

## Versuch 14: Streuversuch

(durchgeführt am 01.10.2018 bei Julia Müller)  
Andréz Gockel, Patrick Münnich  
9. Oktober 2018

### Inhaltsverzeichnis

1	Ziel des Versuchs	2
2	Theorie	2
3	Aufbau	2
4	Durchführung	2
5	Auswertung	2
6	Diskussion	4
7	Anhang: Tabellen und Diagramme	5

### Tabellenverzeichnis

1	Gemittelte Datenpunkte . . . . .	3
2	Werte für $\theta$ . . . . .	3
3	XXXX . . . . .	5

### Abbildungsverzeichnis

1	Auftragung der Messwerte und lineare Regression . . . . .	6
---	---	---

## 1 Ziel des Versuchs

Das Ziel dieses Versuchs ist es, experimentell die Streuung von Teilchen zu visualisieren, in dem man Kugeln auf ein Target schießt und die Auftreffpunkte betrachtet. Hiermit wird dann mit der Abhängigkeit des Streuwinkels vom Stoßparameter der Durchmesser des Targets bestimmt.

## 2 Theorie

Wird eine Kugel mit Radius  $r$  auf eine festgehaltene Kugel mit Radius  $R$ , auch „Target“ genannt, geschossen, so wird sie mit dem Streuwinkel  $\theta$  gestreut.  $\theta$  hängt hier vom Stoßparameter  $b$  ab. Zum genaueren Verständnis muss eine Skizze angebracht werden:

Hierzu gelten folgende Formeln:

$$\overline{CE} = \overline{BD} = s \arcsin \frac{b}{s} \approx b \quad (1)$$

$$\theta = \frac{\overline{AD}}{s} \approx \frac{\overline{AB} - b}{s} \quad (2)$$

$$\sin \beta = \frac{b}{r + R} \quad (3)$$

Außerdem können wir unser  $\theta$  folgendermaßen ausdrücken:

$$\theta = \frac{B}{s} \quad (4)$$

## 3 Aufbau

## 4 Durchführung

Man beginnt damit, dass das Papier an die Innenwand des Zylinder des Streuapparats gesteckt wird. Wichtig ist hier natürlich, dass die druckempfindliche Seite nach innen zeigen muss.

Es werden dann für verschiedene Stoßparameter  $b$ , welche durch Bewegen des Schußgeräts eingestellt werden, die Kugeln alle an das Target innerhalb des Streuapparats geschossen. Sind alle Kugeln geschossen, so wird der Stoßparameter geändert. Zu beachten ist, dass man sowohl von rechts als auch von links schießen muss.

## 5 Auswertung

Für die Auswertung muss zuerst der Papierstreifen entfernt werden. Man betrachtet die Aufstoßpunkte und mittelt sie. Hierzu beginnt man graphisch und findet rechts und links Grenzen, sodass 68% der Punkte innerhalb der Grenzen liegen. Danach geht man analytisch vor und berechnet mit

$$\frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (5)$$

die Mittelwerte und mit

$$s_{\bar{x}} = \frac{\sum s_x}{\sqrt{n}} \quad (6)$$

deren Unsicherheiten. Wir erhalten damit folgende Werte:

Um unsere Werte aufzutragen und den Radius  $R$  zu bestimmen berechnen wir noch mit (4) die Werte für  $\theta$ . Wir verwenden für  $s$  unser bestimmter Radius des zylindrischen Streuapparats von  $(63.8 \pm 0.5)$  cm und die eben berechneten Werte für die Positionen.

Tabelle 1: Gemittelte Datenpunkte

	Messreihe	Position/cm	B/cm
	1	109.00	87.8
	2	108.00	65.0
	3	108.50	77.4
Unsicherheiten:	4	107.50	49.4
B: $\pm 0.1\text{cm}$	5	111.50	64.5
Position: $\pm 0.05\text{cm}$	6	111.00	75.7
	7	112.00	55.1
	8	111.75	50.2
	9	111.25	70.0
	10	109.25	70.25

Um den Fehler unserer  $\theta$  zu berechnen nutzen wir:

$$\frac{\partial\theta}{\partial b} = \frac{1}{s}$$

$$\frac{\partial\theta}{\partial s} = -\frac{b}{s^2}$$

$$\Delta\theta = \sqrt{\left(\frac{\partial\theta}{\partial b}\Delta b\right)^2 + \left(\frac{\partial\theta}{\partial s}\Delta s\right)^2}$$

Wir erhalten als Werte:

Tabelle 2: Werte für  $\theta$ 

Messreihe	Position/cm	$\theta$ /rad
1	109.00	$2.75 \pm 0.02$
2	108.00	$2.03 \pm 0.02$
3	108.50	$2.43 \pm 0.02$
4	107.50	$1.55 \pm 0.01$
5	111.50	$2.02 \pm 0.02$
6	111.00	$2.37 \pm 0.02$
7	112.00	$1.73 \pm 0.01$
8	111.75	$1.57 \pm 0.01$
9	111.25	$2.19 \pm 0.02$
10	109.25	$2.20 \pm 0.02$

Wir können jetzt also unsere Werte von  $b$  gegen  $\cos(\theta)$  auftragen. Wir führen aber zuerst noch eine lineare Regression durch. Da unsere zehnte Messung stark von den anderen Messungen dieser Messreihe abweicht, lassen wir diese raus. Aus unseren Formeln,

$$a = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad (7)$$

$$\Delta a = s \sqrt{\frac{n}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}, \quad (8)$$

$$b = \frac{\sum x_i^2 \sum y_i - \sum x_i \sum x_i y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad (9)$$

$$\Delta b = s \sqrt{\frac{\sum x_i^2}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}} \quad (10)$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-2} \sum_{i=1}^n [y_i - (a + bx_i)]^2} \quad (11)$$

interessiert uns eigentlich nur die Steigung  $a$ . Wir erhalten mit unserer Rechnung

$$a_{links} = -0.35 \pm ??$$

$$a_{rechts} = 0.32 \pm ??$$

Das resultierende Bild sieht dann folgendermaßen aus:

Fehlerbalken in  $y$ -Achse sind hier schwer zu erkennen, wurden jedoch berechnet. Hierzu leiten wir  $\cos\left(\frac{\theta}{2}\right)$  partiell nach  $\theta$  ab:

$$\frac{\partial \cos\left(\frac{\theta}{2}\right)}{\partial \theta} = -\frac{\sin\left(\frac{\theta}{2}\right)}{2}$$

Der Betrag dieser partielle Ableitung mit dem Fehler von  $\theta$  multipliziert ist also unser Fehler in der  $y$ -Achse.

Da unser Verlauf klar linear ist können wir  $\frac{1}{r+R}$  aus (3) der Steigung gleichsetzen. Wir rechnen also

$$\frac{1}{a} - r = R \quad (12)$$

Da wir einen Fehler auf  $a$  haben müssen wir wieder gaußsche Fehlerfortpflanzung anwenden und erhalten

$$\frac{\partial R}{\partial a} = -\frac{1}{a^2}$$

$$\Delta R = \left| \frac{\partial R}{\partial a} \Delta a \right|$$

Mit unseren beiden Steigungen und dem vorgegebenen Radius der Kugeln,  $2r = 4.35 \text{ mm}$ , erhalten wir als Werte für den Radius unseres Targets:

$$r_1 = 2.66 \pm ??$$

$$r_2 = 2.91 \pm ??$$

Der Mittelwert hiervon mit (5) und (6) ist dann:

$$\bar{r} = 2.78 \pm ??$$

## 6 Diskussion

XXXX

## 7 Anhang: Tabellen und Diagramme

Tabelle 3: XXXX

Unsicherheiten: XXXX: $\pm XXXX$	XXXX/XX	XXXX/XX	XXXX/XX
	2	0.26	0.23
	4	0.33	0.25
	5		0.3
	6	1.25	0.83
	8	3.9	0.83
	9	4.75	4.6
	10	4.7	

## Literatur

- [1] "Correlations between variables are automatically handled, which sets this module apart from many existing error propagation codes." - <https://pythonhosted.org/uncertainties/>
- [2] Physikalisches Institut der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg (Hrsg.) (08/2018): Versuchsanleitungen zum Physiklabor für Anfänger\*innen, Teil 1, Ferienpraktikum im Sommersemester 2018.

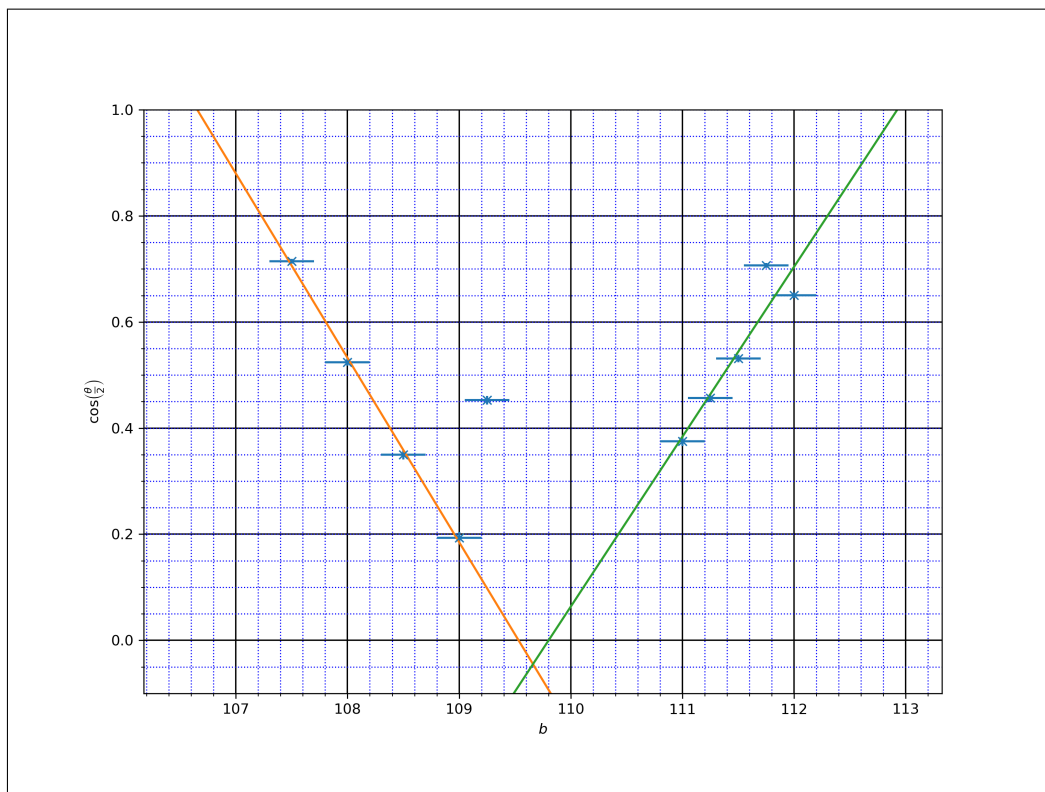


Abbildung 1: Auftragung der Messwerte und lineare Regression