

VERSUCHSBERICHT ZU

O2 - MIKROWELLEN

Gruppe 14Mo

Alexander Neuwirth (E-Mail: a_neuw01@wwu.de)
Leonhard Segger (E-Mail: l_segg03@uni-muenster.de)

durchgeführt am 11.06.2018
betreut von
Stephan Majert

17. Juni 2018

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzfassung	3
2	Methoden	3
3	Ergebnisse und Diskussion	3
3.1	Beobachtungen und Datenanalyse	3
3.1.1	Unsicherheiten	3
3.1.2	Bestimmung des Quellflecks des Senders	3
3.1.3	Bestimmung der Wellenlänge	6
3.1.4	Bestimmung des Brechungsindex von PVC	7
3.1.5	Frustierte Totalreflexion	9
3.2	Diskussion	9
4	Schlussfolgerung	9

1 Kurzfassung

2 Methoden

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Beobachtungen und Datenanalyse

3.1.1 Unsicherheiten

Die Unsicherheiten wurden gemäß GUM ermittelt. Außerdem wurde für Unsicherheitsrechnungen die Python Bibliothek „uncertainties“ verwendet.

Messleiste: Die Unsicherheit der Messleiste wurde auf 0,2 cm abgeschätzt (dreieckige WDF).

Maßband/Geodreieck: Die Unsicherheit des Maßbands/Geodreiecks wurde mit 0,05 cm bemessen (dreieckige WDF).

Winkelmessung: Die Winkel wurden analog abgelesen wobei die Unsicherheit $0,4^\circ$ beträgt. Beim Verstellen des Winkelmessarmes hat dieser jedoch viel Spielraum gehabt in dem sich der Winkelzeiger nicht verändert hat, deshalb wurde für diese Messung eine doppelte Unsicherheit gewählt.

Multimeter: Das Multimeter zeigte die Spannung mit 2 Nachkommastellen an, da bei den Messungen die Anzeige der letzten Ziffer schwankte wurde die Unsicherheit mit 0,03 V abgeschätzt (rechteckige WDF).

3.1.2 Bestimmung des Quellflecks des Senders

Es wurde in 4 verschiedenen Abständen zum Sender 11 orthogonal die Strahlung gemessen. Die gemessenen Strahlenprofile sind in Abb. 1 bis 4 dargestellt.

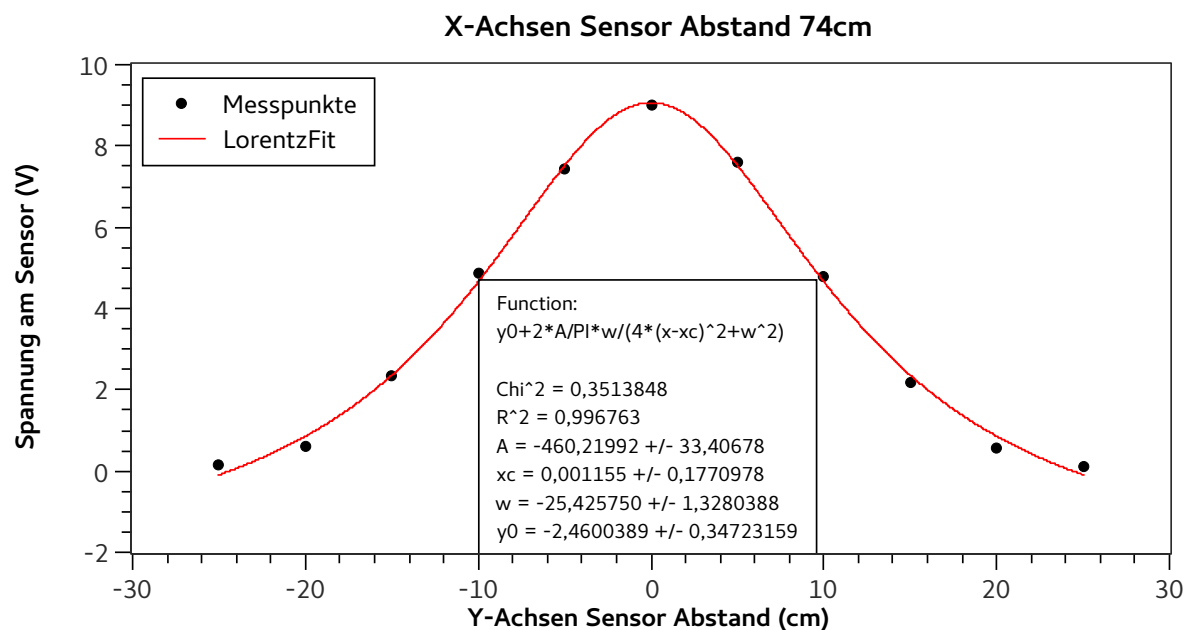


Abbildung 1: Strahlenprofil im Abstand von 74 cm. Die Unsicherheiten sind kleiner als die Symbole.

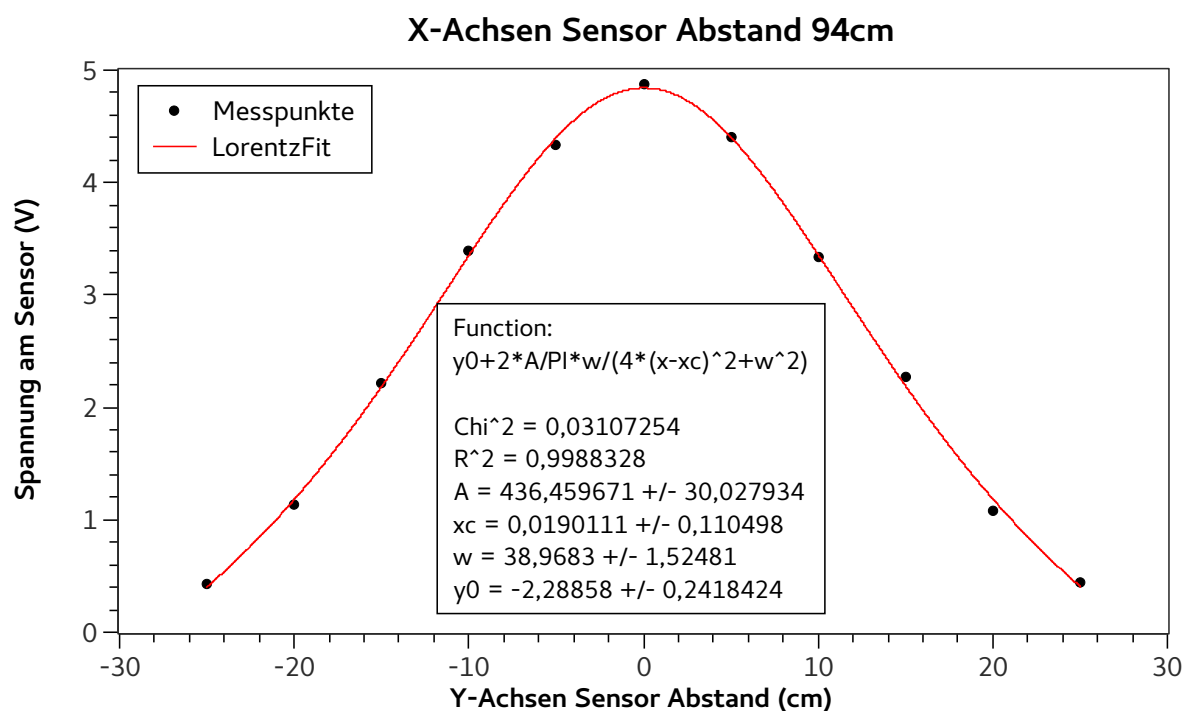


Abbildung 2: Strahlenprofil im Abstand von 94 cm. Die Unsicherheiten sind kleiner als die Symbole.

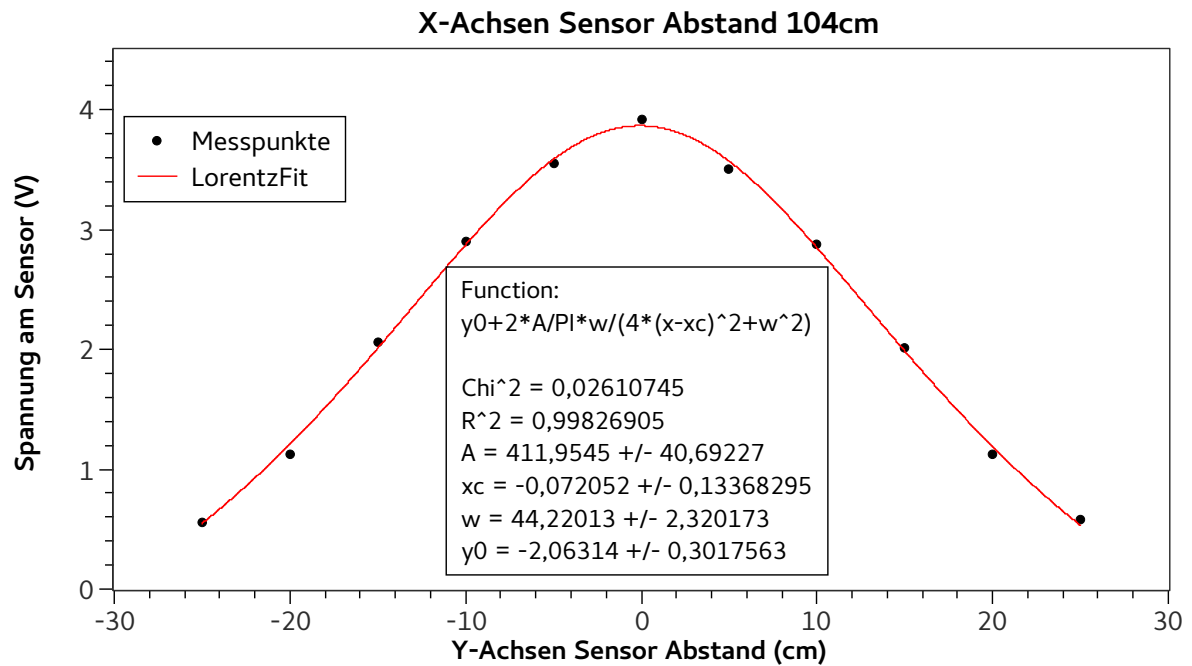


Abbildung 3: Strahlenprofil im Abstand von 104 cm. Die Unsicherheiten sind kleiner als die Symbole.

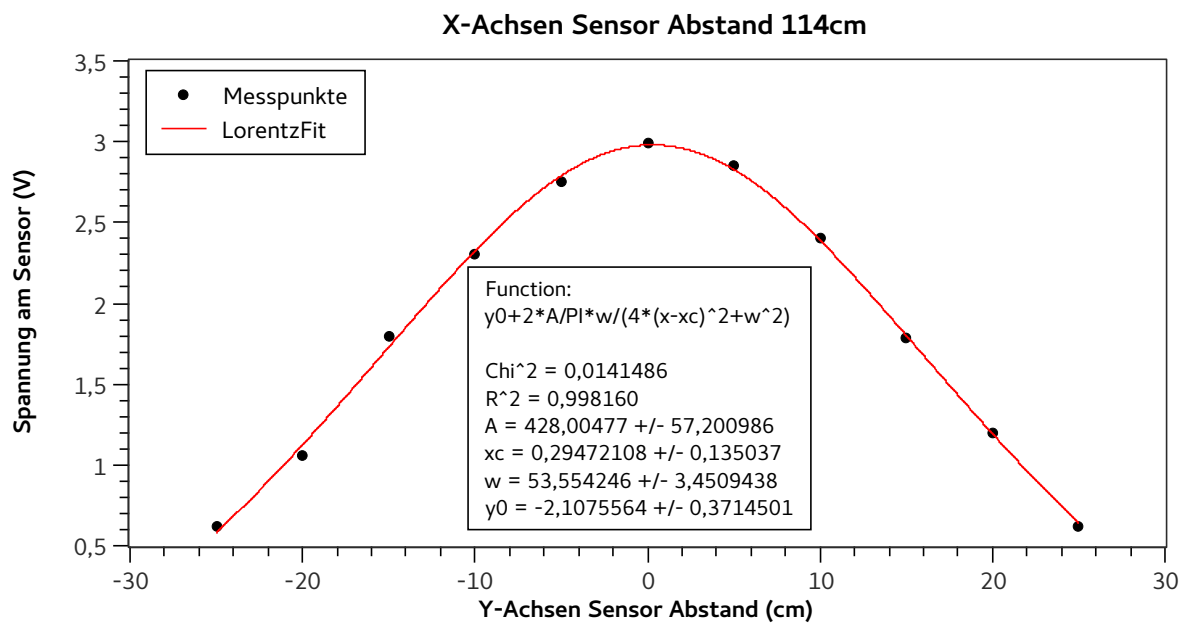


Abbildung 4: Strahlenprofil im Abstand von 114 cm. Die Unsicherheiten sind kleiner als die Symbole.

Um die Abweichung des Quellflecks des Senders zu seiner Position zu bestimmen

wurde ein Lorentzkurven-Fit durchgeführt. Die resultierenden xc in den Graphen sind in Tabelle 1 aufgeführt:

Tabelle 1: Zur Strahlungsrichtung orthogonale Abweichung xc des Quellpunkts zum Sender.

Abstand Sender/Empfänger in cm	xc in cm
74	$0,00 \pm 0,17$
94	$0,02 \pm 0,11$
104	$0,07 \pm 0,13$
114	$0,29 \pm 0,13$

Unter der Annahme, dass die Strahlung genähert in der Tisebene eine Kugelwelle ist, nimmt die Intensität mit $1/r^2$ ab. Deshalb wurde in Abb. 5 die Fitfunktion $f(x) = a * (1/(x + b)^2)$ berechnet. $b = (-20,55 \pm 1,95)$ cm ist die Verschiebung des Quellflecks zur Position des Senders, d.h. der Quellfleck befindet sich vor dem Sender.

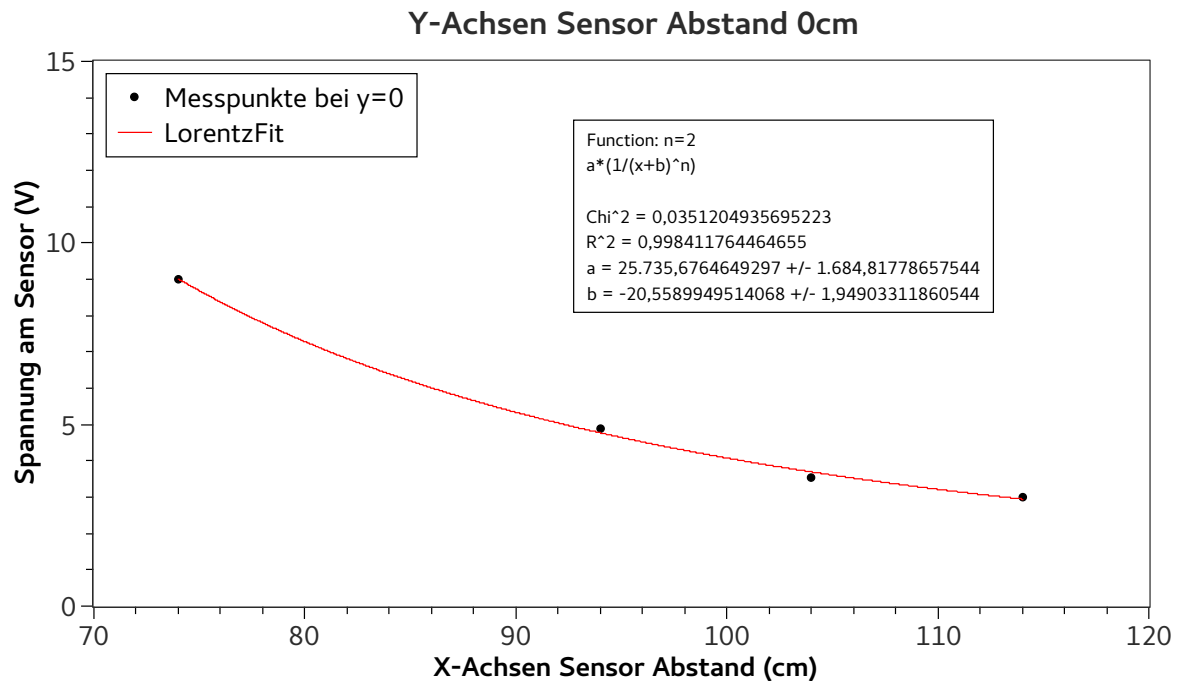


Abbildung 5: Die Maxima der Strahlenprofile sind gegen den X-Achsen Abstand des Sensors aufgetragen. Die Unsicherheiten sind kleiner als die Symbole.

3.1.3 Bestimmung der Wellenlänge

Bei der bestmöglichen Auflösung der Knoten der stehenden Welle betrug die Spannung noch 0,03 V. In Abb. 6 sind die Positionen der Minima aufgelistet. Die gemessenen Positionen der jeweiligen Strahlungsminima wurden linear angeordnet. Die gemittelte

halbe Wellenlänge ergibt sich aus dem Abstand des ersten zum zweiten Minimum geteilt durch die Anzahl der Minima. So folgt:

$$\lambda = 2 \cdot \frac{(28,1 \pm 0,2) \text{ cm} + (12,4 \pm 0,2) \text{ cm}}{10} = (3,14 \pm 0,05) \text{ cm}. \quad (1)$$

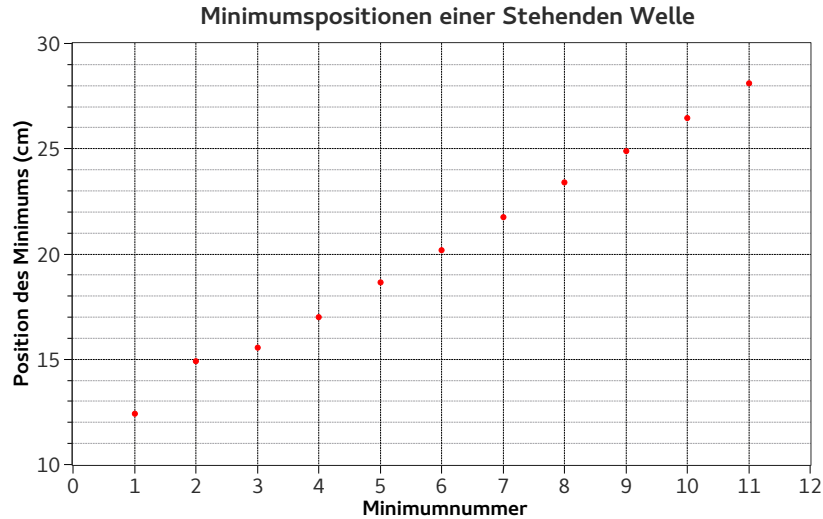


Abbildung 6: Die gemessenen Positionen der Knoten der stehenden Welle sind dargestellt. Die Unsicherheiten sind kleiner als die Symbole.

3.1.4 Bestimmung des Brechungsindex von PVC

Der Brechungsindex von PVC für Mikrowellen wurde auf zwei Weisen bestimmt. Zuerst wurde die runde Seite des Halbzylinders in verschiedenen Winkeln bestrahlt und der Winkel des Maximums der transmittierten Strahlung gemessen. Die Messergebnisse sind in Abb. 7 aufgeführt. Das Snelliussche Brechungsgesetz lautet:

$$n_i \cdot \sin(\vartheta_i) = n_t \cdot \sin(\vartheta_t) \quad (2)$$

Somit kann der Brechungsindex n_{PVC} mit

$$n_{\text{PVC}} = \frac{\sin(\beta)}{\sin(\alpha)} n_{\text{Luft}} \quad (3)$$

bestimmt werden. Da n_{Luft} ungefähr 1 ist, ist die Steigung des linearen Fits in Abb. 7 gleich $n_{\text{PVC}} = 1,56 \pm 0,05$.

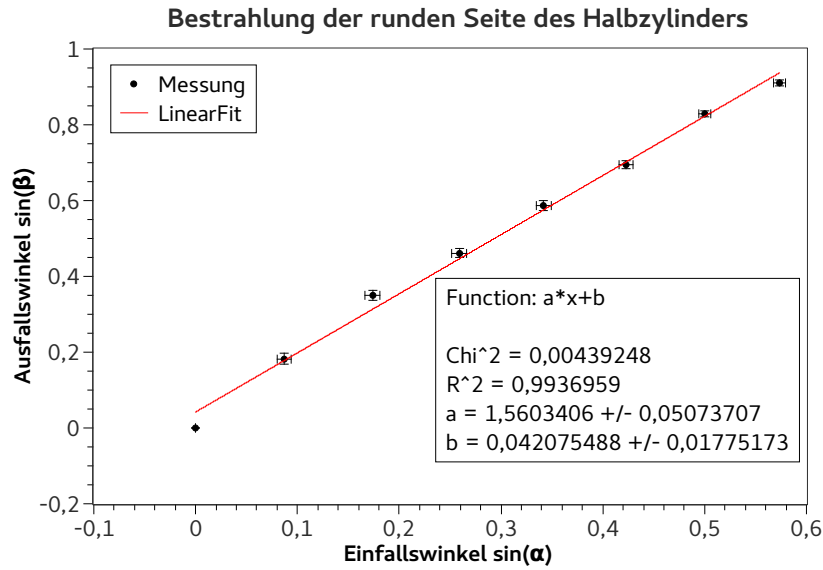


Abbildung 7: Der Sinus des Ausfallwinkles ist gegen den Sinus des Einfallswinkels, beim Bestrahlen der runden Seite des Halbzylinders aus PVC, aufgetragen.

Als zweite Messmethode wurde die flache Seite des Halbzylinders bestrahlt. Die Rechnung erfolgt analog zur vorherigen, jedoch ist das Verhältnis der Sinuse der Winkel invertiert, d.h. die Steigung ist der Kehrwert des Brechungsindex von PVC. Aus der Steigung a in Abb. 8 von $0,634 \pm 0,020$ folgt $n_{\text{PVC}} = 1,57 \pm 0,05$.

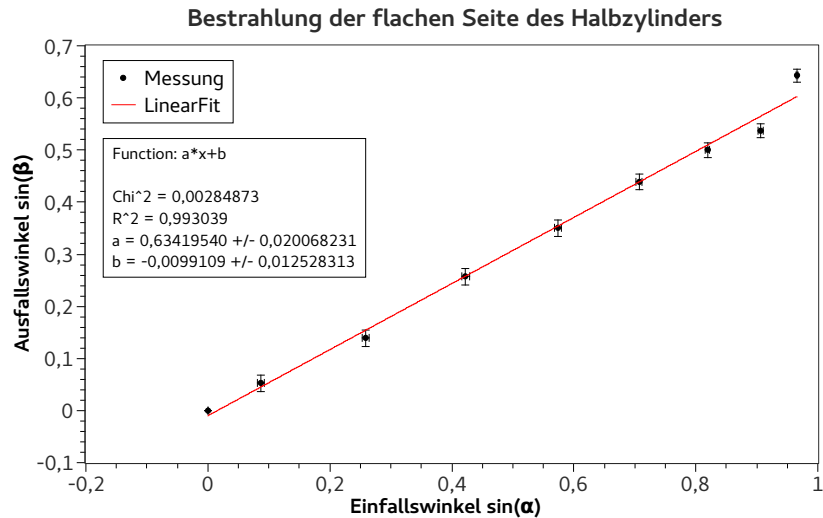


Abbildung 8: Der Sinus des Einfallswinkels α ist gegen den Sinus des Ausfallswinkels β , beim Bestrahlen der flachen Seite des Halbzylinders aus PVC, aufgetragen.

3.1.5 Frustrierte Totalreflexion

Es wurde die Intensität der transmittierten Strahlung als Funktion der Lückenbreite gemessen und in Abb. 9 abgebildet.

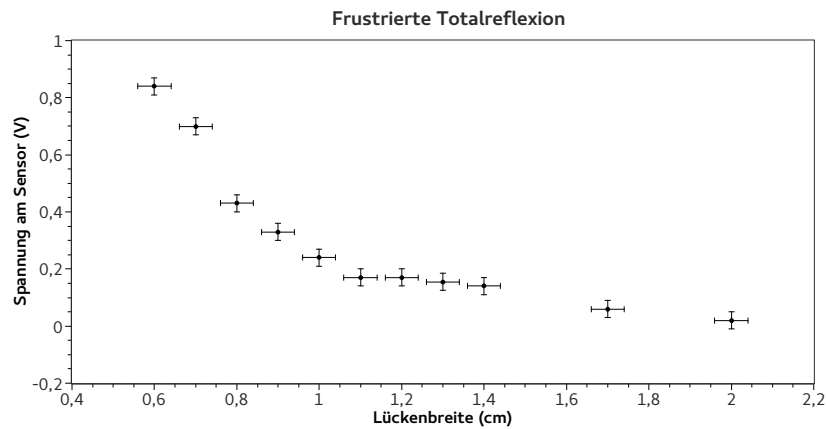


Abbildung 9: Gemessene Intensität der Transmissionsstrahlung nach zwei Halbzylindern bei jeweiligem Lückenabstand.

3.1.6 Bragg-Reflexion

Die Braggsche Reflexionsbedingung lautet:

$$2d \sin(\alpha) = n\lambda \quad (4)$$

Wobei $n = 1, 2, \dots$ ist. In ?? wird die Reflexion in einen Winkel von $(55,0 \pm 0,1)^\circ$ maximal. Folglich ist $\lambda/2/\sin(\alpha) = (1,93 \pm 0,06)$ cm. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass für kleinere α ein Maximum heraussteicht, deshalb ist ein Bestimmen der Gitterkonstante nicht möglich. Beim direkten Messen der Abstände der Kugeln im Schaumstoff ergab sich ein Abstand von $(3,875 \pm 0,200)$ cm, woraus ersichtlich ist, dass das Maximum bei 55° bei $n = 2$ liegt.

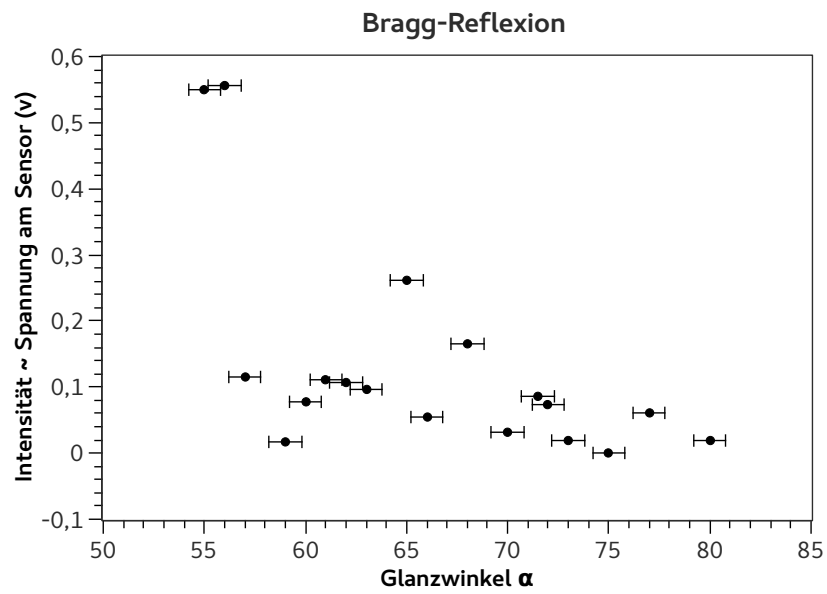


Abbildung 10: Gemessene Intensität der Reflexionsstrahlung im Ausfallswinkel 2α bei einem Einfallswinkel von α .

3.2 Diskussion

4 Schlussfolgerung