Photonen Statistik

Strahlungsintensität und deren Schwankungen → Photonen Statistik

unterhalb Laserschwelle

$\langle n \rangle$ = mittlere Photonenzahl in Lasermode $= \dfrac{1}{e^{h\nu/kT}-1}$ Bose-Einstein Vert.

wie Plancke Hohlraumstrahlung bei Temp T, wobei $T \to \infty$ bei Annäherung an Schwelle

Schwankungen: $\dfrac{\langle \Delta n^2 \rangle}{\langle n \rangle^2} = \dfrac{\langle n \rangle + 1}{\langle n \rangle}$ $\left(\langle \Delta n^2 \rangle = \langle n \rangle (\langle n \rangle + 1)\right)$

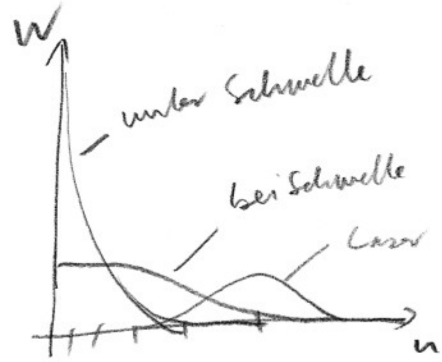
d.h. für große $\langle n \rangle$: Schwankungen ~ Mittelwert

Oszillation des Lasers

Wahrscheinlichkeit W bei $\langle n \rangle$ gerade n Photonen zu finden:

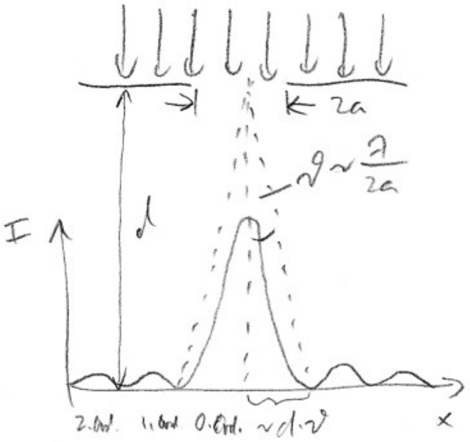
$$W(n) = \frac{\langle n \rangle^n}{n!} e^{-\langle n \rangle}$$ Poisson Verteilung

$\langle \Delta n^2 \rangle = \langle n \rangle$ or $\dfrac{\langle \Delta n^2 \rangle}{\langle n \rangle^2} = \dfrac{1}{\langle n \rangle}$

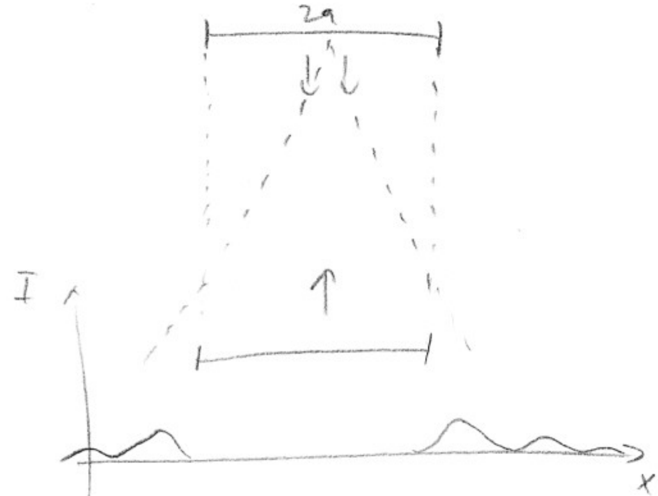


8.2.1. Offene optische Resonatoren

Beugungsverluste: analog: Resonator



transmission durch Kreisblende



Beugungsverluste

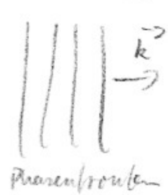
Um gesamte 0. Ordnung Beugungszone zu reflektieren: $d\cdot\vartheta \gtrsim a$

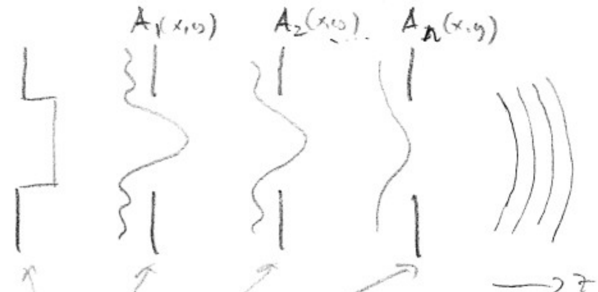
Man kann zeigen, dass Verluste ca. $\gamma \sim 1/N$ sind $\quad d\cdot\vartheta = \frac{d\lambda}{2a} \rightarrow \frac{a^2}{\lambda d} \gtrsim 1$, $\frac{a^2}{\lambda d} = N$ Fresnelzahl

$(I = I_0 e^{-\gamma})$

Moden des offenen Resonators

Ebene Welle





Blenden als Modell des Resonator Spiegel bei jeder Reflektion

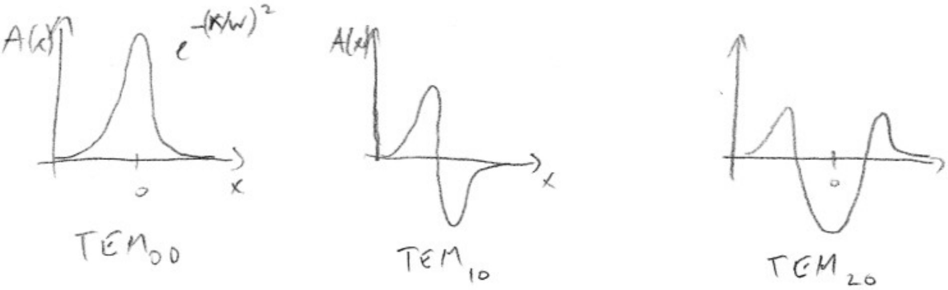
$A(x,y)$: Amplituden verteilung in x,y Ebene $\perp$ z Ausbreitungsrichtung

stationärer Zustand: $\quad A_n(x,y) = C\cdot A_{n-1}(x,y) \qquad |C|<1$, unabh. von x,y

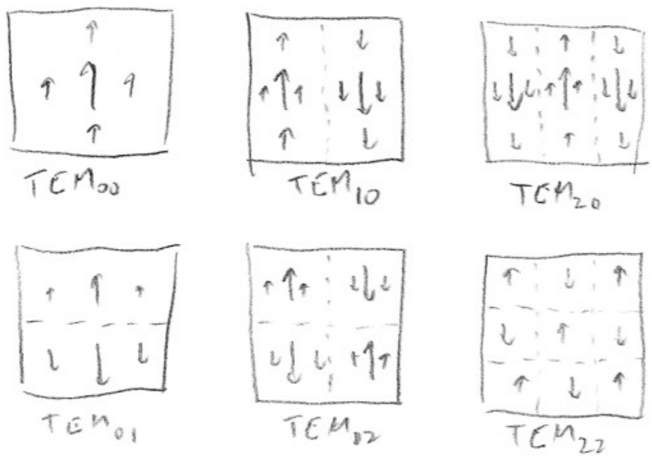
Man kann $A(x,y)$ in stationären Zustand berechnen (Kirchhoffsche Beugungstheorie)

$\rightarrow$ Lösungen für A, verschiedene Moden: <u>transversal-elektromagnetische Moden</u> TEM_{nmq}

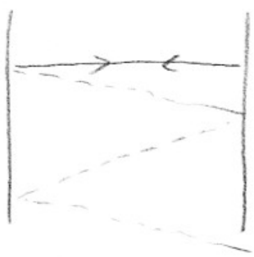
indiziert durch die Anzahl Knoten n,m in x,y Richtung und q in z-Richtung



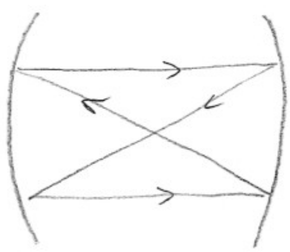
$$\eta = \frac{d}{(\lambda/2)} \gg 1$$



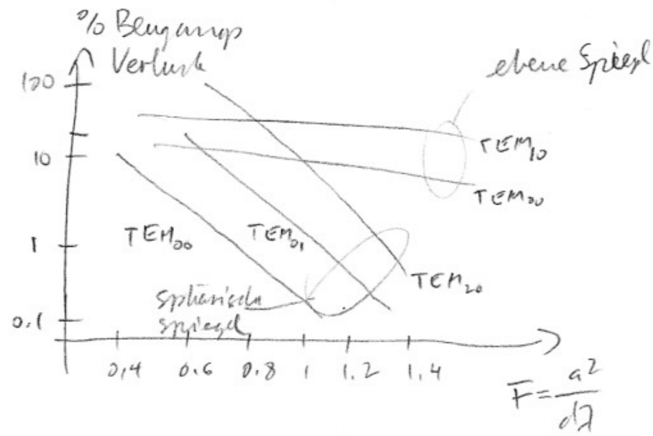
ebene vs. sphärische Spiegel



ebene Spiegel
instabil



$r_1 = r_2 = d$
Konfokaler Resonator
stabil



Frequenzspektrum

$$\nu_2 \sim \frac{c}{2d} \left\{ q + \frac{1}{2}(m+n+1) \right\} \qquad \text{vgl. mit } \nu_r = q\,\frac{c}{2d}$$