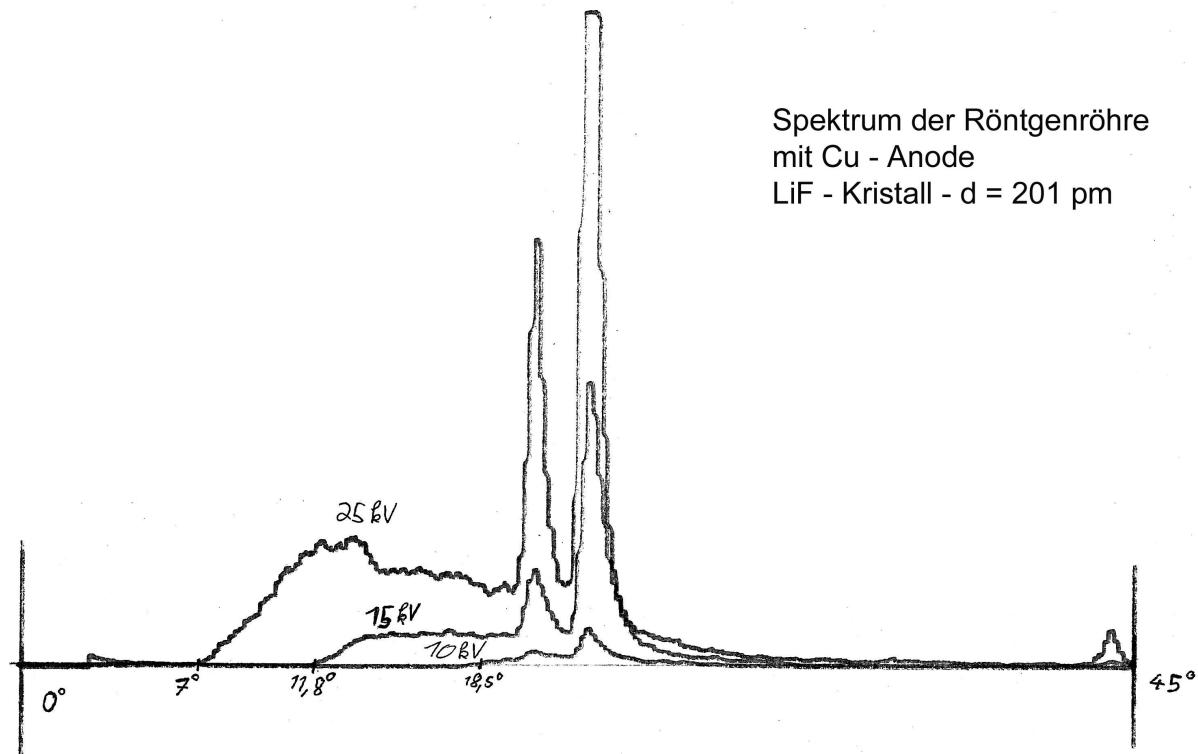


## Erklärung des Zustandekommens der Röntgenspektren:

Die Abhängigkeit der Intensität der Röntgenstrahlung von der Wellenlänge haben wir mit der Drehkristallmethode untersucht. Folgendes Spektrum haben wir dabei im Unterricht aufgezeichnet:



Bei dem Spektrum fällt aus einer Röntgenröhre ein mit einer Beschleunigungsspannung von  $25\text{kV}$  bzw.  $15\text{kV}$  und  $10\text{kV}$  erzeugter Röntgenstrahl auf ein LiF – Kristall. Ab einem Glanzwinkel  $\gamma = 7^\circ$  ( $11.8^\circ$  und  $18.5^\circ$ ) werden Röntgenstrahlen reflektiert.

In der Röntgenröhre wird die Röntgenstrahlung dadurch erzeugt, dass ein Kathodenstrahl (Elektronen) auf eine Anode trifft. Hier entstehen zwei verschiedene Strahlungen, die für das Material auf welches die Elektronen treffen charakteristische Strahlung und die Bremsstrahlung, die durch eine starke Abbremsung der Elektronen entsteht.

### Bremsstrahlung:

Die Bremsstrahlung sieht bei jedem Anodenmaterial recht ähnlich aus. Wenn sich die Elektronen auf das Material zu bewegen besitzen sie eine hohe Geschwindigkeit und hohe Energie. Die Stärke der Abbremsung bestimmt die Wellenlänge der emittierten Photonen. Das Elektron kann in vielen verschiedenen Schritten abgebremst werden (durch Streifen von Atomen, deren Anziehung usw.). Folglich geben die Elektronen unterschiedliche große Anteile ihrer kinetischen Energie ab. Die größtmögliche Energie kann ein Photon erhalten, wenn das Elektron in einem Schritt abgebremst wird und seine Energie auf einmal abgibt. Wegen  $E=hf$  und  $f=c/\lambda$  wird ein Photon mit einer bestimmten Wellenlänge erzeugt. Wird nun die größtmögliche Energie übertragen entsteht die kleinstmögliche Wellenlänge. Dieser kleinste Wert der Wellenlänge ist die kurzwellige Grenze des Spektrums. Hier ab einem Glanzwinkel  $\gamma = 7^\circ$  ( $11.8^\circ$  und  $18.5^\circ$ ).

Wie man in dem Spektrum sehen kann wurden unterschiedliche Beschleunigungsspannungen verwendet ( $25\text{kV}$ ,  $15\text{kV}$  und  $10\text{kV}$ ). Es lässt sich jetzt die Beobachtung erklären, dass bei

Florian Lüßen, November 2004

größerer Beschleunigungsspannung die kurzwellige Grenze bei immer kleinerer Wellenlänge liegt. Die Spannung ist gleich der Energie mit der sich die Elektronen bewegen.

### *Charakteristische Strahlung*

Die charakteristische Strahlung ist für die zwei Peaks bei ungefähr  $20^\circ$  und  $23^\circ$  verantwortlich. Wenn Elektronen auf die Schale von Atomen des Anodenmaterials treffen, werden Elektronen rausgeschossen. Dafür werden Elektronen im Atom auf ein höheres Energieniveau gehoben, wenn sie zurückfallen emittieren sie diese Strahlung. Diese ist materialcharakteristisch und somit nicht abhängig von der Beschleunigungsspannung. Man kann im Spektrum erkennen, dass die Peaks einen unterschiedlich hohen Ausschlag haben, aber sich an der gleichen Stelle befinden. Im Ansatz ist zu erkennen, dass diese Peaks als vielfache wiederkommen ( $n$ -ter Ordnung).

Über die Bragg-Gleichung  $2d \sin \gamma = \lambda$  kann man nun die kurzwellige Grenze der Röntgenstrahlung bestimmen.

$$\begin{aligned}2d \sin \gamma &= \lambda \\2 \cdot 201 \text{ pm} \cdot \sin 7^\circ \\&= 49 \text{ pm}\end{aligned}$$

Für die beiden Peaks haben wir die Werte  $20^\circ$  und  $23^\circ$  gemessen. Analog berechnen wir die zugehörigen Wellenlängen:

$$\begin{aligned}\lambda &= 137 \text{ pm} \\&= 157 \text{ pm}\end{aligned}$$

Zu den jeweiligen Wellenlängen, kann man durch einfache Umformungen die Energie berechnen die das Photon erhalten hat.

$$\begin{aligned}\lambda &= c/f \\f &= e \cdot U/h \\ \rightarrow \lambda &= h \cdot c / (e \cdot U) \\E &= h \cdot c / (\lambda \cdot e)\end{aligned}$$

Bei $7^\circ$	$E = 25 \text{ keV}$
Bei $20^\circ$	$E = 9 \text{ keV}$
Bei $23^\circ$	$E = 7,9 \text{ keV}$

Die 25 keV bei einem Glanzwinkel von  $7^\circ$  bestätigen die obige Feststellung, dass bei der kurzwelligen Grenze nahezu die ganze kinetische Energie der Elektronen jetzt in den Photonen ist. Es kann also hier keine Röntgenstrahlung geben, die eine kleinere Wellenlänge als 49 pm besitzt. Wenn die Elektronen mit einer größeren Spannung beschleunigt werden, wird wahrscheinlich auch noch eine Röntgenstrahlung mit höherer Frequenz (kleineren Wellenlänge) entstehen.