1 Auswertung

1.1 Überprüfung der Bragg Bedingung

Der fest eingestellte Kristallwinkel liegt bei

$$\theta = 14°$$

In Abbildung 1 sind die gemessenen Werte aufgetragen. Aus diesen Werten ergibt sich

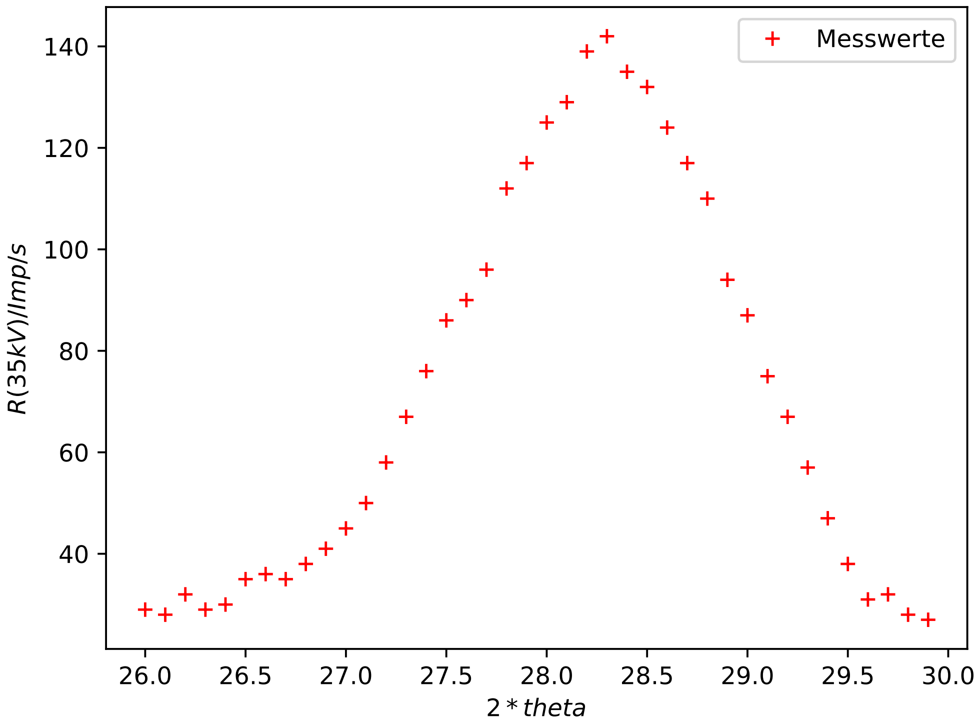

Abbildung 1: Die Intensität der Röntgenstrahlen

das Maximum bei

$$\theta = 14,15° \quad (1)$$

Der Winkel weicht um $\Delta\theta = 0,15°$ ab, sodass die Bragg Bedingung erfüllt ist. Das entspricht einer prozentualen Abweichung zum Sollwinkel von 1,07%.

1.2 Das Emissionsspektrum einer Cu-Röntgenröhre

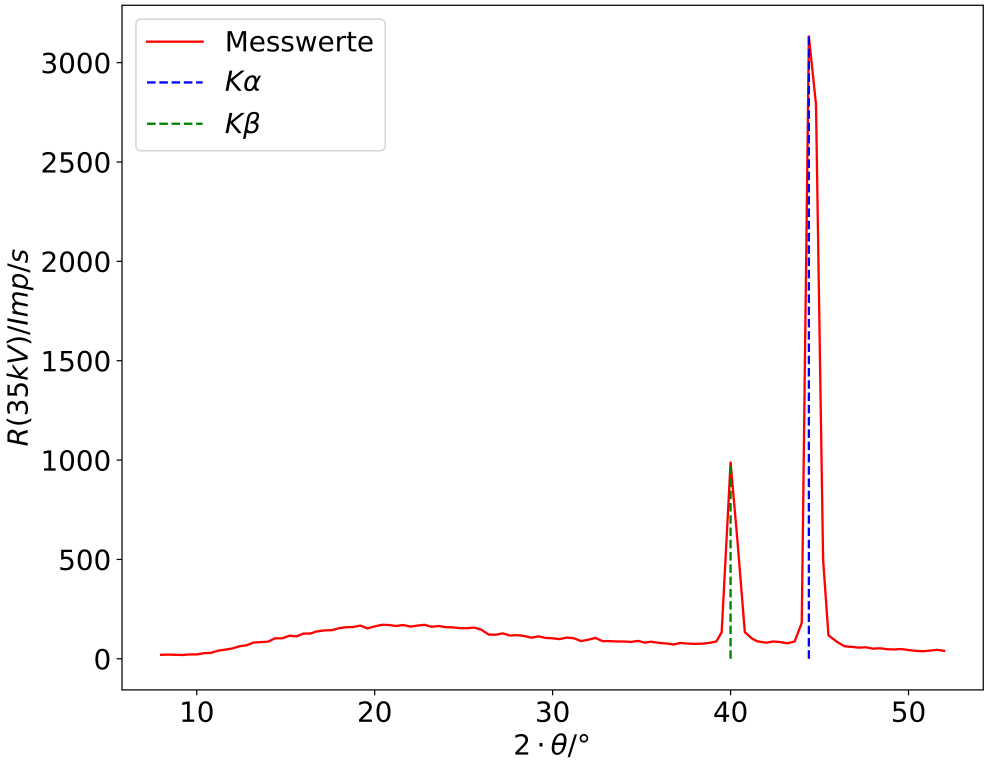

Abbildung 2: Röntgenspektrum der Cu-Röntgenröhre

Der Grenzwinkel wird aus den Messwerten entnommen und beträgt $\theta = 5°$. Daraus ergibt sich mit Formel (**??**)

$$\lambda_{min} = 35,106\,\mathrm{pm}$$

Mit Formel (**??**) ergibt sich die Maximale Energie zu

$$E_{max} = 35,317\,\mathrm{keV}$$

Die Energie hat somit eine prozentuale Abweichung von 0,91% zum theoretischen Wert von 35 keV

$$\theta_{K_\alpha} = 22,2° \tag{2}$$

$$\theta_{K_\beta} = 20° \tag{3}$$

Die bestimmten Wellenlängen und Energien werden mit den Formeln (**??**) und

$$E = h \cdot \frac{c}{\lambda} \tag{4}$$

bestimmt.

$$\begin{aligned} \lambda_{K_\alpha} &= 152{,}194\,\mathrm{pm} & \lambda_{K_\beta} &= 137{,}766\,\mathrm{pm} \\ E_{K_{\alpha,berechnet}} &= 8{,}146\,\mathrm{keV} & E_{K_{\beta,berechnet}} &= 8{,}999\,\mathrm{keV} \\ E_{K_{\alpha,theoretisch}} &= 8{,}048\,\mathrm{keV} & E_{K_{\beta,theoretisch}} &= 8{,}906\,\mathrm{keV} \end{aligned}$$

Die theoretisch zu erwartenden Werte wurden [**wert**] entnommen. Die prozentualen Abweichungen ergeben sich zu

$$\Delta E_{K_\alpha} = 1{,}22\% \tag{5}$$

$$\Delta E_{K_\beta} = 1{,}04\% \tag{6}$$

Die Abschirmkonstante σ_K berechnet sich nun mit der Formel

$$\begin{aligned} \sigma_K &= Z - \sqrt{\frac{-4 \cdot (E_{K_\alpha} - E_{K_\beta})}{R_\infty}} \\ \sigma_K &= 13{,}161 \end{aligned}$$

Z ist die Ordnungszahl von Kupfer und hat einen Wert von 29.[**Z**] R_∞ ist die Rydberg-energie mit einem Wert von $23{,}6\,\mathrm{eV}$.[**Anleitung**]

1.3 Das Absorptionsspektrum

Die K-Kanten von Brom, Strontium und Zirkonium werden aus den Messwertenentnommen, bzw. aus den Abbildungen 3, 4 und 5 entnommen.

$$\begin{aligned} \theta_{Brom} &= 13{,}05° \\ \theta_{Strontium} &= 10{,}85° \\ \theta_{Zirkonium} &= 10° \end{aligned}$$

Mit den Formeln **??** und 4 werden zunächst die einzelnen Wellenlängen und dann die Energien bestimmt. Diese sind in Tabelle 1 aufgelistet.

Die Abschirmkonstante σ_K berechnet sich mit Hilfe der Formel (**??**). Dafür wird der Zusammenhang

$$z_{\text{eff}} = z - \sigma$$

Tabelle 1: Wellenlängen und Energien

	Wellenlänge / pm	Energie/ keV
Brom	90,95	13,632
Strontium	75,82	16,352
Zirkonium	69,95	17,724

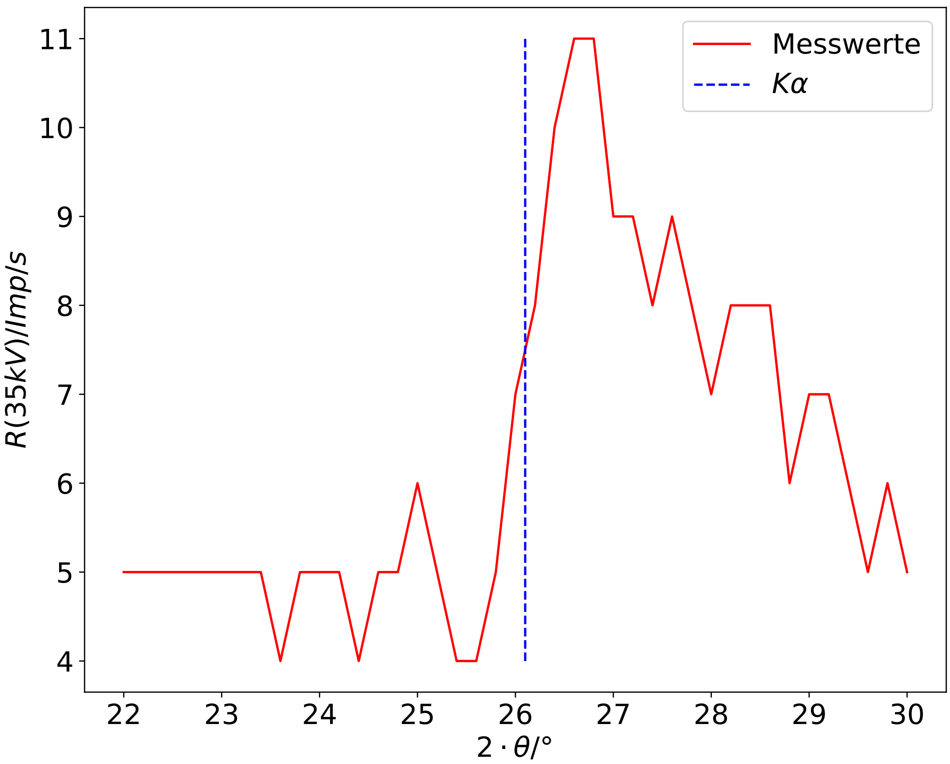

Abbildung 3: Absorptionsspektrum von Brom

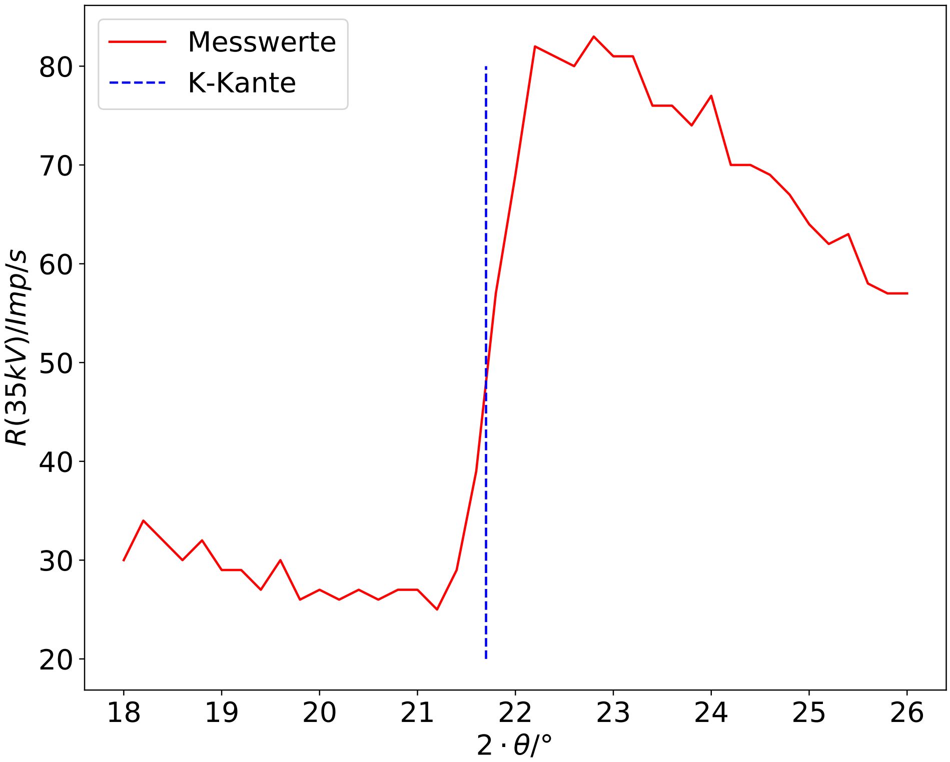

Abbildung 4: Absorptionsspektrum von Strontium

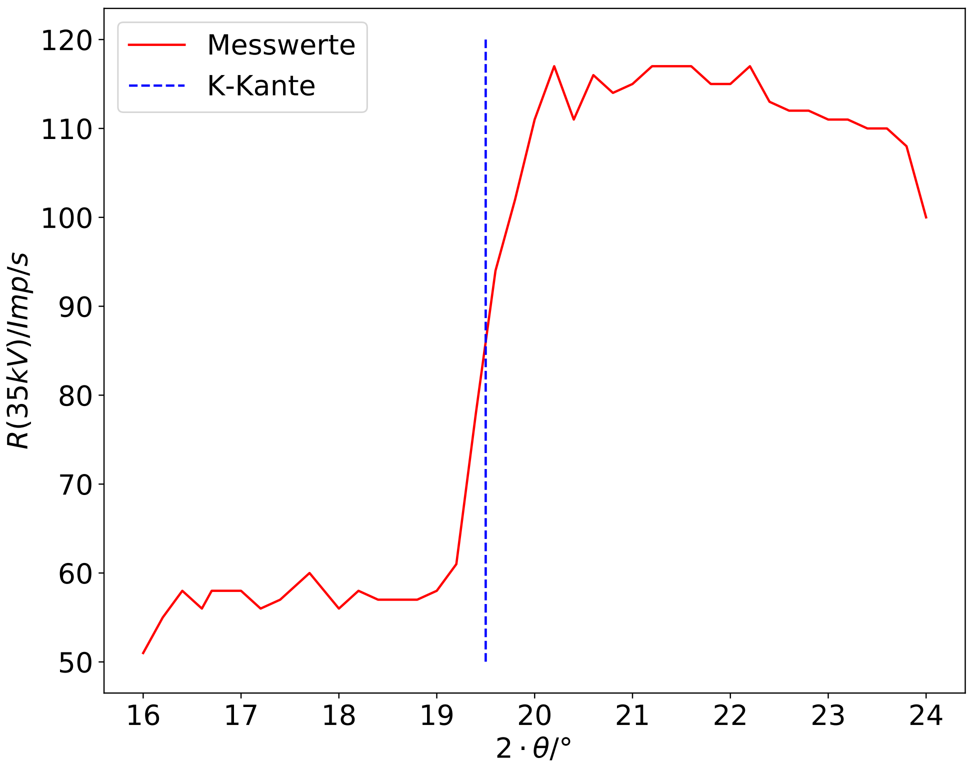

Abbildung 5: Absorptionsspektrum von Zirkonium

verwendet. Somit ergibt sich

$$\sigma_K = Z - \sqrt{\frac{E}{R_\infty}}$$

mit $Z_{Br} = 35$, $Z_{Sr} = 38$ und $Z_{Zr} = 40$ ([**Z**]) ergeben sich die Abschirmkonstanten zu

$$\sigma_{K_{Br}} = 3,340 \tag{7}$$
$$\sigma_{K_{Sr}} = 3,325 \tag{8}$$
$$\sigma_{K_{Zr}} = 3,899 \tag{9}$$

Im folgenen Wird $\sqrt{E}$ gegen Z aufgetragen. Außerdem wird eine lineare Regression mit

$$\sqrt{E} = a \cdot Z + b$$

durchgefürt. Die bestimmten Parameter lauten

$$a = (1,32 \pm 0,12) \cdot 10^{-9}\,\sqrt{\mathrm{J}}$$
$$b = (1 \pm 4) \cdot 10^{-9}\,\sqrt{\mathrm{J}}$$

Aufgrund der Formel (**??**) ergibt sich die Rydbergkonstante zu

$$R_\infty = a^2 = (10,875 \pm 1,977)\,\mathrm{eV}$$

Der Fehler berechnet sich mit

$$\Delta_{R_\infty} = 2m \cdot \Delta m$$

$$\theta_{L2} = 12,7°$$
$$\theta_{L3} = 14,7°$$

Daraus ergeben sich mit den Formeln (**??**) und (**??**) die Energien und die Energiedifferenz

$$E_{\theta_{L2}} = 14,00\,\mathrm{keV}$$
$$E_{\theta_{L3}} = 12,13\,\mathrm{keV}$$
$$\Delta E = 1,87\,\mathrm{keV}$$

Mit Formel (**??**) ergibt sich nun die Abschirmkonstante σ_L

$$\sigma_L = 4,074$$

Die Ordnungszahl von Quecksilber beträgt $Z = 80$.

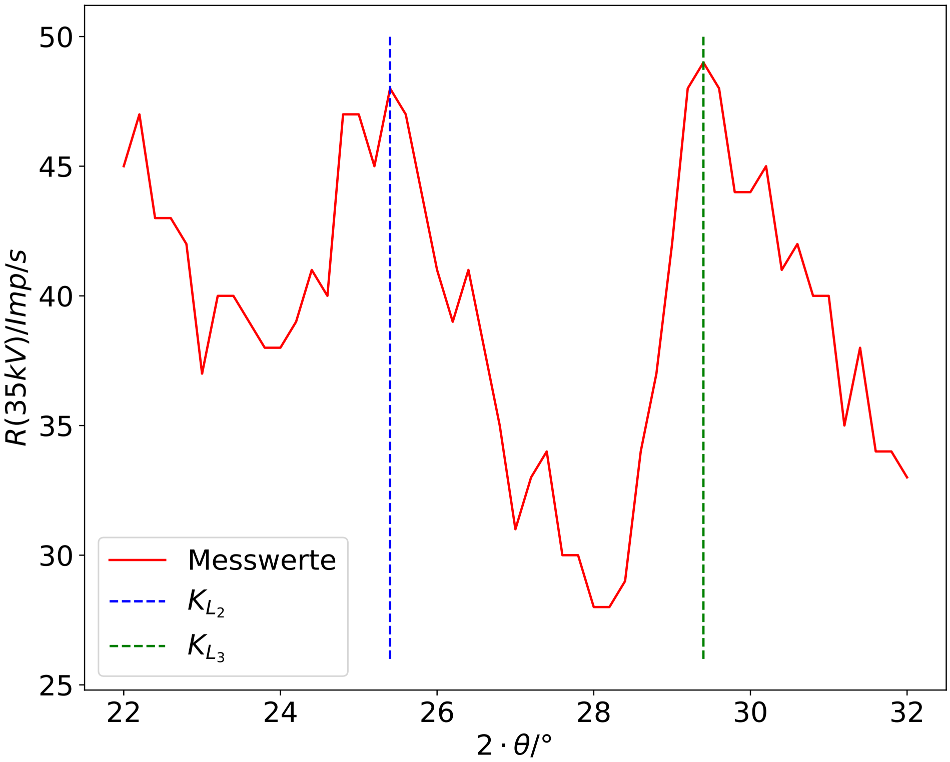

Abbildung 6: Absorptionsspektrum von Quecksilber