

2.

2-dim Strukturen (2.2)

sm aller Natur: seaman, Haare „schillern“

2-dim Struktur auf dem Haaren (\Rightarrow Farbenspiel)

Silizium: 2D hexagonal

Darstellung der Dispersionsrelation (2D) (Bandstruktur)

- \vec{k} für ein ω_k \vec{k}_g über \vec{k} auftragen (Isoperiodenlinien)
- Aus Symmetriegründen nur entlang der Hochsymmetrielinien
- $\vec{v}_g = \frac{1}{\hbar} \nabla_{\vec{k}} \omega$ $\vec{v}_g \perp \vec{\epsilon}$ ($\hat{=}$ Poyntingvektor)
- $\vec{k} \perp$ zu Isoperiodenlinien
- für fast freie Photonen geometrische Darstellung

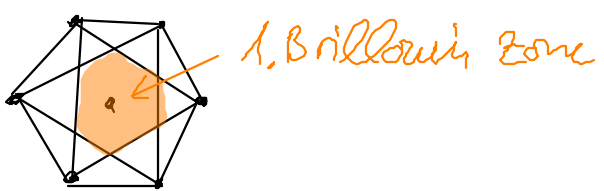
Mathematisch über MWG

$$\frac{1}{\mu(\vec{r})} \vec{\nabla} \times \left(\frac{1}{\epsilon(\vec{r})} \vec{\nabla} \times \vec{H}(\vec{r}) \right) = \hat{\Delta}(\vec{r}) H(\vec{r}) = \frac{\omega^2}{c_0^2} H(\vec{r}) \quad \text{Eigenwertgleichung}$$

• verwendet Blochtheorem: Gitterperiodische Funktion $\vec{H}_{\vec{k}}(\vec{r}) = \vec{H}_{\vec{k}}(\vec{r} + \vec{T})$
wegen Translationsinvarianz

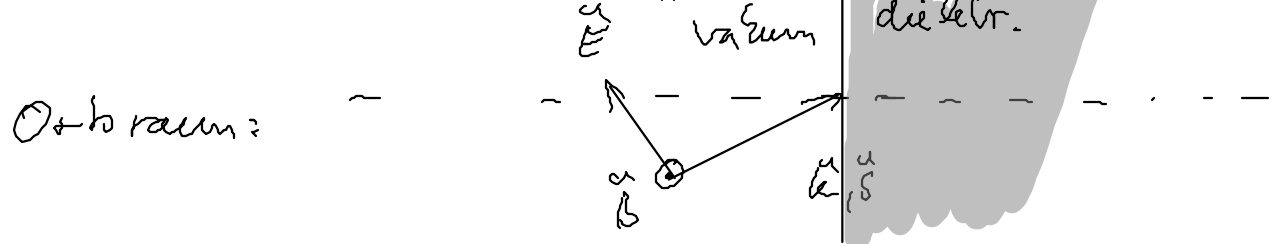
\Rightarrow Eigenwerte $\frac{\omega^2}{c_0^2}$ als \vec{k} $\omega(\vec{k}) \hat{=}$ Dispersionsrelation

Beispiele • Dielektrikum mit Löchern (hexagonal)
(E-Polarisation)



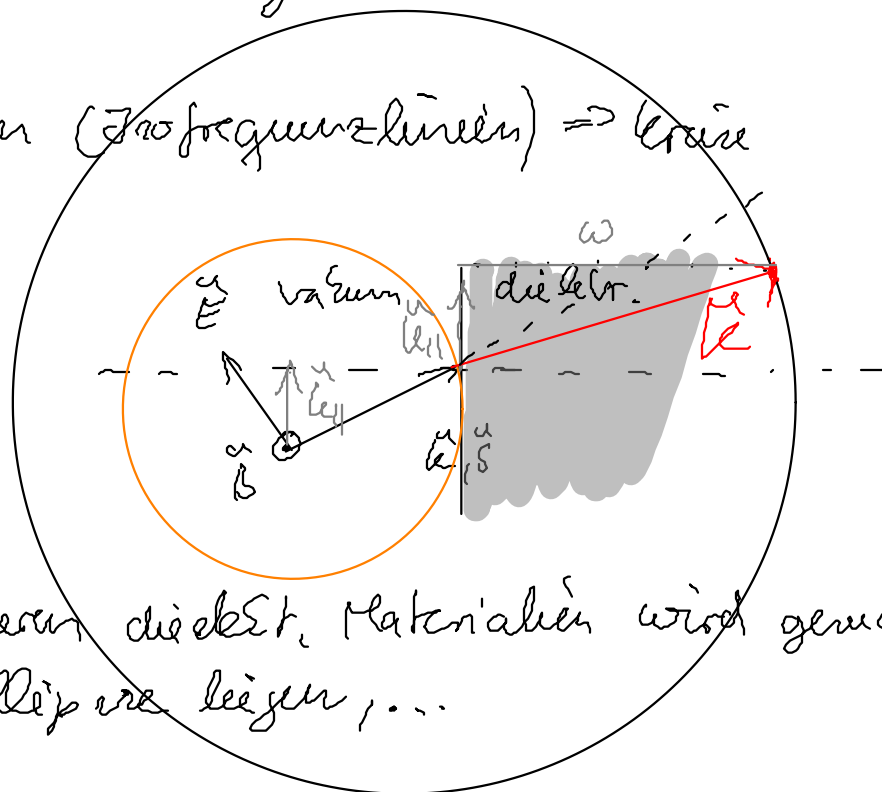
• Streuung, Reflexion von elektromagnet. Welle an
Photonic Crystal

$\Rightarrow \omega$ ist erhalten und k_{\parallel} ist erhalten.

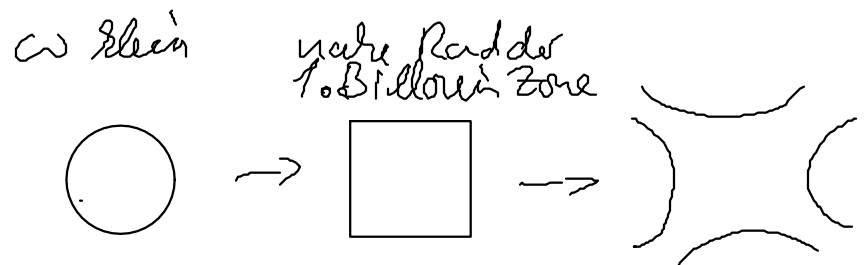


→ mit Snell's Brechungsgesetz

k -Raum (Frequenzlinien) \Rightarrow Kreise



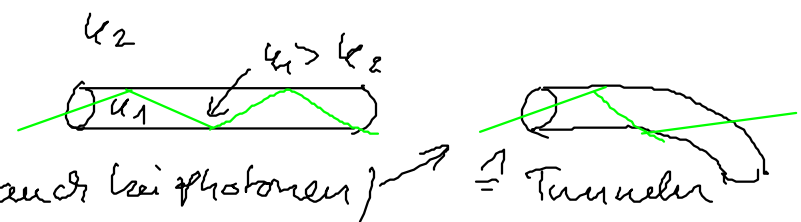
- Bei anderen dielektr. Materialien wird gewichtes k auf einer Ellipse liegen, ...
- Es gibt auch negative Brechung (hängt von ω ab)



• kleineres "Fläch" bei einer speziellen Frequenz wandert "umgebogen" weiter (fokussierende Linsen mit entspr. ω)

Wellenleiter

Glas: Totalreflexion



(auch bei Photonen) \rightarrow Tunnel

Photonic Crystal: Licht wird durch Bandlücken "geführt" \Rightarrow Bragg Reflexion

Membranstruktur: Silizium Membran (3D)

- mit Leertäten "Defekten" (große Löcher) $\hat{=}$ kleiner Resonator
- \Rightarrow Lichttransmissionsinvarianz gebrochen

→ bestimmte Frequenzen werden durch Ausbreitung emittiert im Wellenleiter

3-dim Strukturen (2.3)

Natur: Schmetterlinge, Raubkäfer

Opalstruktur (= dichteste Kugelpackung von Si)

inverser Opal (= Luftkugeln in Si Struktur)

Stopband: Stoppbänder in allen Richtungen überlappen

⇒ 1 Bandlücke für bestimmte Frequenz ω
vollständig

Lithographische Holografie

3D: Strukturmuster

$n+1$ Wellen für n -Dimensionen