

# **Versuch WP1**

## **Polarisation von Licht**

Frederik Strothmann, Henrik Jürgens

8. September 2014

### **Inhaltsverzeichnis**

# 1 Einleitung

Mit einer Photozelle wird untersucht, wie sich Licht verhält, wenn es durch Polarisationsfilter tritt (Gesetz von Malus), an einem trüben Medium (Tröpfchen-Suspension in Wasser) gestreut wird oder an einer Glasplatte reflektiert wird (Brewsterscher Winkel). Danach werden die Eigenschaften von zirkular oder elliptisch polarisierten Lichtwellen untersucht sowie ihre Wechselwirkung mit Materie (Cellophan, Zuckerlösung zur Demonstration der optischen Aktivität, Metallspiegel).

## 2 Versuchsaufbau

## 3 Versuchsdurchführung

### 3.1 Praktische Durchführung

1. Versuch WO1.1: Verifizierung des Malusschen Gesetzes.

Wir bauen auf einer optischen Bank die in der folgenden Abbildung skizzierte Anordnung auf. Wir verwenden eine Glühlampe mit Kondensor, der so eingestellt ist, daß das von der Glühlampe ausgehende Licht auf die Photozelle fokussiert ist. Eine Irisblende zwischen Kondensor und Polarisator dient der Regelung der Lichtintensität. Die Lichtintensität wird so eingestellt, dass der Photostrom  $I_A$  der Photozelle den Wert von  $1,0\mu\text{A}$  nicht überschreitet. ( $U_A \approx 100\text{V}$ ,  $R_A = 1\text{M}\Omega$ ) Der Photostrom  $I_A$  wird anschließend für verschiedene Winkel  $\theta$  bestimmt um das Malussche Gesetz zu überprüfen. Dafür stellen wir  $I_A$  als Funktion von  $\theta$  grafisch dar. Zuletzt stellen wir einen dritten Polarisator zwischen die beiden anderen, deren Durchlaßrichtung um  $90^\circ$  gegeneinander verdreht ist. Wir wollen den Winkel, bei dem der größte Anteil des Lichtes durchgelassen wird, bestimmen.

2. Versuch WO1.2: Beobachtung der Polarisierung von Licht durch Einfachstreuung.

- a) Wir bauen auf einer optischen Bank den in der Folgenden Abbildung skizzierten Versuch auf. Als Lichtquelle dient eine Glühlampe mit Kondensor. Das von dieser Lichtquelle ausgehende Lichtbündel fällt auf eine wässrige Lösung von Styrofoam in einer rechteckigen Glasküvette. Wir sehen uns das unter  $90^\circ$  gestreute Licht durch einen Polarisationsfilter (= Analysator) an.

3. Versuch WO1.3: Messung der Richtungscharakteristik der Strahlung einer schwingenden Ladung

- a) Wir verwenden den Versuchsaufbau zu Versuch WO1.2, um den in der folgenden Abbildung skizzierten Aufbau zu realisieren (lediglich der Polarisations-

filter wechselt seinen Platz). Wir drehen den Polarisationsfilter anschließend und beobachten den Effekt.

#### 4. Versuch WO1.4: Das Brewstersche Gesetz

- a) Wir verifizieren das sogenannte Brewstersche Gesetz experimentell, indem wir im Versuchsaufbau zu WO1.2 die Glasküvette durch einen Glasblock (Plexiglas) ersetzen und die Polarisation des reflektierten Lichtes beobachten. Der Glasblock wird dabei auf einen Drehtisch mit Winkelskala gesetzt. Bei dieser Messung ist zu beachten, dass der reflektierte Strahl von "schwingenden Glas-molekülen" ausgesandt wird, welche in einer Ebene senkrecht zur Ausbreitungsrichtung des gebrochenen Strahls schwingen. Ziel ist es den Winkel zu bestimmen, bei dem das Licht nahezu vollständig polarisiert ist. (Brewsterwinkel) Aus dem Brewsterwinkel wird dann der Brechungsindex berechnet.

#### 5. Versuch WO2.1: Doppelbrechung von Cellophan

- a) Wir stellen aus einer Dreh- oder Spannhalterung und einem Stück Cellophan-folie (Klebefolie, Verpackungsfolie) ein Phasenverschiebungsplättchen (PVP) her. Die Wirkung des PVP, die wir bei Drehung des PVP zwischen zwei gekreuzten Polaroidfiltern beobachten, soll untersucht und die Lage der optischen Achsen bestimmt werden. Für alle folgenden Versuche verwenden wir die industriell hergestellten  $\frac{\lambda}{4}$ -Plättchen
- b) Wir nehmen nun ein industrielles  $\frac{\lambda}{4}$ -Plättchen und drehen es so, dass der Polarisator genau zwischen den beiden optischen Achsen ( $45^\circ$ ) des  $\frac{\lambda}{4}$ -Plättchens steht. Wir variieren die Durchlaßrichtung des Analysators und beobachten Intensitäts- und Farbeffekte für das weiße Glühlampenlicht und für die fünf Farbfilter (violett, blau, grün, gelb und rot). Die Monochromfilter haben folgende Durchlässigkeitsbereiche (DLB) für die Wellenlänge:
- c) Wir haben elliptisch polarisiertes Licht hergestellt und wollen untersuchen, ob sich die Lage der Ellipse ändert, wenn wir das  $\frac{\lambda}{4}$ -Plättchen um  $90^\circ$  drehen. Später vergleichen wir unsere Beobachtung mit der theoretischen Erwartung.
- d) Nach den Ergebnissen aus b) können wir für einen Farbfilter mit Hilfe des  $\frac{\lambda}{4}$ -Plättchens nahezu einen Zirkularpolarisator (ZP) herstellen, und zwar sowohl links- als auch rechtsdrehend. Wir stellen zwei ZP her und beobachten die Intensitätsverteilung bei verschiedenen Winkelstellungen zwischen den Durchlassrichtungen der beiden Polaroidfilter und den optischen Achsen der  $\frac{\lambda}{4}$ -Plättchen.

#### 6. Versuch WO 2.2: Bestimmung der spezifischen Drehung einer Zuckerlösung

- a) Stellen Sie sich zunächst eine Zuckerlösung bekannter Konzentration  $q$  (in  $[\frac{g}{cm^3}]$ ) her (bis zu etwa  $q = 0,5 \frac{g}{cm^3}$  sind je nach Zuckersorte und Tempera-

tur möglich). Bringen Sie diese Lösung in einer Glasküvette zwischen zwei Polaroidfilter und bestimmen Sie die spezifische Drehung  $[\alpha]$  als Funktion der Wellenlänge des Lichts! (Verwenden Sie alle fünf Ihnen zur Verfügung stehenden Farbfilter!)

- b) Stellen Sie sich nun eine weitere Zuckerlösung mit einer anderen Konzentration als in a) her. Bestimmen Sie mithilfe der in a) gemessenen Werte für  $[\alpha]$  die Konzentration dieser zweiten Zuckerlösung und vergleichen Sie mit der aus Zucker- und Wassergewicht errechneten. (Es genügt die Messung bei einer Farbe.)

## 7. Versuch WO2.3: Reflexion von linear polarisiertem Licht an einer Metalloberfläche

- a) Wir haben in allen bisherigen Versuchen im Praktikum immer nur die Wechselwirkung von Lichtwellen mit Isolatoren (Glas, Plexiglas, Kunststoff, Zuckerlösung etc.) betrachtet. Mit der Vorstellung von Atomen als schwingungsfähige elektrische Dipole und mithilfe der Maxwellschen Theorie waren wir in der Lage, die beobachteten Phänomene zu erklären. Diese Vorstellungen versagen jedoch, wenn wir elektromagnetische Wellen mit Wellenlängen kleiner als  $10\text{ }\mu\text{m}$  und ihre Wechselwirkung mit Metallen, also Leitern, untersuchen wollen. Wollen wir also die Reflexion von Lichtwellen an Metalloberflächen untersuchen, so versagen unsere bislang erworbenen Kenntnisse. Ein gutes Verständnis der Theorie der Leitfähigkeit von Metallen im Rahmen der Festkörperphysik, die sich wiederum auf die Quantenphysik stützt, ist hierfür notwendig. Dies soll uns jedoch nicht hindern, einige experimentelle Beobachtungen über die Reflexion von linear polarisiertem Licht an einer Metalloberfläche (Oberflächenspiegel) zu machen. Sie benötigen für Ihre Versuche neben Lichtquelle und Oberflächenspiegel ein  $\frac{\lambda}{4}$ -Plättchen und zwei Polaroidfilter. Führen Sie damit folgende Experimente aus: Beobachtung 1: Licht, das parallel oder senkrecht zur Einfallsebene linear polarisiert ist, ändert bei der Reflexion an einem Metallspiegel seine Polarisation nicht. Beobachtung 2: Licht, das in einem Winkel von  $45^\circ$  zur Einfallsebene linear polarisiert ist, wird durch die Reflexion in elliptisch polarisiertes Licht umgewandelt. Beobachtung 3: Es gibt einen Einfallswinkel, bei dem "unter  $45^\circ$  linear polarisiertes Licht" als nahezu zirkular polarisiert reflektiert wird. Eine plausible Erklärung für diese Beobachtungen finden Sie im Berkeley Kurs Band 3, Kap. 8.6, Heimversuch 26.

**3.2 Theoretische Durchführung**

**4 Messergebnisse**

**5 Auswertung**

**6 Diskussion**