist im Prinzip nichts Neues, es wird aber in dieser Ausgabe klar dargestellt. Um keine RÖNTGENRÖHREN auszuschließen, die als standardmäßig betrachtet werden, wurden die HALBWERTSCHICHTDICKEN einiger STRAHLUNGSQUALITÄTEN erhöht. Die neuen HALBWERTSCHICHTDICKEN wurden so gewählt, dass es möglich ist, alle STRAHLUNGSQUALITÄTEN dieser Norm mit einer RÖNTGENRÖHRE mit 2,5 mm Al härtingsäquivalenter Filterung und einem Anodenwinkel von 9° an aufwärts zu erzeugen.

Das Vorgehen, dem entsprechend dieser Ausgabe zu folgen ist, um die STRAHLUNGSQUALITÄTEN der RQR-Serie zu erzeugen, erfordert einen gewissen zusätzlichen Aufwand. Dieser zusätzliche Aufwand wird jedoch bei weitem kompensiert, wenn härter gefilterte STRAHLUNGSQUALITÄTEN realisiert werden. Der große Vorteil der neuen Methode liegt in dem sehr viel besseren Grad der Äquivalenz der STRAHLUNGSQUALITÄT von RÖNTGENRÖHREN mit unterschiedlicher EIGENFILTERUNG.

1 Anwendungsbereich und Zweck

Diese Internationale Norm gilt für Prüfverfahren, die für die Bestimmung von Merkmalen von Systemen oder Komponenten medizinischer diagnostischer RÖNTGENEINRICHTUNGEN genau festgelegte BESTRAHLUNGSBEDINGUNGEN erfordern.

Mit Ausnahme der Mammographie gilt diese Norm nicht für Bedingungen, bei denen Diskontinuitäten der Strahlungsabsorption von Elementen gezielt eingesetzt werden, um Eigenschaften des NUTZSTRAHLENBÜNDELS zu modifizieren (z. B. durch Filter aus seltenen Erden).

BESTRAHLUNGSBEDINGUNGEN, wie sie bei der Filmsensitometrie für Film-Folien-Systeme verwendet werden, werden durch diese Norm nicht abgedeckt.

ANMERKUNG Filmsensitometrie für Film-Folien-Systeme ist Gegenstand der ISO-9236-Serie.

Diese Norm behandelt Verfahren zur Erzeugung von NUTZSTRAHLENBÜNDELN mit BESTRAHLUNGSBEDINGUNGEN für die Bestimmung von Merkmalen von medizinischen diagnostischen RÖNTGENEINRICHTUNGEN, die unter Prüfbedingungen verwendet werden können, wie sie typischerweise in Prüflaboratorien oder in Herstellerbetrieben anzutreffen sind.

Beispiele für derartige BESTRAHLUNGSBEDINGUNGEN sind NUTZSTRAHLENBÜNDEL, die an einem RÖNTGENSTRAHLER EINSCHLIESSLICH BLENDENSYSTEM auftreten oder solche, die diese hinter der AUSTRITTSOBERFLÄCHE des PATIENTEN oder eines PHANTOMS simulieren. Dies erfordert einen gut definierten geometrischen Aufbau.

Die vollständigste Spezifizierung von STRAHLUNGSFELDERN ist durch die spektrale Verteilung der Photonenfluenz gegeben. Da die Bestimmung von Röntgenstrahlungsspektren ein recht schwieriges Messproblem darstellt, werden in dieser Norm die STRAHLUNGSQUALITÄTEN mittels der RÖNTGENRÖHRENSPANNUNG und der ersten und zweiten HALBWERTSCHICHTDICKE angegeben. Für die BESTRAHLUNGSBEDINGUNGEN werden die Spezifikationen zusätzlich durch die Eigenschaften und Geometrie eines PHANTOMS ausgedrückt.

Der Versuch, eine spektrale Verteilung nur mittels der RÖNTGENRÖHRENSPANNUNG, der ersten und möglicherweise der zweiten HALBWERTSCHICHTDICKE zu charakterisieren, ist somit ein Kompromiss zwischen den sich widersprechenden Anforderungen, übermäßigen Aufwand bei der Bereitstellung einer STRAHLUNGSQUALITÄT zu vermeiden und andererseits jede Mehrdeutigkeit bei der Definition einer STRAHLUNGSQUALITÄT völlig auszuschließen. Aufgrund der Unterschiede im Aufbau und Alter von RÖNTGENRÖHREN bezüglich des Anodenwinkels, der Anodenaufrauung und der EIGENFILTERUNG können zwei STRAHLUNGSQUALITÄTEN, die mit der gleichen RÖNTGENRÖHRENSPANNUNG erzeugt werden und die gleiche HALBWERTSCHICHTDICKE haben, trotzdem ganz unterschiedliche spektrale Verteilungen aufweisen. Angesichts der inhärenten Mehrdeutigkeit bei der Charakterisierung von STRAHLUNGSQUALITÄT ist es wichtig, dass weitere Toleranzen, die durch das Zulassen bestimmter Wertebereiche, z. B. für die RÖNTGENRÖHRENSPANNUNG und die erste HALBWERTSCHICHTDICKE eingeführt wurden, hinreichend klein sind, um das zugrunde liegende Ziel dieser Norm nicht zu gefährden. Diese Norm soll sicherstellen, dass Messungen der Eigenschaften von medizinischen diagnostischen Einrichtungen zu konsistenten Ergebnissen führen, wenn STRAHLUNGSQUALITÄTEN oder BESTRAHLUNGSBEDINGUNGEN in Übereinstimmung mit dieser Norm verwendet werden.

Um dieses Ziel zu erreichen, wurden bestimmte Freiheitsgrade bei der Art und Weise, wie die BESTRAHLUNGSBEDINGUNGEN im Rahmen der ersten Ausgabe dieser Norm erstellt werden konnten, beseitigt. Die wesentliche Einschränkung, die in dieser zweiten Ausgabe eingeführt wurde, ist, dass die RÖNTGENRÖHRENSPANNUNG gemessen und auf ihren korrekten Wert eingestellt wird. Der zweite Schritt ist der Versuch, die korrekte erste HALBWERTSCHICHTDICKE durch Hinzufügung des notwendigen Umfangs an Zusatzfilterung im Strahlungsbündel herzustellen. Wenn die EIGENFILTERUNG der RÖNTGENRÖHRE allein so stark ist, dass die HALBWERTSCHICHTDICKE des aus dem RÖNTGENSTRAHLER austretenden NUTZSTRAHLENBÜNDELS schon größer ist als die der herzustellenden STRAHLUNGSQUALITÄT, dann ist der RÖNTGENSTRAHLER nicht für die Erzeugung der gewünschten BESTRAHLUNGSBEDINGUNG geeignet. Dies kann auftreten, wenn der Anodenwinkel des RÖNTGENSTRAHLERS zu klein ist und/oder im Falle einer übermäßigen Anodenaufrauung aufgrund der Alterung der Röhre.

In dem Ansatz, der in den zwei vorhergehenden Absätzen umrissen wurde, spielt die RÖNTGENRÖHRENSPANNUNG eine entscheidende Rolle. Es ist daher wesentlich, dass die „korrekte“ RÖNTGENRÖHRENSPANNUNG gewählt wird, ungeachtet des Hochspannungsgeneratortyps, der an die RÖNTGENRÖHRE angeschlossen ist. Dies wird in dieser Norm auf die Weise realisiert, dass die RÖNTGENRÖHRENSPANNUNG als PRAKTISCHE SPITZENSPANNUNG gemessen wird. Diese Größe stellt ein gewichtetes Mittel aller Werte der RÖNTGENRÖHRENSPANNUNG dar, die während einer Aufnahme auftreten. Die Wichtung erfolgt in der Weise, dass identische Werte der PRAKTISCHEN SPITZENSPANNUNG identische Niedrigkontrastwerte auf einem Röntgenbild ergeben, unabhängig von der Wellenform, die der Generator liefert.

Obwohl die PRAKTISCHE SPITZENSPANNUNG nicht-invasiv gemessen werden kann, verlangt die in dieser Norm geforderte Messunsicherheit die Verwendung invasiver Messungen. Aufbau und Alter des RÖNTGEN-STRAHLERS beeinflussen das Ergebnis nicht-invasiver Messungen. Wenn die PRAKTISCHE SPITZENSPANNUNG invasiv gemessen wird, haben Aufbau und Alter der Röhre keinen Einfluss auf das Ergebnis einer derartigen Messung.

Im Rahmen dessen, was physikalisch möglich ist, werden Aufbau und Alterung der Röhre berücksichtigt durch Hinzufügung von Zusatzfilterung in geeignetem Umfang.

In Anhang C werden weitere Erläuterungen bezüglich der PRAKTISCHEN SPITZENSPANNUNG gegeben.

Diese Norm beschreibt sowohl primäre STRAHLUNGSQUALITÄTEN, die in guter Annäherung frei von STREU-STRahlung sind (RQR, RQA, RQF, RQT, RQR-M und RQA-M), als auch für die Patientensimulation, BESTRAHLUNGSBEDINGUNGEN, die STREUSTRahlung enthalten (RQN, RQB, RQN-M und RQB-M).

Es ist entscheidend, sich der Tatsache bewusst zu sein, dass in Anwesenheit von STREUSTRahlung die Merkmale der Röntgenstrahlung bezüglich der Anteile von PRIMÄRSTRahlung und STREUSTRahlung von der Position und Art eines jeden Zusatzfilters oder PHANTOMS abhängen. Es ist deshalb offensichtlich, dass Luftkermamessungen in derartigen NUTZSTRAHLENBÜNDELN sorgfältiger Überlegung bedürfen.

Die Abschnitte 5 bis 9 behandeln BESTRAHLUNGSBEDINGUNGEN, die im Wesentlichen frei von STREUSTRahlung sind. Wegen der räumlichen Homogenität dieser BESTRAHLUNGSBEDINGUNGEN beeinflusst der ANWENDUNGS-ABSTAND die BESTRAHLUNGSBEDINGUNGEN nicht in einem wesentlichen Ausmaß. Diese BESTRAHLUNGSBEDINGUNGEN werden STRAHLUNGSQUALITÄTEN genannt.

- Abschnitt 5 behandelt STRAHLUNGSQUALITÄTEN eines NUTZSTRAHLENBÜNDELS, das aus dem RÖNTGEN-STRAHLER EINSCHLIESSLICH BLENDENSYSTEM austritt. Derartige STRAHLUNGSQUALITÄTEN können für die Bestimmung der Schwächungseigenschaften von ANWENDUNGSGERÄTEN, ZUSATZGERÄTEN UND ZUBEHÖR benutzt werden.
- Abschnitt 6 behandelt STRAHLUNGSQUALITÄTEN eines NUTZSTRAHLENBÜNDELS, das aus einem bestrahlten Gegenstand austritt, der einen PATIENTEN simuliert, unter den Bedingungen, dass:
 - der Beitrag der STREUSTRahlung im NUTZSTRAHLENBÜNDEL nicht signifikant ist;
 - die exakte Simulation der spektralen Verteilung des aus dem PATIENTEN austretenden NUTZSTRAHLENBÜNDELS keine Vorbedingung ist.
- Die Abschnitte 7 und 8 behandeln STRAHLUNGSQUALITÄTEN, die von den in Abschnitt 6 behandelten STRAHLUNGSQUALITÄTEN abgeleitet sind, und zwar in Bezug auf spezielle Anwendungen wie Systeme mit BELICHTUNGSAUTOMATIK und automatischer Helligkeitsregelung und Computertomographen. Die durch den bestrahlten Gegenstand durchgelassene Strahlung besitzt Eigenschaften ähnlich denen einer durch den PATIENTEN durchgelassenen Strahlung unter den Bedingungen, dass:
 - der Beitrag der STREUSTRahlung im NUTZSTRAHLENBÜNDEL nicht signifikant ist;
 - die exakte Simulation der spektralen Verteilung des aus dem PATIENTEN austretenden NUTZSTRAHLENBÜNDELS keine Vorbedingung ist.
- Die Abschnitte 9 und 10 behandeln BESTRAHLUNGSBEDINGUNGEN, bei denen die STREUSTRahlung berücksichtigt wird. Dies erfolgt entweder durch Begrenzung des Anteils der STREUSTRahlung durch geeignete Mittel und/oder durch die Bereitstellung bestimmter zusätzlicher Informationen.
- Abschnitt 9 behandelt Messanordnungen, die in erster Linie in Kombination mit den BESTRAHLUNGSBEDINGUNGEN RQB des Abschnitts 10 für jene Messungen vorgesehen sind, bei denen der Beitrag der STREUSTRahlung zum Messwert minimal ist und die als BEDINGUNGEN FÜR DIE MESSUNG IN EINEM SCHMALEN STRAHLUNGSBÜNDEL bekannt sind.

- Abschnitt 10 behandelt BESTRAHLUNGSBEDINGUNGEN, die für Messungen zu verwenden sind, bei denen der Beitrag der STREUSTRAHLUNG zum Messwert signifikant ist und die als BEDINGUNGEN FÜR DIE MESSUNG IN EINEM BREITEN STRAHLUNGSBÜNDEL bekannt sind.

Für die in den Abschnitten 5 bis 10 festgelegten STRAHLUNGSQUALITÄTEN wird angenommen, dass eine RÖNTGENRÖHRE mit einem Anodenwinkel von nicht weniger als ungefähr 9 Grad zur Verfügung steht. Bei RÖNTGENRÖHREN mit kleineren Anodenwinkeln ist es eventuell nicht möglich, einige oder alle STRAHLUNGSQUALITÄTEN aus Abschnitt 5 zu realisieren. Falls einige oder alle STRAHLUNGSQUALITÄTEN der RQR-Serien nicht realisiert werden können, werden einige besondere Vorkehrungen getroffen, um dennoch die stärker gefilterten STRAHLUNGSQUALITÄTEN in den Abschnitten 6 bis 10 herzustellen, die im Prinzip auf den STRAHLUNGSQUALITÄTEN der RQR-Serie beruhen.

Um die Verwendung von RÖNTGENRÖHREN mit einem Anodenwinkel von 9° an aufwärts zu ermöglichen, wurden die HALBWERTSCHICHTDICKEN der STRAHLUNGSQUALITÄTEN RQR 4 bis RQR 10 erhöht im Vergleich zu den in der ersten Ausgabe dieser Norm (1994) angegebenen Werten.

Die Abschnitte 11 bis 14 behandeln BESTRAHLUNGSBEDINGUNGEN, die für die Mammographie gelten.

- Abschnitt 11 behandelt STRAHLUNGSQUALITÄTEN eines NUTZSTRAHLENBÜNDELS, das aus einem RÖNTGENSTRAHLER EINSCHLIESSLICH BLENDENSYSTEM austritt. Derartige STRAHLUNGSQUALITÄTEN können für die Bestimmung der Schwächungseigenschaften von ANWENDUNGSGERÄTEN, ZUSATZGERÄTEN UND ZUBEHÖR verwendet werden.
- Abschnitt 12 behandelt STRAHLUNGSQUALITÄTEN, die durch einen bestrahlten Gegenstand, der einen PATIENTEN simuliert, durchgelassen werden, und zwar unter den Bedingungen, dass:
 - der Beitrag der STREUSTRAHLUNG im NUTZSTRAHLENBÜNDEL nicht signifikant ist;
 - die exakte Simulation der spektralen Verteilung des aus dem PATIENTEN austretenden NUTZSTRAHLENBÜNDELS keine Vorbedingung ist.
- Abschnitt 13 behandelt BESTRAHLUNGSBEDINGUNGEN, die für mammographische Untersuchungen unter den BEDINGUNGEN FÜR DIE MESSUNG IN EINEM SCHMALEN STRAHLUNGSBÜNDEL zu verwenden sind. Diese BESTRAHLUNGSBEDINGUNGEN werden mittels eines speziellen gewebeäquivalenten PHANTOMS realisiert.
- Abschnitt 14 behandelt BESTRAHLUNGSBEDINGUNGEN, die für mammographische Untersuchungen unter den BEDINGUNGEN FÜR DIE MESSUNG IN EINEM BREITEN STRAHLUNGSBÜNDEL zu verwenden sind. Diese BESTRAHLUNGSBEDINGUNGEN werden mittels eines speziellen gewebeäquivalenten PHANTOMS realisiert.

Die in dieser Norm geforderten Prüfgeräte bestehen zum Teil aus SPEZIFISCHEN Komponenten bzw. aus einer Reihe von äquivalenten Komponenten, aus denen die geeignetsten ausgewählt werden sollten, um die Prüfbedingungen bereitzustellen, die gefordert werden, um die vorgeschriebenen Prüfparameter zu erreichen. Die Bereitstellung solcher Möglichkeiten in Bezug auf die Hardware ist beim BETREIBER nicht immer verfügbar. So sind zum Beispiel klinische Mammographieeinheiten ohne Veränderungen nicht geeignet, die STRAHLUNGSQUALITÄTEN in den Abschnitten 11 bis 14 zu erzeugen. Um sie anzupassen, müssen die PATIENTEN-LAGEUNGSHILFEN entfernt werden.

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).

IEC 61674:1997, *Medical electrical equipment – Dosimeters with ionization chambers and/or semi-conductor detectors as used in X-ray diagnostic imaging*

IEC 61676:2002, *Medical electrical equipment – Dosimetric instruments used for non-invasive measurement of X-ray tube voltage in diagnostic imaging*

ISO 4037-1:1996, *X and gamma reference radiations for calibrating dosimeters and dose rate meters and for determining their response as a function of photon energy – Part 1: Radiation characteristics a production*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokumentes gelten die Begriffe nach IEC 61674 und IEC 61676 (zwei von ihnen sind hier zur Vereinfachung wiederholt) und die folgenden Begriffe.

3.1

Anwendungsabstand

Abstand vom optischen BRENNFLECK zur ANWENDUNGSEBENE

3.2

Anwendungsebene

senkrecht zur REFERENZACHSE stehende Ebene, in der die Standard-BESTRAHLUNGSBEDINGUNG festgelegt ist

3.3

Zentralstrahl

Gerade vom Fokus durch das Zentrum der BLENDE

3.4

Austrittsoberfläche

<RADIOLOGIE> Ebene oder gekrümmte Oberfläche, durch die das NUTZSTRAHLENBÜNDEL aus einem bestrahlten Gegenstand austritt

3.5

Halbwertschichtdicken-Prüfvorrichtung

Vorrichtung mit bekannten Röntgenstrahlungs-Schwächungseigenschaften, normalerweise in Form einer Folie oder Platte, die bei Anwendung mit der richtigen Dicke die LUFTKERMALEISTUNG auf die Hälfte des Wertes abschwächt, der ohne die Einrichtung gemessen wird

3.6

Homogenitätskoeffizient

Verhältnis der ersten zur zweiten HALBWERTSCHICHTDICKE

ANMERKUNG Die erste HALBWERTSCHICHTDICKE gibt die Dicke eines festgelegten Materials an, das die LUFTKERMALEISTUNG auf die Hälfte des Wertes abschwächt, der ohne dieses Material gemessen wird; die zweite HALBWERTSCHICHTDICKE gibt die zusätzliche Dicke an, mit der die LUFTKERMALEISTUNG auf ein Viertel abgeschwächt wird.

3.7

praktische Spitzenspannung

$\hat{U}$

gewichtetes Mittel der RÖNTGENRÖHRENSPANNUNG entsprechend $\hat{U} = \frac{\sum_i w(U_i)U_i}{\sum_i w(U_i)}$, wobei U_i die Folge der

gemessenen RÖNTGENRÖHRENSPANNUNGEN in kV ist und $w(U_i)$ die Wichtungsfunktion, gegeben durch

$$w(U_i) = 0$$

für $(U_i) < 20$ kV und

$$w(U_i) = \exp \{ a \times U_i^2 + b \times U_i + c \}$$

für $20 \text{ kV} < U_i \leq 36 \text{ kV}$ und

$$w(U_i) = d \times U_i^4 + e \times U_i^3 + f \times U_i^2 + g \times U_i + h$$

für $36 \text{ kV} < U_i \leq 150 \text{ kV}$ mit

$a = -8,646\,855 \times 10^{-3}$, $b = 8,170\,361 \times 10^{-1}$, $c = -2,327\,793 \times 10^{+1}$ und

$d = 4,310\,644 \times 10^{-10}$, $e = -1,662\,009 \times 10^{-7}$, $f = 2,308\,190 \times 10^{-5}$, $g = 1,030\,820 \times 10^{-5}$, $h = -1,747\,153 \times 10^{-2}$

für alle Anwendungen außer Mammographie und

$w(U_i) = 0$ für $U_i < 20$ kV und

$w(U_i) = \exp \{ k \times U_i^4 + l \times U_i^3 + m \times U_i^2 + n \times U_i + o \}$ für $20 \text{ kV} < U_i \leq 50 \text{ kV}$ mit

$k = -2,141\,352 \times 10^{-6}$, $l = 2,566\,291 \times 10^{-4}$, $m = -1,968\,138 \times 10^{-2}$, $n = 8,506\,836 \times 10^{-1}$,
 $o = -1,514\,362 \times 10^{+1}$

für die Mammographie

3.8

Bestrahlungsbedingungen

Beschreibung von STRAHLUNGSFELDERN mittels eines Satzes elektrischer und geometrischer Parameter wie RÖNTGENRÖHRENSPANNUNG, GESAMTFILTERUNG und geometrischen Anordnungen

3.9

Strahlungsqualität

BESTRAHLUNGSBEDINGUNG, bei der das STRAHLUNGSFELD nur einen unbedeutenden Anteil an STREUSTRAHLUNG enthält

ANMERKUNG Diese Definition hat Vorrang vor der, die in IEC 60788 gegeben wird.

3.10

Bezugspunkt

Punkt in einer IONISATIONSKAMMER, der bei der Kalibrierung der Kammer so positioniert wird, dass er sich an dem Punkt befindet, an dem der konventionell wahre Wert bekannt ist

[IEC 61676:1997, Definition 3.17, modifiziert]

3.11

Röntgenröhrenspannung

Potentialdifferenz, die an einer RÖNTGENRÖHRE zwischen Anode und Kathode angelegt ist; die Einheit dieser Größe ist das Volt (V)

[IEC 61676:2002, Definition 3.25]

ANMERKUNG Die RÖNTGENRÖHRENSPANNUNG kann sich in Abhängigkeit von der Zeit ändern. Die PRAKTISCHE SPITZENSPANNUNG ist ein über einen Zeitabschnitt gewichteter Wert der RÖNTGENRÖHRENSPANNUNG.

3.12

Bezugsrichtung

angegebene Richtung, auf die Merkmale wie Targetwinkel, STRAHLUNGSFELD sowie Spezifikationen bezüglich der Bildqualität der STRAHLUNGSQUELLE bezogen werden

4 Allgemeine Gesichtspunkte — Einstellungsverfahren

4.1 Standard-BESTRAHLUNGSBEDINGUNGEN

Die Standard-BESTRAHLUNGSBEDINGUNGEN werden mit einem Buchstabencode bezeichnet.

Sie werden, soweit zutreffend, beschrieben durch:

- das Targetmaterial;
- die RÖNTGENRÖHRENSPANNUNG;
- eine SPEZIFISCHE GESAMTFILTERUNG bestehend aus
 - der des RÖNTGENSTRAHLERS EINSCHLIESSLICH BLENDENSYSTEM und
 - der eines Zusatzfilters oder PHANTOMS aus einem SPEZIFISCHEN Material und von SPEZIFISCHER Dicke;
- die erste HALBWERTSCHICHTDICKE;
- den HOMOGENITÄTSKOEFFIZIENTEN;
- einen ANWENDUNGSABSTAND.

4.2 STRAHLUNGSDETEKTOR

Der STRAHLUNGSDETEKTOR, der für die Messungen der LUFTKERMA oder LUFTKERMALEISTUNG bei der Bestimmung der Schwächungskurve zu verwenden ist, muss die Anforderungen nach IEC 61674 einhalten. Zusätzlich

- darf seine Energieabhängigkeit im Bereich der STRAHLUNGSQUALITÄTEN N15 bis N200 nach ISO 4037-1 nicht größer als $\pm 3 \%$ sein;
- muss die Abmessung der EINTRITTSOBERFLÄCHE seines EMPFINDLICHEN VOLUMENS voll vom NUTZ-STRAHLENBÜNDEL abgedeckt werden;
- muss er eine hinreichende Empfindlichkeit haben, um (noch) für Messungen geeignet zu sein, wenn die in dieser Norm beschriebenen Zusatzfilter oder PHANTOME Anwendung finden;
- muss der STRAHLUNGSDETEKTOR für die auftretende LUFTKERMALEISTUNG (mit und ohne Anwendung von Zusatzfiltern oder PHANTOMEN) geeignet sein.

4.3 PROZENTUALE WELLIGKEIT der RÖNTGENRÖHRENSPANNUNG

Die PROZENTUALE WELLIGKEIT der RÖNTGENRÖHRENSPANNUNG darf nicht größer sein als 10 %, abgesehen von Mammographieanlagen, bei denen eine Grenze von 4 % nicht überschritten werden darf.

4.4 Anodenmaterial

Wenn Wolfram als Targetmaterial gefordert wird, bezieht sich das nicht auf reines Wolfram, sondern auf wolframreiches Targetmaterial. Aus technischen Gründen werden z. B. Legierungen benutzt, die bis zu 10 % Rhenium enthalten.

5 RQR-STRAHLUNGSQUALITÄTEN in NUTZSTRAHLENBÜNDELN, die aus dem RÖNTGENSTRAHLER austreten

5.1 Zweck

Dieser Abschnitt behandelt STRAHLUNGSQUALITÄTEN, die für Messungen im NUTZSTRAHLENBÜNDEL, das aus dem RÖNTGENSTRAHLER austritt, benutzt werden. Derartige STRAHLUNGSQUALITÄTEN werden zum Beispiel zur Bestimmung von Merkmalen der PATIENTEN-LAGERUNGSHILFEN verwendet, falls sich die PATIENTEN-LAGERUNGSHILFE zwischen dem RÖNTGENSTRAHLER EINSCHLIESSLICH BLENDENSYSTEM und dem PATIENTEN befindet.