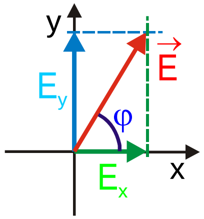
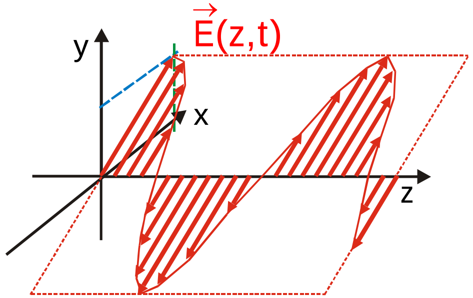
# Zusammenfassung vom 27.06.2011

**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*

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

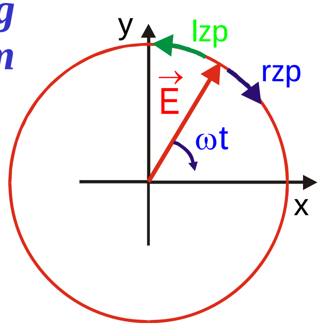



**zirkular polarisiert:** *$\vec{E}$-Vektor: Kreisbewegung in fester Ebene senkrecht zur Lichtausbreitung*

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

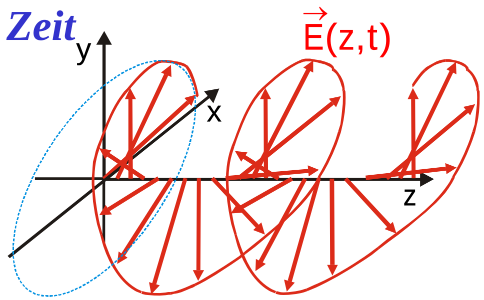
*rechtszirkular polarisiert (rzp, +): Drehung im Uhrzeigersinn an einem festen Ort beim Blick in die Quelle sowie Rechtsschraube im Raum zu einer fesen Zeit*




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

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

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



# X Reflexion und Transmission an Grenzflächen

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

➜ $\lambda_{med} = \frac{\lambda}{n}$ ➜ $k_{med} = n\,k$ **λ, ν, k** = *Werte im Vakuum*

➜ $\nu_{med} = \nu$ *Frequenz bleibt unverändert wegen Huygens'schem Prinzip an der Grenzfläche*

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

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

➜ $\varepsilon\mu = n^2$

➜ $\varepsilon = n^2$

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

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

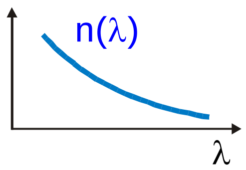
➜ *folgt aus der Wellengleichung mit* $\omega$*-Abhängigkeit von* $\varepsilon(\omega)$

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

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

➜ $\varepsilon = \varepsilon(\omega) = n^2$

➜ $n = n(\omega)$

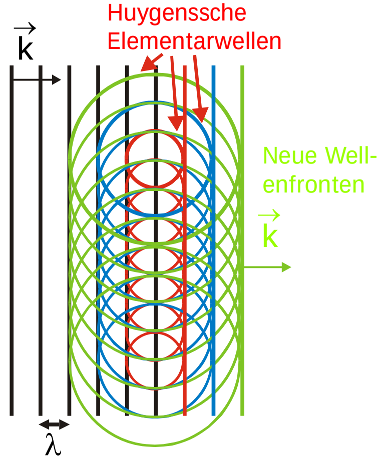



$\frac{dn}{d\lambda} < 0$ *bzw.* $\frac{dn}{d\omega} > 0$

*normale Dispersion*

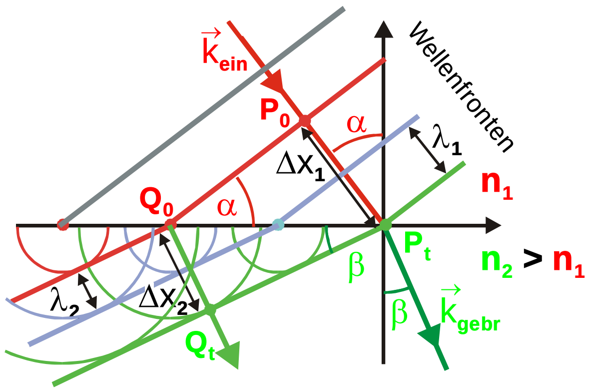
## Huygens'sches Prinzip:

*Jeder Punkt einer bestehenden Wellenfront ist Ausgangspunkt einer neuen Kugelwelle (= Huygens'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:

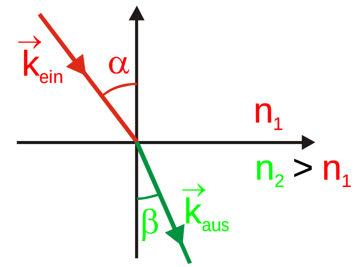
*Betrachte zur Zeit t' = 0 zwei Punkte $P_0$, $Q_0$ auf der einfallenden Wellenfront, wobei $Q_0$ auf der Grenzfläche liegt. Zur Zeit t' = t ist die Welle im Medium 1 die Strecke $\Delta x_1$ bis zum Punkten $P_t$ auf der Grenzfläche und im Medium 2 die Strecke $\Delta x_2$ bis zum Punkt $Q_t$ weitergelaufen. Es gilt:*




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

*Für die Strecke $Q_0P_t$ gilt dann:* $\overline{Q_0P_t} = \frac{\Delta x_1}{\sin\alpha} = \frac{\Delta x_2}{\sin\beta}$

$$\rightarrow \quad \overline{Q_0P_t} = \frac{c\,t}{n_1 \sin\alpha} = \frac{c\,t}{n_2 \sin\beta}$$




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

**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?***