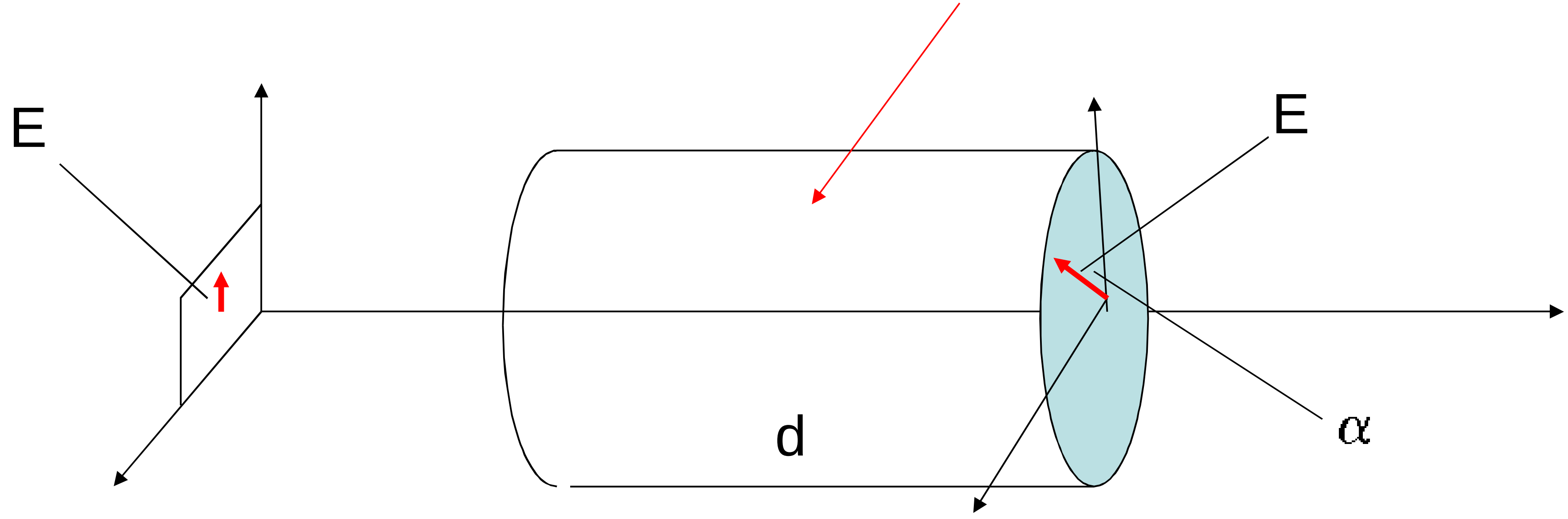
Optische Aktivität

z.B. Zuckerlösung

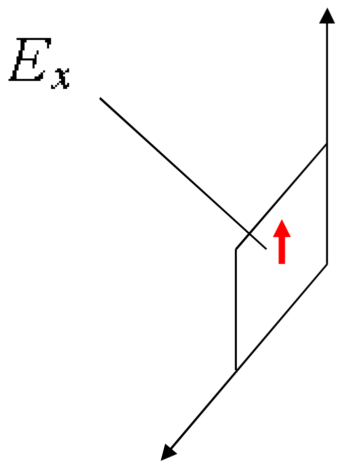


Grund:

Spezielle Symmetrie-
eigenschaften
des Mediums

$$\alpha = \alpha_s \cdot d$$

Spezifisches
Drehvermögen



$$\overrightarrow{E} = \overrightarrow{e_x} \cdot E_{0x} \cos(k \cdot z - \omega t)$$

Einfallende Welle

Darstellung

$$\overrightarrow{E_{rechts}} = \frac{E_0}{2}\left(\overrightarrow{e_x} \cos(k_{rechts} \cdot z - \omega t) + \overrightarrow{e_y} \sin(k_{rechts} \cdot z - \omega \cdot t)\right)$$

$$\overrightarrow{E_{links}} = \frac{E_0}{2}\left(\overrightarrow{e_x} \cos(k_{links} \cdot z - \omega t) - \overrightarrow{e_y} \sin(k_{links} \cdot z - \omega \cdot t)\right)$$

$$\overrightarrow{E} = \overrightarrow{E_{rechts}} + \overrightarrow{E_{links}}$$

$$v_{rechts} = \frac{c}{n_{rechts}} = \frac{\omega}{k_{rechts}}$$

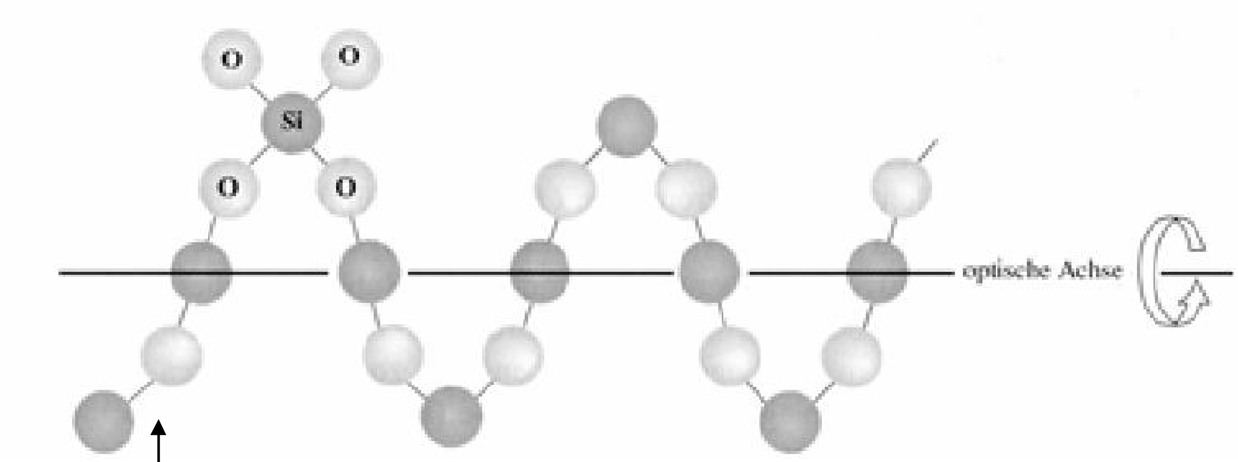
$$\overrightarrow{E} = E_0 \cdot \cos\left((k_{rechts} + k_{links})\frac{z}{2} - \omega t\right)\right) \left(\overrightarrow{e_x} \cos\left(k_{rechts} - k_{links}\right)\frac{z}{2}\right.$$

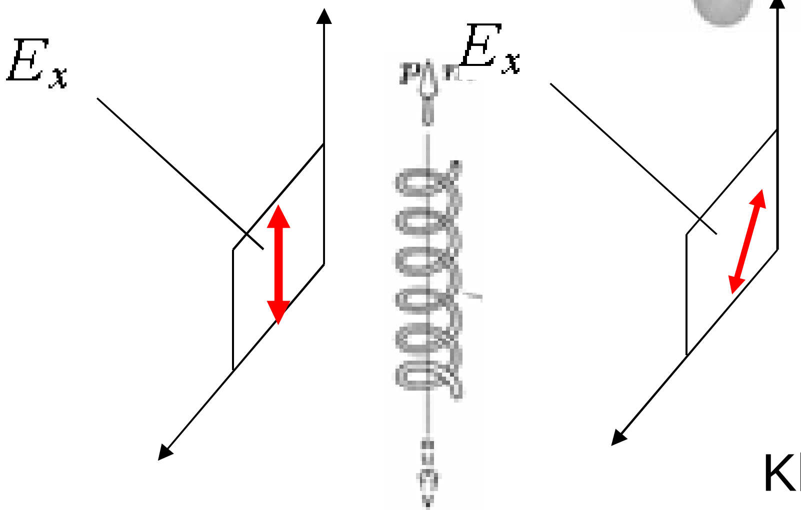
$$\left. + \overrightarrow{e_y} \sin\underbrace{\left(k_{rechts} - k_{links}\right)\frac{z}{2}}\right)$$

$$\alpha_{Rotation} = \frac{\pi \cdot d}{\lambda_0}\left(n_{links} - n_{rechts}\right)$$

Beispiele:

Rechshändiger Quarz





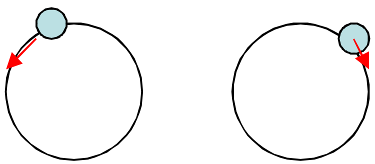
Faraday-Effekt

Magneto-optischer Effekt:

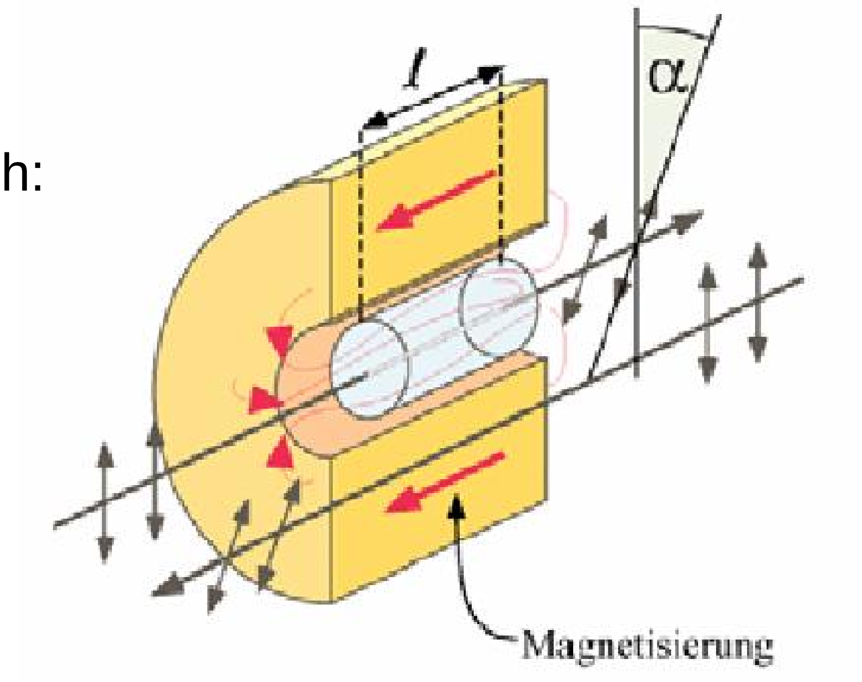
Ŭ = ȷ B l

Verdet-Konstante

Klassisch: Lorentz-Kraft

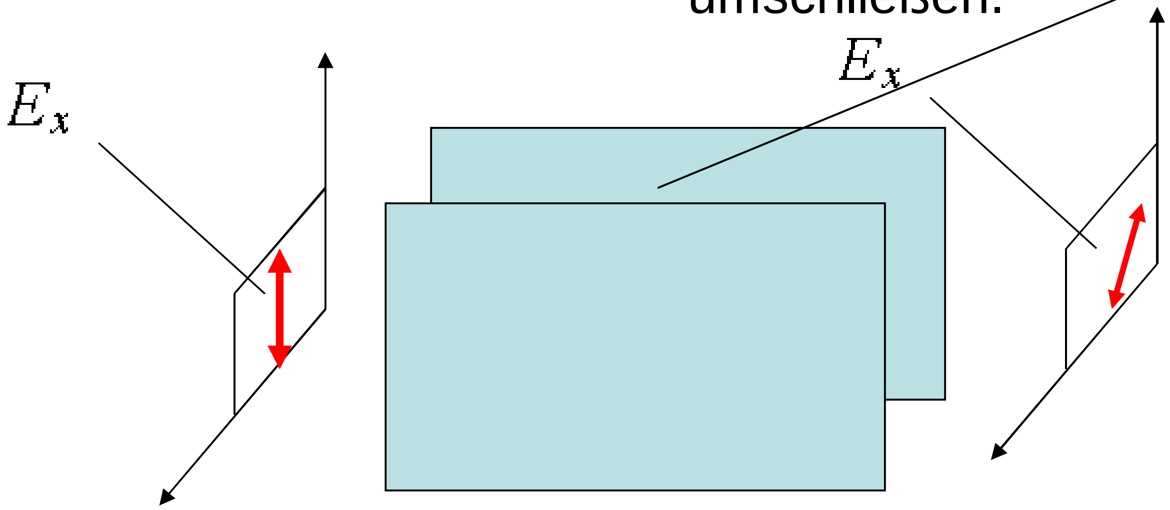


Elektronenbahnen



Kerr - Effekt

Spannung (ca. 3kV) zwischen zwei Leiterplatten, die Wasser oder Nitrobenzene umschließen.

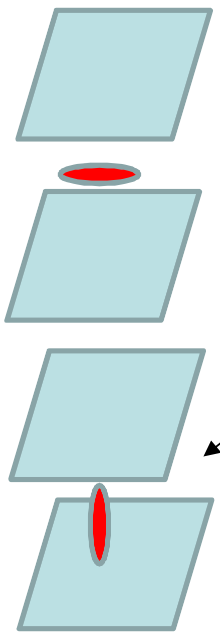


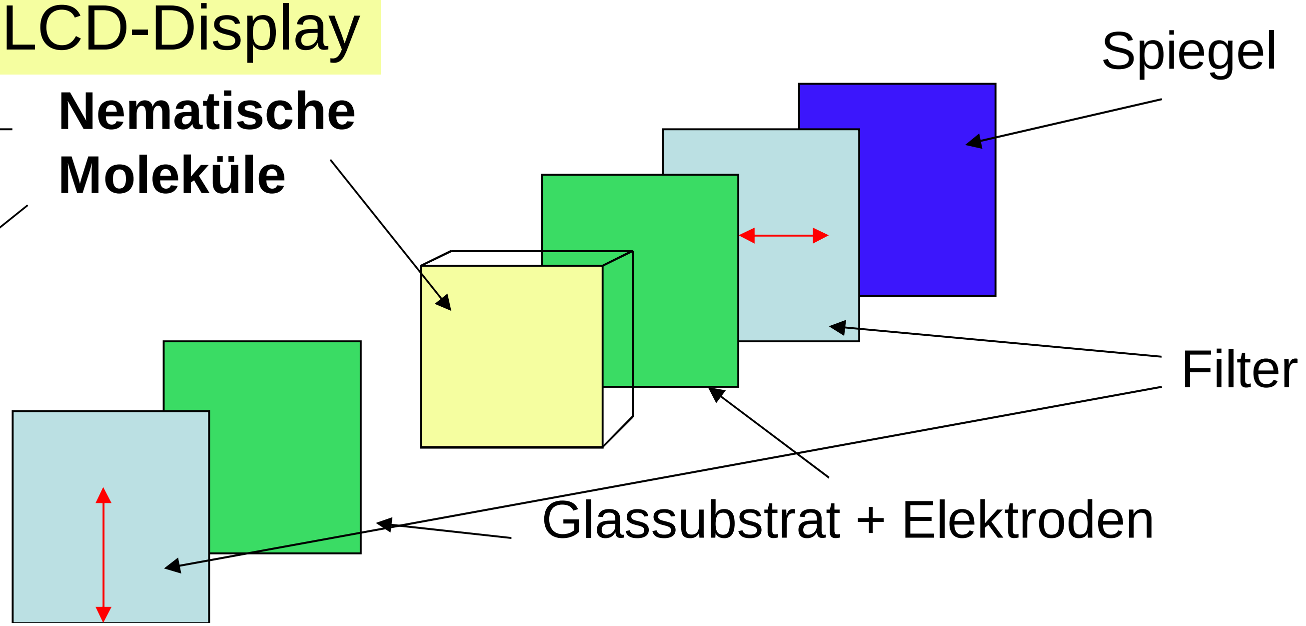
Optischer Modulator: Schneller Schalter von Licht

$\Delta n = k \lambda E^2$

Kerr-Konstante

LCD-Display





Beschreibung der Anisotropie von den Grundgleichungen aus

Erinnerung an:

$$div\,\vec{E} = \frac{\rho}{\varepsilon_0} \quad div\,\vec{B} = 0 \quad div\,\vec{j} + \frac{\partial\rho}{\partial t} = 0$$

$$\boxed{rot\,\vec{B} = \mu_0\,\vec{j} + \varepsilon_0\mu_0\frac{\partial\vec{E}}{\partial t}} \quad \boxed{rot\,\vec{E} = -\frac{\partial\vec{B}}{\partial t}} \quad \vec{P} = \varepsilon_0\cdot\chi\cdot\vec{E}$$

$$\boxed{m\frac{d^2\vec{r}}{dt^2} = q(\vec{E} + \vec{v}\times\vec{B})}$$

$$\vec{D} = \varepsilon_0\cdot\vec{E} + \vec{P} = \varepsilon_0\cdot\varepsilon\cdot\vec{E}$$

$$\vec{\nabla}\times(\vec{\nabla}\times\vec{E}) = \vec{\nabla}(\vec{\nabla}\cdot\vec{E}) - \vec{\nabla}^2\vec{E}$$

Hier: j =0, M=0 (Magnetische Dipolmomente)

Wellengleichung:

$$\vec{\nabla}\times(\vec{\nabla}\times\vec{E}) + \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2\vec{E}}{\partial t^2} = -\mu_0\frac{\partial^2\vec{P}}{\partial t^2} - \mu_0\frac{\partial\vec{j}}{\partial t}$$

$$\vec{P} = -e\cdot N\vec{r} \qquad \vec{P} = \epsilon_0[\chi]\vec{E}$$

Bei Anisotropie

$$[\chi] = \begin{bmatrix} \chi_{11} & \chi_{12} & \chi_{13} \\ \chi_{21} & \chi_{22} & \chi_{23} \\ \chi_{31} & \chi_{32} & \chi_{33} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} P_x \\ P_y \\ P_z \end{bmatrix} = \epsilon_0 \begin{bmatrix} \chi_{11} & \chi_{12} & \chi_{13} \\ \chi_{21} & \chi_{22} & \chi_{23} \\ \chi_{31} & \chi_{32} & \chi_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_x \\ E_y \\ E_z \end{bmatrix}$$

Symmetrie bei normalen nichtabsorbierenden Kristallen:

$$[\chi] = \begin{bmatrix} \chi_{11} & & \\ & \chi_{22} & \\ & & \chi_{33} \end{bmatrix}$$

$$K_{11} = 1 + \chi_{11}, \ldots.$$

Die Hauptsuszeptibilitäten

Die Wellengleichung kann geschrieben werden:

$$\vec{\nabla} \times (\vec{\nabla} \times \vec{E}) + \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2} = -\mu_0 \frac{\partial^2 \vec{P}}{\partial t^2}$$

Einfallende Welle:

$$\vec{\nabla} \times (\vec{\nabla} \times \vec{E}) + \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2} = -\frac{\omega^2}{c^2}[\chi]\vec{E}$$

E~ $e^{i(\vec{k}\cdot\vec{r}-\omega\cdot t)}$

$$\vec{k} \times (\vec{k} \times \vec{E}) + \frac{\omega^2}{c^2}\vec{E} = -\frac{\omega^2}{c^2}[\chi]\vec{E}$$

$$(-k_y^2 - k_z^2 + \frac{\omega^2}{c^2})E_x + k_x \bullet k_y \bullet E_y + k_x \bullet k_z \bullet E_z = -\frac{\omega^2}{c^2}\chi_{11}E_x$$

$$k_y \bullet k_x \bullet E_x + (-k_x^2 - k_z^2 + \frac{\omega^2}{c^2})E_y + k_y \bullet k_z \bullet E_z = -\frac{\omega^2}{c^2}\chi_{22}E_y$$

$$k_z \bullet k_x \bullet E_x + k_z \bullet k_y \bullet E_y + (-k_x^2 - k_y^2 + \frac{\omega^2}{c^2})E_z = -\frac{\omega^2}{c^2}\chi_{33}E_z$$

Welle breitet sich in eine der optischen Achsen aus: hier x-Achse

$$(-k^2 + \frac{\omega^2}{c^2})E_y = -\frac{\omega^2}{c^2}\chi_{22}E_y$$

$$(-k^2 + \frac{\omega^2}{c^2})E_z = -\frac{\omega^2}{c^2}\chi_{33}E_z$$

Diese Komponenten nicht 0!

0

$$\frac{\omega^2}{c^2}E_x = -\frac{\omega^2}{c^2}\chi_{11} \bullet E_x$$

$$k = \frac{\omega}{c}\sqrt{1+\chi_{22}} = \frac{\omega}{c}\sqrt{K_{22}}$$

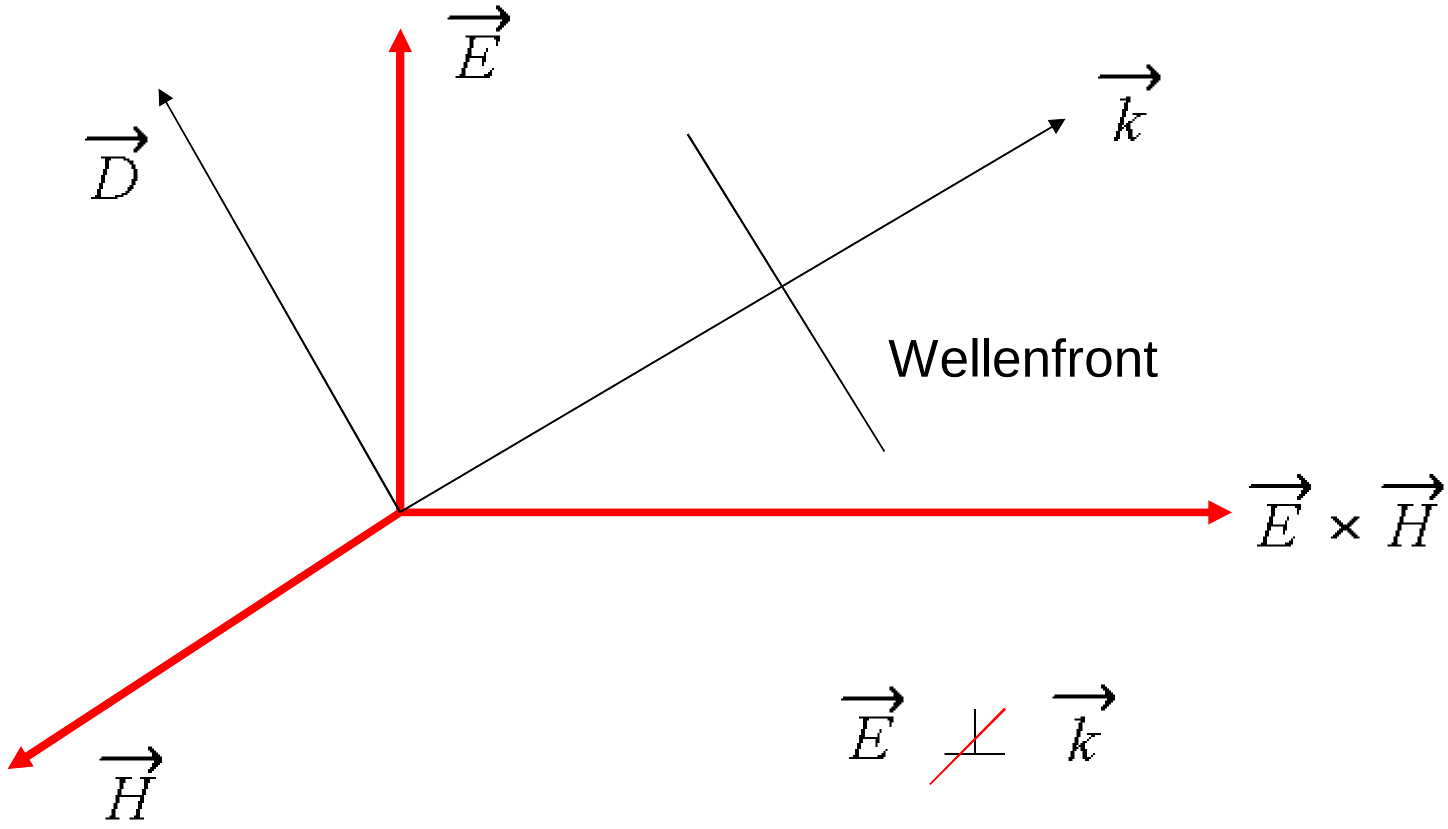
$$k = \frac{\omega}{c}\sqrt{1+\chi_{33}} = \frac{\omega}{c}\sqrt{K_{33}}$$

Brechungsindizes des ordentlichen und außerordentlichen Strahls aus:

$$(-k^2 + \frac{\omega^2}{c^2})E_y = -\frac{\omega^2}{c^2}\chi_{22}E_y$$

$$(-k^2 + \frac{\omega^2}{c^2})E_z = -\frac{\omega^2}{c^2}\chi_{33}E_z$$

Richtungen der involvierten Vektoren:



$$\vec{E} \not\perp \vec{k}$$