

# 6. Übung zur Medizinphysik II

WS 2015/16

Ausgabe: 23.11.2015

Abgabe: 30.11.2015, 10:15 Uhr

Prof. Dr. D. Suter

## Aufgabe 1: Bildaufnahme in der Röntgendiagnostik (3 Punkte)

- a) Beschreiben Sie kurz aus Ihrer Sicht die zugrunde liegenden chemischen Prozesse und physikalischen Vorgänge, die Funktionsweise sowie die Vor- und Nachteile von Röntgenfilmen, Film-Folien-Systemen und Speicherfolien zur Bildaufnahme in der Röntgendiagnostik!
- b) Wodurch unterscheidet sich der Signalverlauf von Speicherfolien und Röntgenfilm? Veranschaulichen Sie den Unterschied mithilfe einer Skizze!
- c) Welches alternative System sollte ursprünglich Röntgenfilme ersetzen? Wo findet es außerdem Anwendung?

## Aufgabe 2: Schwärzungskurve (3 Punkte)

Um die Eigenschaften eines Röntgenfilms zu untersuchen, nehmen Sie eine Schwärzungskurve auf. Für die normierte Dosis  $\log_{10} \left( \frac{D}{D_0} \right)$  messen Sie folgende Transparenzwerte  $T$ :

$\log_{10} \left( \frac{D}{D_0} \right)$	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
T	$7,08 \cdot 10^{-1}$	$7,08 \cdot 10^{-1}$	$4,47 \cdot 10^{-2}$	$2,82 \cdot 10^{-3}$	$1,78 \cdot 10^{-4}$	$1,78 \cdot 10^{-4}$

Tab. 1: Gemessene Transparenzen

- a) Stellen Sie die angegebenen Werte der Schwärzungskurve graphisch dar!
- b) Berechnen Sie die Steigung der Kurve in den unterschiedlichen Bereichen! Welche Gradation weist der Film auf?
- c) Sie untersuchen zwei Materialproben gleicher Dicke. Sie entnehmen den Aufnahmen zwei Schwärzungswerte:  $S_1 = 1,3$  und  $S_2 = 1,2$ . Wie groß ist die relative Abweichung der Absorptionskoeffizienten? Hinweis: Nutzen Sie die Parametrisierung der Schwärzungskurve!
- d) Erläutern Sie den Begriff des Gradationswertes! Was bedeuten Werte kleiner/größer als 1 für die Eigenschaften den Films?

### Aufgabe 3: Röntgenbildverstärker (3 Punkte)

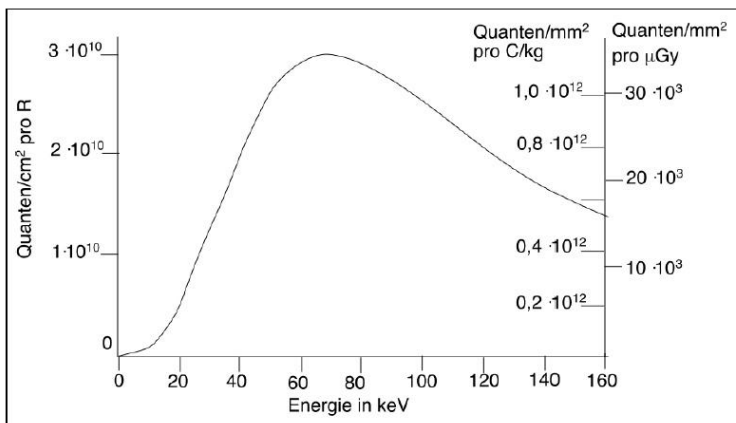
Die auf dem Ausgangsbildschirm eines Röntgenbildverstärkers nachgewiesenen Röntgenquanten  $x$  pro Flächen- und Zeiteinheit folgen der Poisson-Verteilung:

$$p(x) = \frac{m^x e^{-m}}{x!} \quad \text{mit} \quad \sigma_{Poisson}^2 = m \quad (1)$$

- a) Welche Bedeutung haben die Größen  $m$  und  $\sigma$ ? Machen Sie eine Aussage über das Verhältnis von  $\sigma$  zu  $m$  für den Verlauf von  $m$  mit  $m_1 = 10$ ,  $m_2 = 100$  und  $m_3 = 10000$ !

Die Bildqualität von Röntgenbildverstärkern besitzt auch bei perfekter technischer Ausführung eine obere Grenze. Das sogenannte Quantenrauschen, das einen Teil jedes Messsignals darstellt, kann nicht eliminiert werden. Mithilfe spezieller Umrechnungsfaktoren, die als Kalibrierkurve festgehalten werden, kann das Quantenrauschen ermittelt werden (vgl. Abb. 1).

#### Umrechnungsfaktor



#### Kenngrößen Röntgenbildverstärker

$\bar{E}_{R\ddot{o}}$ : 80 keV

Dosisleistung  $\dot{D}$ : 0,2 µGy/s

Pixelgröße:

1 Pixel = 0,2 mm × 0,2 mm

Belichtungszeit/Bild  $t_{bet}$ : 0,2 s

Abb. 1: Kalibrierkurve Röntgenbildverstärker

- b) Schätzen Sie mithilfe der Kalibrierkurve in Abb. 1 für ein aufgenommenes Bild die Menge der ankommenden Röntgenquanten [ $Quanten/mm^2$  pro µGy] für eine Energie von 80 keV ab! Wie viele Röntgenquanten [ $Quanten/Pixel$ ] treffen auf jedes Bildelement (Quantenrauschen)? Nutzen Sie obige Kenngrößen für Ihre Berechnung! Wie hoch sind absolute und relative Standardabweichung?
- c) Die soeben berechnete Anzahl an Röntgenquanten berücksichtigt nicht den Einfluss von Gerätekomponenten. Wie viele Quanten können auf dem Ausgangsleuchtschirm tatsächlich nachgewiesen werden, wenn das Eingangsfenster 10 % der einfallenden Quanten absorbiert und das Szintillationsmaterial (CsJ) einen effektiven Absorptionsgrad von  $a = 70\%$  hat? Welche Werte haben absolute und relative Standardabweichung?