

Die richtige Auswahl von Vorder- und Hinterfolien für die Computer-Radiographie mit Speicherfolien

M. JECHOW, J. BECKMANN, U. EWERT, W. PRZYBILLA,
B. REDMER, U. ZSCHERPEL
BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin

Kurzfassung. In der industriellen Durchstrahlungsprüfung setzen sich digitale Speicherfoliensysteme (CR) zunehmend durch. Das liegt zum einen an der Existenz einer Vielzahl von europäischen (EN 14784) und US-amerikanischen (ASTM E 2007, E 2033, E 2445 und E 2446) Standards die in den letzten Jahren verabschiedet wurden und zum anderen an einer zunehmend besseren Bildqualität, die mit der der Filmradiographie vergleichbar ist.

Die Normen beinhalten vor allem Empfehlungen zur objektiven Bewertung der Qualität von CR-Aufnahmen, sowie zum sachgerechten Einsatz der Metallfolienkombinationen. In der Filmradiographie erhöhen die Bleifolien die Effizienz der Filme indem vorrangig Röntgenphotonen in schnelle Elektronen gewandelt werden, die wesentlich effektiver die AgBr-Kristalle der Filmschicht in elementares Ag (und Br₂) umwandeln als Röntgenphotonen. Der über ca. 80 kV resultierende Verstärkungseffekt steigt auf über 5 bei mittleren (~200 kV) Röhren-Spannungen an. Zusätzlich filtert die Vorderfolie die eingehende Strahlung und reduziert den Anteil der niederenergetischen Strahlung. Die Hinterfolie reduziert die Rückstreustrahlung. Vorder- und Hinterfolie tragen nur geringfügig zur Bildunschärfe bei.

Speicherfolien sind nur einseitig beschichtet, so dass nur die strahlungsempfindliche Vorderfolie zur Verstärkung beitragen kann. Die Verstärkung durch Bleifolien wurde in Abhängigkeit von der Foliendicke gemessen. Die gemessenen Verstärkungswerte liegen unterhalb von 40%. Bei steigender Foliendicke ist aufgrund der Eigenschwächung kein Verstärkungseffekt mehr zu messen. Frühere Untersuchungen ergaben allerdings auch eine Verstärkung durch die Hinterfolie bzw. das Bleirückstreufilter. Dieser Effekt kann nicht durch eine Belichtung mit emmitierten schnellen Elektronen erklärt werden. Die Röntgenfluoreszenz der Bleifolien (~ 88 keV) wurde in Rückstreurichtung in verschiedenen Richtungen gemessen. Da Speicherfolien in diesem Energiebereich empfindlich sind, wird hier durch Verwendung von Bleirückfolien ein zusätzliches unscharfes Bild dem Primärbild überlagert. Die Norm EN 14784-2 soll entsprechend revidiert werden, um diesen Effekt zu berücksichtigen.

Vorliegende Untersuchungen mit Röntgenstrahlung wurden unter Verwendung von Gammaquellen (⁶⁰Co) und eines Linearbeschleunigers erweitert.

Die richtige Auswahl von Vorder- und Hinterfolien für die Computer-Radiographie mit Speicherfolien

M. Jechow, J. Beckmann, U. Ewert, W. Przybilla, B. Redmer, U. Zscherpel
BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung

Zusammenfassung

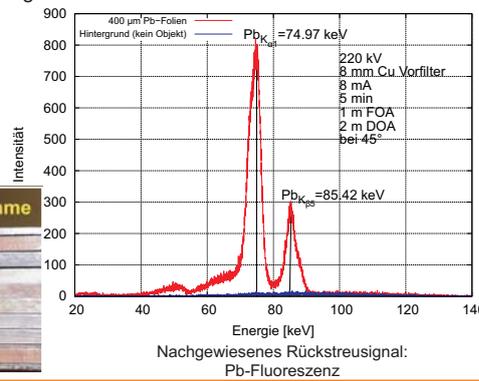
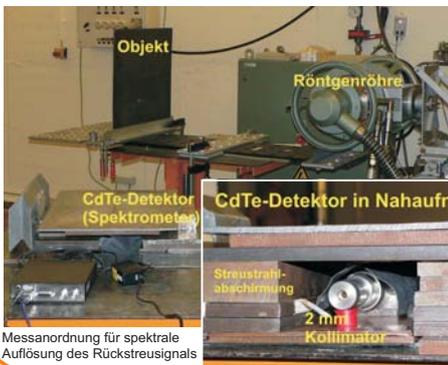
Digitale Speicherfoliensysteme (CR) gewinnen in der industriellen Durchstrahlungsprüfung zunehmend an Wichtigkeit. Bereits verabschiedete, bzw. in der Erprobung befindende Normen (EN 14784, ASTM E 2007, E 2033, E 2445 und E 2446), die eine Bildqualität ähnlich dem Film sicherstellen, beinhalten Empfehlungen für den sachgerechten Einsatz von Metallfolienkombinationen. Es hat sich herausgestellt, dass diese Vorgaben für Speicherfolien nicht immer die gewünschten Effekte zeigen.

In der Filmradiographie erhöhen die Bleifolien die Effizienz der Filme. Es wird ein Verstärkungseffekt beobachtet der bei ~200 kV Röhrenspannung bei über 500% liegt. Zusätzlich wirken insbesondere Pb-Hinterfolien als Streustrahlenfilter und tragen nur geringfügig zur Bildunschärfe bei.

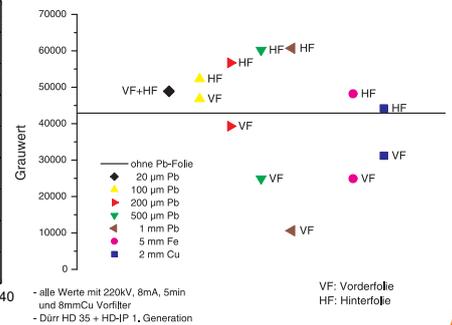
Speicherfolien (IPs) sind nur einseitig beschichtet, so dass nur die strahlungsempfindliche Vorderfolie zur Verstärkung beitragen kann. Die Verstärkung durch Bleifolien wurde in Abhängigkeit von der Foliendicke gemessen. Die gemessenen Verstärkungswerte liegen unterhalb von 40%. Bei steigender Foliendicke ist aufgrund der Eigenschwächung kein Verstärkungseffekt mehr zu messen. Untersuchungen ergaben allerdings auch eine Verstärkung durch die Hinterfolie. Dieser Effekt kann nicht durch eine Belichtung mit emittierten schnellen Elektronen erklärt werden. Als Ursache wurde Röntgenfluoreszenz aus den Pb-Folien experimentell bestätigt. Da Speicherfolien in diesem Energiebereich empfindlich sind, wird hier durch Verwendung von Bleirückfolien ein zusätzliches unscharfes Bild dem Primärbild überlagert.

Pb-Folien-Einfluss auf die Signalintensität

Beobachtete Wirkung von Pb-Hinterfolien

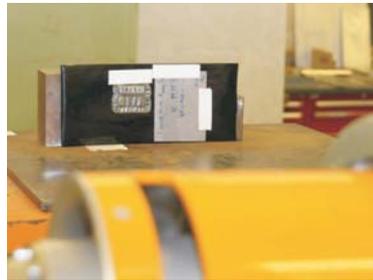
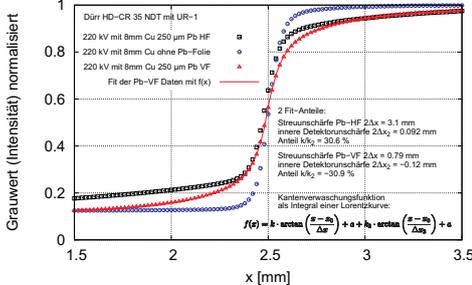


Wirkung von Pb Vorder- und Hinterfolien auf Signalintensitäten von IP's



Pb-Folien-Einfluss auf die Unschärfe

Stufenprofile der Abbildung einer W-Kante bei verschiedenen Pb-Folien



Versuchsaufbau
Vorn: Röntgenröhre (Seifert 320/13)
Im Hintergrund: IP in Polyethylen Hülle mit aufgeklebter W-Kante

VF: Vorderfolie HF: Hinterfolie

Konsequenz: Revision 2010 von EN14784-2 Keine Pb-Hinterfolien in Kontakt mit IP's

Table 2 - Minimum SNRs and metal front screens for the computed radiography of steel, copper- and nickel based alloys

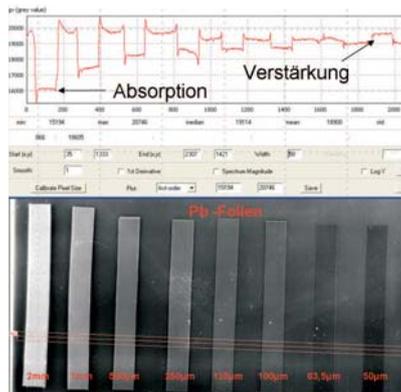
Radiation source	Penetrated material thickness in mm	Minimum SNRs	Type and thickness of metal front screens mm
X-ray potentials # 50 kV	Class A	100	180
	Class B	70	120
X-ray potentials > 50 kV to 150 kV	Class A	100	180
	Class B	70	100
X-ray potentials > 150 kV to 250 kV	Class A	100	180
	Class B	70	100
X-ray potentials > 250 kV to 350 kV	Class A	100	180
	Class B	70	100
X-ray potentials > 350 kV to 450 kV	Class A	100	180
	Class B	70	100
Yb 169	Class A	100	180
	Class B	70	100
Ir 192, Se 75	Class A	100	180
	Class B	70	100
Co 60 ^a	Class A	100	180
	Class B	70	100
X-ray potentials ^{a, b} > 1 MV	Class A	100	180
	Class B	70	100

^a In case of multiple screens (Fe+Pb) the steel screen shall be located between the IP and the lead screen.
^b Instead of Fe or Fe+Pb also copper, tantalum or tungsten screens may be used if the image quality can be proven.

HEXYLAB - High Energy X-Ray Laboratory der BAM

NEU: mobile Hochenergie-Radiographie mit Betatron und Flachdetektor

Flachdetektor:
PerkinElmer XRD 1621 AN16; PI-200 Gadox Szintillator;
Glasfaserverbindung zum PC; MTF-20% 1lp/mm bei 2.5 MeV;
200 μm oder 400 μm Pixelgröße; max. 3 frames/s Bildrate



Pb-Vorderfolien und ⁶⁰Co

Optimierung der Multi-IP Kassette für Hochenergieanwendungen

	Vorfilter	Vorderfolie an erster Speicherfolie (IP)				IP-Filter
	ohne	Sn 1.0	Pb 0.3	Cu 0.5	Fe 0.5	ohne
Kontrast (max)		X	X	X		X
Grauwert (max)		X	X	X		X
SNR (max)	X				X	X
Draht (max)	X				X	X
Duplex (max)		X	X	X	X	X
Kantenunschärfe (min)		X	X			X

bestes Ergebnis mit Filterkombination:
Sn 1 mm; Pb 0.3 mm; IP; Fe 0.5 mm



Betatron 1:
1-2,5 MeV
0,7 R/min @ 1 m
0,2x2mm Brennf. 0,3x3 mm Brennf.
1 kW, 220 kV
31 kg (Strahler)

Betatron 2:
2-7,5 MeV
5 R/min @ 1 m
0,2x2mm Brennf. 0,3x3 mm Brennf.
2 kW, 220 kV
105 kg (Strahler)



Motorblock