

## Lösung der Aufgabe 8.3.1

*Vorläufige Version, noch nicht korrigiert!*

### Aufgabe

Ein Laser emittiert bei der Wellenlänge  $\lambda$ . In welcher Entfernung sind die Fernfeldbedingungen für Aufpunkte im Abstand  $r = a \cdot \lambda$  von der Achse erfüllt? Der Radius  $r_0$  der emittierenden Fläche ist klein gegen  $r$ , er ist in der Größenordnung der Emissionswellenlänge  $\lambda$ . (Hinweis: Bei einer Emissionswellenlänge von typisch etwa  $1 \mu\text{m}$  ist der Durchmesser der emittierenden Fläche weniger als  $1 \mu\text{m}$  groß. Für Aufpunkte im Abstand von  $1 \text{ cm}$  von der Achse ist  $a > 10^4$ !).

### Lösung

Zeichnung

Nahzone:  $2r_0 \ll |\vec{p}| \ll \lambda$       Fernzone:  $2r_0 \lesssim \lambda \ll |\vec{p}|$

Fresnel Näherung (in Fernzone)

$$k_x^2 + k_y^2 \ll k^2 \quad \Rightarrow \quad k_z^2 \simeq k^2 \quad (\text{Achснаhe Ausbreitung})$$

Alternativ:

$$z^2 \gg (r - r_0)^2$$

Fraunhofer Näherung (zusätzlich zu Fresnel):

$$|z| \cdot \lambda \gg \pi \cdot r_0^2$$

Hier : Fernfeld

$$\Rightarrow \quad \begin{array}{l} 1. \quad z^2 + r^2 \gg \lambda \\ 2. \quad z^2 \gg r^2 \\ 3. \quad |z| \cdot \lambda \gg r_0^2 \cdot \pi \end{array}$$

$$\begin{array}{l} r = a \cdot \lambda, \quad a \gg 1 \quad \Rightarrow \quad 1. \text{ erfüllt wegen } r \gg \lambda \\ r_0 \simeq \lambda \quad \Rightarrow \quad |z| \cdot \lambda \gg \lambda^2 \cdot \pi \quad \Rightarrow \\ |z| \gg \lambda \cdot \pi \\ |z| \gg r \gg \lambda \\ \Rightarrow \quad 3. \text{ erfüllt, wenn } |z| \gg r \quad \text{erfüllt ist} \end{array}$$