

POL Polarimetrie

Stichpunkte zur Vorbereitung: *Licht als transversale Welle, lineare und zirkulare Polarisation, Anisotropie, Brechung.*

In Chemie und Kristallografie, Biowissenschaften und Medizin und in einer Vielzahl technischer Bereiche wird von den Eigenschaften polarisierten Lichtes Gebrauch gemacht. Polarimetrische Konzentrationsbestimmungen optisch aktiver Substanzen in Lösungen finden in Chemie, Biologie und Medizin verbreitete Anwendung. Als Beispiele sind die Blutzuckerbestimmung im Harn, die Konzentrationsüberwachung bei der Zuckerproduktion (Saccharimetrie) oder reaktionskinetische Messungen in der Chemie zu nennen. Auch viele Aminosäuren zeigen optische Aktivität und können polarimetrisch nachgewiesen werden. Die Polarisationsmikroskopie ist eine wichtige Methode zur Aufdeckung von Strukturen in transparenten Medien ohne Helligkeits- oder Farbunterschiede. Das in der Atmosphäre gestreute Sonnenlicht (Himmelsblau) ist teilweise polarisiert, am stärksten senkrecht zur Richtung der Sonnenstrahlen. Es wurde nachgewiesen, dass Bienen mit ihren Facettenaugen die Polarisation des Himmelslichtes erkennen und zur Orientierung verwenden. Der vorliegende Versuch soll eine kurze Einführung in die phänomenologischen Grundlagen der Polarisation geben und praktische Übung der polarimetrischen Konzentrationsbestimmung vermitteln.

POL.1 Physikalische Grundlagen

siehe *Einführung in den Themenbereich Optik*

POL.2 Versuchsdurchführung

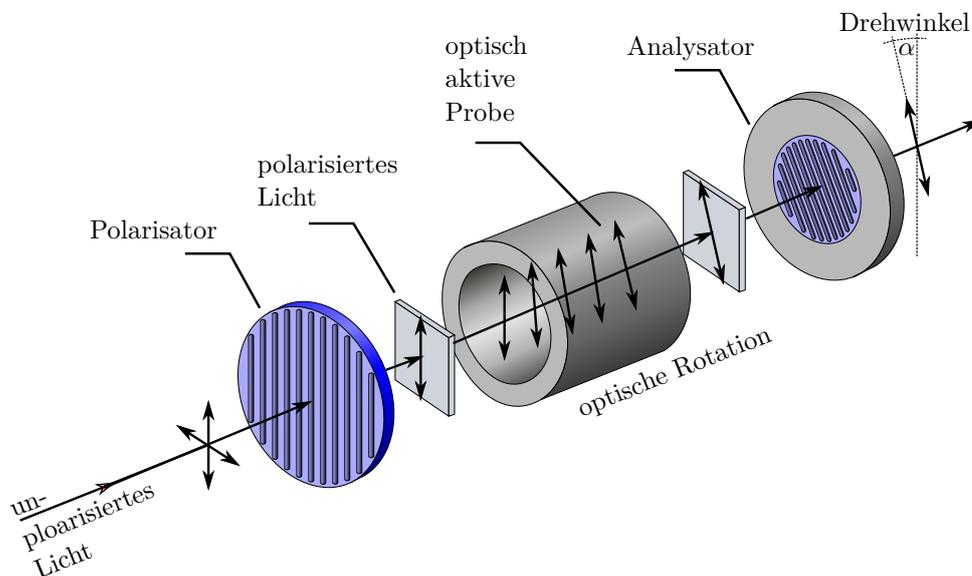


Abbildung 1: **Strahlengang durch den Polarimeter:** Unpolarisiertes Licht wird durch den Polarisator linear polarisiert. Beim Durchtritt durch ein optisch aktives Medium wird die Polarisationsrichtung um den Winkel α gedreht. Der Drehwinkel kann durch einen Analysator bestimmt werden.

Den prinzipiellen Aufbau eines Polarimeters zur Polarisationsuntersuchung zeigt Abbildung 1. Es besteht aus einer Lichtquelle, einem Polarisator zur Erzeugung polarisierten Lichtes, der Probe und einem Analysator zur Feststellung des Polarisationszustandes hinter der Probe. Der Polarisator / Analysator erzeugt linear polarisiertes Licht (siehe **optische Grundlagen**) in einer Polarisationsebene. Die Probe enthält eine optisch aktive Substanz (hier verschiedene Zuckerlösungen), die die Polarisationsebene des durchtretenden Lichts dreht.

Grundsätzlich könnte am Analysator auf maximale Helligkeit oder Dunkelheit eingestellt werden, wobei es jedoch subjektiv schwer ist, auf den jeweiligen Extremwert einzustellen. Üblich sind deshalb Halbschatteneinrichtungen, bei denen der Analysator aus zwei Hälften besteht, deren Polarisationsrichtungen leicht gegeneinander geneigt sind.

Liegt die Polarisationsebene des Lichtes genau in der Mitte zwischen beiden Richtungen, so erscheinen beide Hälften gleich hell. Diese Stellung kann durch direkten Vergleich sehr genau eingestellt werden, wobei aus messtechnischen bzw. physiologischen Gründen (höhere Empfindlichkeit gegenüber kleinen Unterschieden) jeweils auf minimale Helligkeit eingestellt wird, bei der Halbschatteneinrichtung also auf gleiche, möglichst geringe Helligkeit der beiden Gesichtsfeldhälften. Oft ist der Drehwinkel einer Probe von der Wellenlänge des Lichtes abhängig, so dass an dem Polarimeter häufig monochromatisches Licht verwendet wird.

POL.3 Aufgaben

1. **Nullpunktslage:** Durch mechanische Dejustierung kann die Nulllage der Polarimeter gegenüber dem Skalennullpunkt verschoben sein. Messen Sie ohne Probe den Nullpunkt der Polarimeter und protokollieren Sie diesen.
2. **Spezifische Drehwinkel:** Bestimmung der spezifischen Drehwinkel $[\alpha]$ von D(-)-Fructose, D(+)-Glucose und Saccharose.

Der Drehwinkel optisch aktiver Lösungen ist der Massenkonzentration c (Masse pro Volumen Lösung) und der durchstrahlten Länge l der Probe proportional:

$$\alpha = [\alpha]_{\lambda}^T l c \quad (1)$$

Der Proportionalitätsfaktor $[\alpha]$ ist der spezifische Drehwinkel (die Bezeichnung durch eckige Klammern ist wegen deren Bedeutung zur Kennzeichnung der Einheit einer Größe unglücklich, aber in der Polarimetrie gebräuchlich). Die Zusätze T und λ deuten die Temperatur- und Wellenlängenabhängigkeit an. Am Versuchsort sind Proben unterschiedlicher Konzentration zur Messung der Abhängigkeit in Gleichung 1 vorhanden. Die Ergebnisse werden grafisch dargestellt, und die spezifischen Drehwinkel aus den Steigungen der jeweils erwarteten Geraden entnommen. (Hinweis zum Vergleich mit Literaturwerten: In der Polarimetrie werden spezifische Drehwinkel oft in der Einheit Grad pro g/ml und Dezimeter angegeben):

$$[\alpha] = \frac{\text{Grad}}{\frac{\text{g}}{\text{ml}} \text{dm}} \quad (2)$$

Bei der Protokollierung der Messdaten ist auf eine eindeutige Kennzeichnung der Drehrichtung zu achten (links/rechts).

2. **Mischprobe:** Quantitative Analyse eines Zuckergemisches.

Es ist eine Zuckerprobe aus zwei Komponenten vorhanden, deren Gesamtkonzentration c bekannt ist. Unter der Voraussetzung, dass die beiden Komponenten ihre spezifische Eigendrehung beibehalten, gilt für den Gesamtdrehwinkel α

$$\alpha = [\alpha_1] l c_1 + [\alpha_2] l c_2 \quad \text{und} \quad c = c_1 + c_2 \quad (3)$$

Aus den zwei Gleichungen können nach Messung des Gesamtdrehwinkels und bei bekannten spezifischen Drehwinkeln die gesuchten Konzentrationen c_1 und c_2 berechnet werden.