

Können Zucker Licht drehen?

Polarimetrie

Inhalt

1. Was ist Polarimetrie?

1.1 Grundlagen

1.2 Das Polarimeter

2. Experimente

2.1 Kalibrierung (Erstellen einer Kontrollgeraden) (Experiment 1)

2.2 Messung einer unbekanntem Konzentration (Experiment 2)

2.3 Überprüfung anderer Substanzen (Experiment 3)

3. Quellen

Können Zucker Licht drehen?

Polarimetrie

1. Was ist Polarimetrie?

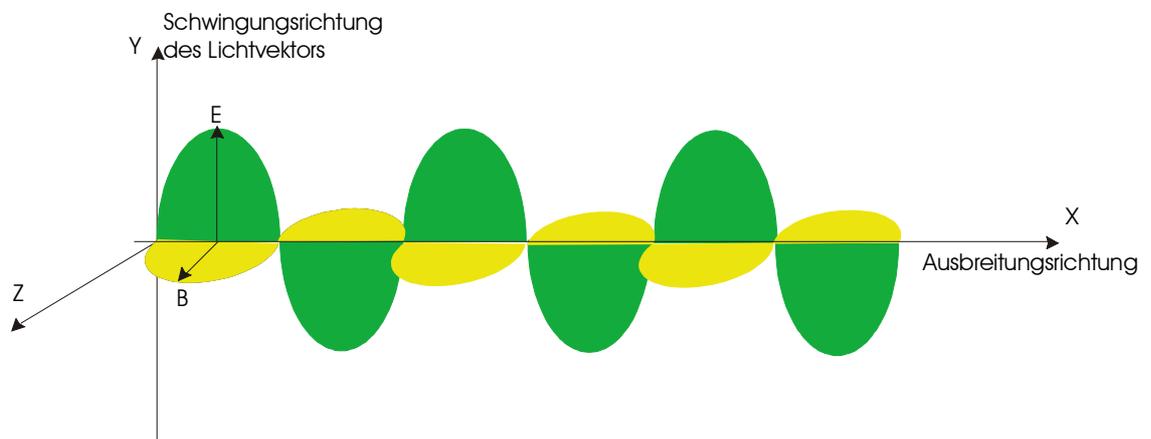
Unter Polarimetrie versteht man die Bestimmung der Konzentration gelöster Stoffe unter Ausnutzung ihres optisch aktiven Verhaltens.

Optisch aktive Substanzen drehen die Schwingungsebene polarisierten Lichts. Aus der Größe der Drehung kann man auf die Konzentration des jeweiligen Stoffes in der untersuchten Lösung schließen. Die Änderung des Drehwinkels ist proportional zur durchstrahlten Schichtdicke und zur Konzentration der Lösung.

Das Hauptanwendungsgebiet der Polarimetrie ist die Medizintechnik. Mit dem Polarimeter kann beispielsweise die Konzentration von Zuckern (oder anderen optisch aktiven Substanzen) in Flüssigkeiten wie z.B. Blut bestimmt werden.

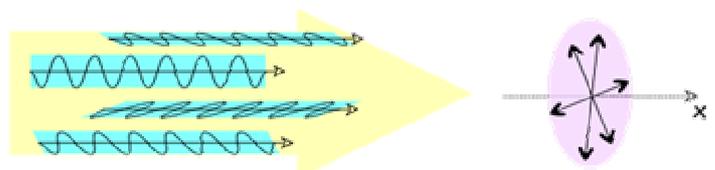
1.1 Grundlagen

Die Polarisation des Lichts wurde erstmalig 1808 von Etienne Malus (1775-1812) beobachtet. Die elektromagnetische Lichttheorie von J. C. Maxwell (1831-1871) betrachtet Licht als elektromagnetische Welle, bei der sich elektrische und magnetische Wechselfelder mit Lichtgeschwindigkeit ausbreiten. Bei sichtbarer elektromagnetischer Strahlung wird der elektrische Feldvektor auch als Lichtvektor bezeichnet. Er schwingt senkrecht zur Ausbreitungsrichtung des Lichts. Der Vektor der magnetischen Feldstärke schwingt sowohl senkrecht zu diesem Lichtvektor als auch zur Ausbreitungsrichtung.



Licht, das durch Glühemission erzeugt wird, z.B. Licht von der Sonne oder von einer Glühlampe, ist unpolarisiert. Die Lichtvektoren der einzelnen Wellen zeigen in unterschiedliche Raumrichtungen.

Lichtquelle

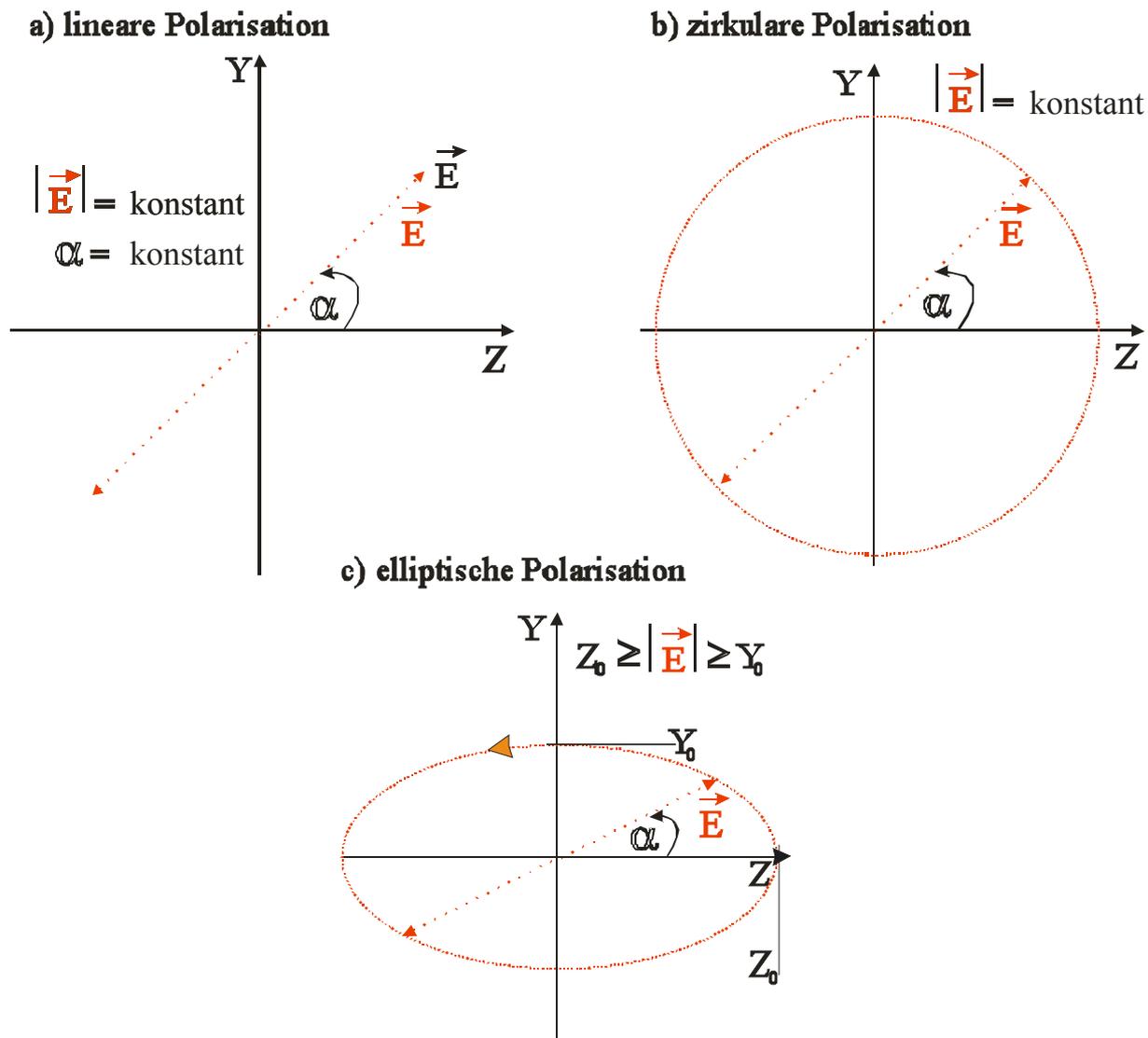


Transversalebene der einzelnen Wellenzüge steht \perp x und beliebig in y-z-Ebene

=> Von natürlichen Quellen stammendes Licht erscheint unpolarisiert.

Man unterscheidet drei Polarisationsformen des Lichtes:

- Schwingt der Lichtvektor ständig in einer Ebene, dann spricht man von linear polarisiertem Licht. Die Ebene, in der der Lichtvektor schwingt, wird als Schwingungsebene bezeichnet. Linear polarisiertes Licht erhält man beispielsweise dadurch, dass man einen Polfilter¹ in den Strahlengang einer Lichtquelle einbringt.
- Beschreibt die Spitze des Lichtvektors auf einer zur Ausbreitungsrichtung senkrechten Ebene einen Kreis, spricht man von zirkular polarisiertem Licht.
- Beschreibt sie darauf eine Ellipse, so spricht man von elliptisch polarisiertem Licht.

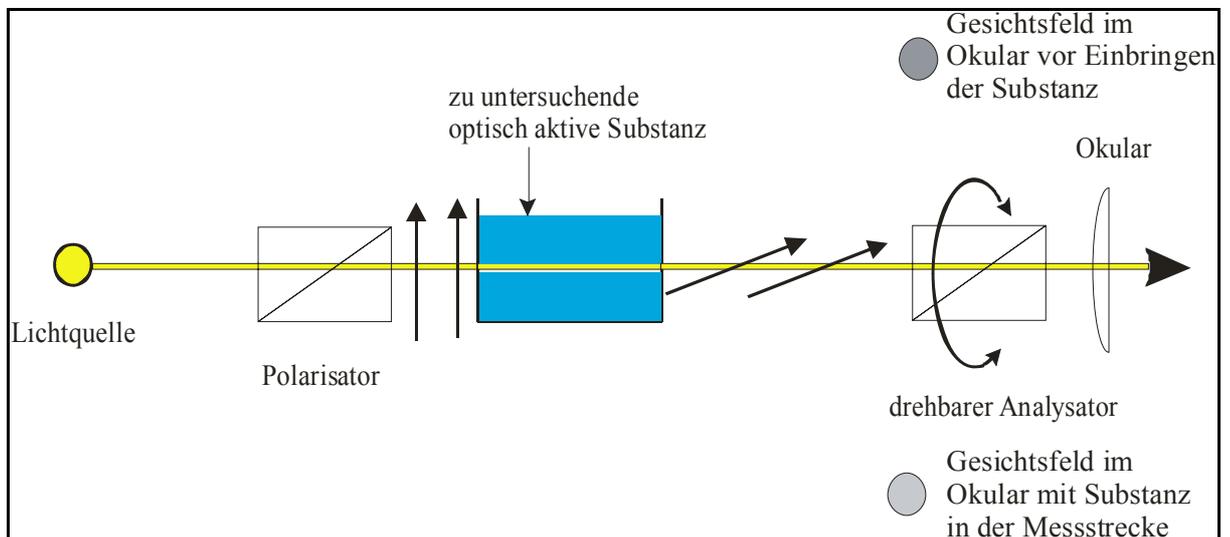
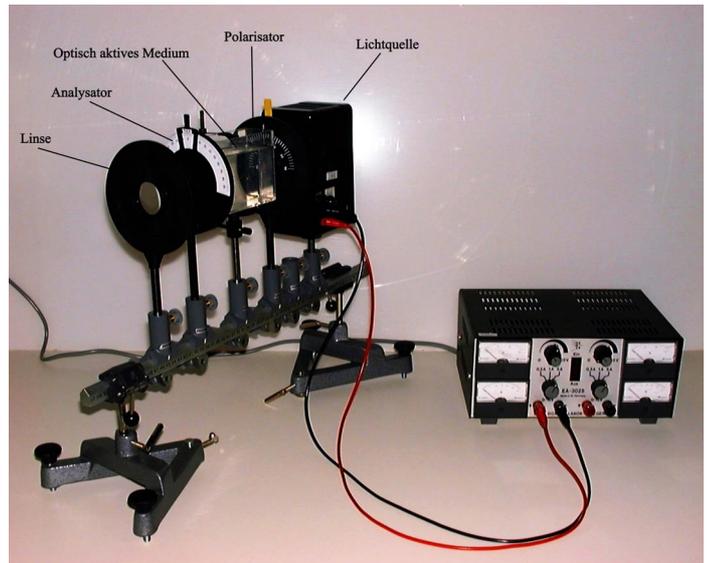


¹ Polfilter finden auch in der Fotografie Verwendung, um Reflexionen zu verringern.

Aufgabe: Betrachten Sie eine stark reflektierende Fensterscheibe. Blicken Sie nun durch einen Polfilter und drehen Sie diesen! Was beobachten Sie? Wie deuten Sie dies?

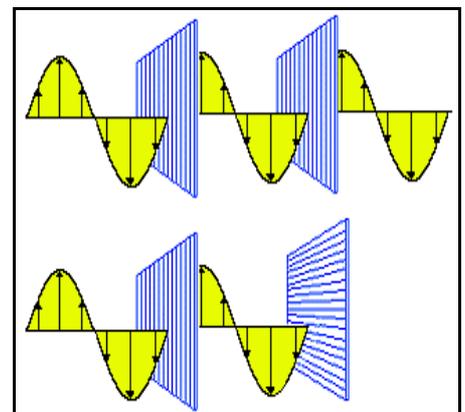
1.2 Das Polarimeter

Der in diesem Versuch verwendete Aufbau zeigt in sehr einfacher Weise die Funktionsweise eines Polarimeters. Die wesentlichen Bauelemente sind: Eine Lichtquelle (z.B. eine Natriumdampfampe), ein Polarisator, ein Analysator, eine Linse (als Okular) sowie eine Küvette mit der zu untersuchenden Flüssigkeit.



Das Licht wird vom Polarisator linear polarisiert. Es durchläuft die Zuckerlösung. An den Zuckermolekülen ändert sich die Schwingungsebene (Polarisationsrichtung) des Lichtes. Die Veränderung der Schwingungsebene ist ein Maß für die Zuckerkonzentration der Lösung.

Mit dem Analysator lässt sich diese Veränderung beobachten und auch messen. Stehen (*ohne* Zuckerlösung) Polarisator und Analysator parallel zueinander, wird das Licht maximal hindurchgelassen; stehen sie senkrecht zueinander, kommt kein Licht hindurch (vgl. Abbildung rechts).



2. Experimente

2.1 Kalibrierung (Erstellung einer Kontrollgeraden) (Experiment 1)

Aufbau und Durchführung:

Der Versuch ist zunächst ohne Zuckerlösung einzustellen. Dabei sollte der Analysator auf 0° stehen und der Polarisator so justiert werden, dass kein Licht mehr wahrzunehmen ist. Anschließend ist eine Zuckerlösung mit bekannter Konzentration in die Küvette einzufüllen. Die Konzentration wird in Massenprozent angegeben. Der Analysator ist wieder so einzustellen, dass kein Licht mehr durchtritt. Der Drehwinkel und die zugehörige Konzentration werden notiert. Dies ist mit mindestens sechs weiteren, jedoch unterschiedlichen Konzentrationen zu wiederholen². Die Wertepaare werden in einem Diagramm (Konzentration über Drehwinkel) aufgetragen. Durch die Messpunkte wird eine Ausgleichskurve gelegt.

Formulieren Sie ein Ergebnis!

2.2 Messung einer unbekannt Konzentration (Experiment 2)

Aufbau und Durchführung:

Es wird eine Zuckerlösung unbekannter Konzentration vorgegeben. Der Drehwinkel des polarisierten Lichtes wird am Analysator abgelesen und notiert. Mit Hilfe des in 2.1 erstellten Diagramms kann die zum Drehwinkel gehörende Konzentration bestimmt werden.

2.3 Überprüfung anderer Substanzen (Experiment 3)

Prüfen Sie, ob auch andere Substanzen (Kandiszucker, Salz, Süßstoff) optisch aktiv sind! Vergleichen Sie gegebenenfalls die Stärke ihrer optischen Aktivität mit der des zuvor verwendeten Zuckers!

² Es ist sinnvoll, mit kleinen Konzentrationen zu beginnen und diese schrittweise zu erhöhen. **Frage:** Warum?

3. Quellen³

Ein sehr schönes Versuchsprotokoll von Studenten zum Thema „Polarimetrie“ ist:
www.alexanderretzlaff.de/docs/instru_analytik/Versuch%208%20-%20Polarimetrie.pdf

Eine Beschreibung eines Experiments, welches unserem sehr ähnelt:
<http://www.pit.physik.uni-tuebingen.de/praktikum/anfaenger/SC.pdf>

Grundlageninformationen, u.a. zur Funktionsweise eines Polarisationsfilters, findet man unter:
<http://www.pit.physik.uni-tuebingen.de/praktikum/nwhtml/Sacch.html> .

Eine Darstellung, bei der besonders auf die chemischen Eigenschaften der optisch aktiven Lösungen eingegangen wird, findet man bei: <http://ap.physik.uni-konstanz.de/Anleitungen/Saccharimetrie.pdf> .

Die nachfolgende Quelle ist eine Sammlung von Vortragsfolien zum Thema „Polarisation“. Hier werden auch Themen angesprochen, die nicht zur „Standardphysik“ gehören, aber die textlichen Erläuterungen sind sehr knapp: <http://jan.astro.univie.ac.at/~zwintz/ss03/polarimetrie.pdf> .

Stand der Internetquellen: 07.07.2004

³ Internetquellen veralten oft sehr schnell. Schon nach kurzer Zeit können bestimmte Links nicht mehr erreichbar oder Inhalte geändert sein. Darum ist es sinnvoll, mit Hilfe von Suchmaschinen (z.B. www.google.de) immer aktuell zu recherchieren. Interessante Texte sollte man sich herunterladen.