

Polarisation

Maxwell-Gleichungen \Rightarrow **elektromagnetische** Wellen (z.B. Licht)

Spezialfall: **ebene monochromatische** elektromagnetische Welle

$$\vec{E} = \vec{E}_0 \cdot e^{i(\vec{k}\vec{r} - \omega t)}$$

$$\vec{B} = \vec{B}_0 \cdot e^{i(\vec{k}\vec{r} - \omega t)}$$

$$\vec{k} \perp \vec{B}_0 \perp \vec{E}_0 \perp \vec{k} \quad \text{im Vakuum}$$

$$\vec{k} \perp \vec{B}_0 \perp \vec{D}_0 \perp \vec{k} \quad \text{im neutralen Medium}$$

$$\vec{E}_0, \vec{B}_0 \in \mathbb{C}^3 \quad \text{physikalisch relevant:} \quad \text{Re } \vec{E}, \text{Re } \vec{B}$$

$$\text{Ausbreitungsrichtung:} \quad \vec{S} \propto \vec{E}_0 \times \vec{B}_0 \quad \text{Vakuum:} \quad \vec{S} \parallel \vec{k}$$

$$\text{Dispersionsrelation:} \quad \omega = c \cdot |\vec{k}| \quad (\text{Vakuum}) \quad \omega = \frac{c}{n} \cdot |\vec{k}| \quad (\text{Medium})$$

Polarisation



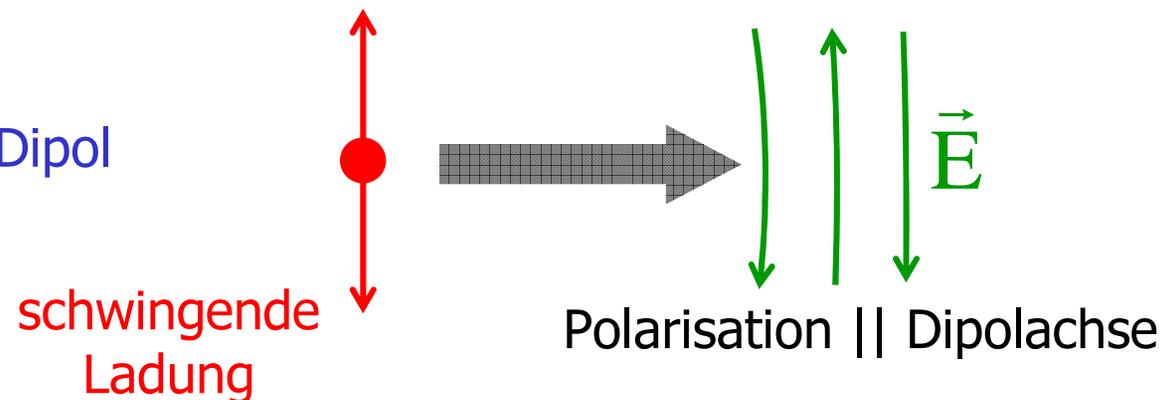
$$\vec{E} = \vec{E}_0 \cdot e^{i(\vec{k}\vec{r} - \omega t)}$$

$$\vec{B} = \vec{B}_0 \cdot e^{i(\vec{k}\vec{r} - \omega t)}$$

Definition:

Die Auszeichnung einer Schwingungsebene des E-Feldes heißt Polarisation \vec{E}

Beispiel: Hertzscher Dipol



Glühbirne \Rightarrow statistisch verteilte Hertzsche Dipole
unpolarisiertes Licht

Lineare Polarisation



$$\varphi = 0 \Rightarrow \vec{p} = \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} \quad a^2 + b^2 = 1$$

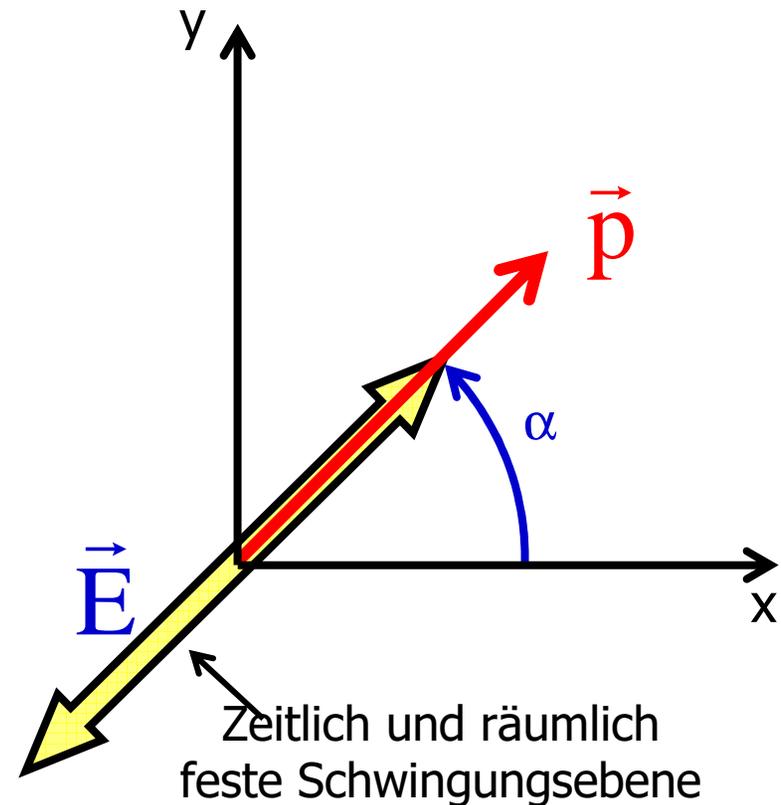
$$\vec{p} = \begin{pmatrix} \cos \alpha \\ \sin \alpha \end{pmatrix} = \cos \alpha \cdot \vec{e}_x + \sin \alpha \cdot \vec{e}_y$$

Horizontale Polarisierung

$$\alpha = 0 \Rightarrow \vec{p} \parallel \vec{e}_x$$

Vertikale Polarisierung

$$\alpha = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \vec{p} \parallel \vec{e}_y$$



Zirkulare Polarisation

$$\varphi = \pm \frac{\pi}{2}, \quad a = b = \frac{1}{\sqrt{2}} \quad \Rightarrow \quad \vec{p}_{R,L} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{\pm i \frac{\pi}{2}} \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ \pm i \end{pmatrix} = \vec{e}_{R,L}$$

Nach Photon-Spin (Quantenmechanik)... (optische Nomenklatur genau umgekehrt ☹)

$$\varphi = + \frac{\pi}{2} \quad \Leftrightarrow \quad \text{rechts-zirkular polarisiert}$$

$$\varphi = - \frac{\pi}{2} \quad \Leftrightarrow \quad \text{links-zirkular polarisiert}$$

Interpretation:

$$\begin{aligned} \text{Re } E_x &= \frac{E_0}{\sqrt{2}} \cos(kz - \omega t + \varphi_x) \\ &= \frac{E_0}{\sqrt{2}} \cos(\omega t - kz - \varphi_x) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Re } E_y &= \frac{E_0}{\sqrt{2}} \cos(kz - \omega t + \varphi_x \pm \frac{\pi}{2}) \\ &= \pm \frac{E_0}{\sqrt{2}} \sin(\omega t - kz - \varphi_x) \end{aligned}$$

Drehende Rechts-/Linksspirale
entlang z-Achse

