

V602

Röntgenemission und -absorption

Tahir Kamcili
tahir.kamcili@udo.edu

Marina Andreß
marina.andress@udo.edu

Durchführung: 27.04.2021

Abgabe: 04.05.2021

TU Dortmund – Fakultät Physik

Inhaltsverzeichnis

1	Zielsetzung	3
2	Durchführung	4
3	Auswertung	5
3.1	Bragg Bedingung	5
3.2	Emissionsspektrum	5
3.3	Das Absorptionsspektrum	7
3.4	Bestimmung der Rydbergenergie	11
4	Diskussion	12

1 Zielsetzung

2 Durchführung

3 Auswertung

3.1 Bragg Bedingung

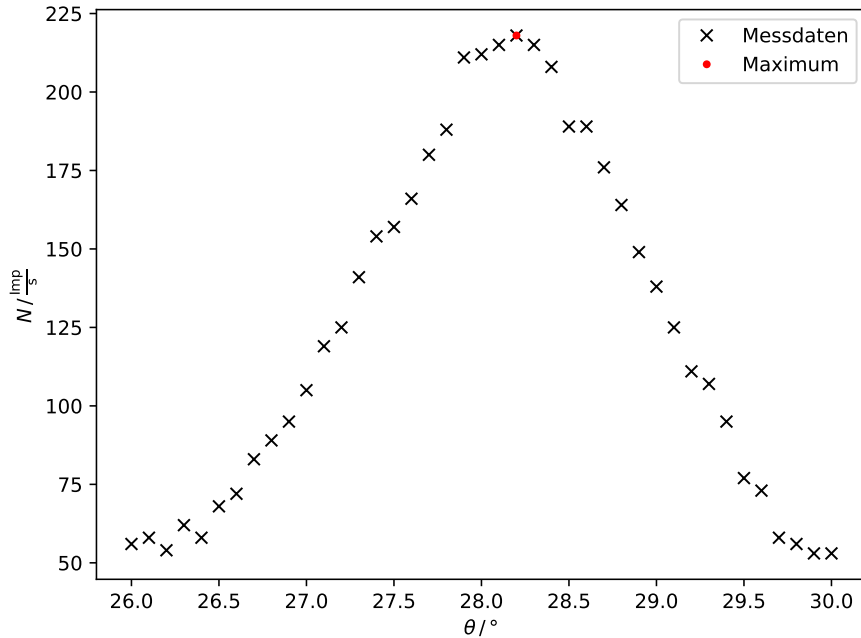


Abbildung 1: N gegen θ aufgetragen.

Aus (1) wird ein Maximum bei einem Winkel von $\theta = 28.2^\circ$ ermittelt. Daraus lässt sich die absolute und relative Abweichung vom Sollwinkel bestimmen.

$$\Delta\theta_{\text{abs}} = 0.2^\circ$$
$$\Delta\theta_{\text{rel}} = 0.0071 = 0.7\%$$

3.2 Emissionsspektrum

Aus den Messdaten lässt sich das Emissionsspektrum einer Kupferröntgenröhre in (2) graphisch darstellen.

Zu erkennen sind die ermittelten Peaks, die die K_α und K_β Linie darstellen, sowie der rot markierte Bremsberg.

Die maximale Energie E_{max} und die minimale Wellenlänge lassen sich aus der Beschleunigungsspannung $U=35$ kV bestimmen. Mit (xx) ergibt sich für den Grenzwinkel dann:

$$\begin{aligned}
E_{\max} &= 35 \text{ keV} \\
\lambda_{\min} &= 354.241 \text{ nm} \\
\theta_{\text{Grenz}} &= 5.045^\circ
\end{aligned}$$

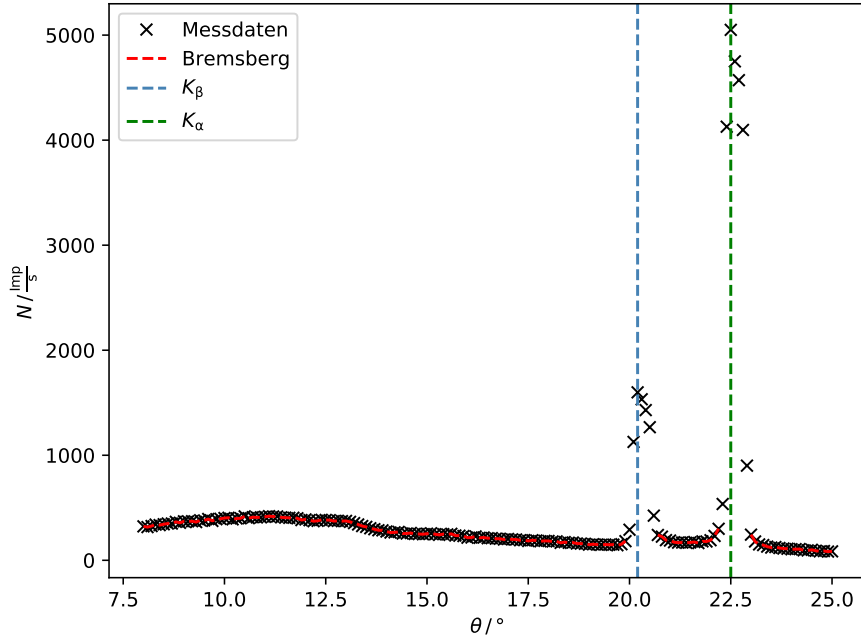


Abbildung 2: Emissionsspektrum einer Cu-Röntgenröhre.

Das Detailspektrum um die Peaks ist in (3) dargestellt, wobei der grüne Bereich die Full Width at Half Maximum markiert.

Hieraus lässt sich ΔE_{FWHM} bestimmen und daraus das Auflösungsvermögen A mit

$$A = \frac{E_{\max}}{\Delta E_{\text{FWHM}}}$$

für die K_α und K_β Linie berechnen. So ergibt sich:

$$\begin{array}{ll}
E_\alpha = 8.0434 \text{ keV} & E_\beta = 8.9142 \text{ keV} \\
\Delta E_{\text{FWHM}\alpha} = 165.63 \text{ V} & \Delta E_{\text{FWHM}\beta} = 205.58 \text{ V} \\
A_\alpha = 48.56 & A_\beta = 43.36
\end{array}$$

Mithilfe der aus der Literatur entnommenen Absorptionsenergie $E_{\text{K,abs}} = 8980.476 \text{ eV}$ können die Abschirmkonstanten für Kupfer mit den Formeln

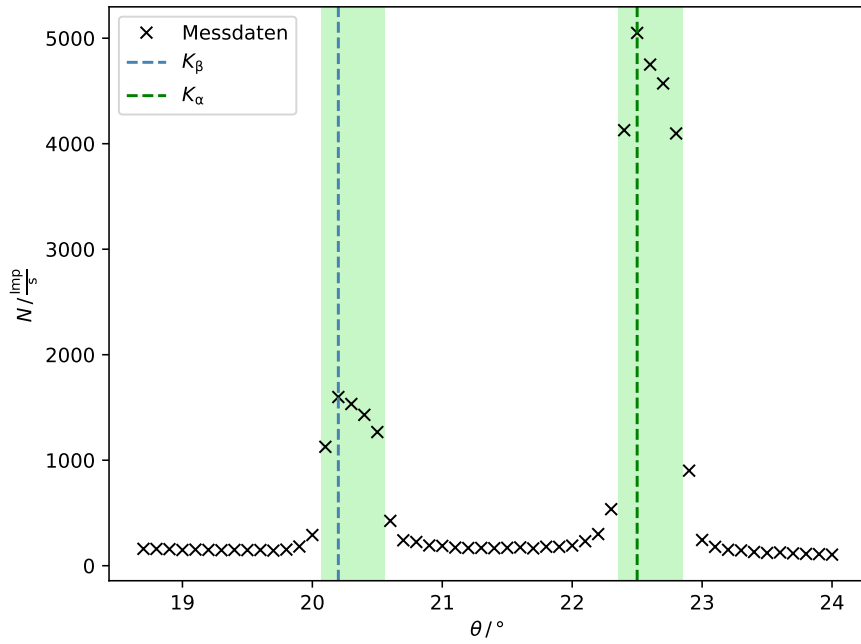


Abbildung 3: Emissionsspektrum einer Cu-Röntgenröhre mit der FWHM.

$$\sigma_1 = Z - \sqrt{\frac{E_{Kabs}}{R_y}}$$

$$\sigma_2 = Z - \sqrt{\frac{m^2}{n^2}(Z - \sigma_1)^2 - \frac{m^2}{R_\infty}E_{K\alpha}}$$

$$\sigma_3 = Z - \sqrt{\frac{l^2}{n^2}(Z - \sigma_1)^2 - \frac{l^2}{R_\infty}E_{K\beta}}$$

bestimmt werden. Mit $n=1$, $m=2$ und $l=3$ ergeben sie sich zu:

$$\begin{aligned}\sigma_1 &= 3.3031^\circ \\ \sigma_2 &= 12.3981^\circ \\ \sigma_3 &= 22.3776^\circ\end{aligned}$$

3.3 Das Absorptionsspektrum

Im Folgenden sind die K-Kanten von Zink, Gallium, Brom, Rubidium und Strontium aufgetragen.

Aus den gemessenen K-Kanten lassen sich die Bragg-Winkel θ_K sowie die Energieübergänge bestimmen, woraus sich die Abschirmzahlen σ_K bestimmen lassen.

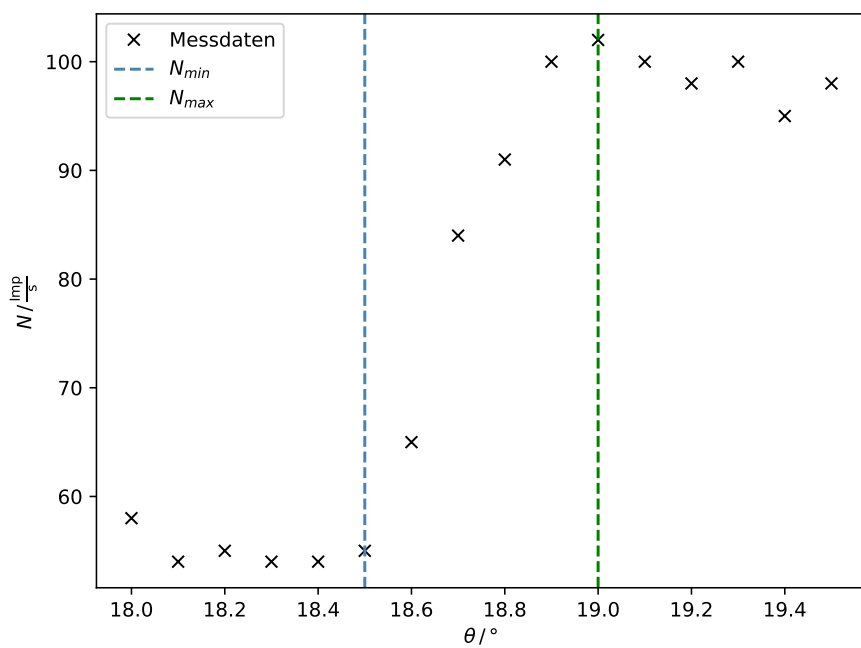


Abbildung 4: Absorptionsspektrum eines Zinkabsorbers.

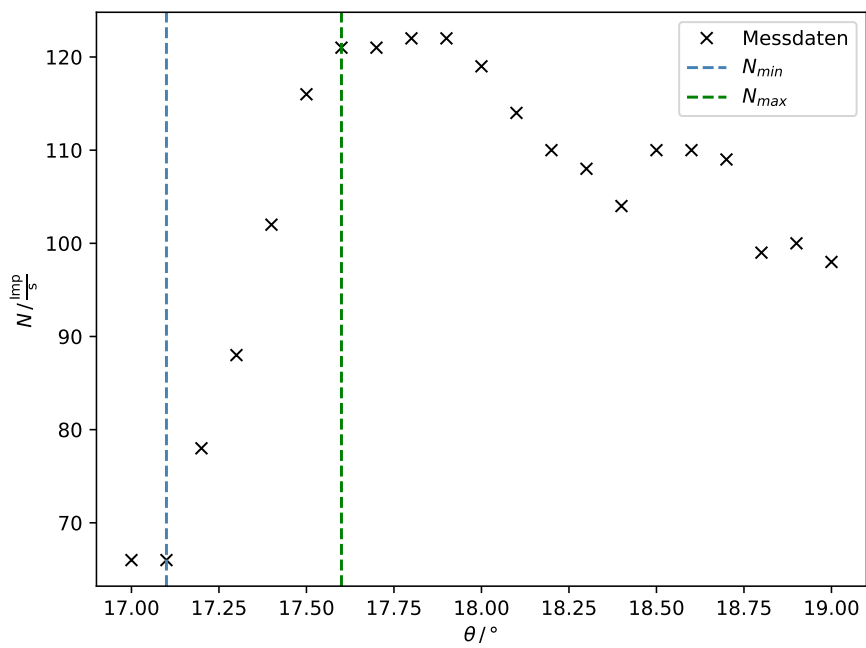


Abbildung 5: Absorptionsspektrum eines Galliumabsorbers.

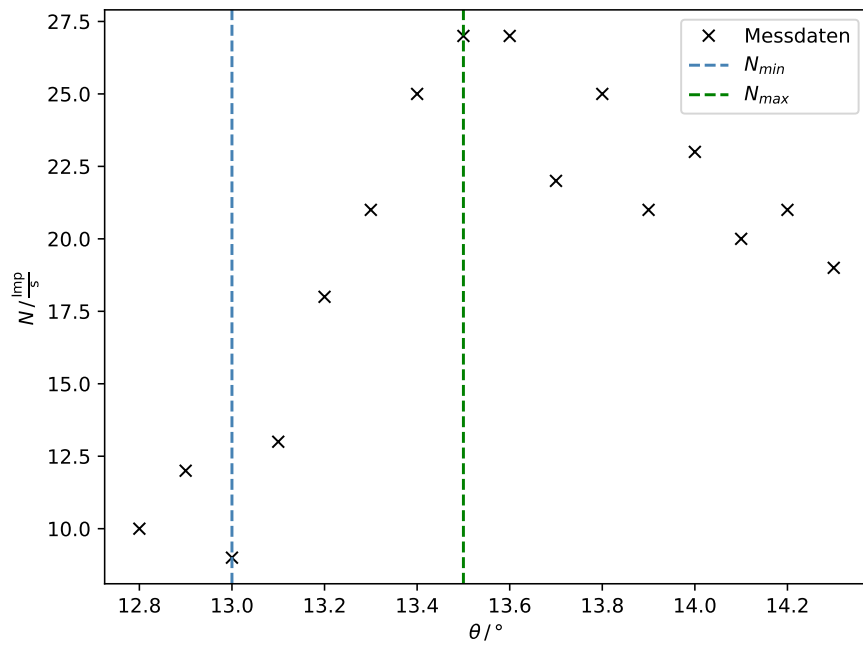


Abbildung 6: Absorptionsspektrum eines Bromabsorbers.

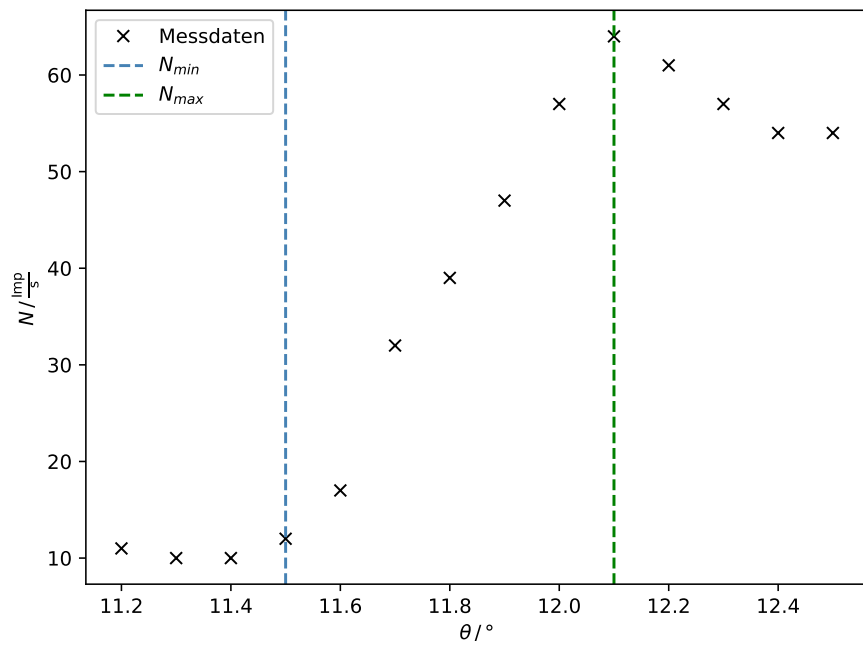


Abbildung 7: Absorptionsspektrum eines Rubidiumabsorbers.

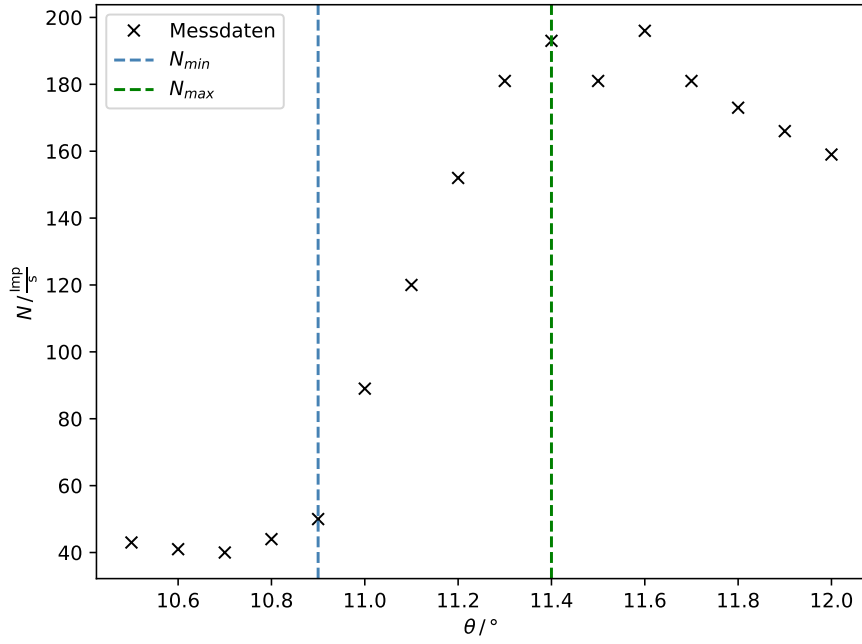


Abbildung 8: Absorptionsspektrum eines Strontiumabsorbers.

Tabelle 1: Messwerte der Energieübergänge E_K , Bragg-Winkel θ_K und Abschirmzahlen σ_K

	Z	E_K / keV	$\theta_K / ^\circ$	σ_K
Zn	30	9.6005	18.7	3.6345
Ga	31	10.3508	17.3	3.6359
Br	35	13.4795	13.2	3.8365
Rb	37	15.0519	11.8	4.1091
Sr	38	15.9881	11.1	4.1203

3.4 Bestimmung der Rydbergenergie

Aus der Beziehung $E_K \sim Z^2$ nach Moseley kann die Rydbergenergie aus der Steigung des $\sqrt{E_K} - Z$ Diagramms aus (9) bestimmt werden.

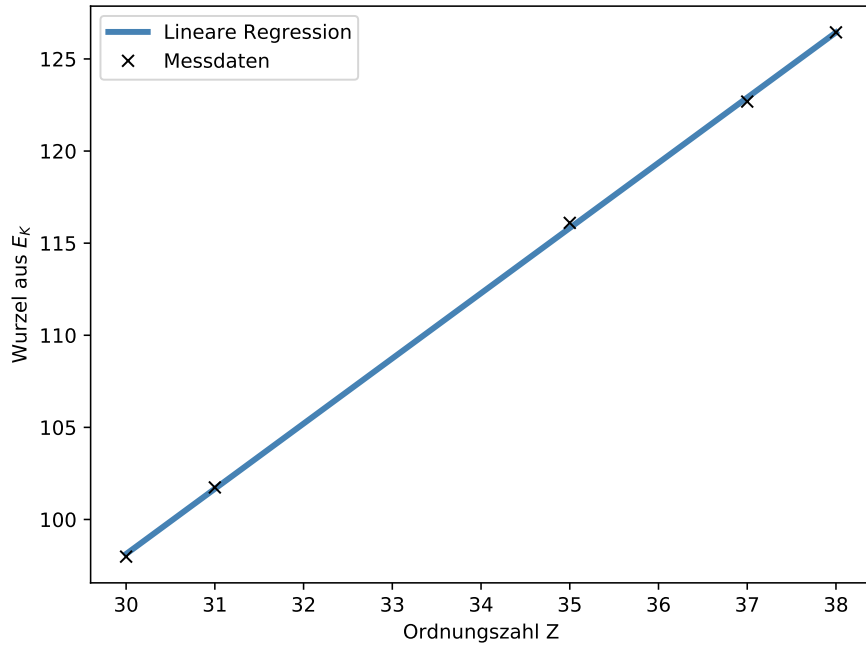


Abbildung 9: $\sqrt{E_K} - Z$ Diagramm.

Aus der Linearen Regression ergibt sich die Ausgleichsgerade

$$g = 3.5394 x - 8.0559.$$

Aus dem Quadrat der Steigung wird nun die Rydbergenergie zu

$$R_\infty = 12.5271 \text{ eV}$$

bestimmt werden.

4 Diskussion

Während der Durchführung des Versuchs sind einige Fehlerquellen aufgefallen, die die Ergebnisse beeinflussen.