Wiederholung vom 17.01.2005

Theorie der Holographie (Fortsetzung)

Mit

$$\begin{aligned}
\Rightarrow T(x,y) &\propto I(x,y)^{-\gamma/2} && (1)\\
&\cong E_r^{-\gamma}\left(1-\frac{\gamma}{2}\frac{E_o}{E_r}e^{i(\Phi-\rho)}-\frac{\gamma}{2}\frac{E_o}{E_r}e^{i(\rho-\Phi)}-\frac{\gamma}{2}\frac{E_o^2}{E_r^2}\right)
\end{aligned}$$

plus Terme der Art $e^{2i(\rho-\Phi)}$ und höher folgt für den Rekonstruktionsstrahl

$$\begin{aligned}
E_{rec}(x,y) &= E_r e^{i\rho}e^{-i\omega t}T(x,y) && (2)\\
&= E_r^{-\gamma}(E_r e^{i\rho} \quad \text{abgeschwaechte Rekonstruktionswelle}\\
&\quad -\frac{\gamma}{2}E_o e^{i\Phi} \quad \text{rekonstruierte Welle m} = 1\\
&\quad -\frac{\gamma}{2}E_o e^{i(2\rho-\Phi)} \text{konjugierter Strahl m} = -1\\
&\quad +\frac{\gamma}{2}\frac{E_o^2}{E_r}e^{i\rho} \quad \text{Vorwaertsstreuung}
\end{aligned}$$

plus Terme der Art $E_o^2 e^{2i(\rho-\Phi)}$ und höher, was den höheren Beugungsordnungen entspricht. Der Objektstrahl läßt sich also rekonstruieren!

Bei einem Hologramm entsteht ein virtuelles (1. Beugungsordnung) und ein virtuelles (-1. Beugungsordnung) Bild.

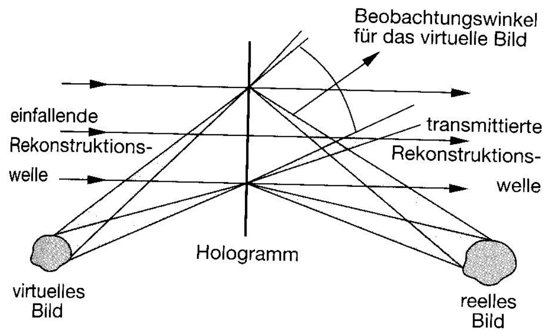

Abbildung 1: Reelles und virtuelles Bild eines Hologramms

Bei dickeren (einige Wellenlängen) Photoplatten werden das reelle Bild und die höheren Beugungsordnungen unterdrückt. Dieses wird bei der Weisslichtholographie benutzt. Da dabei auch beim Schreiben der Referenzstrahl und der Objektstrahl von unterschiedlichen Seiten auf die Photoplatte fallen, entstehen dabei abwechseln Schichten starker und geringer Schwärzung in der Ebene der Filmplatte. An diesen Schichten muss die Bragg-Bedingung erfüllt werden. Das Hologramm sucht sich somit selbst aus weissem Licht eine Wellenlänge heraus.

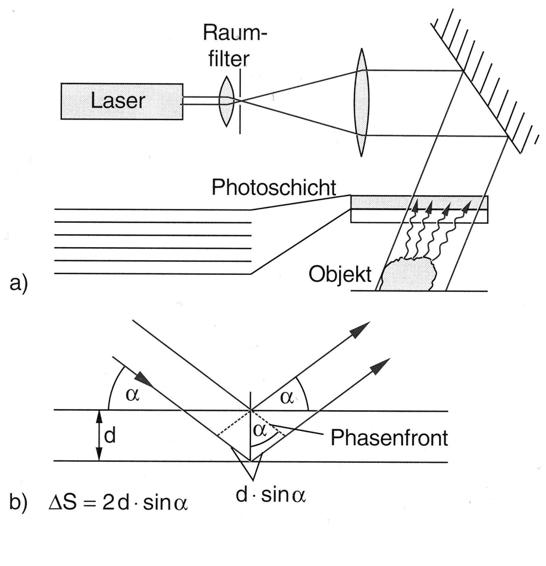

Abbildung 2: Aufnahme eines Weisslichthologramms

Da beim Schreiben und Lesen keine Linsen notwendig sind, kann für Strahlung, bei denen keine guten Fokussierlinsen zur Verfügung stehen (Röntgenstrahlung, Elektronenstrahlung), die laterale Auflösung durch Holographie erhöht werden. Beispiele: Röntgenholograhie, Gabors ursprüngliche Idee

Laser

Einsteinkoeffizienten: Beschreiben mögliche Übergänge in einem 2-Niveausystem (z.B. elektronische Anregung im Atom)

$\rho(\nu) = \frac{8\pi h\nu^3}{c^3}\frac{1}{e^{h\nu/kT-1}}$ ist spektrale Energiedichte, proportional zur Zahl der Photonen

3 mögliche Übergänge:

1. Absorption: Wahrscheinlichkeit $\mathrm{W}_{12} = \mathrm{B}_{12}\rho(\nu)$, B_{12}: Einsteinkoeffizient für Absorption

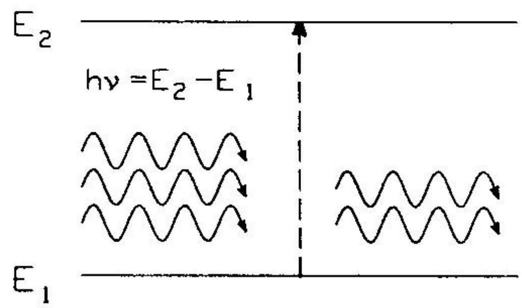

Abbildung 3: Absorption

2. induzierte Emission: Wahrscheinlichkeit $W_{21}^{ind} = B_{21}\rho(\nu)$, B_{21}: Einsteinkoeffizient für induzierte Emission

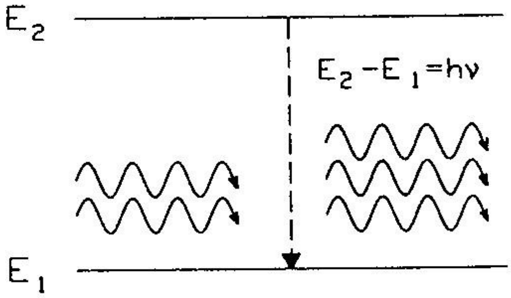

Abbildung 4: induzierte Emission

3. spontane Emission: Wahrscheinlichkeit $W_{21}^{spon} = A_{21}$, A_{21}: Einsteinkoeffizient für spontane Emission

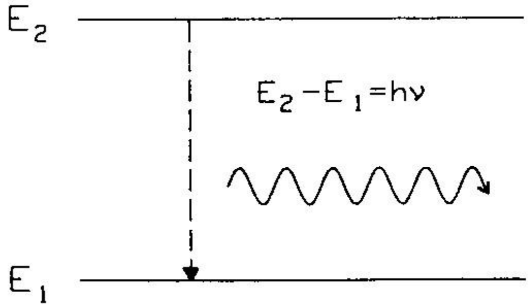

Abbildung 5: spontane Emission