

AUSWERTUNG: POLARISATION

TOBIAS FREY, FREYA GNAM

1. POLARISIERTES LICHT

Linear polarisiertes Licht. Die linear polarisierte Welle wurde mit Hilfe eines Polarisationsfilters erzeugt, wobei weißes Licht verwendet wurde.

In unserem Diagramm kann man die charakteristischen Merkmale von linear polarisiertem Licht erkennen. Bei paralleler oder antiparalleler Orientierung von Polarisator und Analysator ergibt sich ein Maximum, da hier das linear polarisierte Licht ungehindert durch den Analysator kommt.

Bei senkrechter Anordnung von Polarisator und Analysator ergibt sich praktisch vollständige Auslöschung. Der Polarisator lässt nur noch eine Schwingungsrichtung des E-Feldes durch, welche durch den senkrecht gestellten Analysators vollständig ausgelöscht wird. Das Restlicht, das von der Fotozelle registriert wird, erklärt sich weitgehend durch Umgebungslicht.

Elliptisch polarisiertes Licht. Zur Erzeugung der elliptischen und der zirkular polarisierten Welle haben wir in den Strahlengang zwischen Polarisator und Analysator ein doppelbrechendes Glimmerplättchen eingebaut. Da die Doppelbrechung wellenlängenabhängig ist, benötigten wir monochromatisches Licht, was wir mithilfe eines Farbfilters erreichten.

Mit verschiedenen Glimmerplättchen haben wir den Strom in der Fotozelle jeweils bei einem vollen Winkeldurchlauf des Analysators in 10 Grad Schritten gemessen.

Das linear polarisierte Licht wird durch die Doppelbrechung des Glimmerplättchens in elliptisch polarisiertes Licht umgewandelt. Man erkennt zwei einander gegenüberliegende Maxima, sowie im rechten Winkel dazu Minima, diese gehen jedoch nicht mehr auf Null zurück. Außerdem sind die Maxima und Minima gegenüber dem linear polarisierten Licht gedreht.

Zirkular polarisiertes Licht. Bei zirkular polarisiertem Licht sind die Amplituden des ordentlichen und des außerordentlichen Strahles gleich. Für diesen Spezialfall des elliptisch polarisierten Lichtes haben wir ein entsprechendes Plättchen passender Dicke verwendet und es so in den Strahlengang eingebaut, dass die optische Achse im 45 Grad -Winkel zum Polarisator stand.

Wir haben Polarisator und Analysator auf Auslöschung gestellt und das Plättchen so gedreht, dass wieder ein Minimum an Licht durchkam. Damit hat die optische Achse die Richtung des Polarisators. Indem wir das Plättchen nun um 45 Grad weiter gedreht haben, erreichten wir, dass die optische Achse im 45 Grad -Winkel zum Polarisator stand.

Im Diagramm erkennt man die weitgehende Winkelunabhängigkeit des zirkular polarisierten Lichtes. Wir erhalten fast einen Kreis. Die Abweichung erklärt sich durch Ungenauigkeiten bei der Einstellung. Zudem ist das Plättchen nicht ganz gleichmäßig dick. Somit ergibt sich auch kein exakter Phasenunterschied von $\frac{\lambda}{4}$.

2. DIFFERENZ DER BRECHUNGSSINDIZES FÜR DIE BEIDEN AUSSEORDENTLICHEN STRAHLEN

Elliptische Polarisation. Die Differenz der Brechungsindizes berechnet sich über:

$$\Delta n = \frac{\lambda}{2\pi d} \arcsin \sqrt{\frac{L}{T}}$$

Durch die Dicke der Plättchen können die Phasenverschiebungen 2π übersteigen. Der Arcus-Sinus ist nur zwischen -1 und 1 definiert, was wir entsprechend berücksichtigt haben.

Als Ergebnis erhalten wir:

Für elliptisch polarisiertes Licht mit Glimmer der Dicke $10, 15, 20 \mu\text{m}$: $\Delta n = 2,93 \cdot 10^{-3}$

Für elliptisch polarisiertes Licht mit Glimmer der Dicke $160 \mu\text{m}$: $\Delta n = 6,71 \cdot 10^{-4}$

Zirkulare Polarisation. Da bei zirkularer Polarisation die Phasendifferenz $\Delta\varphi = \frac{\pi}{2}$ beträgt, haben wir die Differenz der Brechungsindizes über die Beziehung $\Delta n = \frac{\lambda}{4d}$ berechnet. Wir erhalten für zirkular polarisiertes Licht mit Glimmer der Dicke $35, 40 \mu\text{m}$: $\Delta n = 4,45 \cdot 10^{-3}$.

Mögliche Fehlerquellen.

- Ungenaues Ablesen der Werte vom Strahlungsmessers bzw. Ungenauigkeiten in der Apperatur
- Ungenaues Ablesen des eingestellten Winkels des Analysators
- Variierende Dicke des Glimmerplättchens
- Störende Einflüsse durch Umgebungslicht

3. BEOBACHTUNG VON 'KLEBEFILMBILDERN'

In diesem Versuch haben wir die Wellenlängenabhängigkeit der Doppelbrechung untersucht. Als erstes haben wir mittels eines Polarisators polarisiertes Licht erzeugt. Trifft das linear polarisierte Licht auf einen doppelbrechenden Gegenstand, so wird daraus im Allgemeinen elliptisch polarisiertes Licht. Die Stärke der Polarisation und damit die Form der Schwingungsellipse ist dabei von der Wellenlänge abhängig. Deshalb blendet der Analysator die verschiedenen Farben in Abhängigkeit von der Stellung der Transmissionsachse unterschiedlich stark aus. Wir konnten verschiedene Farben an der Wand beobachtet, dabei ließ sich durch Drehen des Analysators ein Farbwechsel erreichen.

Insbesondere Tesafilm zeigte ein reichhaltiges Farbspektrum, ist also doppelbrechend. Beim Glimmer waren die Farben kaum zu sehen. Dies erklärt sich aus der geringen Dicke der Plättchen. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Wellenlängen sind hierbei zu gering.

4. SPANNUNGSDOPPELRECHUNG AN VERSCHIEDENEN PLEXIGLASMODELLEN

Plexiglas ist im allgemeinen nicht doppelbrechend. Wir überprüften dies experimentell, indem wir die Polarisatoren auf Auslöschung einstellten und dann Plexiglasstücke unterschiedlicher Form dazwischen brachten. Dabei blieb der Schirm weiterhin dunkel.

Übten wir doch mechanische Kraft auf die Objekte aus, so sahen wir an den Spannungsstellen plötzlich Licht. Durch mechanische Spannungen wird das Plexiglas aufgrund kristalliner Umordnungen anisotrop und damit doppelbrechend, insbesondere in Bereichen, in denen Spannungsspitzen vorliegen. In Abhängigkeit von der Stärke der mechanischen Spannung änderte sich die Helligkeit dieser Stellen.

ANHANG: DIAGRAMME ZU AUFGABE 1

Alle Diagramme sind in Polarkoordinaten dargestellt. Die Stromstärke in μA wird über der Winkelstellung des Analysators aufgetragen. Die Intensität ist proportional zur Stromstärke.

ABBILDUNG 1. Linear polarisiertes Licht

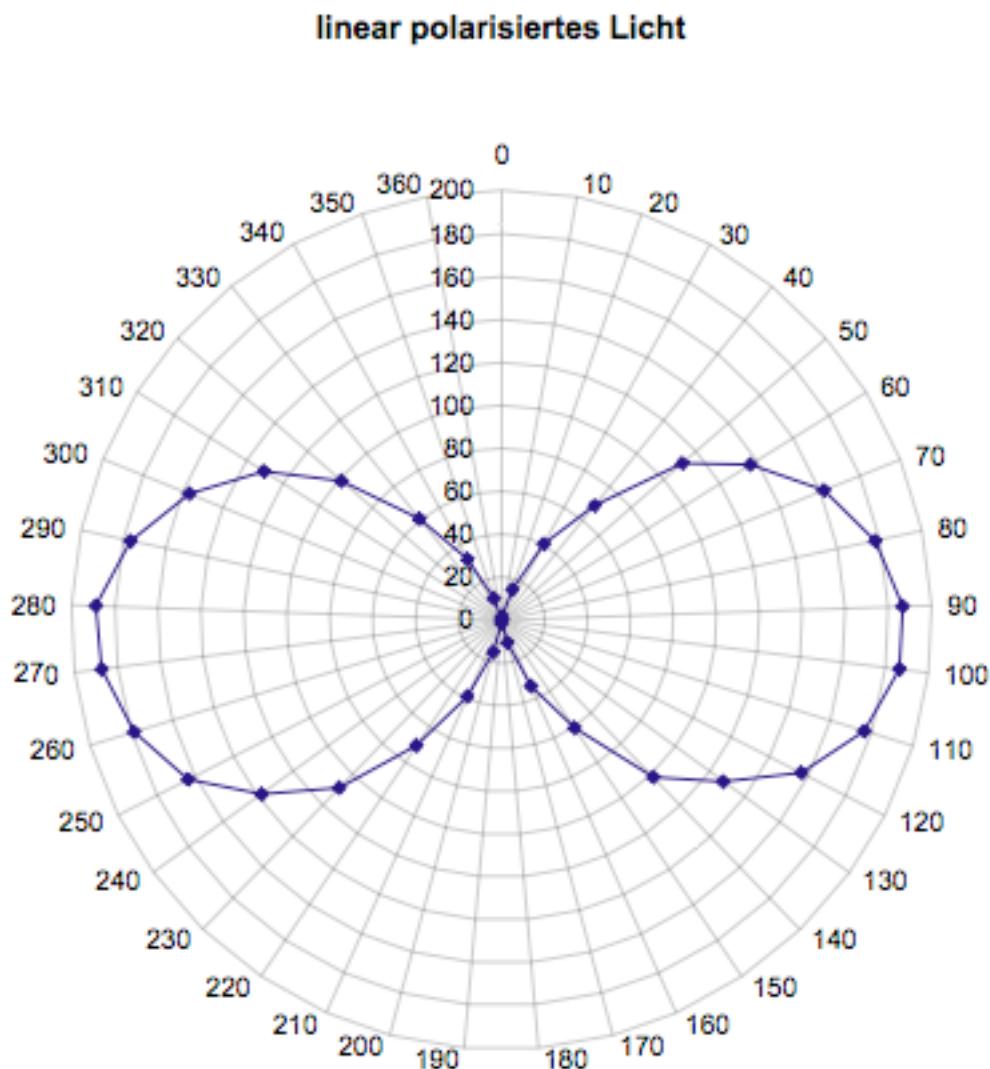


ABBILDUNG 2. Elliptisch polarisiertes Licht mit Glimmer der Dicke 10, 15, 20 μ m

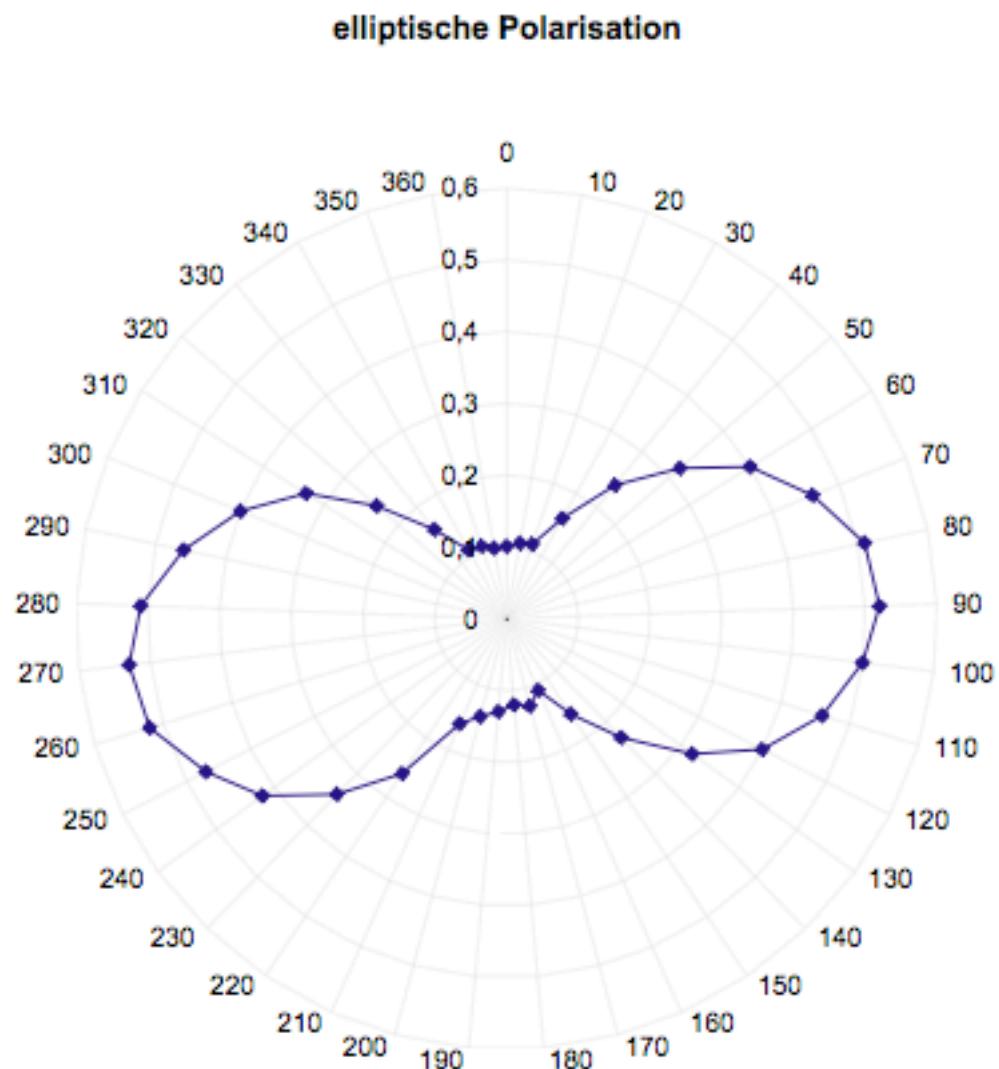


ABBILDUNG 3. Elliptisch polarisiertes Licht mit Glimmer der Dicke $160\mu\text{m}$

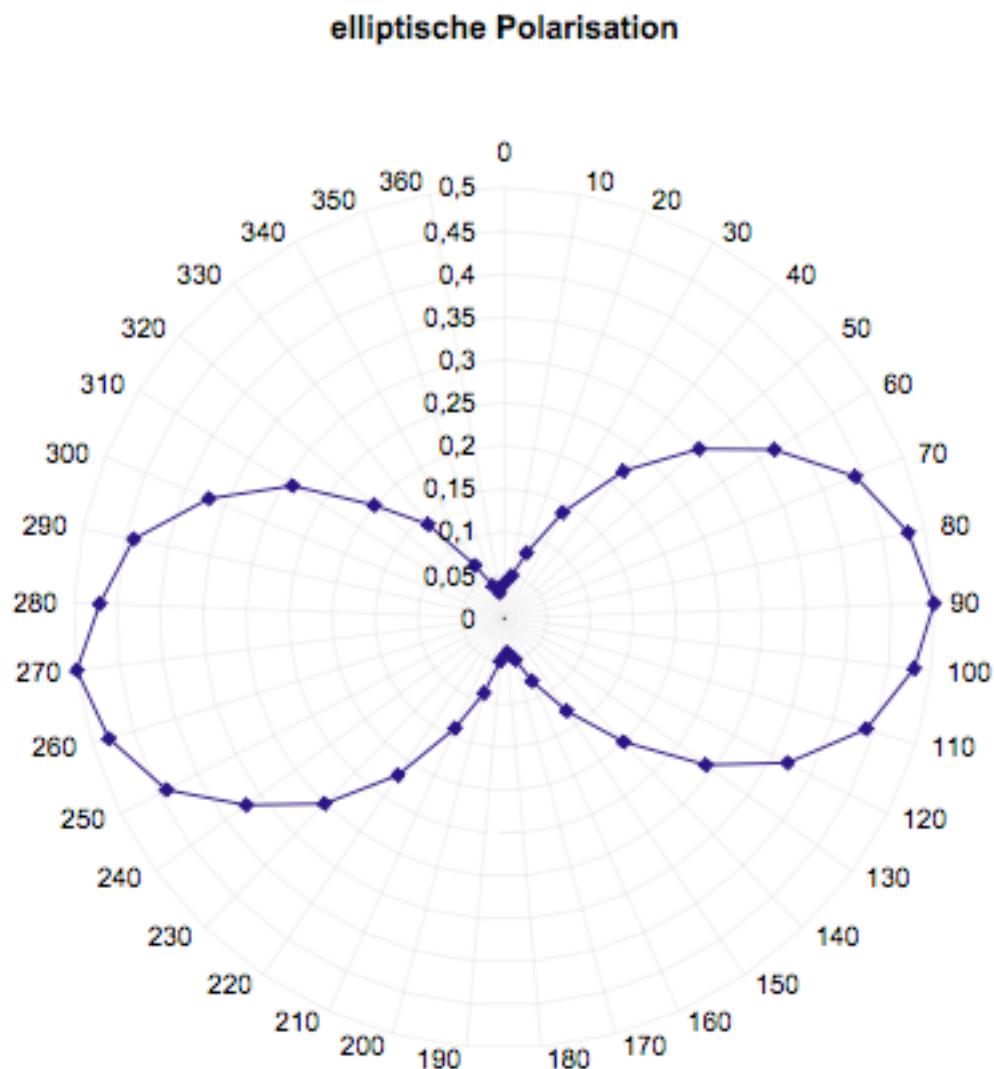


ABBILDUNG 4. Zirkular polarisiertes Licht mit Glimmer der Dicke 35, $40\mu\text{m}$

