

Röntgenfilme zur Verwendung mit Fluoreszenz-Verstärkungsfolien in der medizinischen Diagnostik
Sensitometrische Darstellung der Fluoreszenzstrahlung von Calciumwolframat-Verstärkungsfolien

DIN
6830
Teil 1

Medical X-ray films used with intensifying screens.
Sensitometric simulation of the fluorescent radiation of calcium tungstate intensifying screens

Teilweise Ersatz für DIN 6830

Des films radiographiques medicale pour l'emploi avec des écrans renforceurs fluorescents. Reproduction sensitometrique de la radiation fluorescente des écrans renforceurs au tungstate de calcium

Aufgestellt vom Fachnormenausschuß Radiologie im Deutschen Normenausschuß in Arbeitsgemeinschaft mit der Deutschen Röntgengesellschaft.

1 Anwendungsbereich und Zweck

Diese Norm legt die relative spektrale Strahlungsverteilung für die sensitometrische Belichtung derjenigen Röntgenfilme fest, die in der medizinischen Diagnostik zwischen nicht eingefärbten, fluoreszierenden Calciumwolframat-Verstärkungsfolien verwendet werden. Außerdem gibt sie die höchstzulässigen Abweichungen von der festgelegten Verteilung an, die sensitometrische Lichtquellen aufweisen dürfen, wenn Belichtungen mit verschiedenen Lichtquellen nicht zu unterschiedlichen Empfindlichkeitszahlen der Filme führen sollen.

2 Begriffe

2.1 Fluoreszenz-Verstärkungsfolie

Eine Fluoreszenz-Verstärkungsfolie, kurz Verstärkungsfolie genannt, absorbiert Röntgenstrahlung und emittiert dabei Strahlung des sichtbaren und ultravioletten Spektralbereiches.

Anmerkung: Verstärkungsfolien der heute üblichen technischen Ausführung bestehen aus einer feinkristallinen Schicht eines geeigneten Fluoreszenz-Stoffes in einem Bindemittel und einer dünnen Trägerfolie.

2.2 Bestrahlungsstärke siehe DIN 5031 Teil 1, Ausgabe August 1970, lfd. Nr 6 und 7.

2.3 Beleuchtungsstärke siehe DIN 5031 Teil 3.

2.4 Spektraler Transmissionsgrad siehe DIN 5036 Teil 1.

2.5 Optische Dichte siehe DIN 4512 Teil 3.

3 Relative spektrale Verteilung der Fluoreszenzstrahlung von Calciumwolframat-Verstärkungsfolien

Eine sensitometrische Lichtquelle soll auf dem Röntgenfilm bei der Belichtung die in Tabelle 1 aufgeführte relative spektrale Strahlungsverteilung erzeugen.

Anmerkung: Die angegebene Verteilung wurde an einer handelsüblichen Verstärkungsfolie gemessen (siehe Schrifttum [1]). Sie repräsentiert die spektrale Verteilung,

Tabelle 1. Relative spektrale Verteilung der Fluoreszenzstrahlung von Calciumwolframat

Wellenlänge nm	$\Phi_{e,\lambda,rel}$ (CaWO ₄)
330	0,7
340	4,6
350	10,9
360	19,0
370	31,2
380	47,4
390	68,1
400	83,2
410	95,0
420	98,7
430	100,0
440	98,5
450	95,0
460	87,8
470	77,6
480	67,4
490	59,5
500	51,7
510	44,4
520	36,8
530	31,1
540	26,1
550	21,6
560	19,3
570	17,3
580	15,6
590	13,9
600	13,3

die auch andere Autoren ermittelt haben (siehe Schrifttum [2, 3]). Gegenüber der Verteilung der bisher benutzten Lichtquelle, die aus dem Flüssigkeitsfilter nach Schumann und Schier (siehe Schrifttum [4] und einer bei der Verteilungstemperatur 2660 K brennenden Wolframdraht-Lampe bestand, ergeben sich jedoch merkliche Abweichungen.

Fortsetzung Seite 2 bis 5
Erläuterungen Seite 5

Fachnormenausschuß Radiologie (FNR) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
Fachnormenausschuß Phototechnik (photonorm) im DIN

Frühere Ausgaben:
DIN 6830: 7.59

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin, gestattet.

Anderung Dezember 1975:
Inhalt von DIN 6830 teilweise übernommen.
Berechnung der Bestrahlungsstärke aufgenommen.
Siehe auch Erläuterungen.

4 Sensitometrische Lichtquelle

Als sensitometrische Lichtquelle dient eine Lampe, die bei bekannter Lichtstärke und Verteilungstemperatur betrieben wird und deren relative spektrale Strahlungsverteilung mit einem Filter an diejenige der Fluoreszenzstrahlung von Calciumwolframat innerhalb festgelegter Grenzen angeglichen ist.

Die Bestrahlungsstärke E_e in W/m^2 auf einer Filmprobe wird aus der Beleuchtungsstärke E_v in lx errechnet. Diese ergibt sich auf einer Probe, die zur Ausstrahlungsrichtung der Lampe senkrecht steht, ohne Filter im Strahlengang aus der Lichtstärke I_v in cd und dem Abstand r zwischen Probe und Lampe in m:

$$E_v = \frac{I_v}{r^2} \Omega_0 \quad (1)$$

$$\Omega_0 = 1 \text{ sr}$$

Die Bestrahlungsstärke E_e erhält man damit zu:

$$E_e = E_v \frac{r^2}{(r-d)^2} \cdot C \text{ in } \frac{W}{m^2} \quad (2)$$

Darin ist d die Wegverkürzung durch das Filter und C der Quotient

$$C = \frac{\int_{330}^{520} \Phi_{e\lambda \text{ rel}} \tau(\lambda) d\lambda}{673 \int_{380}^{780} \Phi_{e\lambda \text{ rel}} V(\lambda) d\lambda} \quad (3)$$

C wird aus der relativen spektralen Verteilung $\Phi_{e\lambda \text{ rel}}$ der ungefilterten Lampenstrahlung, dem spektralen Transmissionsgrad $\tau(\lambda)$ des Konversionsfilters und dem spektralen Hellempfindlichkeitsgrad für Tagesehen $V(\lambda)$ (siehe DIN 5031 Teil 3) errechnet (siehe Schrifttum [5]). Die Integrationsgrenzen des Zählers sind einerseits durch die kurzwellige Grenze der Fluoreszenzstrahlung von Calciumwolframat (330 nm), andererseits durch die langwellige Grenze der spektralen Empfindlichkeit der zur Zeit verwendeten Röntgenfilme (520 nm) gegeben. Eine sensitometrische Lichtquelle soll in der Ebene der zu belichtenden Probe eine solche relative spektrale Verteilung der Bestrahlungsstärke erzeugen, daß ihr zwischen den Wellenlängen 330 und 470 nm wirksamer Anteil $\Delta E_{e, \text{rel}}$ im Verhältnis zu der bei Röntgenfilmen zwischen 330 und 520 nm insgesamt wirksamen Bestrahlungsstärke $E_{e, \text{rel}}$ der Fluoreszenzstrahlung von Calciumwolframat

$$\frac{\Delta E_e}{E_e} = 0,78 \pm 0,06 \quad (4)$$

beträgt.

Anmerkung: Dieses einfache Kriterium ergibt sich aus der Tatsache, daß sich die relative spektrale Empfindlichkeit von Röntgenfilmen zwischen 330 und 470 nm nur verhältnismäßig wenig ändert. Unterschiede der relativen spektralen Verteilung bei der Belichtung beeinflussen deshalb die photographische Wirkung der Strahlung (optische Dichte) in erster Näherung nur, wenn das Verhältnis $\Delta E_e/E_e$ andere Werte annimmt. Die zugelassene Schwankung von $\pm 0,06$ ist so gewählt, daß sich die Unsicherheit der Empfindlichkeitsbestimmung insgesamt nicht wesentlich vergrößert (siehe Schrifttum [5,6]). Zur Prüfung, ob die relative spektrale Strahlungsverteilung einer beliebig zusammengesetzten Lichtquelle mit der in Tabelle 1 angegebenen Verteilung hinreichend übereinstimmt, müssen die spektrale Strahlungsverteilung der Lampe $\Phi_{e\lambda \text{ rel}}$ und der spektrale Transmissionsgrad $\tau(\lambda)$ des verwendeten Filters bekannt sein. Anstatt die Integrale

zu berechnen, addiert man die von 10 nm zu 10 nm berechneten Produkte $\Phi_{e\lambda \text{ rel}} \cdot \tau(\lambda)$ oder $\Phi_{e\lambda \text{ rel}} \cdot V(\lambda)$ in dem betreffenden Spektralbereich.

Die Berechnung ist an den als Beispiel angegebenen Filtern, einem Flüssigkeits- und einem Glasfilter nach Vieth, Hoeschen und Seredynski (siehe Schrifttum [5]) ausgeführt worden.

5 Beispiele für die praktische Realisierung von sensitometrischen Lichtquellen:

Es empfiehlt sich, für sensitometrische Belichtungen eine Wolframdraht-Lampe der Verteilungstemperatur 2660 K in Verbindung mit einem Konversionsfilter zu verwenden. Die Lampe wird mit Gleichstrom betrieben.

Lichtquelle mit Flüssigkeitsfilter:

Eine sensitometrische Lichtquelle, die den Forderungen dieser Norm genügt, erhält man zum Beispiel mit einem Zweikammerfilter. Ein solches Filter ist eine Doppelkuvette für Flüssigkeitsschichten von 10,0 mm Dicke, bestehend aus 2 Abstandskörpern aus Schwarzglas mit freien Öffnungen von etwa 75 mm Durchmesser, einer Trennwand und 2 Abschlußscheiben aus Borsilikat-Kronglas von je etwa 4 mm Dicke.

In je eine der Kammern des Filters wird eine der im folgenden aufgeführten Lösungen gefüllt.

Zusammensetzung des Flüssigkeitsfilters:

Lösung A: 37,0 g Kupfersulfat $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

61,0 g Glykokoll nach Sörensen

Wasser, destilliert und luftfrei bis auf 1000 cm^3 aufgefüllt.

Lösung B: 49,0 g Kobaltammoniumsulfat

$\text{CoSO}_4(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

mit Citrat-HCl-Puffer nach Sörensen für pH = 4 bis auf 1000 cm^3 aufgefüllt.

Der Citrat-HCl-Puffer setzt sich wie folgt zusammen:

11,75 g Citronensäure $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$

112 cm^3 1n-NaOH

440 cm^3 0,1n-HCl

auf 1000 cm^3 mit destilliertem Wasser aufgefüllt.

Die Pufferlösung ist auch fertig im Handel zu erhalten.

Anstatt der angegebenen Menge des Kobaltammoniumsulfates kann auch die 0,711-fache Menge Kobaltsulfat $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ verwendet werden. Nähere Einzelheiten über die Herstellung von Flüssigkeitsfiltern beschreiben Davis und Gibson (siehe Schrifttum [7]) sowie Vieth (siehe Schrifttum [8]). Die Wegverkürzung durch das Filter beträgt etwa $d = 10$ mm.

Der Berechnung des spektralen Transmissionsgrades des Flüssigkeitsfilters (Tabelle 3, Spalte 3) ist zugrundegelegt, daß der relative spektrale Reintransmissionsgrad der Glasscheiben für die Trennwand und die Abschlußscheiben insgesamt die in Tabelle 3, Spalte 5, aufgeführten Werte besitzt. Dadurch wird im Spektralgebiet $330 \text{ nm} \leq \lambda \leq 380 \text{ nm}$ eine etwas bessere Anpassung an die in Tabelle 1 festgelegten Werte erzielt als es mit dünneren Scheiben möglich ist.

Lichtquelle mit Glasfilter:

Ein geeignetes Glasfilter, das an die Stelle des Flüssigkeitsfilters treten kann, erhält man nach Vieth, Hoeschen und Seredynski (siehe Schrifttum [5]) durch Kombination von drei handelsüblichen Farbgläsern. Diese müssen die in Tabelle 2 aufgeführten spektralen Transmissionsgrade besitzen. Die genannten Autoren stellten das Filter aus