

Geometrische Optik

Optik: Teilgebiet der Physik, das sich mit der Untersuchung des Lichtes beschäftigt

1 Ausbreitung des Lichtes

Das sich ausbreitende Licht stellt einen Transport von Energie dar. Man bezeichnet diese Energie als Lichtenergie

Das von einer Lichtquelle ausgehende Licht ist nur wahrnehmbar, wenn es auf seinem Weg direkt in unser Auge gelangt oder wenn es an anderen Körpern zurückgeworfen wird und dann in das Auge kommt.

Das Licht breitet sich von der Lichtquelle nach allen Richtungen geradlinig aus

Der Lichtweg ist umkehrbar.

2 Fotometrie

○ Lichtstärke I

Erscheinen Lichtquellen aus gleicher Entfernung heller oder dunkler, so spricht man von unterschiedlichen Lichtstärken.

Die **Lichtstärke I** der Einheitslichtquelle wird mit Hilfe eines elektrisch geheizten Ofens bestimmt, der auf einer Temperatur von 1774°C (Schmelztemperatur von Platin) gehalten wird.

Die Einheit der Lichtstärke heißt **Candela (cd)**.

Ein Candela ist der 60te Teil der Lichtstärke, die durch eine 1 cm² große Öffnung eines auf 1774°C geheizten Ofens tritt..

○ Lichtstrom Φ

Die Lichtstärke einer Lichtquelle kann je nach Richtung der Ausstrahlung sehr unterschiedlich sein. Deshalb werden Lichtquellen heute nicht mehr nach der Lichtstärke beurteilt, sondern nach dem gesamten Lichtstrom, den sie aussenden.

Die Einheit des Lichtstroms heißt **Lumen (lm)**.

Ein Lumen ist der Lichtstrom, den eine punktförmige Lichtquelle von der Lichtstärke 1 cd auf 1 m² einer Kugeloberfläche von Radius 1 m aussendet, wenn die Lichtquelle im Mittelpunkt der Kugel ist.

○ Beleuchtungsstärke E

Erscheinen beleuchtete Flächen aus gleicher Entfernung und unter gleicher Neigung heller oder dunkler, so spricht man von unterschiedlichen Beleuchtungsstärken.

Die Beleuchtungsstärke ist in jeder Entfernung bei senkrecht auffallenden Lichtstrahlen am größten.

Die Einheit der Beleuchtungsstärke heißt **Lux (lx)**.

Ein Lux ist die Beleuchtungsstärke, die eine Lichtquelle von der Lichtstärke 1 cd senkrecht einfallend auf einer Fläche in 1 m Abstand erzeugt.

$$E = \frac{I}{r^2}$$

E: Beleuchtungsstärke [lx]

I: Lichtstärke [cd]

r: Abstand [m]



Anders formuliert:

Der Lichtstrom von 1 lm erzeugt auf einer Fläche von 1 m² die Beleuchtungsstärke 1 lx

$$E = \frac{\Phi}{A}$$

E: Beleuchtungsstärke [lx]

Φ : Lichtstrom [lm]

A: Fläche [m²]

□ Aufgabe:

Welche Lichtstärke muß eine Lampe für Straßenbeleuchtung haben, wenn sie 8 m hoch hängt und eine Beleuchtungsstärke von 20 lx auf der Straße erzeugen soll?

■ Lösung:

□ Aufgabe:

Eine Platte von 2 m² wird mit einem mittleren Lichtstrom von 500 lm beleuchtet. Wie groß ist die Beleuchtungsstärke?

■ Lösung:

□ Aufgabe:

Eine kugelförmige Lampe hat nach allen Seiten eine Lichtstärke von 150 cd. Sie hängt 2.5 m über dem Boden in einem 3.20 m hohem Raum. Wie groß ist die Beleuchtungsstärke

- senkrecht unter der Lampe auf dem Boden?

- senkrecht über der Lampe an der Decke?

- auf einem Punkt der 2 m seitlich unter der Lampe auf den Boden ist?

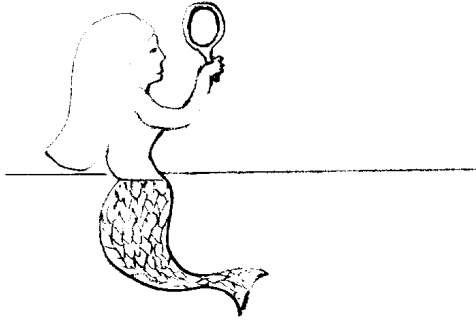
■ Lösung:



3 Brechung (Refraktion)

○ Erklärungen

Licht wird beim **Durchgang von einem Medium zum anderen** (z.B. Luft-Wasser) **gebrochen** oder **refraktiert** d.h. die Lichtstrahlen werden **abgelenkt**.



Beim Übergang von Luft in Wasser wird Licht zum Einfallslot hin gebrochen ($\alpha > \beta$).

Beim Übergang von Wasser in Luft wird Licht vom Einfallslot hin gebrochen ($\alpha' > \beta'$).

Auch bei der Refraktion (Brechung) ist der Strahlengang umkehrbar: $\alpha = \alpha'$, $\beta = \beta'$

○ Einfallswinkel

Je **flacher** wir auf die Wasseroberfläche blicken, desto **größer** ist die **Ablenkung**.

Bei **senkrechtem Einfall** des Lichtes erfolgt **keine Brechung**

Sinnestäuschung: Durch die Brechung sehen wir Gegenstände im Wasser gehoben.

Beispiel: Fische schwimmen im Wasser als man glaubt.

Allgemein: Tritt ein Lichtstrahl von einem Medium **optisch niedrigerer Dichte** in ein Medium optisch höherer Dichte, so wird Winkel zum Einfallslot hin gebrochen.

Beispiele von Medien mit optisch zunehmender Dichte: Luft Wasser Glas Diamant

○ Reflexion / Refraktion

Lichtstrahlen, die von einem Medium in ein anderes übergehen, werden z.T. **reflektiert** und z.T. **refraktiert** d.h. die Lichtstrahlen werden **geteilt**.

Beispiel: Eine glatte Wasseroberfläche wirkt wie ein Spiegel d.h. man erkennt
Gegenstände; zugleich sieht man ins Wasser d.h. die Strahlen werden auch



○ Brechungsgesetz

Aus der Messung verschiedener Einfallswinkel α und entsprechender Brechungswinkel β ergibt sich:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \text{konst.}$$

Die optische Dichte der verschiedenen Medien wird durch deren **Brechungszahlen n** berücksichtigt.

Beispiel:

Medium:	Luft	Wasser	Glas	Diamant
Brechungszahl n :	1	1.33	1.5 - 1.8	2.5

Es gilt das **Allgemeine Brechungsgesetz:**

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}$$

α : Einfallswinkel

β : Brechungswinkel

n_1 : Brechungszahl 1. Medium
(einfallender Strahl)

n_2 : Brechungszahl 2. Medium
(gebrochener Strahl)

○ Totalreflexion

Tritt ein Lichtstrahl von einem **optisch dichteren** Medium **auf** ein **optisch dünneres** Medium, so wird der Strahl bei **großen Einfallswinkeln** nicht mehr gebrochen, sondern nur noch reflektiert: man spricht von **Totalreflexion**.

Beispiel: Sehr warme Luft über Asphalt: die Straße sieht von weitem naß aus.

Anwendung: Lichtleiterkabel, beleuchtete Wasserfontäne.

Berechnung des Grenzwinkels für Totalreflexion:

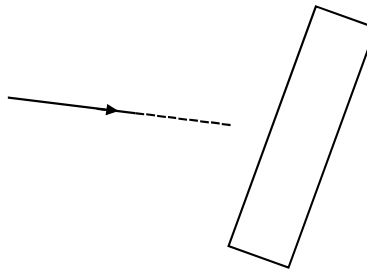
Bedingung: $\beta = 90^\circ$ Daraus folgt:

Aus dem allgemeinen Brechungsgesetz ergibt sich:



○ Planparallele Platten

Beim Übergang Luft-Glas und beim Übergang Glas-Luft wird der Lichtstrahl jeweils um den gleichen Winkel gebrochen, jedoch einmal zum Einfallslot hin und einmal vom Einfallslot weg.



Der Lichtstrahl vor und hinter der planparallelen Platte ist dadurch **parallel versetzt**.

4 Prisma und Dispersion