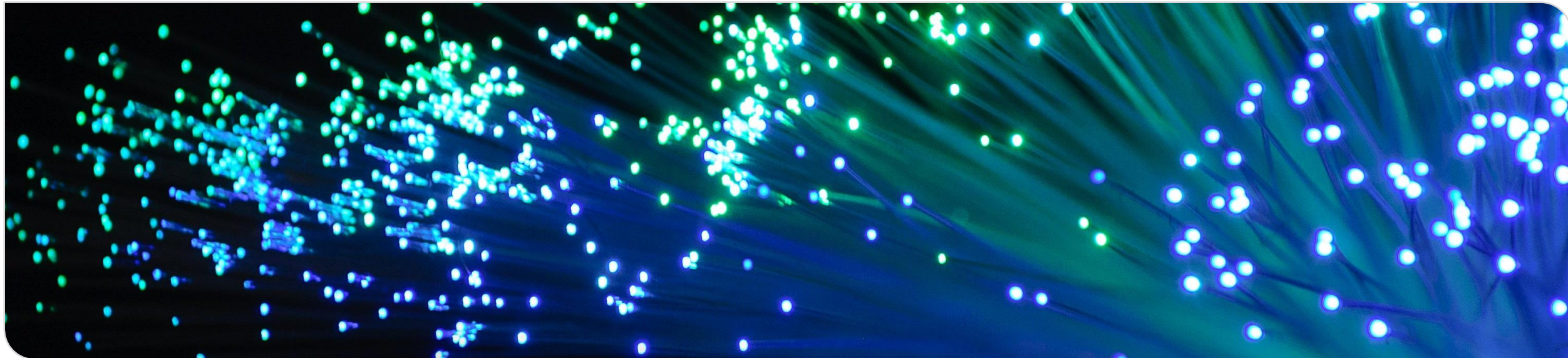


Elektromagnetische Wellen (EMW): Übung 3

Jonas Krimmer, Patrick Matalla und Sebastian Randel



Themenübersicht

Übung	Aufgaben	Thematik
Übung 0	-	Mathematische und physikalische Grundlagen
Übung 1	A1, A2, A3	Wellengleichung, ebene Wellen, Fourierreihen
Übung 2	A4, A5	Poynting-Vektor, Polarisation
Übung 3	A6	Dispersive Medien

Elektrische Polarisation

- Die elektrische Polarisation beschreibt die makroskopische Wechselwirkung zwischen einem dielektrischen Medium mit einem externen elektrischen Feld.
- Die Faltung ist ein geeignetes Modell um zeitabhängige Vorgänge zu beschreiben.
- Lineares, isotropes, gedächtnisfreies Medium

$$\mathbf{P}(\mathbf{r}, t) = \varepsilon_0 \int_{-\infty}^{\infty} \chi_e \delta(\tau) \mathbf{E}(\mathbf{r}, t - \tau) d\tau = \varepsilon_0 \chi_e \mathbf{E}(\mathbf{r}, t)$$

- Lineares, isotropes, Medium mit zeitlichem Gedächtnis

$$\mathbf{P}(\mathbf{r}, t) = \varepsilon_0 \int_{-\infty}^{\infty} \chi_e(\tau) \mathbf{E}(\mathbf{r}, t - \tau) d\tau$$

Medien mit Gedächtnis (I)

■ Gedächtnisfreies Medium

→ Material reagiert instantan mit Feld

- Zeitbereich mit Dirac resultiert in unendlich breiter, konstanter Frequenzantwort

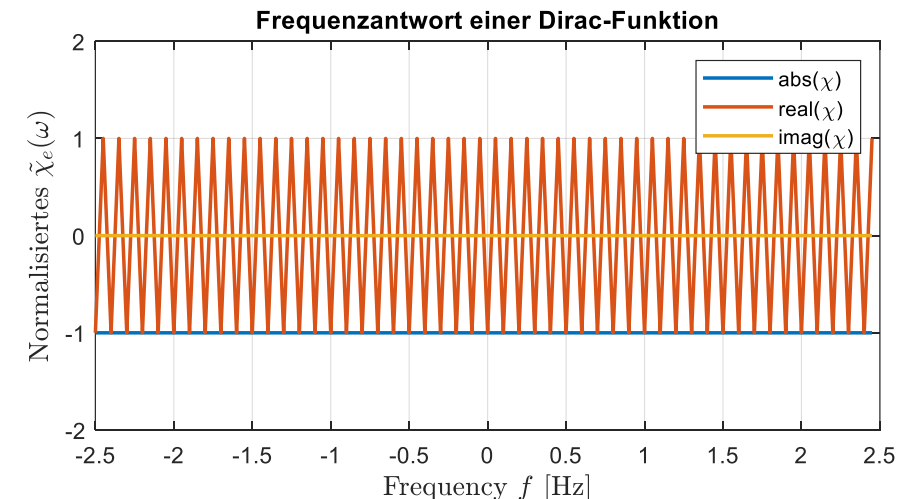
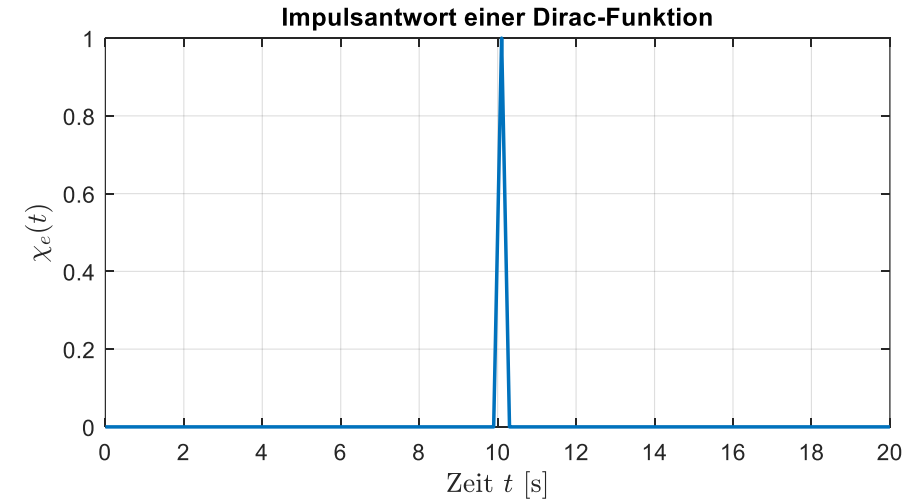
$$\chi_e \delta(t) \xrightarrow{\text{Fourier-Trafo}} \tilde{\chi}_e(\omega) = \text{const.}$$

■ Medium mit Gedächtnis

→ Material „schwingt nach“

- Zeitbereich Impulsantwort resultiert in begrenzter, nicht konstanter Frequenzantwort

$$\chi_e(t) \xrightarrow{\text{Fourier-Trafo}} \tilde{\chi}_e(\omega) \neq \text{const.}$$



Medien mit Gedächtnis (II)

■ Gedächtnisfreies Medium

→ Material reagiert instantan mit Feld

- Zeitbereich mit Dirac resultiert in unendlich breiter, konstanter Frequenzantwort

$$\chi_e \delta(t) \xrightarrow{\text{Fourier-Trafo}} \tilde{\chi}_e(\omega) = \text{const.}$$

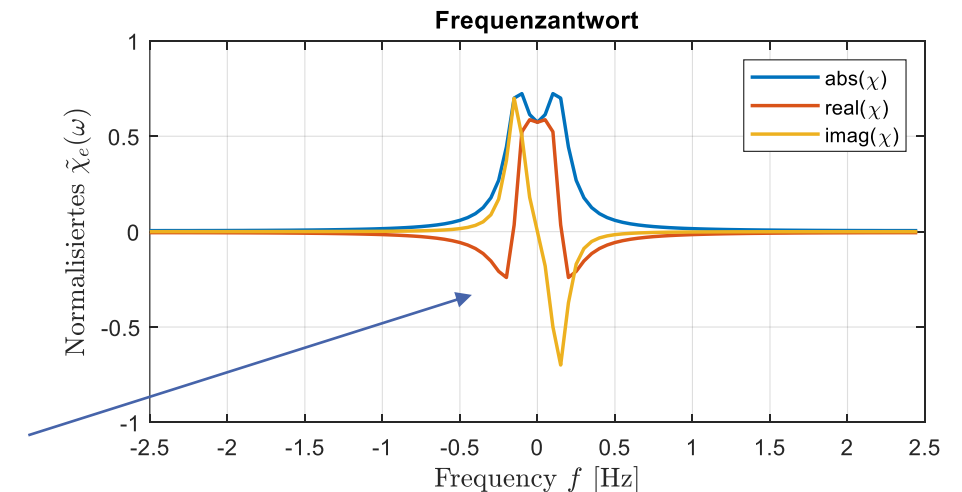
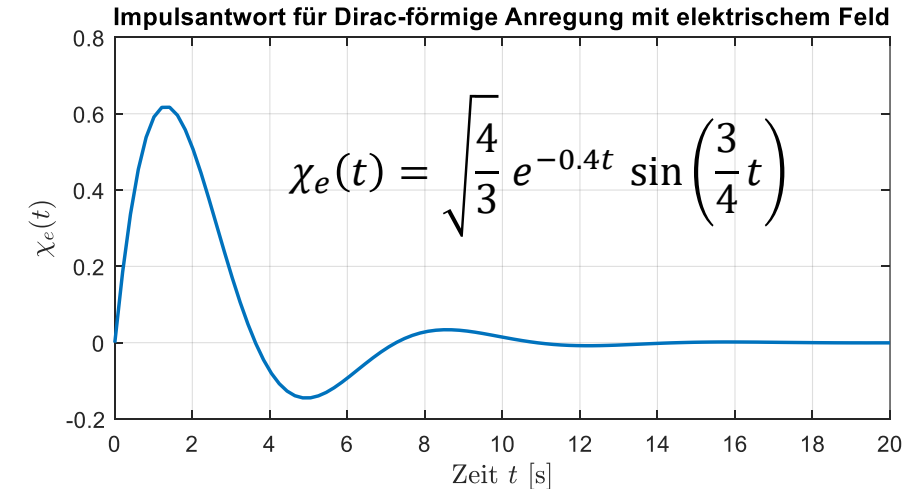
■ Medium mit Gedächtnis

→ Material „schwingt nach“

- Zeitbereich Impulsantwort resultiert in begrenzter, nicht konstanter Frequenzantwort

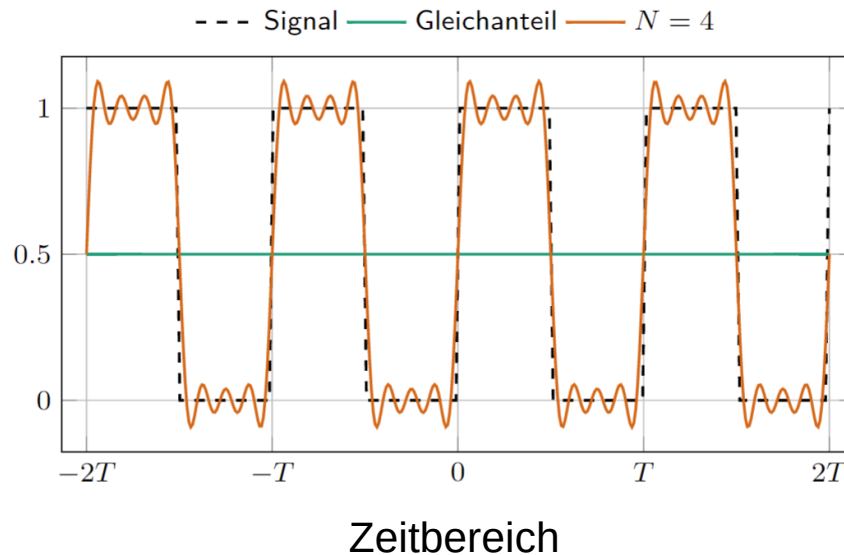
$$\chi_e(t) \xrightarrow{\text{Fourier-Trafo}} \tilde{\chi}_e(\omega) \neq \text{const.}$$

Man beachte die Symmetrie des Real- und Imaginärteils. Dies folgt aus der Tatsache, dass $\chi_e(t)$ eine reellwertige Funktion ist. Die Relation zwischen Imaginär- & Realteil von werden durch die Kramers-Kronig Relationen beschrieben.

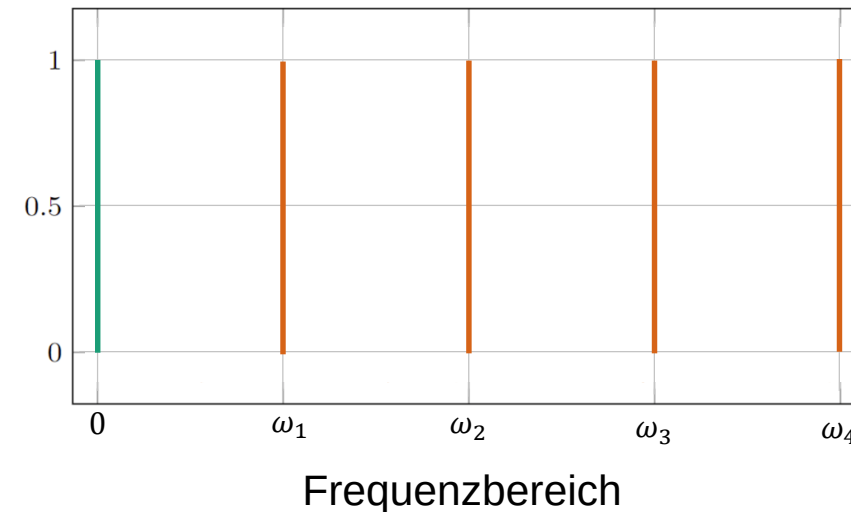


Wellenpaket

- Eine ebene, harmonische Welle stellt eine Lösung der Wellengleichung dar.
- Gleichzeitig ist aber auch jede Linearkombination solcher harmonischen Wellen eine Lösung.



$$\underline{\mathbf{E}}(\mathbf{r}, t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \tilde{\underline{\mathbf{E}}}(\mathbf{r}, \omega) e^{j\omega t} d\omega$$



$$\tilde{\underline{\mathbf{E}}}(\mathbf{r}, \omega) = \int_{-\infty}^{\infty} \underline{\mathbf{E}}(\mathbf{r}, t) e^{-j\omega t} dt$$