

Neue Testkörper zur Messung der Basisortsauflösung und Unschärfe sowie für die Brennfleckmessung in der Hochenergie-Radiographie

Uwe EWERT¹, Michael SALAMON², Fritz HÖRAUF³, Uwe ZSCHERPEL⁴,
Holger ROTH⁵

¹ KOWOTEST Gesellschaft für Prüfausrüstung mbH, Teltow

² Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen, Entwicklungszentrum
Röntgentechnik, Fürth

³ KOWOTEST Gesellschaft für Prüfausrüstung mbH, Langenfeld

⁴ BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin

⁵Waygate Technologies Baker Hughes, Stuttgart

Kontakt E-Mail: uwe@ewert-net.de

Kurzfassung

In der digitalen Radiographie ist es erforderlich, die Basisortsauflösung in der Objektebene (SRbimage) und in der Detektorebene (SRbdetector) zu messen. Dazu wurde in Analogie zum Doppeldraht-Bildgüteprüfkörper (DD-BPK, duplex wire) ein Doppelplatten-Bildgütestestkörper (DP-BPK) entwickelt und gefertigt, der in die internationale Standardisierung eingebracht werden soll. Dieser Testkörper besteht aus Wolfram-Plättchenpaaren in Analogie zum klassischen Entwurf des CERL C (der Central Electricity Research Laboratories, Leatherhead, UK) aus den 1960er Jahren, der nicht mehr verfügbar ist. Hintergrund ist der zu geringe Kontrast des verfügbaren Doppeldraht BPKs bei Energien > 1 MeV und Materialdicken > 25 mm Fe. Statt der Anordnung von Pt-Drahtpaaren oder W-Drahtpaaren nach ISO 19232-5 und ASTM E2002 werden W-Plättchenpaare mit rechteckförmigem Querschnitt pro Plättchen verwendet, wobei der Plättchenabstand der Plättchendicke entspricht. Die Plättchenhöhe ist das 6-fache der Plättchendicke, um eine höhere Schwächung der hochenergetischen Röntgenstrahlung zu erhalten und damit den Kontrast zu erhöhen. Um die Messanordnung bei Strahlungsenergien > 8 MeV zu überprüfen, wurden Simulationen mit höheren Streuverhältnissen und Messungen mit einem LINAC und Stahlplattenpaketen bis 100 mm Dicke durchgeführt. Zu Vergleichszwecken wurde auch ein neuer Testkörper nach IEC 62976: 2017 zur Messung von Brennflecken von LINACs verwendet. Der Testkörper besteht aus Kupfer und hat eine „geschwungene“ Kante. Die Unschärfe und SRb-Werte werden aus der Modulationsübertragungsfunktion bestimmt. Die Brennfleckmaße können nach IEC 62976 aus der MTF, der Detektorunschärfe und der 1. Ableitung des Kantenprofils (d.h. der Line Spread Function - LSF) berechnet werden. Die Mess- und Simulationsergebnisse werden vorgestellt. Ein erster Standardentwurf wurde bei ASTM vorgestellt und diskutiert.



Neue Testkörper zur Messung der Basisortsauflösung und Unschärfe sowie für die Brennfleckmessung in der Hochenergie-Radiographie

U. Ewert¹, M. Salamon², F. Hörauf³, U. Zscherpel⁴, H. Roth⁵

¹ KOWOTEST Gesellschaft für Prüfausrüstung mbH, Langenfeld

² Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen, Entwicklungszentrum Röntgentechnik, Fürth

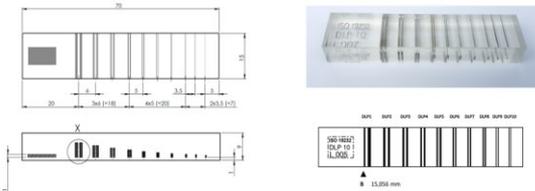
⁴ BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin

⁵ Waygate Technologies Baker Hughes, Stuttgart

In der digitalen Radiographie ist es erforderlich, die Basisortsauflösung in der Objektebene (SR_{objekt}) und in der Detektorebene ($SR_{detektor}$) zu messen. Dazu wurde in Analogie zum Doppeldraht-Bildgütestestkörper (DD-BPK, duplex wire) ein Doppelplatten-Bildgütestestkörper (DP-BPK) entwickelt und gefertigt, der in die internationale Standardisierung eingebracht wird.

Doppelplatten-Bildgütestestkörper

ASTM WK 73392



Doppeldraht-Bildgütestestkörper

Variante für hochauflösende Messungen ISO 19232-5, ASTM E 2002-21



„Geschwungene Kante“-Bildgütestestkörper



Material: Cu oder W

Methode und BPK beschrieben in IEC 62976: 2017 zur Vermessung von Brennflecken von LINACS mit Kantenmethode

Der **Doppelplatten-Testkörper** besteht aus Wolfram-Plättchenpaaren in Analogie zum klassischen Entwurf des CERL C (der Central Electricity Research Laboratories, Leatherhead, UK) aus den 1960er Jahren, der nicht mehr verfügbar ist. Hintergrund ist der zu geringe Kontrast des verfügbaren Doppeldraht BPKs bei Energien > 1 MeV und Materialdicken > 25 mm Fe. Statt der Anordnung von Pt-Drahtpaaren oder W-Drahtpaaren nach ISO 19232-5 und ASTM E2002 werden W-Plättchenpaare mit rechteckförmigem Querschnitt pro Plättchen verwendet, wobei der Plättchenabstand der Plättchendicke entspricht. Die Plättchenhöhe ist das 6-fache der Plättchendicke, um eine höhere Schwächung der hochenergetischen Röntgenstrahlung zu erhalten und damit den Kontrast zu erhöhen.

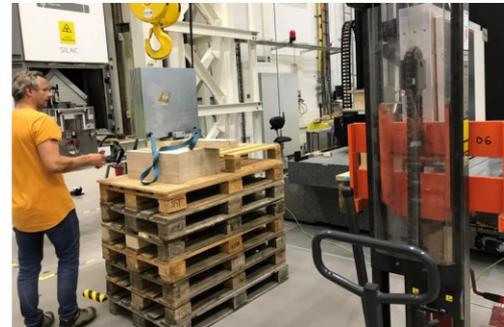
Applikation am Fraunhofer XXL-CT

Linearbeschleuniger: SILAC | Energie: ca. 8,3 MV | Brennfleck: ca. 2 mm

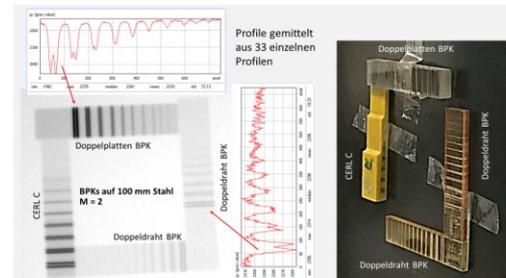
Röntgendetektor: Varex 4343HE | DRZ | Pixelgröße 139 μ m

Vergrößerungsfaktor: ca. 2

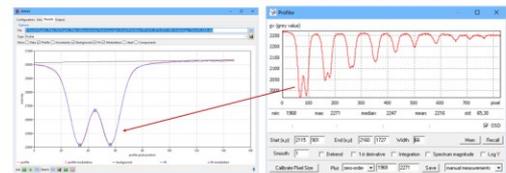
Prüfkörper: 0 – 100 mm Stahl-Phantom



Testaufbau am Fraunhofer EZRT mit BPK auf 100 mm Stahl-Phantom



Ergebnis der Testmessung am Fraunhofer EZRT mit vier BPKs hinter 100 mm Stahl-Phantom



Auswertung mit Software: „JIMAFit“ von A. Deresch, YXLON

Strahlenquelle	Volle (FWHM) Halbwertsbreite		Brennfleck-Linienbreite		Kantenmessung nach ASTM E 1165		Nominal FWHM
	JIMAFit	JIMAFit, Gaussäquivalent	User-Methode 20% Modulation	User-Methode 20% Modulation	JIMAFit-Kantenprofil	Cu-Kante gemessen, Dicke 16 mm	
SILAC, EZRT	2,1 ± 0,1 mm	2,6 ± 0,1 mm	2,6 ± 0,1 mm	2,6 ± 0,15 mm	3,3 ± 0,15 mm	3,5 ± 0,2 mm	2,0 mm
LINAC, 9 MV, US Lab	1,0 ± 0,1 mm	1,3 ± 0,15 mm	1,3 ± 0,15 mm	1,3 ± 0,15 mm	3,1 ± 0,2 mm	-	0,75 mm

