

Einführung. Licht in der Medizin. Geometrische Optik.

Dr. Balázs Kiss

Myofilament-Mechanobiophysik Forschungsgruppe,
Institut für Biophysik und Strahlenbiologie.

09. September 2026.



SEMMELWEIS
UNIVERSITY 1769

Allgemeine Kursinformationen

- **Semmelweis E-learning:**
<https://itc.semmelweis.hu/moodle/course/view.php?id=13324>
 - Medizinische Biophysik I. (DM, 2026/27)
 - Neptun-Kode: AOKFIZ1090_1N
 - 1x 45 Min Vorlesung, 3x 45 Min Praktikum pro Woche
 - Bedingung der Unterschrift (Zulassung zur Prüfung): Erreichen von mindestens 50% des Durchschnitts der 2 Demos und Teilnahme an 75% der Biophysik Praktika
- **Website des Kurses:**
<https://biofiz.semmelweis.hu/index.php?p=oktatas&mid=2&a=tantargy&id=614&nyelv=ger>
- **Prüfung:**
 - **Schriftliche Prüfung:** Excel Auswertung, Aufgabenlösung, Testfragen
 - **Mündliche Prüfung:** 2 Fragen aus den Themen des Semesters
 - [Liste der Zahlenwerte die man beim Kolloquium auswendig wissen muss.](#)
 - [Formelsammlung:](#) Sie müssen die Formeln auswendig nicht kennen.

Medizinische-biophysische Denkweise

- **Physikalische Größe** = Zahlenwert · Maßeinheit (z.B.: $p_{\text{syst}} = 120 \text{ mmHg}$)
- **Vorsätze der Maßeinheiten (SI-Präfixe)** (Dezimale Vielfache oder Teile, die in Verbindung mit Maßeinheiten zur Vereinfachung der Schreibweise von sehr großen oder sehr kleinen Werten benutzt werden), (z.B. kg , μm)
- **Wissenschaftliche Schreibweise** (Zehnerpotenzen): z.B. $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
- **Definitionsformel** (Intensität = Leistung pro Fläche, $J = \frac{\Delta P}{\Delta A} \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2} \right]$)
- **Zusammenhang** zwischen Variablen ($x \rightarrow y$), ($t_{\text{echo}} \rightarrow s_{\text{US}}$), ($y = f(x)$)
- **XY-Diagramm:**
 - Achsenbeschriftung!
 - Verlauf der Kurve!
- **Schätzung!**



Vorlesungsthematik

	Titel	Datum
1	Einführung. Licht in der Medizin. Geometrische Optik.	2026.09.09
2	Das Lichtmikroskop. Biophysik des Auges.	2026.09.16
3	Wellenoptik. Auflösung des Lichtmikroskops.	2026.09.23
4	Strahlungsarten. Temperaturstrahlung, Lumineszenz.	2026.09.30
5	Teilchencharakter des Lichtes, Emissionsspektroskopie.	2026.10.07
6	Absorption und Streuung des Lichtes.	2026.10.14
7	Laser. Biologische Wirkungen des Lichtes.	2026.10.21
8	Struktur der Materie: Gase, Flüssigkeiten.	2026.10.28
9	Struktur der Materie: Festkörper und Flüssigkristalle.	2026.11.04
10	Struktur der Materie: Atomare und molekulare Wechselwirkungen.	2026.11.11
11	Strukturuntersuchungsmethoden in der Medizin.	2026.11.18
12	Nuklearmedizin Atomkern, Radioaktivität.	2026.11.25
13	Wechselwirkungen der Kernstrahlungen mit der Materie.	2026.12.02
14	Dosimetrie.	2026.12.09

Eigenschaften des Lichtes

- Geradlinige Ausbreitung → Lichtstrahl



Geometrische Optik

- **Wellennatur:** Wellenlänge, λ
- **Teilchennatur:** Impuls

- Energietransport



Wechselwirkung:

- biologische Wirkung
- medizinische Wirkung

Geometrische Optik

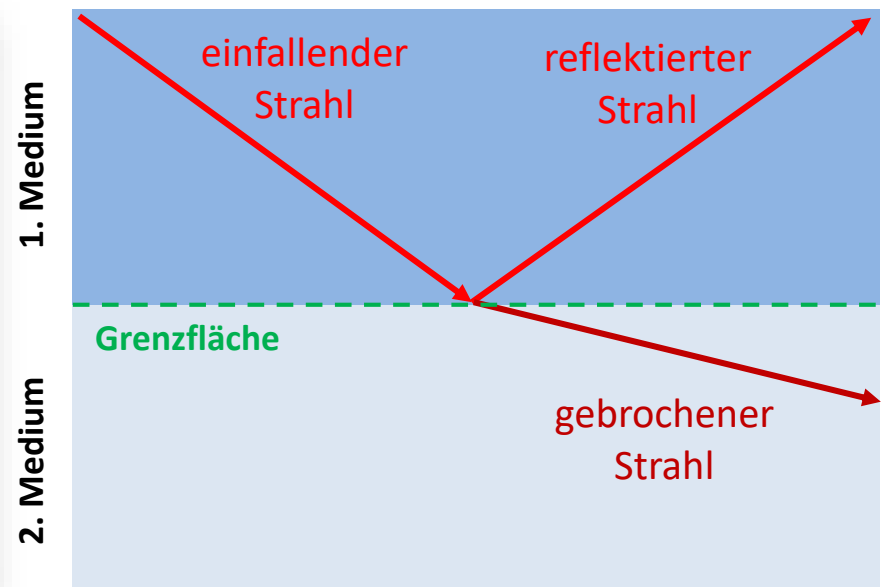
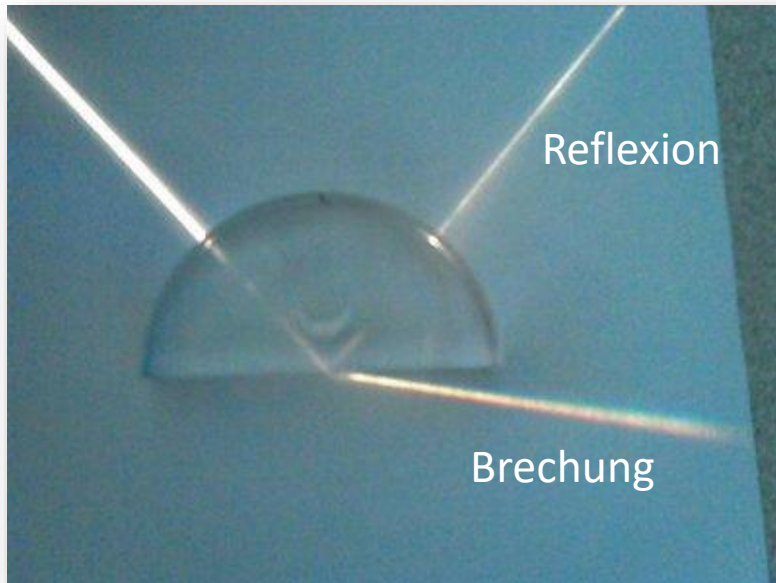
Lichtstrahl

- Ein Lichtbündel mit einem sehr kleinen Durchmesser.
- Es wird als eine Linie gezeichnet.

Grundprinzipien der geometrischen Optik

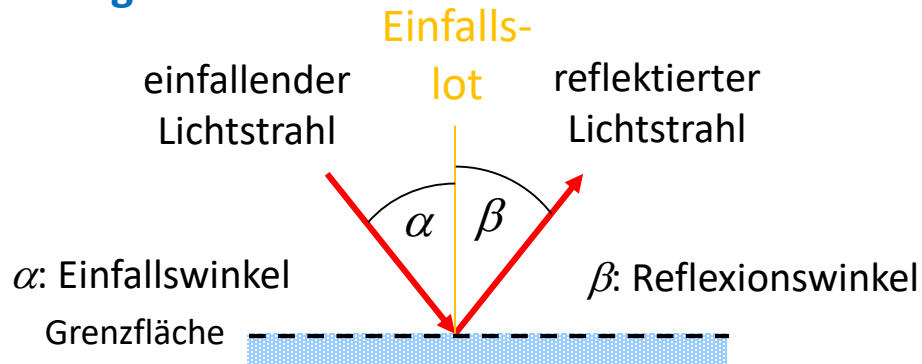
- geradlinige Ausbreitung des Lichtes
- Lichtwege sind umkehrbar
- kreuzende Lichtstrahlen beeinflussen einander nicht

Erscheinungen an einer Grenzfläche



Reflexion

Reflexionsgesetz

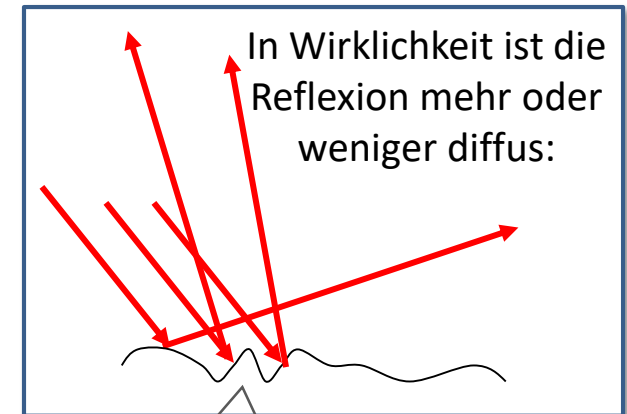


Reflexionsgesetz: $\rightarrow \alpha = \beta$

- Einfallender strahl,
- Einfallslot und
- Reflektierter Strahl

liegen in einer Ebene.

Diffuse Reflexion

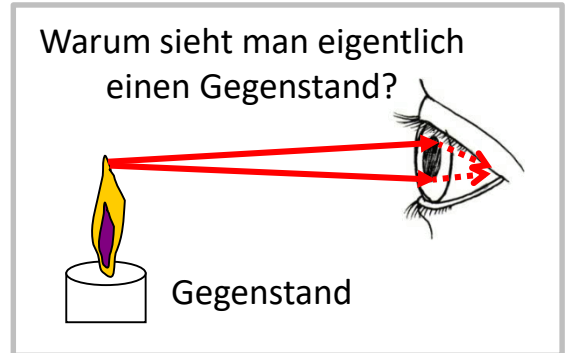


unebene Grenzfläche

- makroskopisch
- mikroskopisch



Abbildung durch Reflexion



Bildpunkt:

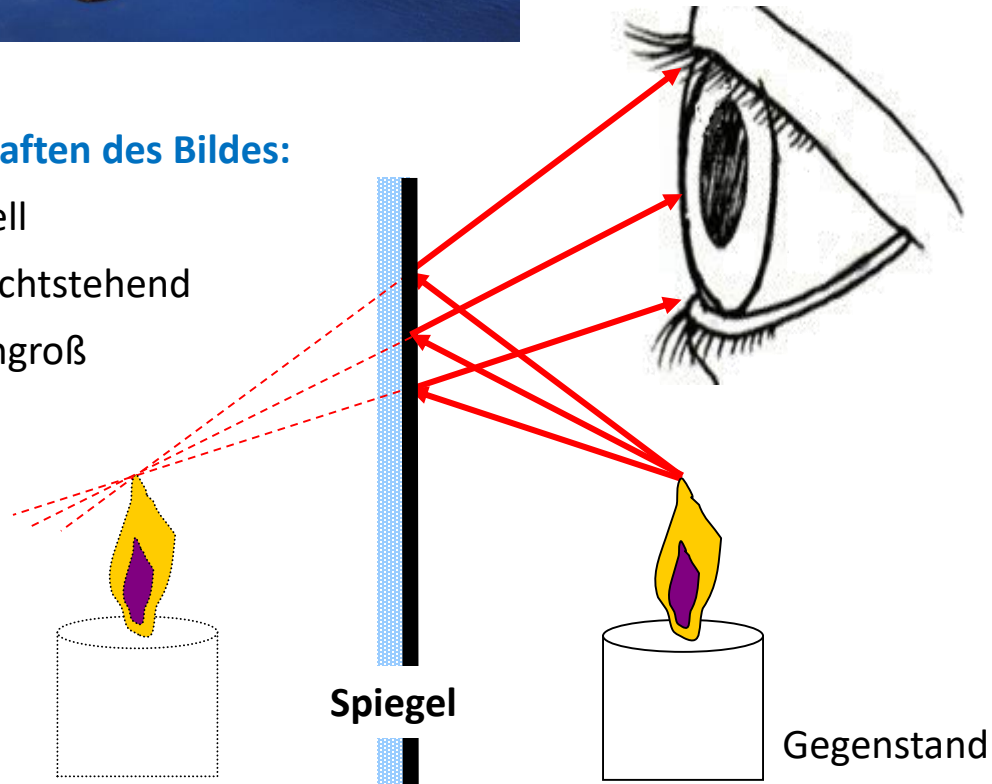
wo die aus dem Gegenstandspunkt ausgehenden Lichtstrahlen (oder ihre Verlängerungen) einander kreuzen.

Virtuelles Bild:

die Lichtstrahlen sind divergent, nur ihre Verlängerungen (in Richtung der Rückseite des Spiegels) kreuzen einander.

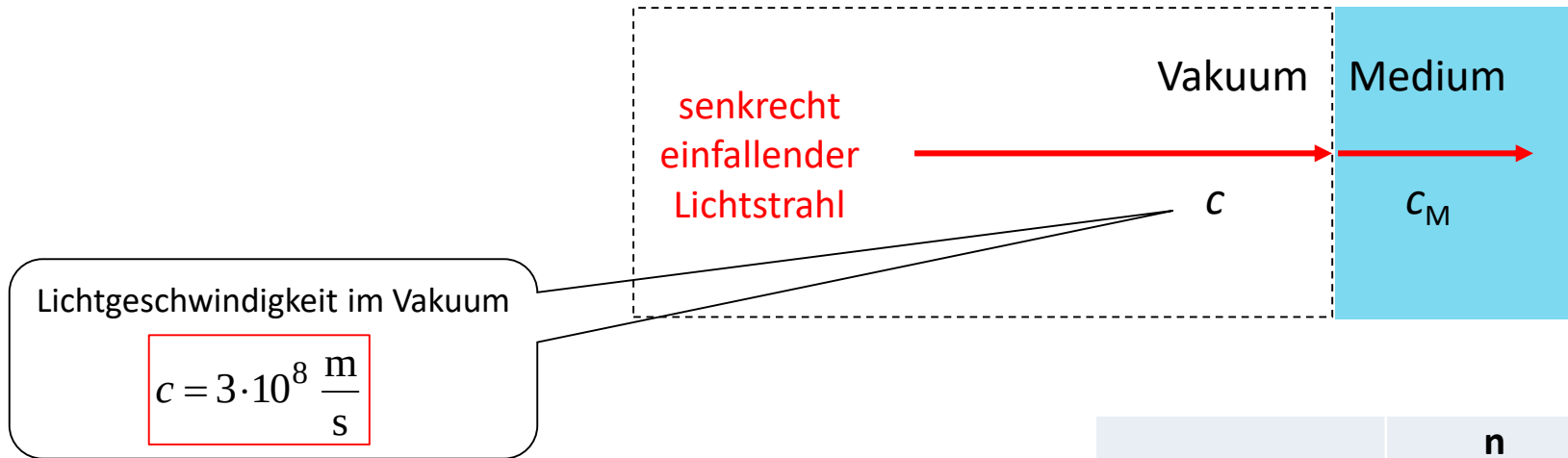
Eigenschaften des Bildes:

- virtuell
- aufrechtstehend
- gleichgroß



Brechung

Brechzahl (Brechungsindex)



1) absolute Brechzahl (n):

$$n = \frac{c}{c_M} \geq 1$$

c : Lichtgeschwindigkeit im Vakuum

c_M : Lichtgeschwindigkeit in der Materie oder Medium)

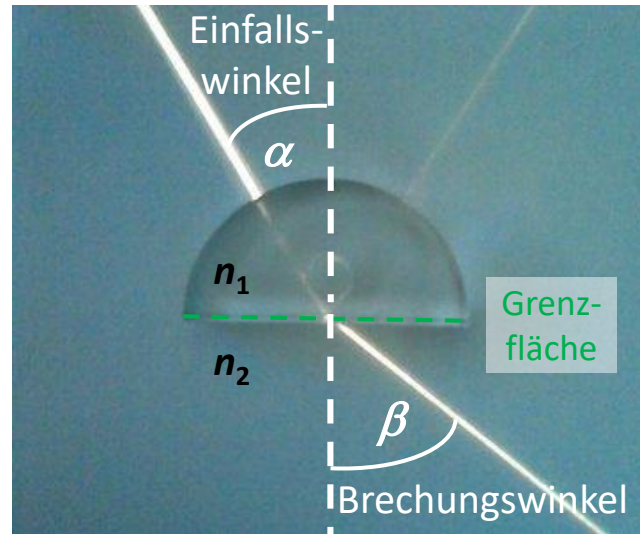
(Ist $n_1 > n_2$, so heißt Medium 1 **optisch dichter**, als Medium 2)

Material	n (20 °C und 589 nm)
Vakuum	1
Luft (1 atm)	1,00027
Wasser	1,333
Augenlinse	≈1,34
Ethylalkohol	1,361
Quarzglas	1,459
Flintglas	1,613
Diamant	2,417

Brechungsgesetz

Fermatsches Prinzip:

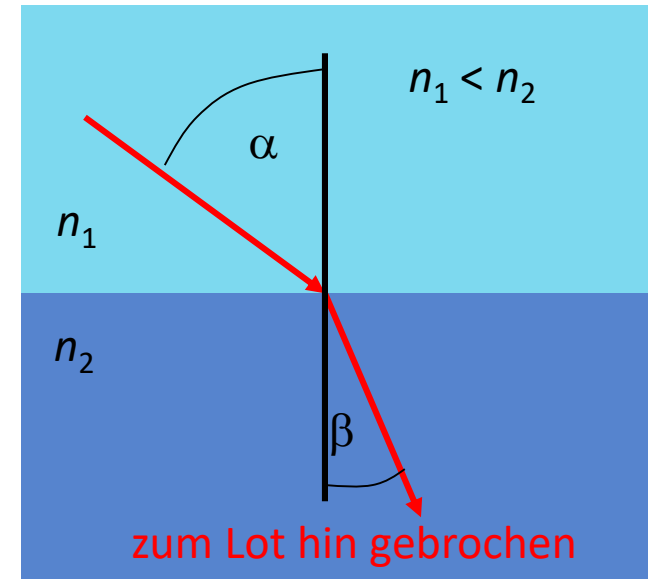
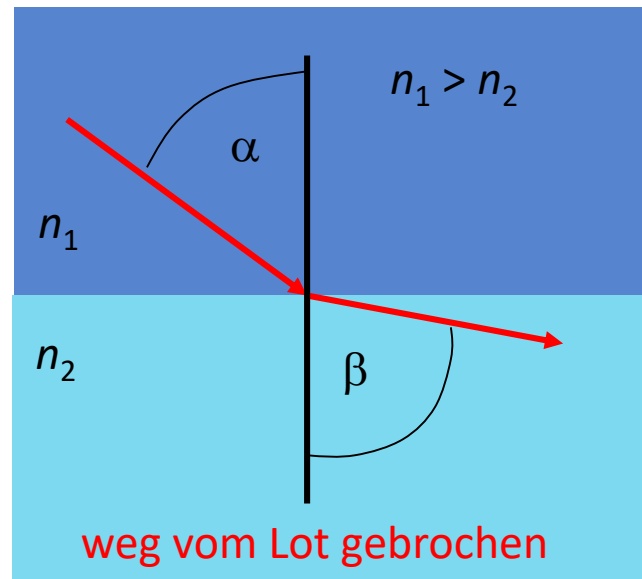
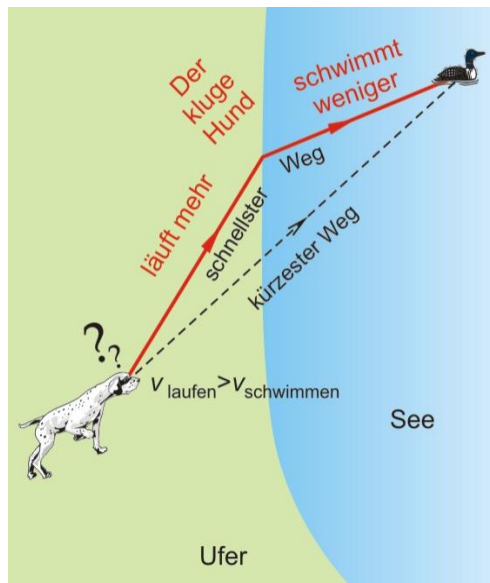
Das Licht wählt zw. zwei Punkten den schnellsten und nicht den geometrisch kürzesten Weg.



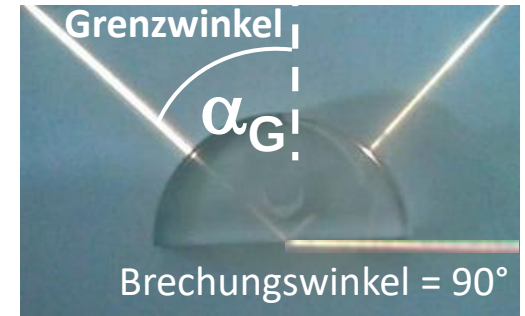
Snellius-Descartes-Gesetz:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} = \boxed{n_{21}} = \frac{c_1}{c_2}$$

2) relative Brechzahl



Grenzwinkel, Totalreflexion

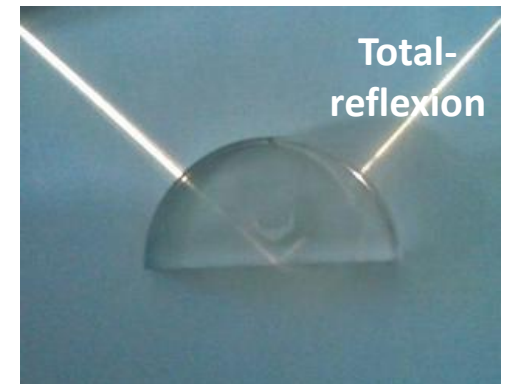
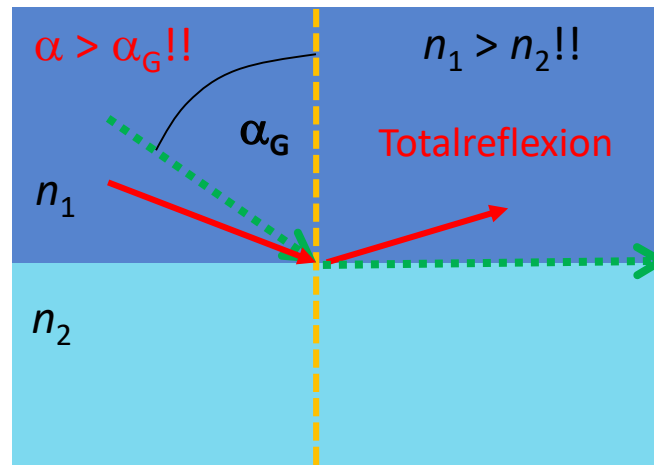


Grenzwinkel: Einfallswinkel des aus dem optisch dichteren Medium kommenden Lichtstrahles wozu ein Brechungswinkel von 90° gehört.



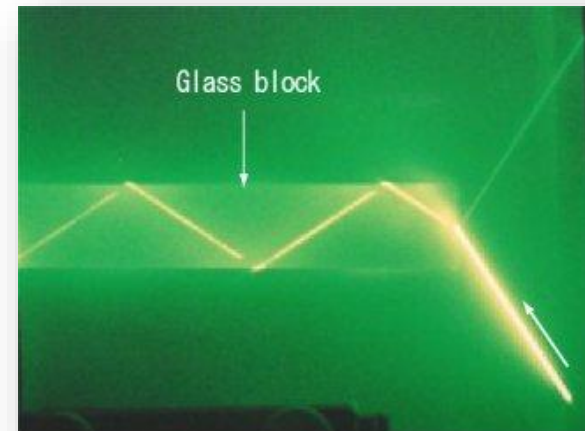
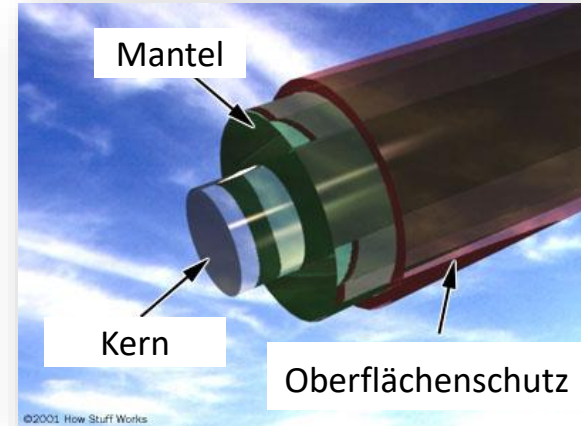
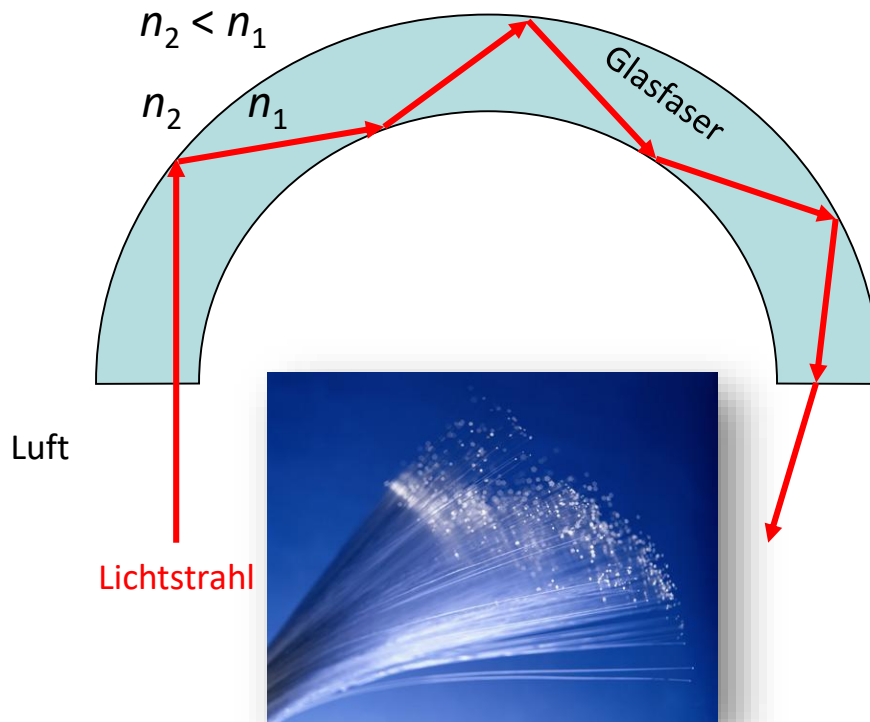
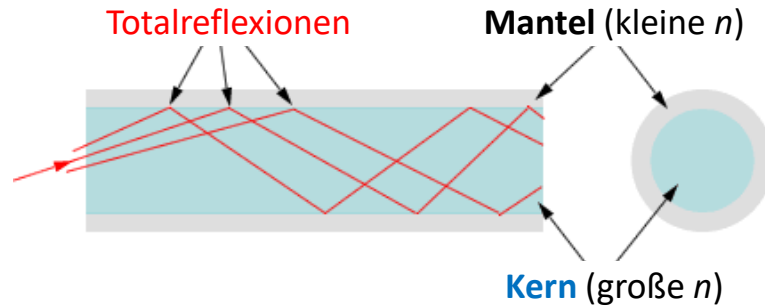
s. Praktikum
„Refraktometer“

Totalreflexion:
Reflexion eines aus dem optisch dichten Medium kommenden Lichtstrahles wenn der Einfallswinkel grösser ist als der Grenzwinkel.



medizinische Anwendung:
optisches Kabel, Endoskop

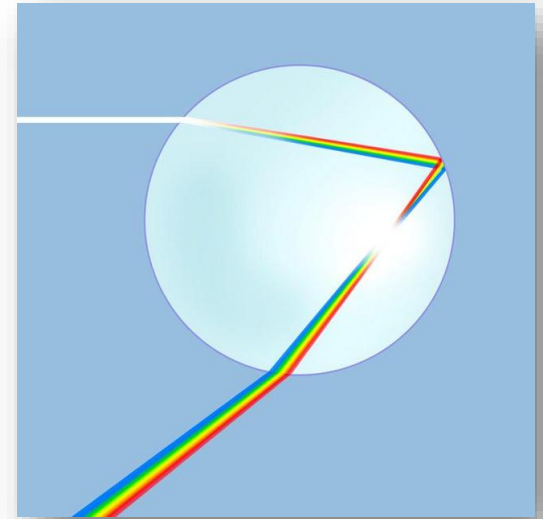
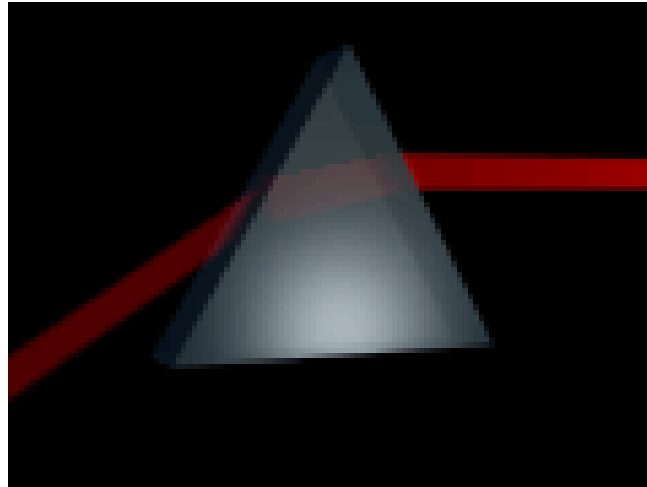
Optisches Kabel, Endoskop



Dispersion

Dispersion:

Wellenlänge-
abhängigkeit der
Brechzahl

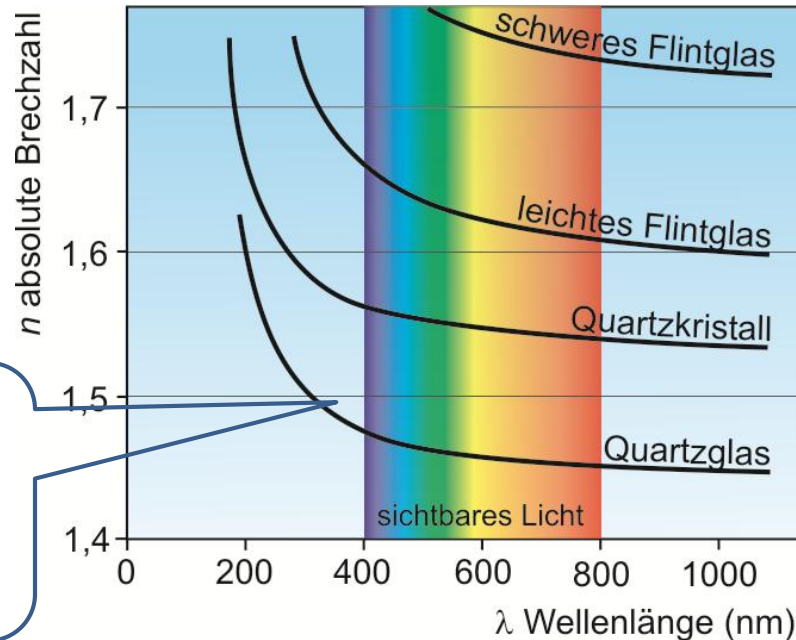


Die Brechzahl ist
eine Funktion der
Wellenlänge:

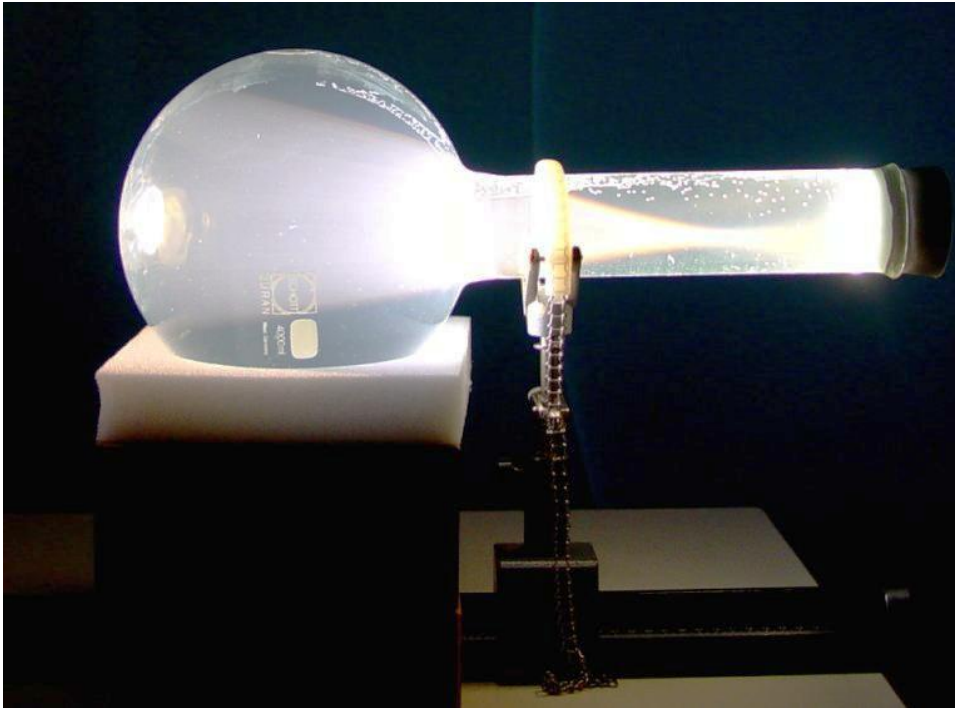
$$n = n(\lambda)$$

Normale Dispersion:

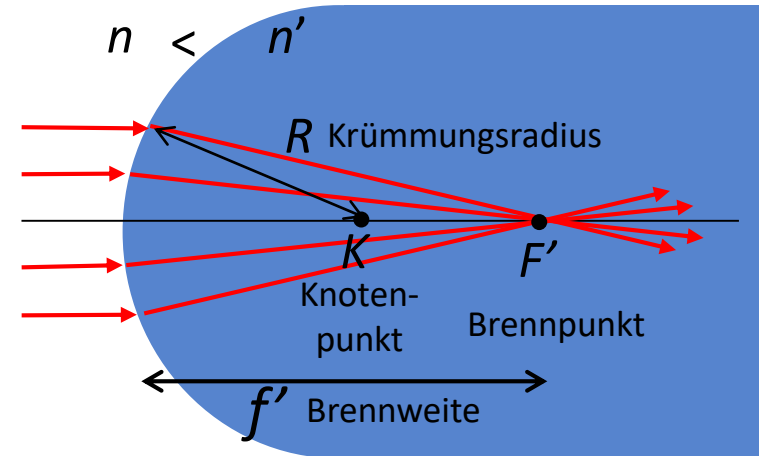
wenn n mit
zunehmender
Wellenlänge
abnimmt.



Brechung an einer sphärischen Grenzfläche



(R. Keller, Universität Ulm)



positive Brechkraft und
positive Brennweite
(Fokussierung)

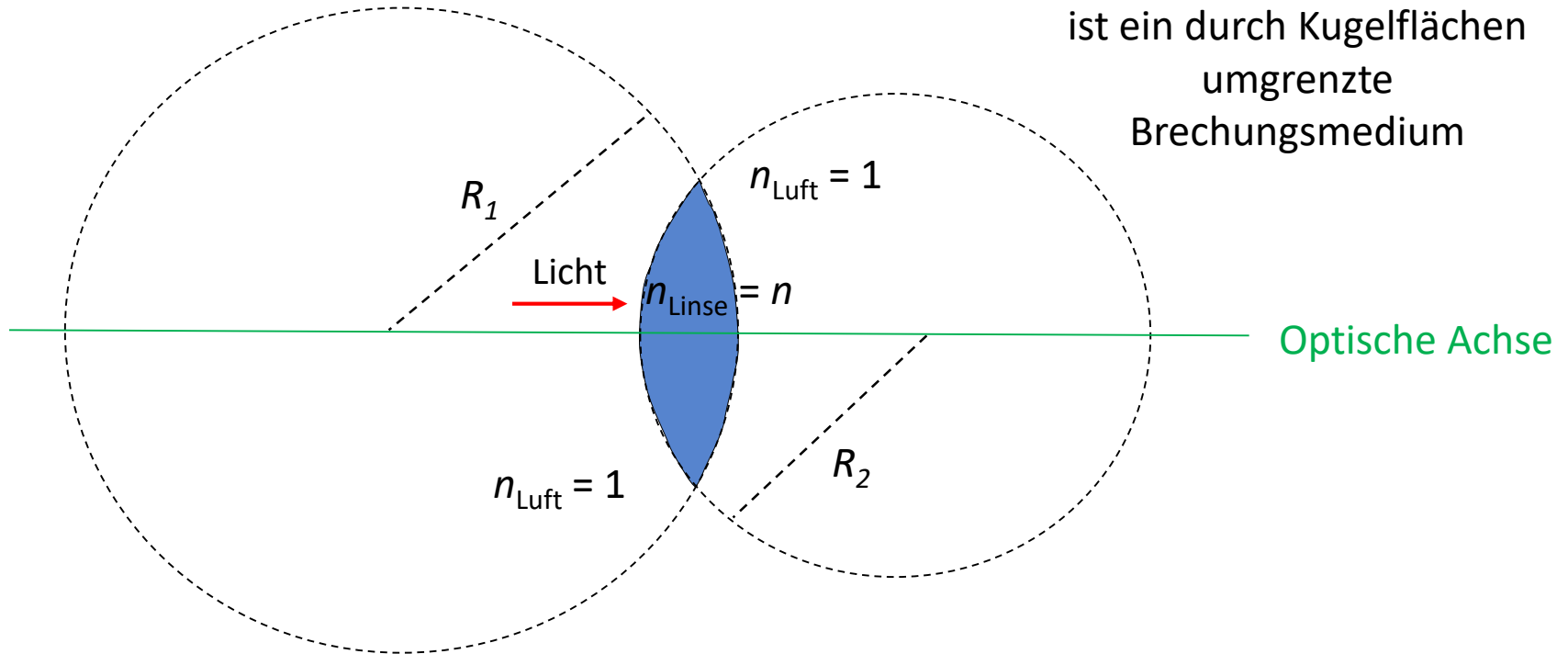
Brechkraft (D):

$$D = \frac{n'}{f'} = \frac{n}{f} = \frac{n' - n}{R} \quad \left(\frac{1}{\text{m}} = \text{dpt (Dioptrie)} \right)$$

Die Formel gilt genau nur für achsennahe Strahlen!

Linsen

Sphärische bikonvexe Linsen:



Sphärische Linse

ist ein durch Kugelflächen
umgrenzte
Brechungsmedium

Linsenschleiferformel, Brechkraft einer Linse:

$$\left. \begin{aligned} D_{\text{gesamt}} &= D_1 + D_2 + D_3 + \dots \\ D &= \frac{n_2}{f_2} \left(= \frac{n_1}{f_1} \right) = \frac{n_2 - n_1}{R} \end{aligned} \right\} \longrightarrow D = \frac{1}{f} = (n_{21} - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

Hausaufgaben

Aufgabensammlung

2. 10-17, 20, 22, 24

Feedback