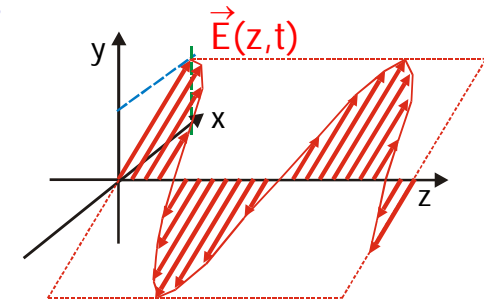
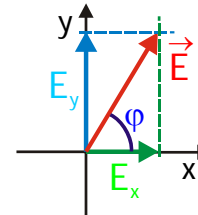


Zusammenfassung vom 28.06.2010

Polarisation: nur für *transversale* Wellen: *Lage des Amplitudenvektors in der Ebene $\perp \vec{k}$*

linear polarisiertes Licht: \vec{E} -Vektor *schwingt in einer festen Ebene*

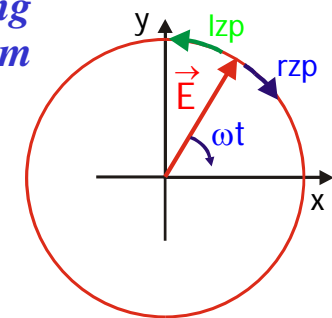
$$\vec{k} = k \vec{e}_z \rightarrow \vec{E}_0 = \begin{pmatrix} E_x \\ E_y \\ 0 \end{pmatrix} = E_0 \begin{pmatrix} \cos \varphi \\ \sin \varphi \\ 0 \end{pmatrix}$$



zirkular polarisiert: \vec{E} -Vektor: *Kreisbewegung in fester Ebene senkrecht zur Lichtausbreitung*

$$\vec{k} = k \vec{e}_z \rightarrow \vec{E}_{0+} = E_0 \begin{pmatrix} 1 \\ -i \\ 0 \end{pmatrix}$$

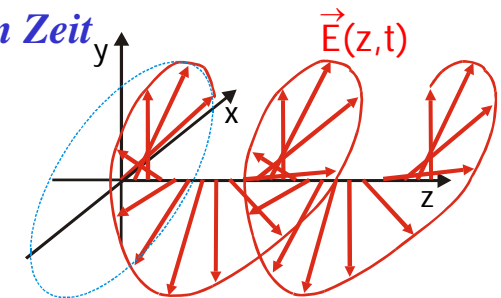
rechtszirkular polarisiert (rzp, +): Drehung im Uhrzeigersinn an einem festen Ort beim Blick in die Quelle sowie Rechtsschraube im Raum zu einer festen Zeit



$$\vec{E}_{0-} = E_0 \begin{pmatrix} 1 \\ i \\ 0 \end{pmatrix}$$

linkszirkular polarisiert (lzp, -): Drehung im Gegenuhrzeigersinn an einem festen Ort beim Blick in die Quelle sowie Linksschraube im Raum zu einer festen Zeit

$$\rightarrow \vec{E}_{\pm} = \text{Re} \left\{ E_0 \begin{pmatrix} 1 \\ \mp i \\ 0 \end{pmatrix} e^{i(kz - \omega t)} \right\} = E_0 \begin{pmatrix} \cos(kz - \omega t) \\ \pm \sin(kz - \omega t) \\ 0 \end{pmatrix}$$



X Reflexion und Transmission an Grenzflächen

Brechungsindex n : $c_{\text{med}} = \frac{c}{n}$ *Geschwindigkeit wird im Medium um Faktor n kleiner*
(Brechzahl)

$\rightarrow \lambda_{\text{med}} = \frac{\lambda}{n} \quad \rightarrow k_{\text{med}} = n k \quad \lambda, \nu, k = \text{Werte im Vakuum}$

$\rightarrow v_{\text{med}} = v$ *Frequenz bleibt unverändert wegen Huygens'schem Prinzip an der Grenzfläche*

Brechungsindex und Wellengleichung: $\vec{k}_{\text{med}}^2 = \epsilon \mu \frac{\omega^2}{c^2} = \epsilon \mu k^2 = n^2 k^2$

Diese Gleichung erhält man durch Einsetzen einer ebene Welle in die Wellengleichung für elektromagnetische Wellen in Materie

- $\rightarrow \epsilon \mu = n^2$ *bei optischen Frequenzen ($\omega > 10^{12} \text{ s}^{-1}$) kann $\mu = 1$ gesetzt werden, da die Elementarmagnete der zeitlichen Änderung des B-Feldes der elektromagnetischen Welle nicht mehr folgen können*
- $\rightarrow \epsilon = n^2$

Dispersion: $\omega = \omega(\vec{k})$ *Dispersion = k -Abhängigkeit der Frequenz ω*

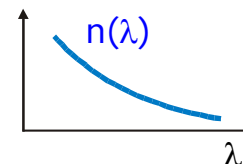
\rightarrow *folgt aus der Wellengleichung mit ω -Abhängigkeit von $\epsilon(\omega)$*

Bsp.: Dispersion im Vakuum: $\omega = ck$

Dielektrizitätsfunktion in Materie: $\epsilon = \epsilon(\vec{k}, \omega)$ *k -Abhängigkeit nur für $2\pi k^{-1} = \lambda \approx \text{atomare Dimension} (\approx 1 \text{ \AA})$*

$\rightarrow \epsilon = \epsilon(\omega) = n^2$

$\rightarrow n = n(\omega)$

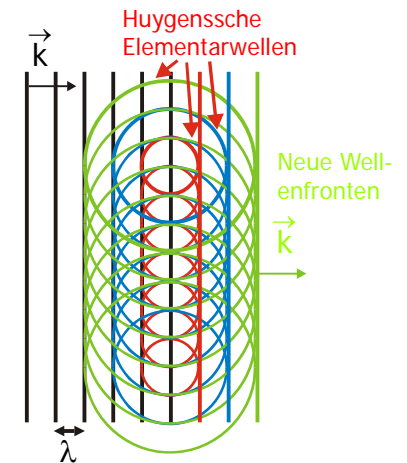


$\frac{dn}{d\lambda} < 0$ bzw. $\frac{dn}{d\omega} > 0$

normale Dispersion

Huygen'sches Prinzip:

Jeder Punkt einer bestehenden Wellenfront ist Ausgangspunkt einer neuen Kugelwelle (= Huygen'sche Elementarwelle) mit gleicher Ausbreitungsgeschwindigkeit und Frequenz wie die ursprüngliche Wellenfront. Die **Einhüllende aller Elementarwellen** ergibt die Wellenfront zu einem späteren Zeitpunkt.



Brechung an einer Grenzfläche:

Betrachte zur Zeit $t' = 0$ zwei Punkte P_0, Q_0 auf der einfallenden Wellenfront, wobei Q_0 auf der Grenzfläche liegt. Zur Zeit $t' = t$ ist die Welle im Medium 1 die Strecke Δx_1 bis zum Punkten P_t auf der Grenzfläche und im Medium 2 die Strecke Δx_2 bis zum Punkt Q_t weitergelaufen. Es gilt:

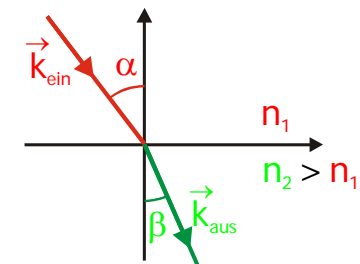
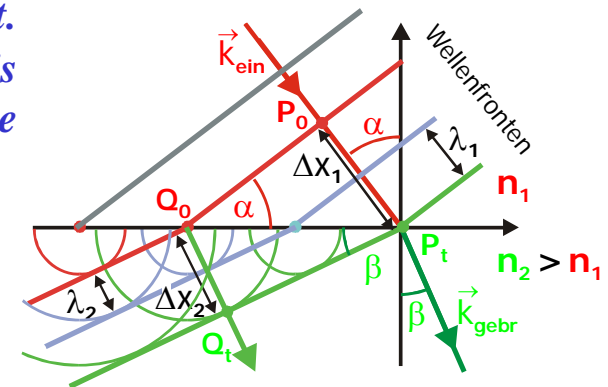
$$\Delta x_1 = c_1 t = \frac{c}{n_1} t \quad \Delta x_2 = c_2 t = \frac{c}{n_2} t$$

Für die Strecke $\overline{Q_0 P_t}$ gilt dann:

$$\overline{Q_0 P_t} = \frac{\Delta x_1}{\sin \alpha} = \frac{\Delta x_2}{\sin \beta}$$

$$\rightarrow \overline{Q_0 P_t} = \frac{c t}{n_1 \sin \alpha} = \frac{c t}{n_2 \sin \beta}$$

Gesetz von Snellius: $\rightarrow n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$



Verständnisfragen: *Wie kann mit dem Huygens'schen Prinzip gezeigt werden, dass sich die Frequenz beim Übergang einer elektromagnetischen Welle von Medium 1 nach Medium 2 nicht ändert?*