

EMPIR-Projekt NanoXSpot: Ringversuch zur Untersuchung der neu entwickelten Methoden für die Brennfleckmessung an Röntgenröhren im Mikro- und Nanometerbereich

David SCHUMACHER¹, Gerd-Rüdiger JAENISCH¹, Uwe EWERT²,
Benjamin BIRCHER³, Felix MELI³, Andrii SOFIENKO⁴, Jens Peter STEFFEN⁵,
Andreas DERESCH⁶

¹ Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin

² KOWOTEST, Langenfeld

³ METAS, Bern, Schweiz

⁴ Excillum, Kista, Schweden

⁵ X-Ray WorX, Garbsen

⁶ YXLON, Hamburg

Kontakt E-Mail: David.Schumacher@bam.de

Kurzfassung

Im Rahmen des EMPIR-Projektes NanoXSpot (Nanometre X-Ray Focal Spot Measurement) werden rückführbare Messverfahren zur Bestimmung der Brennfleckgröße und -form von Röntgenröhren mit Submikrometerauflösung (100 nm – 20 µm) entwickelt, die die Grundlage für die Erarbeitung eines Standardentwurfes bilden. Der Standardentwurf wird bei CEN TC 138 (Non-destructive testing) WG 1 (Radiographic testing) eingereicht und mit ISO und ASTM harmonisiert. Zur Untersuchung der entwickelten Methoden (Brennfleck-CT, Fit-Prozedur für Strichgruppenkörper) und des im Projekt NanoXSpot neu entworfenen Testkörpers, NxS, wurde ein Ringversuch durchgeführt. Dabei wurde sowohl der angestrebte Überlappungsbereich mit EN 12543 Teil 5 (Messung der effektiven Brennfleckgröße von Mini- und Mikrofokus-Röntgenröhren) und ASTM E 2903 (Standard Test Method for Measurement of the Effective Focal Spot Size of Mini and Micro Focus X-ray Tubes) für Brennflecke >5 µm als auch Brennflecke <5 µm untersucht. Im Mittelpunkt standen dabei Stabilität und Wiederholbarkeit der entwickelten Methoden zur Bestimmung der Brennfleckgröße. In diesem Beitrag werden die Ergebnisse des durchgeführten Ringversuches vorgestellt und diskutiert, um Schlussfolgerungen und Empfehlungen für die Vorbereitung eines erweiterten Ringversuchs mit Partnern und Stakeholdern abzuleiten.



NanoXSpot: Brennfleckvermessung im μm - und nm-Bereich



Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung

David Schumacher^a, Gerd-Rüdiger Jaenisch^a, U. Ewert^b, B. Bircher^c, F. Meli^c, A. Sofienko^d, J.P. Steffen^e, A. Deresch^f

- ^a Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin
- ^b KOWOTEST Gesellschaft für Prüfausrüstung GmbH, Langenfeld
- ^c Eidgenössisches Institut für Metrologie METAS, Wabern, Schweiz
- ^d Excillum AB, Kista, Schweden
- ^e X-RAY WorX GmbH, Garbsen
- ^f YXLON International GmbH, Hamburg

NanoXSpot

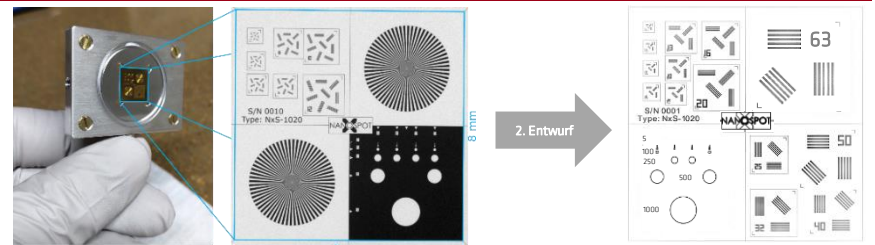
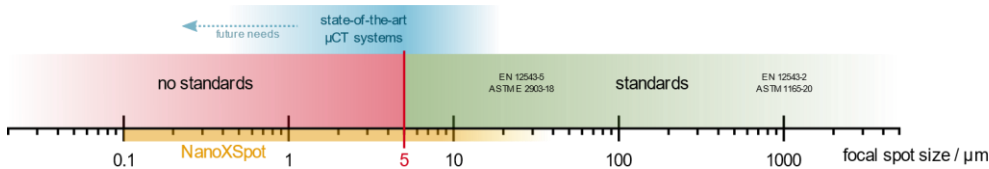
Gefördert durch:

Partner:

This project 18NRM07 NanoXSpot has received funding from the EMPIR programme, co-financed by the Participating States and from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme.

Projektidee

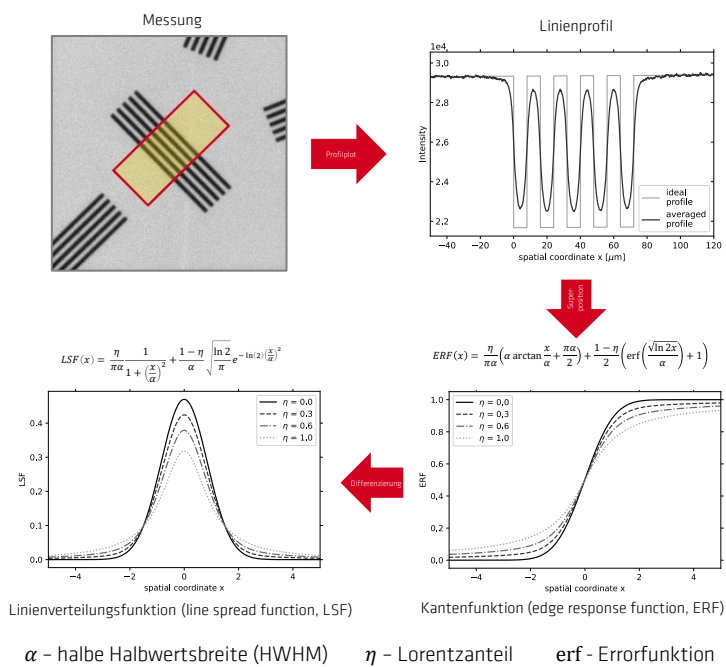
Entwicklung neuer Testkörper, Algorithmen und Standards zur Brennfleckvermessung von Mikro- und Nanofokusröhren mit Brennflecken zwischen 0.1 – 5 μm .



Methoden der Brennfleckvermessung

Fit-Methode

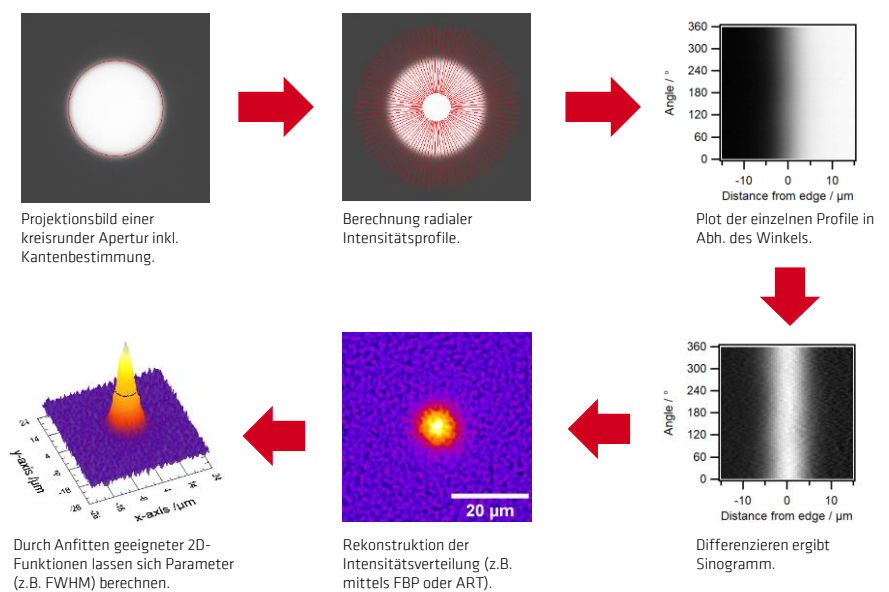
- Abbildung von Strichgruppen-Profilen.
- Line Spread Function (LSF) durch Fit mit Pseudo-Voigt-Funktion.
- Annahme: Kombination aus Gauß- und Lorentzprofil.
- Ergebnis: 1D-Brennfleckprofil.



- + Geringe Anforderungen an die Bildqualität
- Eingeschränkte geometrische Grundannahmen
- Nur 1D-Information des Brennflecks pro Messung

Brennfleck-Rekonstruktion

- Abbildung kreisrunder Aperturen (Lochplatten).
- Rekonstruktion (z.B. mittels FBP oder ART), wie bei der CT.
- Beliebige Brennfleckformen möglich.
- Ergebnis: 2D-Intensitätsverteilung des Brennflecks.

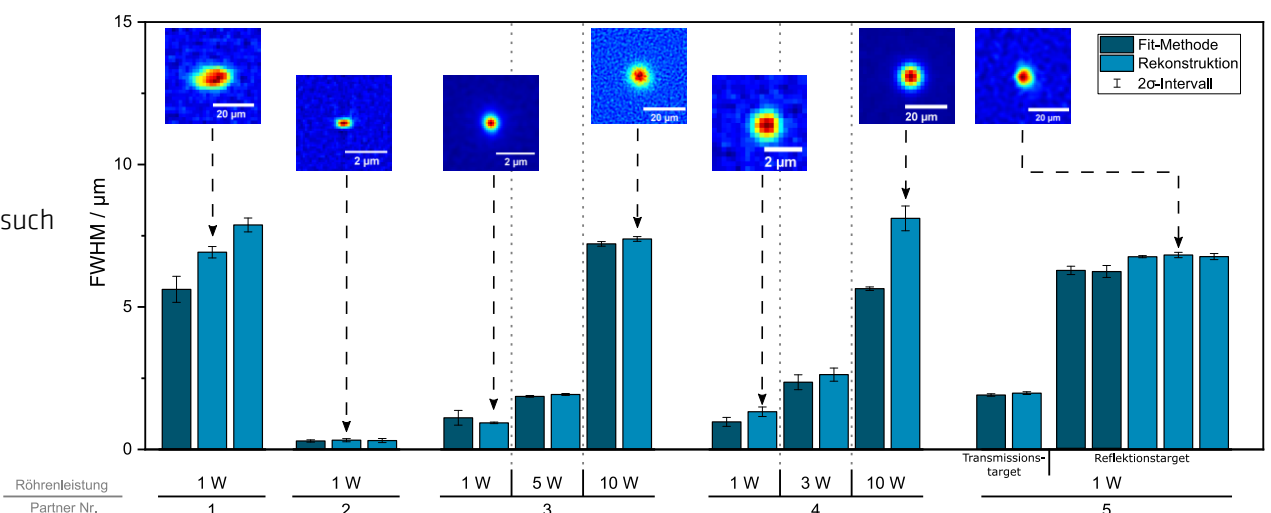


Benjamin A Bircher *et al* 2022 *Meas. Sci. Technol.* **33** 074005, doi.org/10.1088/1361-6501/ac6225
Di Domenico *et al.*, *Med. Phys.* 43 (1), 2016 p294-302, dx.doi.org/10.1118/1.4938414

- + Arbiträre 2D-Intensitätsverteilung des Brennflecks
- Hohe Anforderungen an Bildqualität (besonders CNR)
- Strengere Randbedingungen für die Aufnahmeparameter

Ergebnisse des ersten Ringversuchs

- 5 Partner im ersten Ringversuch
- Beide Methoden liefern reproduzierbare Ergebnisse.
- RT-Systeme werden am Auflösungslimit betrieben.
- Evaluierung der Messunsicherheit im großen Ringversuch (endet 06/2022).
- Besonders bei der Rekonstruktion müssen die Randbedingungen eingehalten werden.



Gemessene Halbwertsbreiten (FWHM) für verschiedene Partner und Röhrenleistungen (bei 100 kV) inkl. ausgewählter rekonstruierter Brennflecke.

Sicherheit in Technik und Chemie

