

Optik Definition:

Die **Optik**, die Wissenschaft vom **Licht**, ist ein Teilgebiet der Physik und beschäftigt sich mit der Ausbreitung, der Reflexion und Brechung des Lichts.

Man kann die Optik hinsichtlich der **Modelle** in Strahlenoptik, Wellenoptik und Quantenoptik einteilen.

Während die **Strahlenoptik** mit dem Modell Lichtstrahl arbeitet, beschreibt die **Wellenoptik** optische Erscheinungen mit der Lichtwelle und die **Quantenoptik** untersucht Licht unter dem Aspekt der Lichtquanten.



Das menschliche Auge - zwei Sammellinsen

Wichtige Teilgebiete der Optik sind:

- **Lichtquellen** und deren Ausbreitung (natürliche und künstliche Lichtquellen)
- Ausbreitung von Licht (Lichtgeschwindigkeit, Streuung von Licht)
- **Reflexion von Licht** (ebene und gekrümmte Spiegel, Reflexion, etc.)
- Lichtbrechung und Linsensysteme (Sammel- und Zerstreuungslinsen, etc.)
- **Lichtmessung** (Farbwahrnehmung, Spektralanalyse, Lichttechnische Einheiten, etc.)
- Wellenoptik (Lichtbeugung, Interferenz, etc.)
- **Quantenoptik** (Wirkungsweise eines Lasers, Quantencomputer, etc.)
- Optische Geräte (menschliche Auge, Lichtmikroskop, etc.)

Lichtquellen:

Wir unterscheiden zwischen **natürlichen** und künstlichen Lichtquellen.

Zu den natürlichen Lichtquellen zählen die **Sonne**, Fixsterne (weit entfernte Sonnen) und Feuer.

Künstliche Lichtquellen hingegen sind Lichtquellen, die von Menschen erfunden wurde.

Angefangen von Kerzen, Öllampen, Glühbirnen, Leuchtstoffröhren bis zu den heutigen **Leuchtdioden** (LED-Lampen).

Diese selbst leuchtenden Lichtquellen 1. Ordnung sind von den passiven Lichtquellen 2. Ordnung zu unterscheiden.

Passive Lichtquellen **reflektieren** das eingestrahlte Licht.

Bekanntestes natürliches Beispiel hierzu ist der **Mond**, der Sonnenlicht reflektiert.

Katzenaugen oder **Rückstrahlen** sind hingegen künstlich geschaffene Lichtquellen 2. Ordnung.

Lichtgeschwindigkeit:

Im Vakuum (luftleeren Raum) breitet sich Licht mit einer Geschwindigkeit von ca. 300.000 km/s (Kilometer pro Sekunde) aus.

Der genaue Wert, den Licht pro Sekunde zurücklegt (Lichtsekunde), beträgt **299 792 458 m**.

In einer Stunde legt das Licht mehr als 1 Milliarde Kilometer zurück.

Die Strecke, die Licht in einem Jahr zurücklegt, nennt man **Lichtjahr**.

Dieses beträgt in Zahlen 9,46 Billionen Kilometer ($9,46 \cdot 10^{12}$ km).

Aufgrund der Entfernung von 149,6 Millionen km braucht das Licht von der Sonne zur Erde ca. **8 Minuten**.

Streuung von Licht:

Licht breitet sich **geradlinig** und nach allen Seiten aus.

Wir können Licht nur sehen, wenn es auf einen Gegenstand oder einen Partikel trifft
- z.B. **Sonnenstrahlen** im Nebel.

Hinsichtlich der Reflexion von Licht unterscheiden wir zwischen Körpern mit rauer und glatter Oberfläche.

Körper mit **rauer** Oberfläche reflektieren das Licht in **alle** Richtungen.

Körper, die hingegen eine **sehr glatte** Oberfläche aufweisen, reflektieren das Licht in nur **eine** Richtung. Dieser Sachverhalt wird in Form von **Spiegeln** genutzt.

Absorption und Reflexion von Licht:

Dabei wird das Licht vom jeweils angestrahlten Körper nicht vollständig reflektiert.

Jener Teil des Lichts, der nicht vollständig reflektiert wird, wird vom Körper **absorbiert** ("verschluckt").

Daraus ergibt sich die Wahrnehmung für das menschliche Auge.

Körper, die einen Großteil des Lichts absorbieren, werden als **schwarze** Gegenstände wahrgenommen.

Energie, die nicht reflektiert wird, wird in **Wärme** umgewandelt.

Schwarze Körper **absorbieren** alle Farben, deshalb werden sie an der Sonne schneller heiß als weiße Körper.

Körper, die einen Großteil des Lichts reflektieren, werden hingegen als **weiße** Gegenstände wahrgenommen.

Farbige Körper reflektieren nur das Licht der **eigenen** Körperfarbe.

Reflektieren die Moleküle eines dichten Gegenstands grün, rot und blau aber nicht, so strahlen sie grünes Licht ab.

Ein Körper hingegen, der Lichtstrahlen weder absorbiert noch reflektiert, sondern **durchlässt**, erscheint uns **durchsichtig** z.B. Glas, flüssiges Wasser.

Ebene und gekrümmte Spiegel:

Hinsichtlich der **Struktur** und **Form** unterscheiden wir zwischen "Ebener Spiegel", "Wölbspiegel", und "Hohlspiegel".

a) Ebener Spiegel

Hier wird der Lichtstrahl im **gleichen Winkel** wie der einfallende Strahl reflektiert.

Das dabei entstehende **Spiegelbild** liefert Bilder, die aufrecht, gleich groß, gleich weit entfernt, virtuell und zudem **seitenverkehrt** sind (links-rechts sind vertauscht).

b) Hohlspiegel (konkave Spiegel):

Am konkaven Spiegel (= Hohlspiegel) wird der Lichtstrahl an der Wölbung im **gleichen Winkel** wie der einfallende Strahl wieder reflektiert

Der Hohlspiegel wird auch oft als **Sammelspiegel** bezeichnet, da er alle einfallenden Lichtstrahlen in einem Punkt sammelt = Brennpunkt.

c) Wölbspiegel (konvexe Spiegel):

Bei konvexen Spiegeln befindet sich der Brennpunkt **hinter dem Spiegel**. Es entsteht ein virtuelles (scheinbares), aufrechtes, verkleinertes Bild.

Weil sie verkleinernd abbilden, vergrößern sie den Blickwinkel (Weitwinkeleffekt).

Optische Linsen:

Wir unterscheiden im wesentlichen Sammel- und Zerstreuungslinsen.

a) Sammellinsen:

Sammellinsen besitzen **konvexe** Flächen (= nach außen gewölbte Oberflächen). Alle Lichtstrahlen, die parallel zur optischen Achse einfallen, werden durch den **Brennpunkt (F)** gebrochen.

b) Zerstreuungslinsen:

Zerstreuungslinsen hingegen besitzen **konkave** Flächen (= nach innen gewölbte Oberflächen).

Dadurch werden alle Lichtstrahlen, die parallel zu einer optischen Achse einfallen, so gebrochen, als ob sie vom **Zerstreuungspunkt** (F) kämen.

Deshalb bricht sie in ihrer optischen Wirkung das Licht nach außen, von der Linsenachse weg (zerstreut das Licht).

Lichtbrechung:

Die Ausbreitungsrichtung eines Lichtstrahls ändert sich an der Grenzfläche zweier Stoffe mit **unterschiedlicher** optischer Dichte.

In anderen Worten - der Strahl wird **gebrochen**.

Der Lichtstrahl wird vom **Lot weg** gebrochen, wenn der Übergang vom optisch dichteren zum optisch dünneren Stoff stattfindet.

Der Lichtstrahl wird zum **Lot hin** gebrochen, wenn der Übergang vom optisch dünneren zum dichteren Stoff stattfindet.

Trifft der Lichtstrahl **senkrecht** auf den Stoff auf, ändert das Licht seine Richtung nicht.

Brennpunkt und Brennweite:

Unter einem Brennpunkt, der auch **Fokus** genannt wird, versteht man einen besonderen Punkt eines abbildenden optischen Geräts.

In ihm **schneiden** sich die achsennahen, parallel zur optischen Achse einfallenden **Strahlen** nach der Brechung oder der Reflexion.

Er liegt zudem immer auf der **optischen** Achse.

Die **Brennweite** wiederum ist der Abstand zwischen dem Mittelpunkt einer optischen Linse bzw. eines gewölbten Spiegels und dem Brennpunkt.

Jede Sammellinse weist **zwei** Brennpunkte auf, die symmetrisch zur Linsenebene liegen.

Reelles und virtuelles Bild:

Unter einem reellen Bild versteht man in der geometrischen Optik Bilder, von denen in der **Realität** Lichtstrahlen ausgehen.

Das Bild des Objekts aus der Sicht des Beobachters entsteht **vor** dem abbildenden Element.

Die Größe des Objektes ist **gleich** der Größe der Reflexion.

Beispiele für reelle Bilder sind das Bild einer Lochkamera oder das Bild auf dem Bildschirm eines **Fernsehgeräts**.

Ein virtuelles Bild aus der Sicht des Beobachters entsteht hingegen **hinter** dem abbildenden Element.

Beispiele für virtuelle Bilder sind Spiegelbilder von **ebenen Spiegeln**, Bilder von Lupen und Lichtmikroskopen.

Primärfarben:

Primärfarben unterscheiden sich von allen anderen Lichtfarben durch **zwei** Merkmale:

- a) Sie können **nicht** durch andere Lichtfarben **gemischt** werden.
- b) Umgekehrt können durch das Mischen der **drei** Primärfarben alle anderen Lichtfarben gemischt werden.

Für jede der drei Primärfarben: rot, grün und blau, verfügt das menschliche Auge über jeweils eine Art von **Zapfen**.

Durch die unterschiedlichen **Wellenlängen** des Lichts werden die Zapfen unterschiedlich stark gereizt.

Diese mehr oder weniger starken Reize an den entsprechenden Zapfen, rufen im Gehirn den Sinneseindruck "Farbe" hervor.

Wellentheorie - Interferenz:

Unter einer **Interferenz** versteht man das Zusammentreffen von zwei oder mehr elektromagnetischen Wellen am gleichen Ort.

Je nach Wellenlänge ergeben sich zwei Sachverhalte:

a) konstruktive oder destruktive Interferenz:

Bei **gleicher** Wellenlänge kommt es zu einer konstruktiven oder destruktiven Interferenz.

Verstärken sich die beiden überlagernden Wellen gegenseitig, spricht man von einer **konstruktiven** Interferenz.

Löschen sich die beiden überlagernden Wellen aus, spricht man von einer **destruktiven** Interferenz.

b) Schwebung:

Bei **ungleicher** Wellenlänge kommt es zu einer Schwebung.

Unter einer Schwebung versteht man eine Schwingung mit **periodisch** veränderlicher Schwingungsbreite (Amplitude).

Diese entsteht durch die resultierende Kraft der **additiven** Überlagerung von zwei Schwingungen mit ähnlicher Frequenz.

Quantenoptik:

Die Quantenoptik erklärt Licht als einen Strom von winzig kleinen Teilchen (**Teilchenschwarm**).

Die elementaren Teilchen eines solchen Schwarms nennt man **Photonen**.

Diese Photonen, auch **Lichtquanten** genannt, entstehen durch die elektromagnetische Wechselwirkung.

Sie bewegen sich mit Lichtgeschwindigkeit und besitzen **keine Ruhemasse**.

Experimente in der Quantenoptik untersuchen die Wechselwirkung zwischen Licht und Materie. z.B. **Laser**

Optische Geräte:

a) Das Auge

Das menschliche Auge besteht aus einem System von **zwei Sammellinsen**.

Das Licht trifft zuerst auf die gewölbte **Hornhautschicht** und vor dort auf die **Augenlinse** und erzeugt dabei entlang der Netzhaut ein Bild.

Hier befinden sich **Sinneszellen** in Form von Stäbchen und Zäpfchen, die die einfallenden Lichtstrahlen absorbieren.

Die gebündelten Signale werden dann über den **Sehnerv** an die entsprechenden Stellen im Gehirn zur Verarbeitung weitergeleitet.

b) Kepler-Fernrohr:

Ein Kepler-Fernrohr, auch **Teleskop** genannt, besteht aus einem Objektiv und einem Okular, die jeweils eine Sammellinse beinhalten.

Die Sammellinse des **Okulars** ist kleiner und stärker gekrümmt als die Sammellinse des Objektivs und funktioniert wie eine **Lupe**.

Durch diese Vorrichtung können Objekte betrachtet werden, die sich weit außerhalb der **doppelten Brennweite** des Objektivs befinden (z.B. Sterne am Nachthimmel).

c) Lichtmikroskop:

Auch ein Lichtmikroskop besteht aus einem System von **zwei Sammellinsen** und einer starken **Lichtquelle**, die das zu untersuchende Objekt durchleuchtet.

Wie beim Teleskop will man ein möglichst großes Bild auf der **Netzhaut** des Auges erzeugen.

Die gesamte Vergrößerung des Mikroskops ist gleich dem **Produkt** der Vergrößerungen von Objektiv und Okular.