1 Auswertung

Die Messzeit bei allen Messwerten war gleich (5min), so dass man alle Messwerte direkt vergleichen kann.

1.1 Mottstreuung

1.1.1 gemessene Mottstreuung

Am Szintillationszähler L und R wurden folgende Intensitäten N_L und N_R gemessen in Abhängigkeit des Azimutswinkel ϕ. Als Mottfolie diente die $2,8\mu m$-Goldfolie. Der Fehler bei der Messung der Intensität ist gegeben durch

$$\Delta N_i = \sqrt{N_i}, \text{ wobei } i = L, R. \tag{1}$$

$$\tag{2}$$

Die Intensität der einzelnen Zähler wird noch mit dem gemessenem Streuanteil s der Trägerfolie an den einzlnen Zählern korrigiert.

$$K_i = N_i - s_i, \text{ wobei } i = L, R \tag{3}$$

$$\Delta K_i = \sqrt{N_i + s_i} \tag{4}$$

Es wird das Verhältnis gebildet der Intensitäten von L und R.

$$\frac{L}{R} = \frac{K_L}{K_R} \tag{5}$$

$$\Delta \frac{L}{R} = \frac{1}{K_R}\sqrt{(\Delta K_L)^2 + \left(\frac{K_L \Delta K_R}{K_R}\right)^2} \tag{6}$$

Aus den Messwerten wurden damit folgende Werte bestimmt:

Winkel $\pm 0,5[°]$	N_L	N_R	s_L	s_R	K_L	K_R
0	14824 ± 122	17855 ± 134	3003 ± 55	3314 ± 58	11821 ± 134	14541 ± 145
30	14816 ± 122	17549 ± 132	3036 ± 55	3322 ± 58	11780 ± 134	14227 ± 144
60	15621 ± 125	17388 ± 132	3518 ± 59	3408 ± 58	12103 ± 138	13980 ± 144
90	16294 ± 128	17246 ± 131	3830 ± 62	3452 ± 59	12464 ± 142	13794 ± 144
120	15834 ± 126	16698 ± 129	3568 ± 60	3418 ± 58	12266 ± 139	13280 ± 142
150	15754 ± 126	16828 ± 130	3207 ± 57	3524 ± 59	12547 ± 138	13304 ± 143
180	16121 ± 127	16584 ± 129	3066 ± 55	3405 ± 58	13055 ± 139	13179 ± 141
210	15858 ± 126	16839 ± 130	2939 ± 54	2696 ± 52	12919 ± 137	14143 ± 140
240	15579 ± 125	17390 ± 132	2995 ± 55	3973 ± 63	12584 ± 136	13417 ± 146
270	15485 ± 124	17866 ± 134	2947 ± 54	4055 ± 64	12538 ± 136	13811 ± 148
300	14884 ± 122	17634 ± 133	2899 ± 54	3694 ± 61	11985 ± 133	13940 ± 146
330	14546 ± 121	17542 ± 132	2976 ± 55	3575 ± 60	11570 ± 132	13967 ± 145
360	14649 ± 121	17552 ± 132	3129 ± 56	3379 ± 58	11520 ± 133	14173 ± 145

Das Verhältnis L/R ist somit:

Winkel $\pm 0,5[^\circ]$	$\frac{L}{R}$
0	$0,813 \pm 0,012$
30	$0,828 \pm 0,013$
60	$0,866 \pm 0,013$
90	$0,904 \pm 0,014$
120	$0,924 \pm 0,014$
150	$0,943 \pm 0,014$
180	$0,991 \pm 0,015$
210	$0,913 \pm 0,013$
240	$0,938 \pm 0,014$
270	$0,908 \pm 0,014$
300	$0,860 \pm 0,013$
330	$0,828 \pm 0,013$
360	$0,813 \pm 0,013$

Diese Werte sind in der Abbildung 1 dargestellt.

1.1.2 Korrekturfaktor α

Der Korrekturfaktor α beschreibt die mitdrehenden Asymmetrien. Der Korrekturfaktor wird wie folgt bestimmt.

$$\alpha = \sqrt{\frac{L}{R}(0)\frac{L}{R}(\pi)} \tag{7}$$

$$\Delta\alpha = \sqrt{\frac{1}{4}\frac{L/R(0)^2\Delta L/R(0)^2 + L/R(\pi)^2\Delta L/R(\pi)^2}{L/R(0)L/R(\pi)}} \tag{8}$$

Der Korrekturfaktor α ist also,

$$\begin{aligned} \alpha &= 0,897 \pm 0,010 \\ &= 0,897 \pm 1,11\% \end{aligned}$$

1.1.3 Korrekturfaktor δ

Der Korrekturfaktor δ beschreibt die nicht mitdrehenden Asymmetrien. Dieser wurde durch Messungen bei $\phi = 0^\circ$ und $\phi = 180^\circ$ bestimmt, wobei als Mottstreufolie eine $500\mu m$ dicke Aluminiumfolie verwendet wurde. Es wurden folgende Messwerte gemacht.

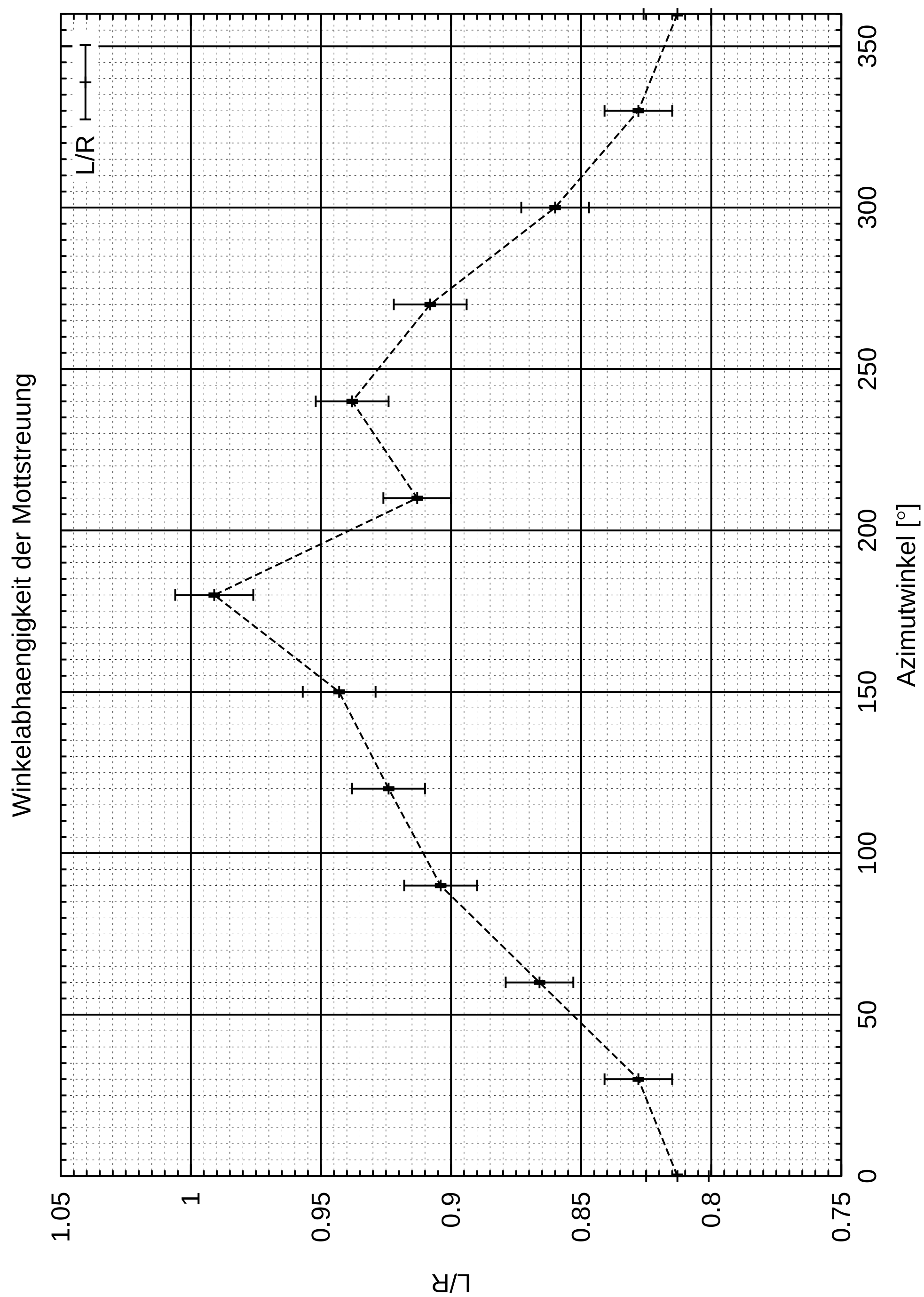

Abbildung 1: Winkelabhängigkeit der Mottstreuung

Azimutwinkel $\pm 0,5[°]$	N_L	N_R	K_L	K_R
0	7648 ± 87	9249 ± 96	4645 ± 103	5935 ± 112
180	7873 ± 89	9241 ± 96	4807 ± 105	5839 ± 112

Der Korrekturfaktor δ ist gegeben durch folgende Formel.

$$\delta = \frac{1-y}{1+y} \tag{9}$$

$$\Delta\delta = \frac{2\Delta y}{(1+y)^2} \tag{10}$$

$$y = \sqrt{\frac{K_L(\pi)}{K_R(\pi)}\frac{K_R(0)}{K_L(0)}} \tag{11}$$

$$\Delta y = \frac{1}{\sqrt{2K_R(\pi)K_L(0)}}\sqrt{\left(\sqrt{\frac{K_R(0)}{K_L(\pi)}}\Delta K_L(\pi)\right)^2 + \left(\sqrt{\frac{K_L(180)}{K_R(0)}}\Delta K_R(0)\right)^2 + \overline{+\left(\sqrt{\frac{K_R(0)K_L(\pi)}{K_L(0)K_R(\pi)^2}}\Delta K_R(\pi)\right)^2 + \left(\sqrt{\frac{K_R(0)K_L(\pi)}{K_L(0)^2K_R(\pi)}}\Delta K_L(0)\right)^2}} \tag{12}$$

Nach einsetzen der Werte erhält man:

$$\begin{aligned} y &= 1,026 \pm 0,021 \\ \delta &= -0,013 \pm 0,010 \\ &= -0,013 \pm 81,3\% \end{aligned}$$

1.1.4 Mottasymmetrie x für $3\mu m$-Goldfolie

Die Mottasymmetrie x errechnet sich genauso wie das δ aus 1.1.3, wobei die Werte $K_i(\phi)$ aus 1.1.1 genommen werden. Man erhält nach einsetzen aller Werte folgendes Ergebnis:

$$\begin{aligned} x &= -0,0494 \pm 0,0053 \\ &= -0,0494 \pm 10,78\% \end{aligned}$$

1.1.5 Erwarteter Kurvenverlauf

Der erwartete Kurvenverlauf aus der Theorie ist gegeben durch

$$\left(\frac{L}{R}(\phi)\right)_{theo} = \frac{1 + x\cos\phi + \delta}{1 - x\cos\phi - \delta}\alpha \tag{13}$$

$$\Delta\left(\frac{L}{R}(\phi)\right)_{theo} = \sqrt{f1(\phi)^2 + f2(\phi)^2 + f3(\phi)^2}, \text{ mit} \tag{14}$$

$$f1(\phi) = \frac{\alpha}{1 - x\cos\phi - \delta}\left(1 + \frac{1 + x\cos\phi + \delta}{1 - x\cos\phi - \delta}\right)\Delta\delta \quad (15)$$

$$f2(\phi) = \frac{\alpha}{1 - x\cos\phi - \delta}\left(\cos\phi + \frac{1 + x\cos\phi + \delta}{1 - x\cos\phi - \delta}\cos\phi\right)\Delta\delta \quad (16)$$

$$f3(\phi) = \frac{1 + x\cos\phi + \delta}{1 - x\cos\phi - \delta}\Delta\alpha \quad (17)$$

Diese ist zusammen mit den Messwerten in Abbildung 2 dargestellt. Der erwartete Kurvenverlauf $\left(\frac{L}{R}(\phi)\right)_{theo}$ alleine ist in Abbildung 3 dargestellt. Die in den Abbildungen zusätzlichen Kurven sind

$$\text{obere Begrenzung } \left(\frac{L}{R}(\phi)\right)_{theo} = \left(\frac{L}{R}(\phi)\right)_{theo} + \Delta\left(\frac{L}{R}(\phi)\right)_{theo}$$

$$\text{untere Begrenzung } \left(\frac{L}{R}(\phi)\right)_{theo} = \left(\frac{L}{R}(\phi)\right)_{theo} - \Delta\left(\frac{L}{R}(\phi)\right)_{theo}.$$

Da in $\left(\frac{L}{R}(\phi)\right)_{theo}$ auch experimentelle Werte einfliessen, müssen diese auch hier berücksichtigt werden. Eine Abweichung der Winkelskala konnte bei dieser Messung nicht festgestellt werden.

1.2 Asymmetrie bei verschiedenen Foliendicken

Hier wird die Asymmetrie x als Funktion der Dicke d der Mottfolie bestimmt. Die Berechnung verläuft wie bei 1.1.4. Die Werte bei Dicke von $3\mu m$ stammen aus 1.1.1. Für den Azimutwinkel $\phi = 180°$ wurden folgende Werte gemessen:

Foliendicke d $\pm 0,1[\mu m]$	N_L	N_R	K_L	K_R
5	33044 ± 182	33167 ± 182	29978 ± 190	29762 ± 191
4	36462 ± 191	37773 ± 194	33396 ± 199	34368 ± 203
3	16121 ± 127	16584 ± 129	13055 ± 139	13179 ± 141
2,1	14409 ± 120	15492 ± 124	11343 ± 132	12087 ± 137
1	6508 ± 81	6899 ± 83	3442 ± 98	3494 ± 102

Für den Azimutwinkel $\phi = 0°$ wurden folgende Werte gemessen:

Foliendicke d $\pm 0,1[\mu m]$	N_L	N_R	K_L	K_R
5	31617 ± 178	35422 ± 188	28614 ± 186	32108 ± 197
4	33712 ± 184	39935 ± 200	30709 ± 192	36621 ± 208
3	14824 ± 122	17855 ± 134	11821 ± 134	14541 ± 145
2,1	13042 ± 114	16758 ± 129	10039 ± 127	13444 ± 142
1	6010 ± 78	7321 ± 86	3007 ± 95	4007 ± 103

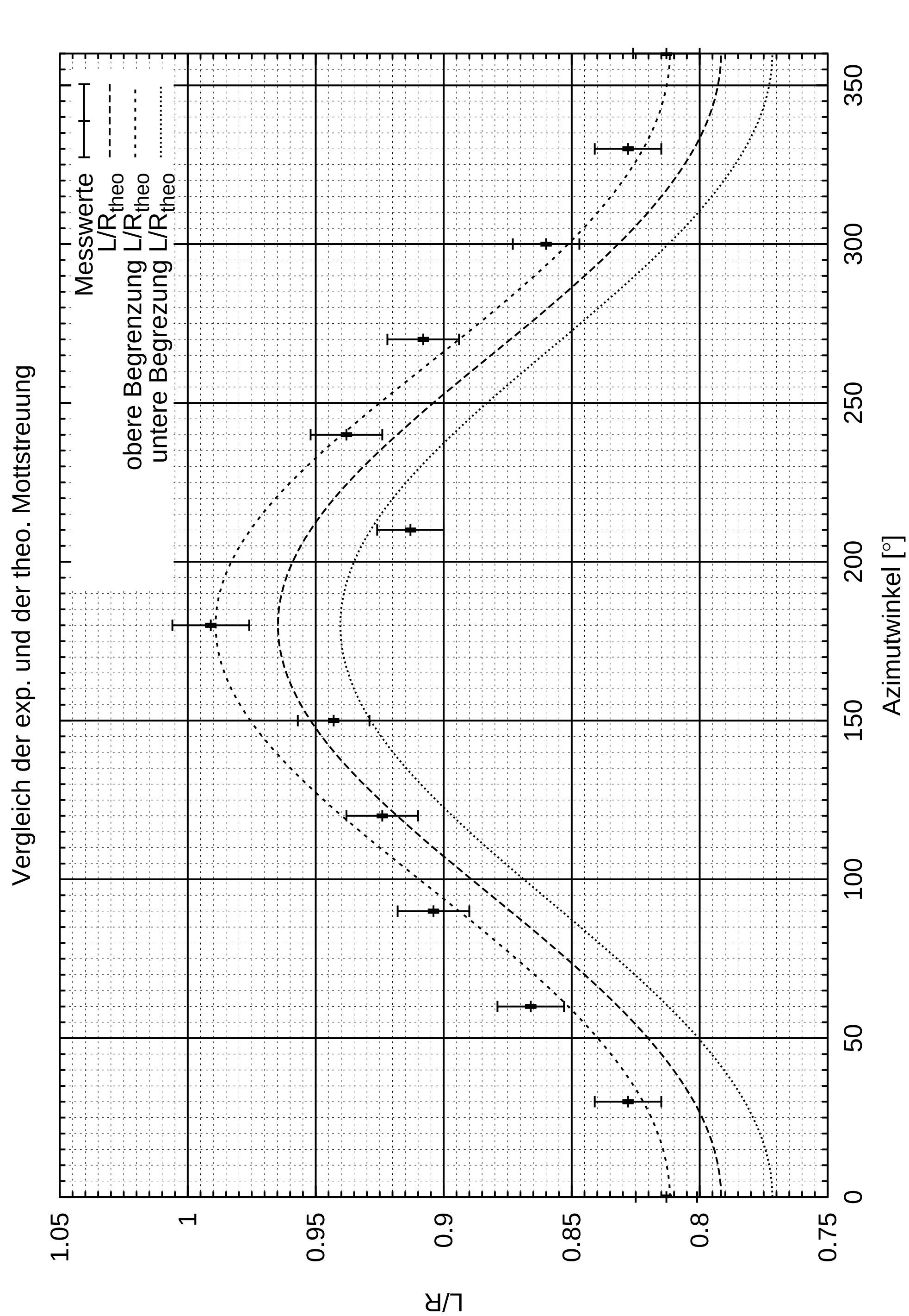

Abbildung 2: exp. und theo. Mottstreuung im Vergleich

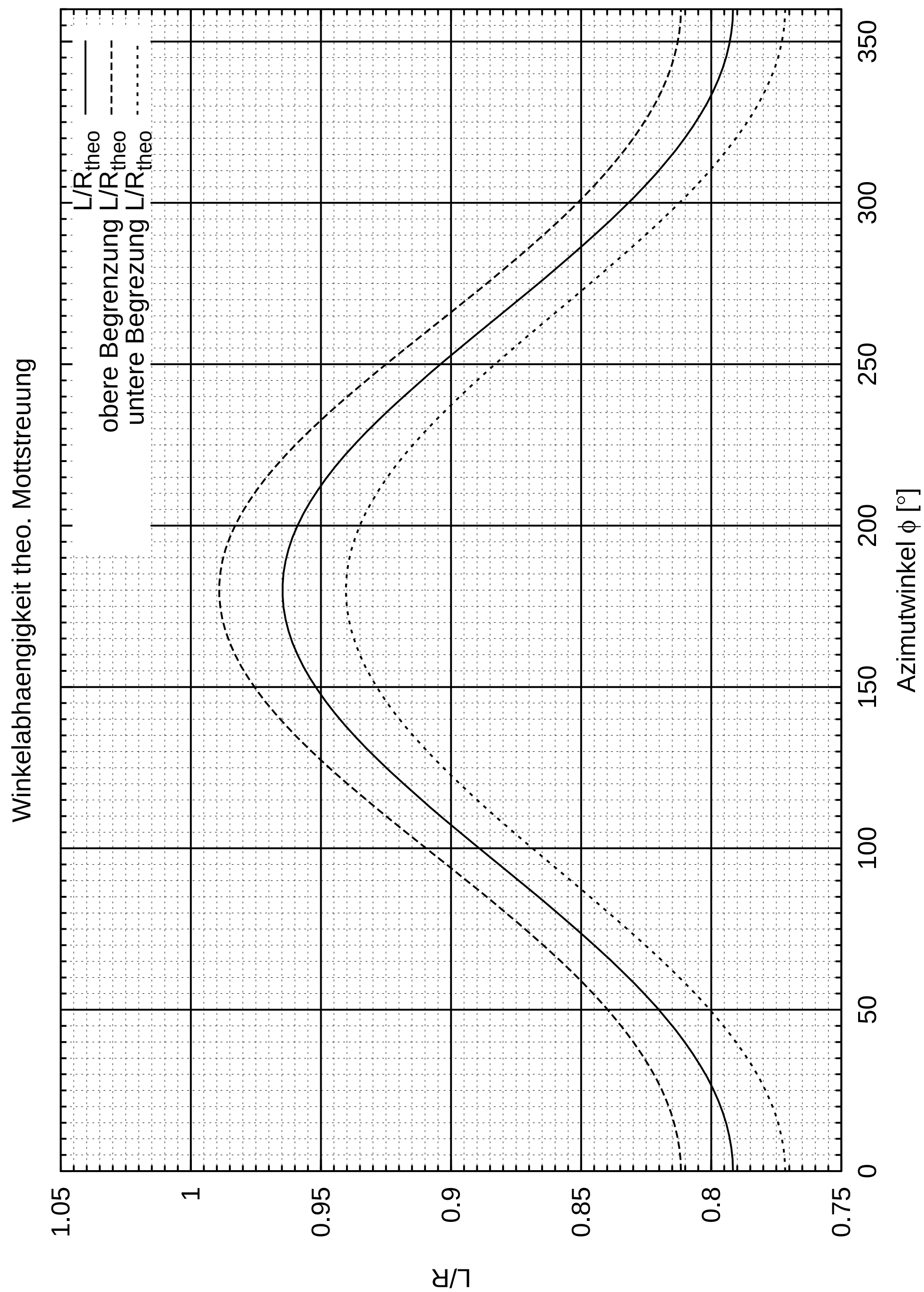

Abbildung 3: Winkelabhängigkeit der theo. Mottstreuung

Die Flächendichte σ ergibt sich durch

$$\sigma = \rho d \quad (18)$$

$$\Delta\sigma = \rho\Delta d \quad (19)$$

$$\rho = 19,28\frac{g}{cm^3}, \text{ Dichte für Gold aus Gerthsen Physik Aufl. 19.} \quad (20)$$

Es ergeben sich folgende Werte:

Foliendicke $\pm 0,1[\mu m]$	Flächendicke σ $\left[\frac{mg}{cm^2}\right]$	x	$\frac{1}{x}$
5	$9,64 \pm 0,19$	$-0,0306 \pm 0,0032$	$-32,68 \pm 3,39$
4	$7,71 \pm 0,19$	$-0,0368 \pm 0,0030$	$-27,15 \pm 2,19$
3	$5,78 \pm 0,19$	$-0,0494 \pm 0,0053$	$-20,26 \pm 2,18$
2,1	$4,05 \pm 0,19$	$-0,0571 \pm 0,0058$	$-17,52 \pm 1,77$
1	$1,93 \pm 0,19$	$-0,0679 \pm 0,0143$	$-14,72 \pm 3,10$

Die Asymmetrie x gegen Flächendichte σ ist in 4 dargestllt. $1/x$ gegen die Flächendichte σ ist in 5 dargestellt. In dieser Abbildung wurde eine Fitgerade durch die Messpunkte gezogen, wobei folgende Fitparameter bestimmt wurden.

$$\begin{aligned} f(\sigma) &= a\sigma + b, \text{ Fitgerade} \quad (21)\\ a &= (-2,32 \pm 0,25)\frac{cm^2}{mg} \\ &= -2,32\frac{cm^2}{mg} \pm 10,75\% \\ b &= -8,83 \pm 1,62 \\ &= -8,83 \pm 18,35\% \end{aligned}$$

1.2.1 Mottasymmetrie bei $d = 0$

Die Mottasymmetrie x_0 für die Foliendicke $d = 0cm$ ist der Kehrwert des Achsenabschnitt b der Fitgeraden in 1.2.

$$\begin{aligned} x_0 &= -0,1134 \pm 0,0208 \\ &= -0,113 \pm 18,35\% \end{aligned}$$

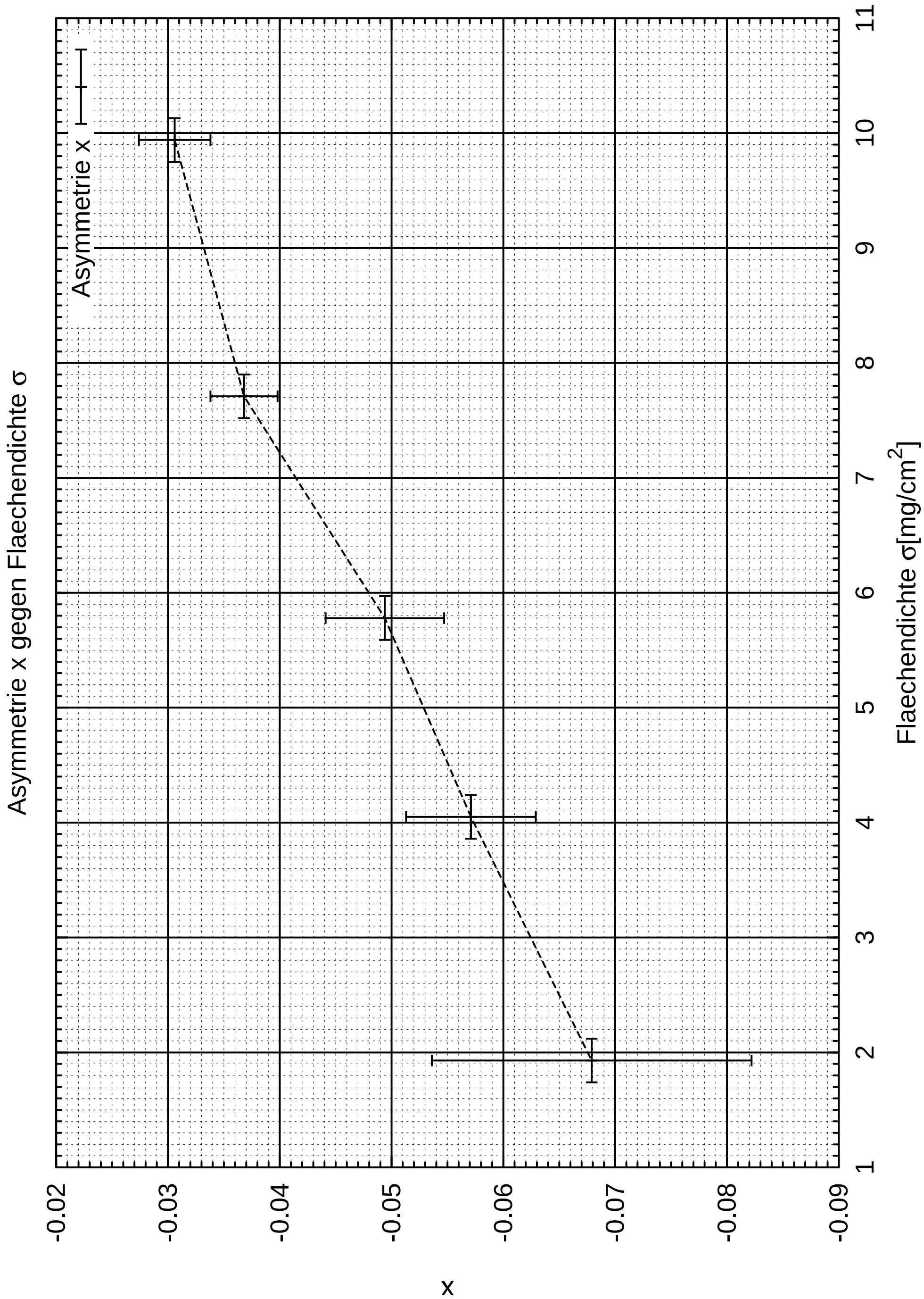

Abbildung 4: Asymmetrie x gegen Flächendichte σ

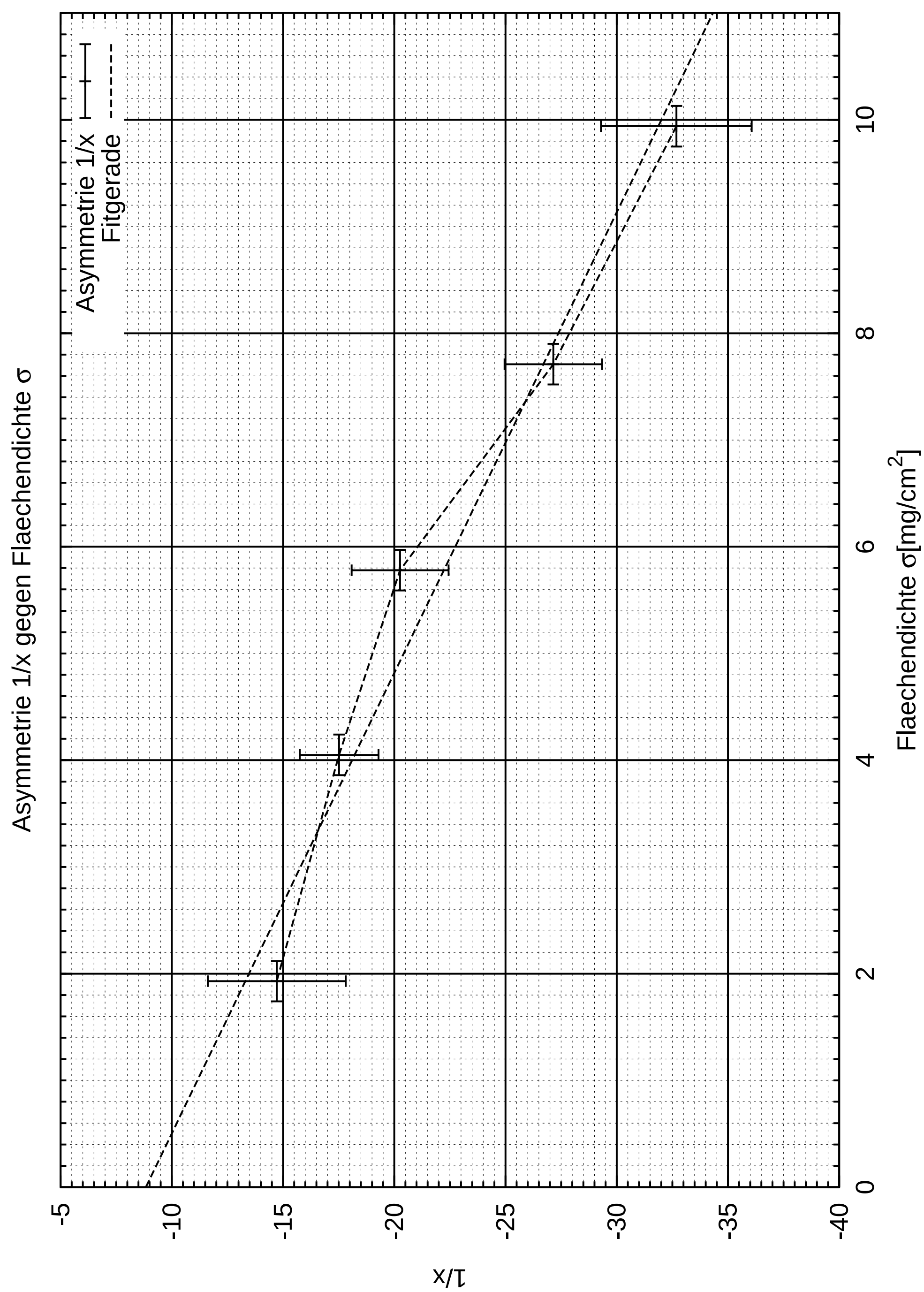

Abbildung 5: Kehrwert 1/x gegen Flächendichte σ

1.2.2 longitudinale Polarisation

Aus der Mottasymmetrie x_0 wird die longitudinale Polarisation der β- Teilchen abgeschätzt. Es besteht folgender Zusammenhang:

$$P_0 = -\frac{x_0}{0,237} \tag{22}$$

$$\Delta P_0 = \frac{\Delta x_0}{0,237} \tag{23}$$

Nach einsetzen der Werte erhält man für P_0:

$$\begin{aligned} P_0 &= 0,478 \pm 0,088 \\ &= 0,478 \pm 18,35\% \end{aligned}$$