



BACHELOR-ABSCHLUSSARBEIT

ANALYSE DES ENERGIESPEKTRUMS EINER RÖNTGENTRANSMISSIONSRÖHRE UND SEINER FILTER- UND TARGETABHÄNGIGKEIT

angefertigt im
Labor für medizinische Bildgebung
der Fachhochschule Lübeck
betreut durch
Prof. Dr. Henrik Botterweck
und
Tobias Klepsch, M. Sc.

von
Franziska Eckardt

ZUSAMMENFASSUNG

Zur Analyse des Energiespektrums einer Röntgentransmissionsröhre und seiner Filter- und Targetabhängigkeit wurde mit Hilfe der Methode des Szintillationszählers in abgewandelter Form durch ein energiedispersives Detektorsystem die Röntgenstrahlung eines Mikro-CT erfasst. Als Targetmaterial wurden sowohl Molybdän als auch Wolfram verwendet. Dazu wurden die Spektren von Molybdän zwischen den Beschleunigungsspannungen 30 und 70 kV in 10er-Schritten gemessen und von Wolfram zwischen 20 und 140 kV in 20er-Schritten und darüber hinaus bei 150 kV, da dieser Bereich in der Leistungsgrenze des Detektors liegt. Zusätzlich wurden die Energiespektren bei den vier verschiedenen Fokusgrößen und mit Aluminium- und Kupferfiltern gemessen, um deren Einflüsse auf das Spektrum auswerten zu können. Die gewonnenen Daten wurden mit Literaturwerten aus [ARS89] verglichen und kritisch analysiert. Anhand der Daten konnte eine gute Übereinstimmung der Linienspektren erfasst werden (Standardabweichung unter 0,1 keV). Dennoch konnten nicht für den gesamten Energiebereich beim Wolframtarget Messwerte registriert werden. Bei Beschleunigungsspannungen ab 100 kV waren keine Röntgenenergien ab 90 keV messbar.

Aus diesem Grund wurde noch ein zweites Verfahren entwickelt um einen Nachweis der hochenergetische Strahlen zu bekommen. Dafür wurden ein Kupferblock und Bleiplatten mit unterschiedlichen Dicken in die Kammer des Mikro-CT gestellt und der Mikro-CT eigene Detektor verwendet. Durch die gemessenen Grauwerte hinter Kupfer und Blei konnte auf die Abschwächung zurückgeschlossen werden. Anhand der Messungen kann davon ausgegangen werden, dass nur noch die sehr hochenergetische Röntgenstrahlung bei der stärksten Absorption registriert werden kann, die bei den vorherigen Messungen nicht eindeutig messbar war. Die Auswertung wurde erschwert durch das Auftreten von Streustrahlung und Schwankungen der Grauwerte zwischen den Messungen. In den Messwerten war zudem der Einfluss der polychromatischen Röntgenstrahlung und der Kegelstrahlgeometrie erkennbar. In wie weit sich diese Faktoren auf die CT-Aufnahmen auswirken, muss noch weiter untersucht werden. Die Messungen wurden außerdem mit Daten aus einer Röntgensimulation verglichen. Daraus ist ersichtlich, dass es unter Vernachlässigung von Streuung zu einer totalen Absorption auch schon bei dünnem Kupfer (ab 10 mm) kommt. Dieses Verhalten war auch in den Messungen zu sehen, nur dass durch die Streustrahlung die Grauwerte nicht bis Null sanken. Wird das Kupfer tausendfach verdünnt, dann ist der typische exponentielle Schwächungsverlauf erkennbar, der dem Lambert-Beer'schen-Gesetz entspricht.

ABSTRACT

For the analysis of the energy spectrum of an X-ray transmission tube and its filtering and target function, the X-rays of a micro-CT has been detected by the method of the scintillation counter in a modified form by an energy-detector system. As a target material both molybdenum and tungsten have been used. For this, the spectra of molybdenum between the acceleration voltages were 30 and 70 kV in steps of 10 measured and tungsten between 20-140 kV in 20 steps and beyond at 150 kV, because this area is the performance limit of the detector. In addition, the energy spectra were measured at four different focal spot sizes and with aluminium and copper filters in order to evaluate their effects on the spectrum. The data obtained were compared with literature data from [ARS89] and critically analysed. Based on the data a good match between the line spectra are recorded (standard deviation below 0.1 keV). Still not all values of the entire energy the tungsten target were recorded for. For accelerating voltages of 100 kV and no X-ray energies from 90 keV were measurable.

For this reason, a second method has yet been developed to get a proof of high-energy rays. Therefore a block of copper and lead plates was placed in the chamber of the micro-CT with different thickness and the micro-CT own detector was used. By the measured grey values behind copper and lead could be concluded on the attenuation. Based on the measurements can be assumed that only the very high energy X-rays can be registered at the strongest absorption, which was not clearly measurable in the previous measurements. The analysis was complicated by the occurrence of stray radiation and fluctuations in the grey values between the measurements. Besides in the measured values the influence of the polychromatic X-ray radiation and the cone-beam geometry was evident. To what extent these factors affect the CT images, needs to be further investigated. The measurements were also compared with data from an X-ray simulation. It is evident that there is neglecting scattering to total absorption even at thin copper (10 mm). This behaviour was also seen in the measurements, only that the grey values did not fall by the scattered radiation to zero. If the copper diluted a thousand times, the typical exponential attenuation curve can be seen which corresponds to the Lambert-Beer law.