12 Blatt - Festkörperphysik 2 - Rastertunnelspektroskopie an Stufen

Es ist aus der Periode der Oszillationen der Elektronenwellen an einer Stufe die Dispersionsrelation $E\left(k_{\parallel}\right)$ des Schockley-Oberflächenzustandes auf Cu(111) für $E \geq -0.4\,\mathrm{eV}$ zu bestimmen. Wir können aus der gegebenen Graphik ablesen und erhalten ($k = \frac{\pi}{\lambda} = \frac{\pi}{P}$, wobei P die Periode der Oszillationen darstellt):

$E - E_F$ in eV	$\frac{1}{\lambda}$ in Å^{-1}	k in Å^{-1}
0.3	0.0837	0.263
0.2	0.0807	0.254
-0.2	0.0516	0.162
-0.3	0.0389	0.122
-0.4	0.0213	0.067

Nun wollen wir unser Ergebnis noch mit den Photoemissionsdaten aus Übung 10 vergleichen, wobei

$$E\left(k_{\parallel}\right) = E_0 + \frac{\hbar^2 k_{\parallel}^2}{2m^*}$$

mit $E_0 = -0.389\,\mathrm{eV}$ und $m^* = 0.46\,m$. In Übung 10 hatten wir

$$\begin{aligned} E_0 &= (-0.397 \pm 0.024)\ \mathrm{eV} \\ \frac{m^*}{m} &= (0.463 \pm 0.015) \end{aligned}$$

erhalten. Somit stimmen diese Werte im Fehlerintervall überein (wobei die auf dem Blatt angegebenen Werte denen von Übung 10 entsprechen sollen. Wir verwenden jedoch die selbst ermittelten Werte, da diese auf Grund des Fehlers eine bessere Vergleichsbasis bieten.).

Machen wir nun aus unseren oben ermittelten Werten einen parabolischen Fit (siehe Abbildung (1)), wie in Übung 10, so erhalten wir mit

$$f(x) = a\left(x + \frac{b}{2a}\right)^2 - \frac{b^2}{4a} + c$$

die fitting Parameter

$$\begin{aligned} a &= (13.2 \pm 2.8)\ \mathrm{eV}\,\text{Å}^2 \\ b &= (-0.93 \pm 0.98) \cdot 10^{-5}\,\mathrm{eV}\,\text{Å} \\ c &= (-0.393 \pm 0.072)\ \mathrm{eV} \end{aligned}$$

Vergleichen wir die fitting Parameter, so erhalten wir

Parameter	Übung 10	Übung 12
a in $\mathrm{eV}\,\text{Å}^2$	(8.23 ± 0.26)	(13.2 ± 2.8)
b in $\mathrm{eV}\,\text{Å}$	(0.019 ± 0.034)	(-0.93 ± 0.98)
c in eV	(-0.397 ± 0.0024)	(-0.393 ± 0.072)

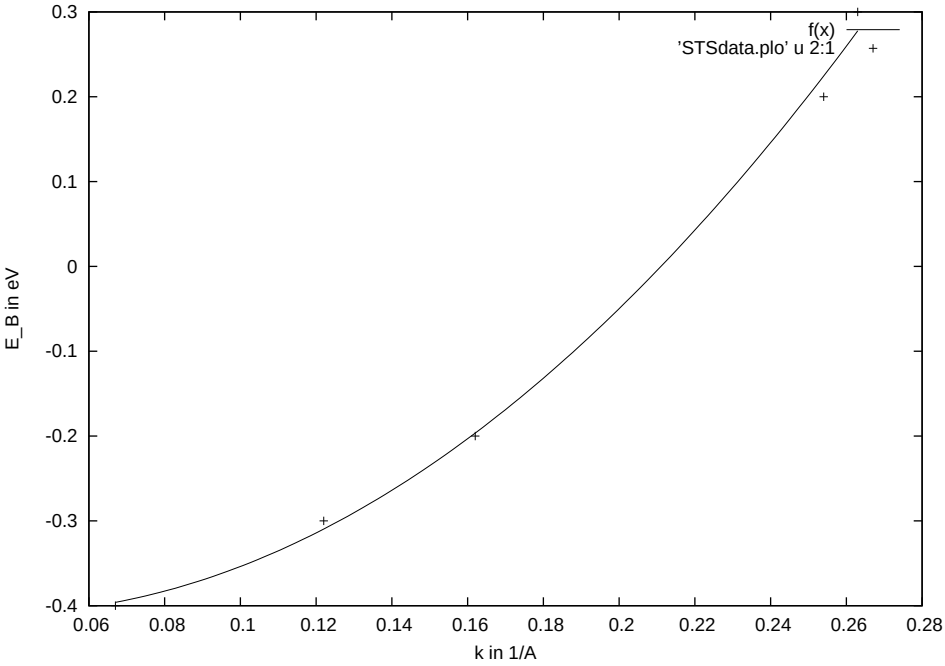

Figure 1: E_B geplottet über $k_\parallel$ mit parabolischem Fit.

Es ist sofort ersichtlich, dass die Fehler aus Übung 12 sehr viel größer sind als die aus Übung 10 (dies ist vermutlich zurückzuführen auf die geringere Anzahl an Messpunkten: 5 im Gegensatz zu 2*9, d.h. 18 Messpunkten bei Übung 10). Die Werte sind jedoch zumindest verträglich.

Wir wissen bereits aus Übung 10, dass die fitting Parameter auf folgende Weise mit der physikalischen Realität verknüpft sind

$$\begin{aligned} \frac{\hbar^2}{2m^*} &= a \\ E_{B,0} &= c - \frac{b^2}{4a} \\ k_\parallel^2 &= \left(x + \frac{b}{2a}\right)^2 \end{aligned}$$

mit $\frac{b}{2a} = k_0$. Daher erhalten wir zum Vergleich die folgende Tabelle:

Parameter	Übung 10	Übung 12
m^*/m	(0.463 ± 0.015)	(0.289 ± 0.062)
$E_{B,0}$ in eV	(-0.397 ± 0.0024)	(-0.409 ± 0.080)
k_0 in Å^{-1}	$(1.15 \pm 2.06) \cdot 10^{-3}$	$(35 \pm 37) \cdot 10^{-3}$

Da die Fehler aus den fitting Parametern folgen, sind sie wiederum für Übung 12 größer als für Übung 10.