

Eine neue Technologie für Röntgenfilm-Scanner für ZfP 4.0

Klaus BAVENDIEK¹, Uwe ZSCHERPEL²

¹ Kowotest GmbH, Langenfeld

² BAM, Berlin

Kontakt E-Mail: kb@kowotest.de

Kurzfassung

Die Umsatzzahlen zeigen es, der Röntgenfilm behauptet sich trotz der digitalen Techniken. Die Zukunft ist aber digital, digitale Transformationen wie z.B. ZfP 4.0 bereiten die digitale Welt von morgen vor. Als Brücke für den Film in die digitale Zukunft dient dabei ein Filmscanner.

Mindestanforderungen an Filmdigitalisierungssysteme wurden bereits 2005 in der ISO 14096 beschrieben. Die Qualität der Röntgenfilm-Digitalisierungssysteme wurde in drei Klassen eingeteilt. Es werden im Wesentlichen die Anforderungen an die Ortsauflösung, den erfassten Bereich der optischen Dichte sowie die dabei erreichte Dichtekontrast-Empfindlichkeit beschrieben. Neben der Basistechnik „DA“ wird die verbesserte Technik „DB“ für die digitale Analyse von Filmen gefordert. Bei beiden Techniken muss der Film archiviert werden. Soll der Film nach dem Scannen entsorgt werden („Digitale Archivierung“), muss die höchste Qualitätsklasse „DS“ erfüllt werden.

Aktuell lieferbare Scanner können diese Anforderung nicht oder nur mit sehr hohen Scanzeiten erfüllen. Sie arbeiten mit Laser-Scanning ($D \leq 4,7$ bei $50 \mu\text{m}$ Pixelgröße) oder CCD-Scanzeilen (für einen Filmscan mit $60 \mu\text{m}$ Basisortsauflösung und der geforderten Dichtekontrast-Empfindlichkeit für $D > 4,0$ werden mehr als 40 Minuten benötigt). Mit neuester Technologie aus der Astro-Fotografie und Licht-Technik wurde ein Filmscanner aufgebaut, der in der Lage ist, einen $254 \times 190 \text{mm}^2$ Film mit $30 \mu\text{m}$ Basisortsauflösung und Dichten bis zu $D=5,2$ innerhalb von 20 Sekunden normgerecht zu digitalisieren – die Klasse DS wird zum ersten Mal für alle Filmbelichtungen ab 100keV Energie erreicht.

Mit einem solchen Filmdigitalisierungssystem können Filme sofort nach der Entwicklung für die digitale Weiterverarbeitung in ein ZfP 4.0 System überführt werden (der bestehende Film-Prüfprozess kann unverändert beibehalten werden). Auch bestehende Film-Archive können ökonomisch und normkonform digitalisiert (und danach physikalisch aufgelöst) werden, mit allen Vorteilen von digitalen Archiven.

Eine neue Technologie für Röntgenfilm-Scanner ⇒ ZfP 4.0

BAM 5, opt. Dichte 5,2 im Grundmaterial (8mm Stahl, 120kV, Seifert MB420/1), 20s Scan, $SR_b=30\mu\text{m}$ bei $27\mu\text{m}$ Pixelgröße

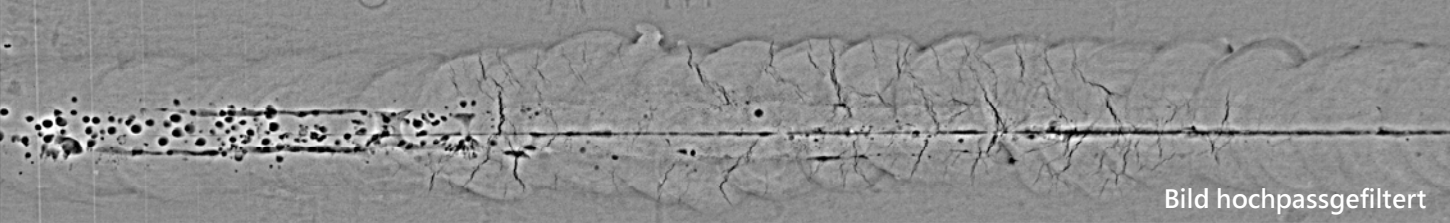


Bild hochpassgefiltert

Die Umsatzzahlen zeigen es, der Röntgenfilm behauptet sich trotz der digitalen Techniken. Die Zukunft ist aber digital, digitale Transformationen wie z.B. ZfP 4.0 bereiten die digitale Welt von morgen vor. Als Brücke für den Film in die digitale Zukunft dient dabei ein Filmscanner.

Mindestanforderungen an Filmdigitalisierungssysteme wurden bereits 2005 in der ISO 14096 beschrieben. Die Qualität der Röntgenfilm-Digitalisierungssysteme wurde in drei Klassen eingeteilt. Es werden im Wesentlichen

- die Anforderungen an die Ortsauflösung,
- den erfassten Bereich der optischen Dichte sowie
- die dabei erreichte Dichtekontrast-Empfindlichkeit beschrieben. Neben der Basistechnik „DA“ wird die verbesserte Technik „DB“ für die digitale Analyse von Filmen gefordert. Bei beiden Techniken muss der Film archiviert werden. Soll der Film nach dem Scannen entsorgt werden („Digitale Archivierung“), muss die höchste Qualitätsklasse „DS“ erfüllt werden.

Auszug aus ISO 14096-2:2005 mit diesen Minimalforderungen:

Tabelle 1 — Minimaler Dichtebereich von Röntgenfilm-Digitalisierungssystemen mit einer minimalen Dichtekontrastempfindlichkeit

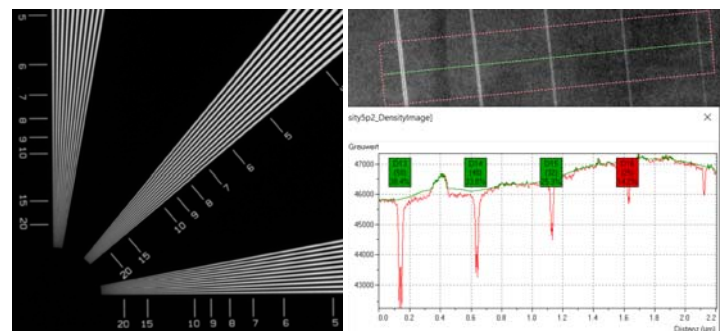
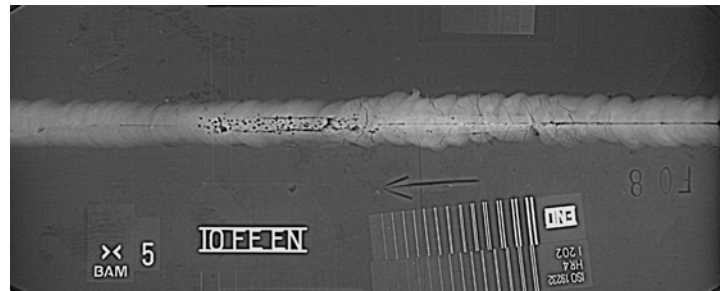
Parameter	Klasse DS	Klasse DB	Klasse DA
Dichtebereich* D_R	0,5 bis 4,5	0,5 bis 4,0	0,5 bis 3,5
Digitale Auflösung [Bit]	≥ 12	≥ 10	≥ 10
Dichtekontrastempfindlichkeit ΔD_{CS} innerhalb D_R	$\leq 0,02$	$\leq 0,02$	$\leq 0,02$

Tabelle 2 — Minimale Ortsauflösung von Röntgenfilm-Digitalisierungssystemen

Energie	Klasse DS		Klasse DB		Klasse DA	
	Pixelgröße μm	MTF 20 % lp/mm	Pixelgröße μm	MTF 20 % lp/mm	Pixelgröße μm	MTF 20 % lp/mm
keV						
≤ 100	15	16,7	50	5	70	3,6
> 100 bis 200	30	8,3	70	3,6	85	3
> 200 bis 450, Se-75, Yb-169	60	4,2	85	3	100	2,5
Ir-192	100	2,5	125	2	150	1,7
Co-60, > 1 MeV	200	1,25	250	1	250	1

Aktuell lieferbare Scanner können diese Anforderung nicht oder nur mit sehr hohen Scanzeiten erfüllen. Sie arbeiten mit Laser-Scanning ($D \leq 4,7$ bei $50\mu\text{m}$ Pixelgröße) oder CCD-Scanzeilen (für einen Filmscan mit $60\mu\text{m}$ Basisortsauflösung und der geforderten Dichtekontrast-Empfindlichkeit für $D > 4,0$ werden mehr als 40 Minuten benötigt). Mit neuester Technologie aus der Astro-Fotografie und Licht-Technik wurde ein Filmscanner aufgebaut, der in der Lage ist, einen $254 \times 190 \text{mm}^2$ Film mit $30\mu\text{m}$ Basisortsauflösung und Dichten bis zu $D=5,2$ innerhalb von 20 Sekunden normgerecht zu digitalisieren – die Klasse DS wird zum ersten Mal für alle Filmbelichtungen ab 100keV Energie erreicht.

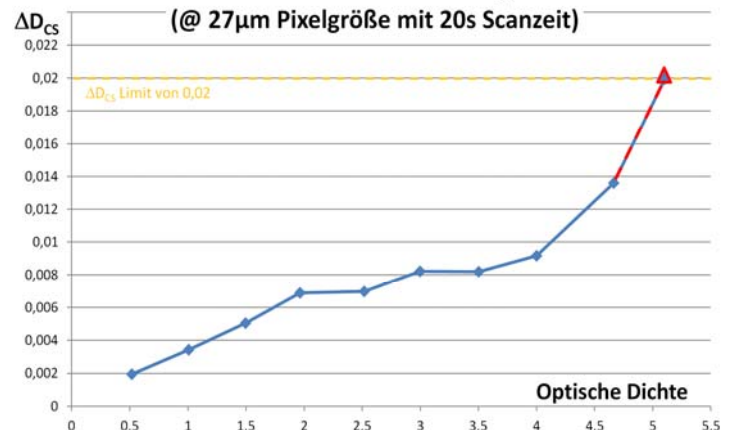
↓ Kompletter Film (24cm*10cm) der Schweißnaht „BAM5“. Rechts unten Ausschnitt daraus mit Doppeldrahtsteg 17D - der 15D ($32\mu\text{m}$) ist klar aufgelöst. Links unten ein Ausschnitt aus dem Scan des ISO 14096 Referenzfilmes - mehr als 15LP/mm werden optisch aufgelöst.



Die Dichtekontrastempfindlichkeit ΔD_{CS} (kleinste Dichteänderung des Röntgenfilms, die vom Digitalisierungssystem gerade noch aufgelöst werden kann) ist immer besser als 0,02 und der Arbeitsbereich D_R (Bereich optischer Dichten, in dem vom Digitalisierungssystem eine minimale Dichtekontrastempfindlichkeit von 0,02 in einem Digitalisierungsvorgang garantiert wird) startet bei Dichte 0 und gehen bis über Dichte 5 hinaus—ein Film mit Dichte 6,5 konnte auch schon einwandfrei gescannt werden.

Kowotest Scanner Prototyp

(@ $27\mu\text{m}$ Pixelgröße mit 20s Scanzeit)



Der Wert der Dichtekontrastempfindlichkeit ΔD_{CS} bei $D=5$ wurde mit einer BAM-X001 Filmtreppe bestimmt, die anderen Stufen mittels ISO 14096 Referenzfilm entsprechend der Norm.