

## Anhang 1 zu:

# Synchrotronstrahlungs-Profilmonitor in HERA e

K. Wittenburg, R. Fischer, -MKI-

Internal Note MDI-99-01

19-Mar-99

### **Zur Auflösungsgrenze des SR-Monitors**

#### 1) Beugung:

Die klassische Beugung behandelt die Beugungserscheinung an einer scharfen Kante. Das SR Licht hat jedoch vertikal keine scharfe Kante sondern ist mehr oder weniger gaussförmig. Daher gilt die klassische Beugungsformel nicht mehr exakt. Ref. A1 behandelt dieses Problem und kommt zu dem Schluß, daß zwei Punkte zur Beugung beitragen:

1) Der Abstrahlwinkel  $\Psi$  ist größer in Realität als in der Gauss Näherung (0.79  $\rightarrow$  1.08 mrad bei Tristan, siehe Fig. unten)

2) Das 1. Beugungsmaximum liegt bei einem gaussförmigen Strahl bei

$$\sigma_{\text{Beug}} = 1/\pi * \lambda/\Psi$$

Mit den HERA Parametern ergibt sich dann:

$$\sigma_{\text{Beug}} \approx 218 \text{ } \underline{\mu\text{m}} \text{ } (\Psi = 0.8 \text{ mrad, } \lambda = 550 \text{ nm}) \text{ } \underline{\text{vertikal}}$$

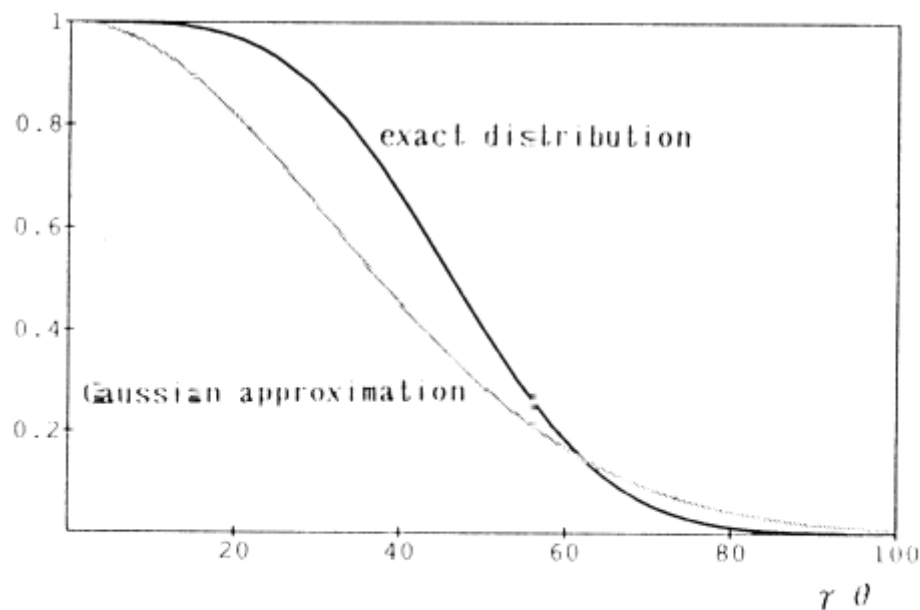


Fig. 1 Angular distribution of the 500 nm component of the synchrotron radiation from the TRISTAN MR bending magnet (246 m bending radius) operated at 30 GeV, and its Gaussian approximation.

Bei der horizontalen Ebene tragen die scharfen Kanten des Spiegels zur Beugung bei und das 1. Beugungsmaximum ist daher klassisch zu berechnen:

$$\sigma_{\text{Beug}} = 0.61 * \lambda / \theta / 2 \text{ (horizontal)} = \underline{395 \mu\text{m}}$$

mit Winkelakzeptanz (horizontal):  $\theta/2 = \underline{0.85 \text{ mrad}}$  (definiert durch die Spiegeldimensionen) und  $\lambda = 550 \text{ nm}$

## 2) Tiefenschärfe

Die in der Literatur angegebene Formel für die Tiefenschärfe bezeichnet den maximalen Radius eines Lichtfleckes, der durch den Effekt der Tiefenschärfe zustande kommt, das liefert jedoch keine Aussage über die Verteilung des Lichtes.

Annahme: Auf der Beobachtungsstrecke ( $l = 1035 \text{ mm}$  in HERAe) wird das Licht in einen Winkelbereich zwischen 0 und 0.8 mrad homogen abgestrahlt. Der Fokus der Optik liegt in der Mitte der Beobachtungsstrecke. Durch die Tiefenschärfe ergibt sich auf der Bildebene die Verteilung aus Fig. A1

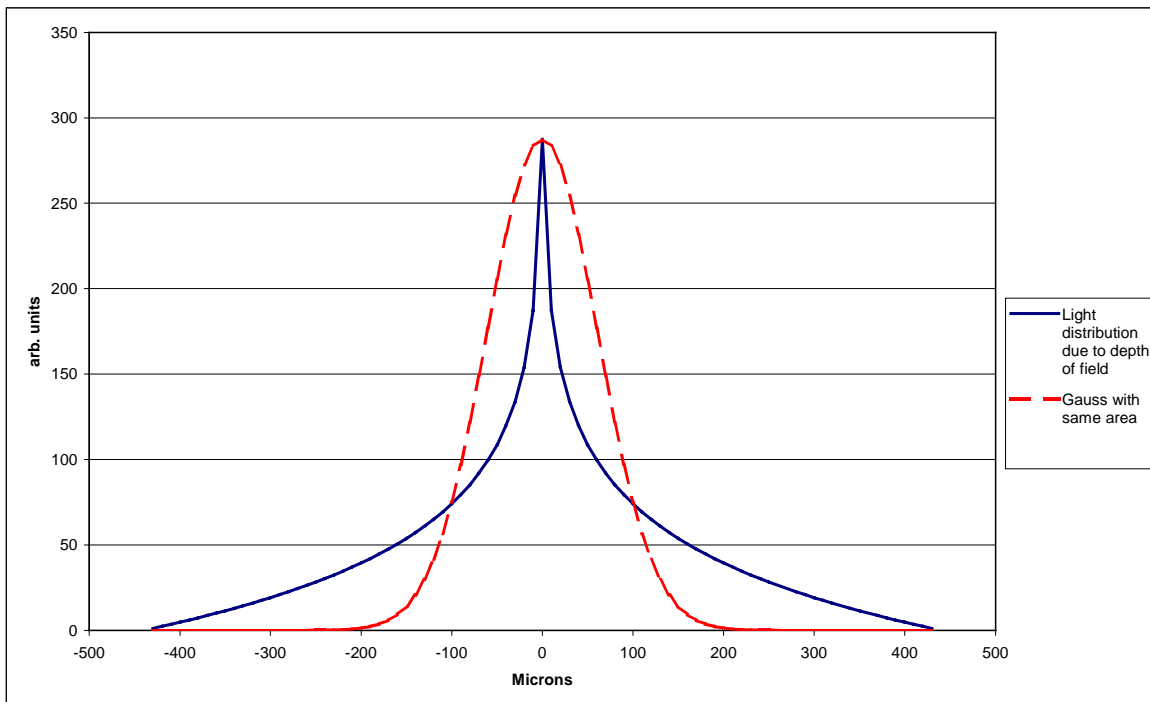


Fig. A1

Die Maximale Ausdehnung (Radius) der Verteilung wird durch die Formel  $R_{\text{tief}} = L/2 * \theta/2 = 440 \mu\text{m}$  beschrieben. Die Auflösung eines Bildes ist jedoch deutlich besser bei einer solchen Verteilung. Eine (zugegebener Maßen sehr ungenaue) Näherung wird durch eine Gaußkurve beschrieben, die den gleichen Flächeninhalt wie die Lichtverteilung hat (siehe Fig. A1). Damit ergibt sich für  $\sigma_{\text{tief}} = 61 \mu\text{m}$ .

#### Konsequenzen:

Die gesamte Auflösung des SR Monitors berechnet sich dann neu wie folgt:

vertikal:

$$\sigma_{\text{korr}} = (\sigma_{\text{Beug}}^2 + \sigma_{\text{tief}}^2 + \sigma_{\text{kamera}}^2)^{1/2} = \underline{229 \mu\text{m}}$$

horizontal:

$$\sigma_{\text{korr}} = (\sigma_{\text{Beug}}^2 + \sigma_{\text{tief}}^2 + \sigma_{\text{kurve}}^2 + \sigma_{\text{kamera}}^2)^{1/2} = \underline{457 \mu\text{m}}$$

Die Tiefenschärfe führt dazu, daß bei der vertikale Lichtverteilung die Schwänze der Verteilung aus der Tiefenschärfe sichtbar über einem Gaußfit liegen sollten. Ein Beispiel (Fig. A2) zeigt dies deutlich. Solche Verteilungen sind ständig am Monitor zu beobachten. Diese Schwänze sollten bei einem Fit des Profils nicht mit beitragen.

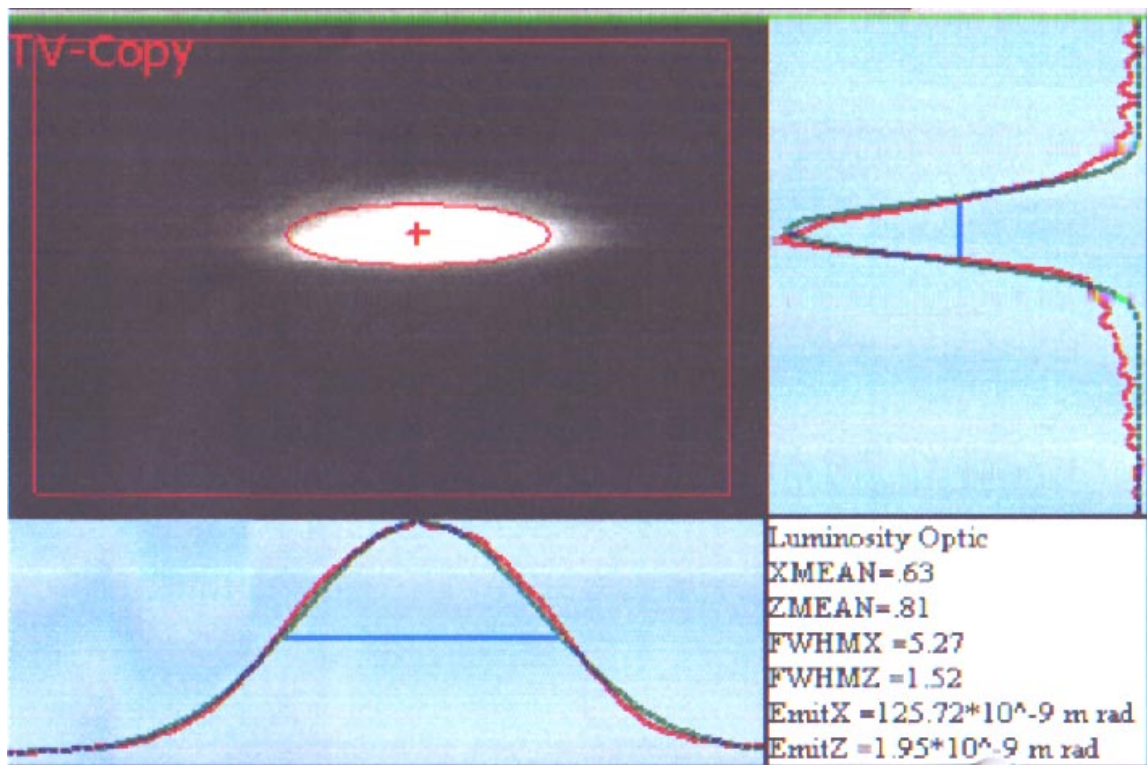


Fig. A2

Ref. A1: **ON OPTICAL RESOLUTION OF BEAM SIZE MEASUREMENTS BY MEANS OF SYNCHROTRON RADIATION.** By A. Ogata (KEK, Tsukuba). 1991. Published in Nucl.Instrum.Meth.A301:596-598,1991