Weitere Eigenschaften von Licht



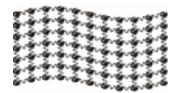




► In welcher Richtung (Ebene) schwingen die Lichtwellen ?

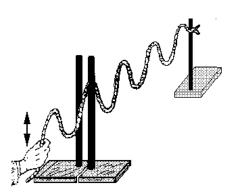
Querwelle (Transversalwelle) ?

Längswelle (Longitudinalwelle) ?

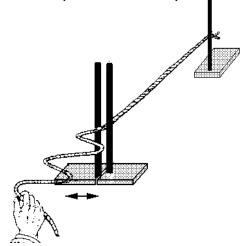




► Untersuchung! → Betrachtung einer Seilwelle (Querwelle):



Welle verläuft hindurch ...

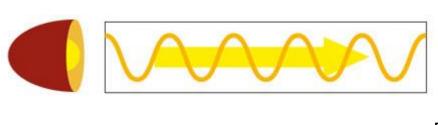


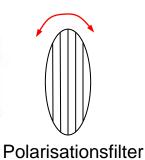
Welle verläuft nicht hindurch ...

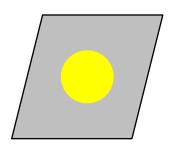
Führt eine Welle Schwingungen in einer <u>konstanten Ebene</u> <u>quer zur Ausbreitungsrichtung</u> aus, so spricht man von linearer <u>Polarisation</u>.

► Besitzt Licht Polarisationseigenschaften ?

normale Lichtquelle





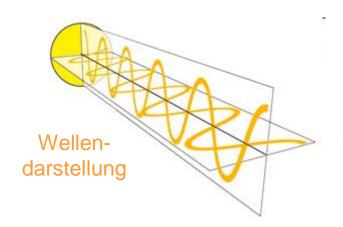


"Polarisationsfilter bestehen aus in Gitterform angeordneter Molekülketten bestimmter Stoffe"

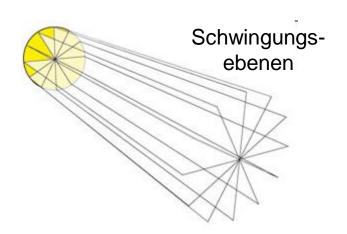
→ keine Polarisationserscheinung



Erklärung:



Die einzelnen
Lichtwellen
schwingen in
unterschiedlichen
Ebenen.

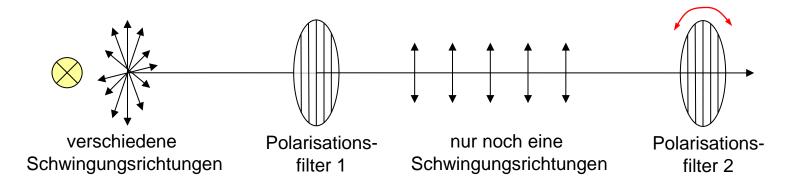


► Normales (natürliches) Licht ist nicht linear polarisiert.

Aber ...

... man kann normales Licht polarisieren!

Polarisierung von (normalem) Licht:

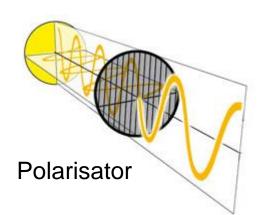


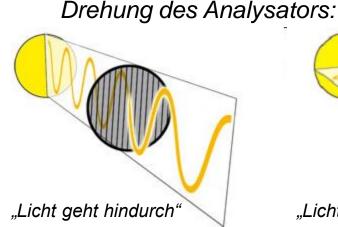
Polarisator

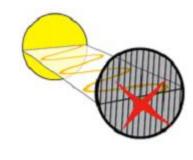
Analysator

Mit einem Polarisationsfilter wird (nur) eine Schwingungsebene ausgewählt und hindurch gelassen.

Mit einem zweiten Polarisationsfilter kann die Schwingungsebene analysiert werden.



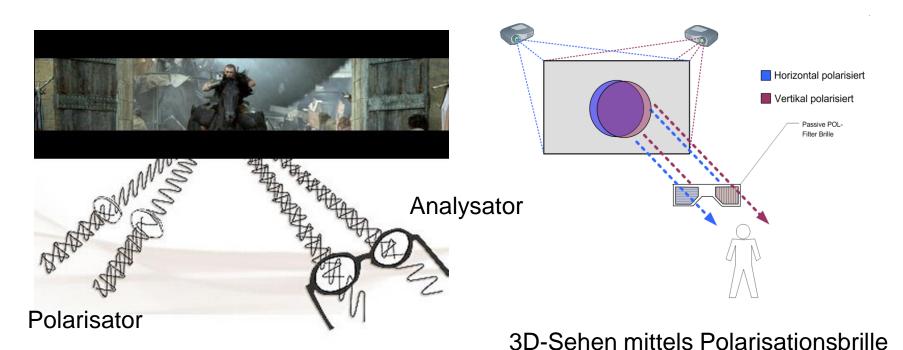




"Licht geht nicht hindurch"

Anwendungen der Polarisation:

3D-Filme (Kino)

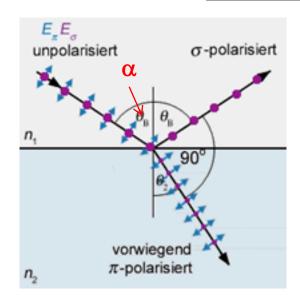


Zwei Bilder werden in verschiedenen Polarisationsrichtungen übereinander projiziert und mit einer Polarisationsbrille betrachtet.

Beide Bilder sind zueinander versetzt und erzeugen bei der Betrachtung einen räumlichen Eindruck.

Entstehung/Erzeugung von polarisiertem Licht:

Polarisation durch Reflexion



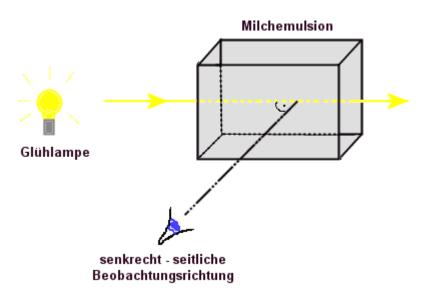
Das an einem optischen Medium reflektierte (und gebrochene) Licht ist teilweise polarisiert.

Beträgt der Winkel zwischen reflektiertem und gebrochen Licht 90°, so ist das reflektierte Licht vollständig linear polarisiert.

Den zugehörigen Einfallswinkel α_B nennt man **Brewster-Winkel**.

$$\tan(\alpha_B) = \frac{n_2}{n_1}$$

Polarisation durch **Streuung**



Beim Auftreffen von Licht auf Atome und Moleküle wird es gestreut. Es breitet sich in verschiedene Richtungen weiter aus.

Gestreutes Licht ist teilweise polarisiert.

▶ Polarisation des Lichtes am Himmel Mit Hilfe von Polarisationsfiltern kann reflektiertes und gestreutes Licht "herausgefiltert" werden.

→ Reduzierung von Lichtreflexionen (Wasser/Fensterscheiben) mittels Polarisationsfilter



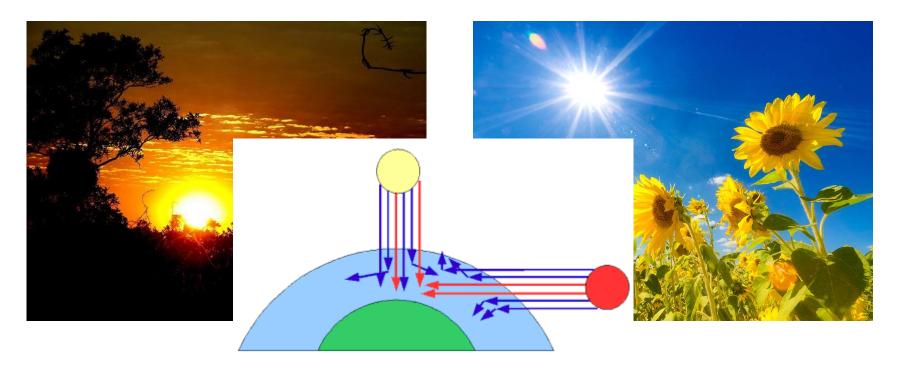


→ Mittels Polarisationsfilter können Kontrastverhältnisse von Fotos verbessert werden





Morgenrot und Himmelsblau:



Verantwortlich für die unterschiedliche Farberscheinung ist die Atmosphäre.

Das Licht der Sonne wir an den Luftmolekülen gestreut.

Kurzwelliges (blaues) Licht wird stärker gestreut.

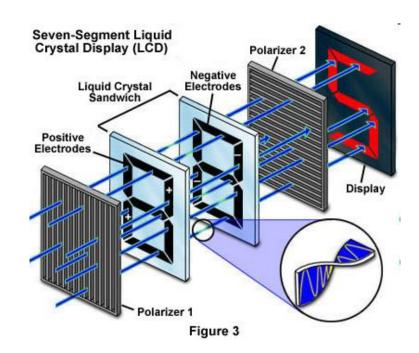
Bei kurzen Wegstrecken des Lichtes (Tag) streut das blaue Licht in alle Richtungen.

Bei langen Wegstrecken des Lichtes (Morgens) wird das blaue Licht nach häufiger Streuung stärker absorbiert.

Polarisation mittels elektrischer Felder:

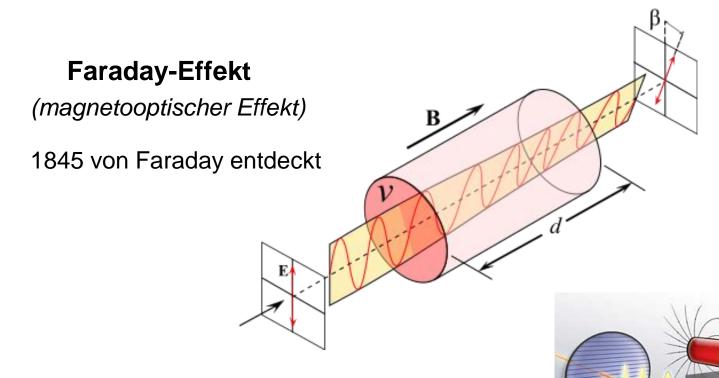
Flüssigkristallanzeigen (LCD):





In bestimmten Stoffen kann durch elektrische oder magnetische Felder die Polarisationsrichtung des Lichtes geändert werden.

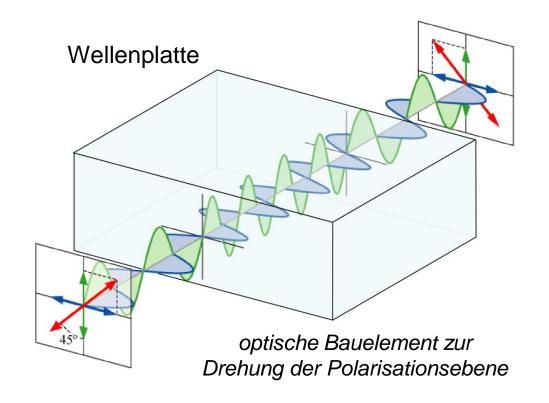
Polarisation mittels magnetischer Felder:



Die Polarisationsebene einer linear polarisierte Welle wird in einem zur Ausbreitungsrichtung parallel verlaufenden Magnetfeld gedreht.

→ Zusammenhang von Licht und Magnetismus!

Optische Aktivität:



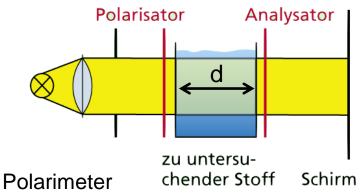
Stoffe, die die Polarisationsrichtung beim Durchgang von Licht verändern heißen optisch aktiv.

z.B. Zuckerlösung

→ chemisch-physikalisches Verfahren zur Konzentrationsbestimmung

Der Winkel α zwischen Polarisator und Analysator (Polarisationswinkel) wird durch die Konzentration und die Dicke des optisch aktiven Stoffes bestimmt.

 $\alpha = f(d, Konzentration)$



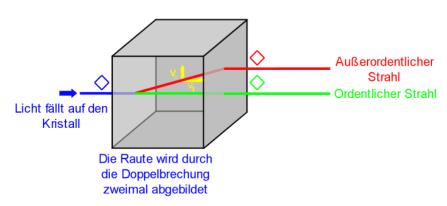
Polarisation durch Doppelbrechung:

In bestimmten Stoffen hängt die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichtes von der Richtung des Lichtdurchgangs und der Schwingungsebene ab.

Diese Eigenschaft bezeichnet man als Doppelbrechung.

z.B. Kalkspat, Quarz, Glimmer, ...



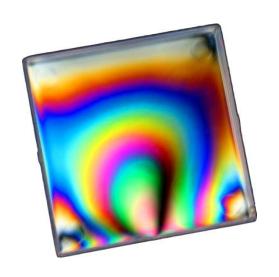


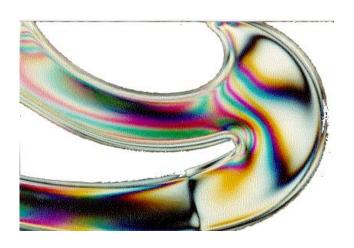
Das Licht wird in zwei Lichtstrahlen (ordentlich, außerordentlich) aufgespaltet, die <u>unterschiedliche Polarisationsrichtungen</u> besitzen.

Spannungsdoppelbrechung:

Doppelbrechung kann auch durch äußere Krafteinwirkung (Verformung) in Stoffen hervorgerufen werden.

Man nennt sie Spannungsdoppelbrechung

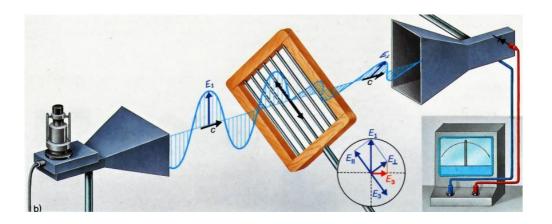




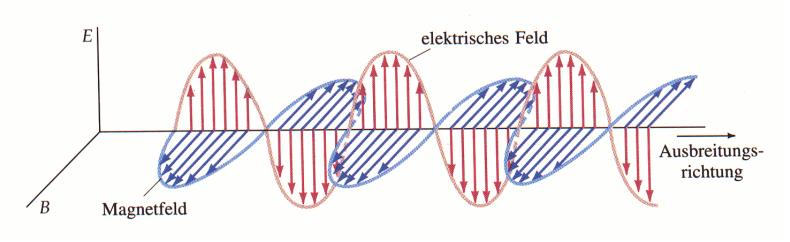
Zwischen zwei Polarisationsfiltern entstehen zwischen ordentlichen und außerordentlichen Lichtwellen Interferenz- bzw. Mischfarben.

Belastungsuntersuchungen in Werkstoffen

Vergleich mit elektromagnetischen Wellen:



Auch elektromagnetische Wellen weisen Polarisationseigenschaften auf.

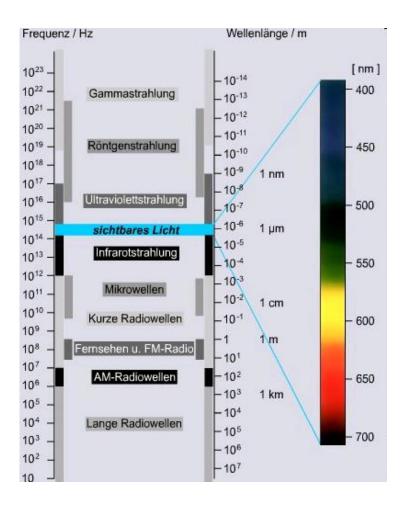


Elektrisches Feld und magnetisches Feld stehen senkrecht aufeinander und schwingen senkrecht zur Ausbreitungsrichtung.

Die Polarisationsebene wird durch das elektrische Feld bestimmt.

Zusammenfassung:

- Licht breitet sich mit c ≈ 3·10⁸m/s (Lichtgeschwindigkeit) aus
- Licht braucht für die Ausbreitung kein Medium
- Licht ist eine Querwelle und kann linear polarisiert werden



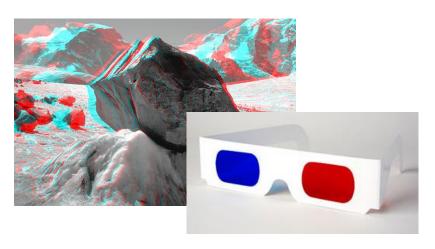
Licht ist eine elektromagnetische Welle

und (nur) ein Ausschnitt des gesamten elektromagnetischen Spektrums.



3D-Darstellung in Fernsehgeräten:

Grundidee: 1838



Passives 3D-Verfahren

Das Bild für jedes Auge wird durch passive Filterlinsen (Folie) erzeugt. Die Bilddarstellung auf dem Monitor wird in zwei Hälften aufgeteilt.





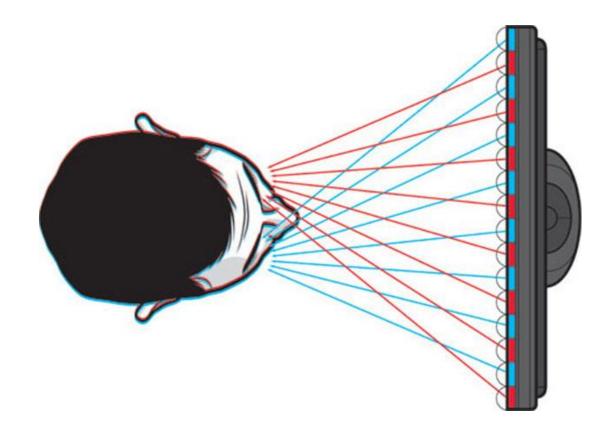
Aktives 3D-Verfahren

Dem Beobachter wird in sehr schneller Abfolgen jeweils verschiedene Bilder für beide Augen erzeugt. Eine zugehörige aktive Brille synchronisiert beide Bilder.



* 3D auch ohne Brille

Mit Hilfe von Lentikularlinsen, welche so geformt sind, dass je nach Betrachtungswinkel unterschiedliche Bilder für beide Augen wahrgenommen werden, können so die räumliche Darstellungen simuliert werden.



Polarisation im Internet (Links):

- Einführung zur Polarisation auf <u>leifiphysik</u>
- Bedeutung des Brewsterwinkels auf <u>leifiphysik</u>
- Video zur Polarisation auf <u>studyflix</u>
- Polarisation von Licht auf <u>YouTube</u> (aus weitere Teile)
- Optische Aktivität auf Wikipedia
- Anwendung zur Polarisation Das Polarimeter von <u>SIMPLECLUB</u>
- * Polarisation und Doppelbrechung auf Wikipedia

Abituraufgaben 2018 (Teil C – Experiment)

- Die Brechzahl des Stoffes einer planparallelen Platte wird durch Anwendung zweier verschiedener experimenteller Verfahren bestimmt.
- 1.1 Ein schmales paralleles Lichtbündel trifft auf die Platte. Ermitteln Sie experimentell unter Nutzung des Brechungsgesetzes die Brechzahl.

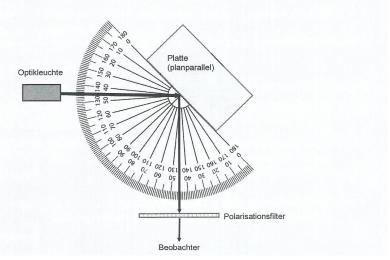
Erreichbare BE-Anzahl: 05

1.2 Das zweite Verfahren nutzt die Polarisierbarkeit von Licht.

Ein schmales paralleles Lichtbündel trifft unter dem Einfallswinkel α auf die Platte und wird reflektiert. Der reflektierte Lichtanteil ist in der Regel teilweise und für genau einen Einfallswinkel $\alpha_{\rm P}$ sogar vollständig linear polarisiert.

Die Experimentieranordnung für das zweite Verfahren wird Ihnen vollständig aufgebaut übergeben. Die Abbildung zeigt das Prinzip der Anordnung für $\alpha=45^{\circ}$. Das reflektierte Lichtbündel durchläuft einen Polarisationsfilter.

Beobachten Sie diesen Lichtanteil und drehen Sie den Polarisationsfilter so lange, bis die Helligkeit minimal ist. Diese eingestellte Drehung darf nicht mehr verändert werden.



Ermitteln Sie durch schrittweises Vergrößern des Einfallswinkels α den Einfallswinkel α_P . Beachten Sie, dass das reflektierte Lichtbündel möglichst senkrecht auf den Filter treffen sollte.

Geben Sie zwei zufällige Fehler für die Messung von α_{P} an.

Die sich daraus ergebende Messunsicherheit für $\alpha_{\rm P}$ beträgt 4°, systematische Fehler sind vernachlässigbar klein.

Berechnen Sie unter Nutzung der Gleichung $\tan \alpha_{\rm P} = n$ das Intervall, in dem der tatsächliche Wert der Brechzahl liegt.

Erreichbare BE-Anzahl: 05

Ein paralleles Bündel weißen Glühlichts trifft auf ein in Luft befindliches Glasprisma. Das Licht durchläuft das Prisma, geht wieder in Luft über und wird dabei spektral zerlegt.

Skizzieren Sie diesen Sachverhalt und erklären Sie die spektrale Zerlegung.

Erreichbare BE-Anzahl: 03