

# Neue Standards zur Digitalen Radiographie und Qualifizierung von Detektoren

Uwe EWERT<sup>1</sup>, Uwe ZSCHERPEL<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin

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

## Kurzfassung

Gegenwärtig werden verschiedene Normen in verschiedenen Komitees zur Durchstrahlungsprüfung bearbeitet. Die wichtigsten sind:

1. ISO TC 44 SC 5 WG 1, Schweißen
  - a. ISO 17636 1-2, ZfP von Schweißverbindungen
  - b. 10675 1-2 Zulässigkeitsgrenzen
2. ISO TC 85 SC 6 Kerntechnik, ZfP von Schweißverbindungen
  - a. In service inspection of primary circuit components, new work item
    - i. Übersetzung ins Englische aus DIN 25435 1-7
3. ISO TC 135, CEN TC 139, WG1, ASTM E07, ZfP
  - a. Speicherfolien, Klassifizierung
    - i. EN 14784-1, ISO 16731-1, ASTM E2445/6
  - b. ZfP mit Speicherfolien (Computer-Radiographie), allgemeine Regeln
    - i. EN 14784-2, ISO 16731-2, ASTM E2445/6
  - c. Korrosion und Waddickenmessung
    - i. EN 16407 1-2, ISO 20769 1-2
  - d. Brennfleckgröße, Strahlergröße
    - i. EN 12543 1-6, EN 12679
  - e. Doppeldraht BPK
    - i. ISO 19232-5, E 2002
  - f. Computer-Tomographie
    - i. EN 16016 à ISO 15708 (2017)
    - ii. Dimensionelles Messen in ISO TC 213
4. ASTM E 07, Matrixdetektoren (DDAs)
  - a. E2597M, E2737, E2698
5. CEN TC 190 WG 10, Gussteilprüfung (Film und Digital)
  - a. EN 12681
6. IIW- Schweißkataloge, digital, ISO 5817

Es wird über die neuen Anforderungen dieser Normen bzw. Normrevisionen informiert und insbesondere auch über die veränderten Parameter, die bei Prüfpraxis und bei der Klassifizierung zu berücksichtigen sind. Bei der Schweißnahtprüfung werden gegenwärtig Anfragen gesammelt, um die Revision für die ISO 17636-1, -2 in 2018 vorzubereiten. Die

Zulässigkeitsstandards ISO 10675-1, -2 wurden revidiert und werden 2016/17 veröffentlicht. Es sind Änderungen bei der Bewertung von Porennestern und Porenzeilen zu berücksichtigen. Die Standards zur Schweißnahtprüfung in der Kerntechnik, DIN 25435, wurden ins Englische übertragen und sind als „new work item“ bei ISO TC 85 SC 6 registriert. Weiterer Revisionsbedarf ergibt sich aus Änderungen bei Standards des ASTM Komitees E 07 (ZfP) zur Klassifizierung von Computer-Radiographie-Systemen (Speicherfolien) und dem Doppeldraht BPK, der derzeit bereits mit 15 Drahtpaaren verfügbar ist. Bei der Klassifizierung von Speicherfolien werden die System-Klassen durch „Leistungsstufen“ (performance levels) ersetzt. ASTM E 2446 wurde revidiert (2016) und ISO 16731-1 und EN 14784-1 sollen entsprechend angepasst werden. Zusätzlich zum erreichbaren  $SNR_N$  werden die erreichbare Basisortsauflösung  $iSR_b$  und EPS (equivalent penetrameter sensitivity, äquivalente Bildgüte) berücksichtigt, um eine bessere Charakterisierung zu ermöglichen. Die Ergebnisse werden in einem „Spidernet-Graph“ ähnlich wie bei ASTM E 2597M für DDAs zusammengefasst. Die Anforderungen der EN 14784-2 (allgemeine Regeln zur Prüfung mit Speicherfolien) werden unter Berücksichtigung der Unschärfegrenzen der ISO 17636-2 angepasst und der Standard wird zur EN ISO 16731-2 überführt. Die Standards zur Durchstrahlungsprüfung auf Korrosion und Ablagerungen in Rohren mit Röntgen- und Gammastrahlen (EN 16407-1, -2, 2014) wurden ebenfalls revidiert. Bei Teil 1 wurde zusätzlich eine Prozedur zur Bestimmung der minimalen Wanddicke hinzugefügt. Dieser Entwurf wird voraussichtlich 2017 als EN ISO 20769-1, -2 veröffentlicht. Die Revision der Standards EN 12543 und EN 12679 zur Messung der Brennfleckgröße und der Strahlergröße ist mit Verzögerung in Überarbeitung, um die digitalen Detektoren und Messmöglichkeiten mit Bildverarbeitungsprogrammen zu berücksichtigen. Ein Entwurf zur Messung der Brennfleckgröße von nano-Fokusröhren ist derzeit in Vorbereitung in Zusammenarbeit mit dem Fachausschuss Durchstrahlungsprüfung der DGZfP. Mit verbesserter Ortsauflösung von digitalen Detektoren in der ZfP wurde ein neuer Doppeldraht-BPK entwickelt, der nun kommerziell verfügbar ist. Dazu wurde bereits die ASTM E 2002 revidiert (2015) und es wird nun auch EN ISO 19232-5 entsprechend angepasst. In 2011/12 wurden 4 neue Standards zur Computer-Tomographie veröffentlicht, EN 16016 Teil 1-4. Diese Standards wurden mit leichten Modifikationen bei ISO eingereicht und werden 2016/17 als EN ISO 15708 Teil 1-4 veröffentlicht. Zur radiographischen Gussteilprüfung befindet sich der Standard EN 12681 derzeit in Revision, um auch die digitale Radiographie zu berücksichtigen. Dazu wurde der Teil 2 entworfen und eingereicht. Die Anforderungen an die Prüfklassen A und B wurden für die Prüfung mit digitalen Detektoren als Filmersatz neu definiert. Zwei neue Prüfklassen,  $A_A$  und  $B_A$ , wurden zusätzlich definiert, um die Vorteile der automatischen Gussteilprüfung zu berücksichtigen, die mit reduzierter Unschärfe und verbesserter Bildauswertung erfolgen kann. Weiterhin wird durch eine Revision der ASTM E 747 die abweichende Umrechnung von Locherkennbarkeit und Drahterkennbarkeit in den ISO-, ASME- und ASTM-Standards, sowie dem französischen RCC-M-Code revidiert. Das International Institute of Welding (IIW) entwirft und revidiert seit einigen Jahren auch internationale Standards. Die IIW-Schweißnahtkataloge auf der Basis der ISO 5817 wurden weiterentwickelt und stehen jetzt auch digital zur Verfügung.

30.03.2017

## NEUE STANDARDS ZUR DIGITALEN RADIOGRAPHIE UND QUALIFIZIERUNG VON DETEKTOREN

Uwe Ewert, Uwe Zscherpel

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin, Germany

### RT – Standard-Komitees

- Ausgewählte RT-Standards folgender Komitees werden diskutiert:
  - **ISO**
    - **TC 135** (ZfP), TC 44 (Schweißen)
    - **TC 86** (Kernenergie, Strahlenschutz)
    - **TC 213** (dimensionelle und geometrische Produktspezifikation)
  - **ASTM E 07** (ZfP, Durchstrahlungsverfahren)
  - **CEN TC 138** (ZfP), **TC 190** (Guss)
  - **DIN**
    - NA 062-07-47 AA (Kerntechnik und Strahlenschutz)
    - NA 062-08-22 AA (Durchstrahlungsprüfung)

## ISO 17636 Schweißnahtprüfung



- Unzureichende Info zu Zentralaufnahme mit BPK außen.
- Teil 2 Digitale Radiographie
  - Probleme bei Gamma- und Hochenergie-Radiographie
  - Berechnung des SOD (FOD) zu kompliziert.
- [Revision geplant in 2018 in ISO TC 44 SC 5 WG1](#)

## Revision von ISO 10675-1, -2 *Zulässigkeitsgrenzen für Schweißnahtprüfung*



**Revision of ISO 10675-1**, Acceptance levels (Zulässigkeitsgrenzen) for radiographic testing — Part 1: Steel, nickel, titanium ..., **May 2016**

**Review von ISO 10675-2** Acceptance Levels (Zulässigkeitsgrenzen) for radiographic testing - Part 2: Aluminium and its alloys, **Nov. 2016**

[Änderung der Bewertung von Porennestern und Porenzeilen](#)

## ISO: New Work Item – neuer Entwurf



### Wiederkehrende Prüfung von Schweißnähten in der Kerntechnik ISO TC 85 SC 6

*"Nuclear energy, nuclear technologies, and radiological protection",  
SC 6 "Reactor technology"*

Die Standard-Serie unterteilt sich in folgende Teile:

- Part 1: Mechanized ultrasonic testing
- Part 2: Magnetic particle testing and penetrant testing
- Part 3: Hydrostatic testing
- Part 4: Visual testing
- Part 5: Eddy current testing of steam generator heating tubes
- Part 6: Radiographic testing

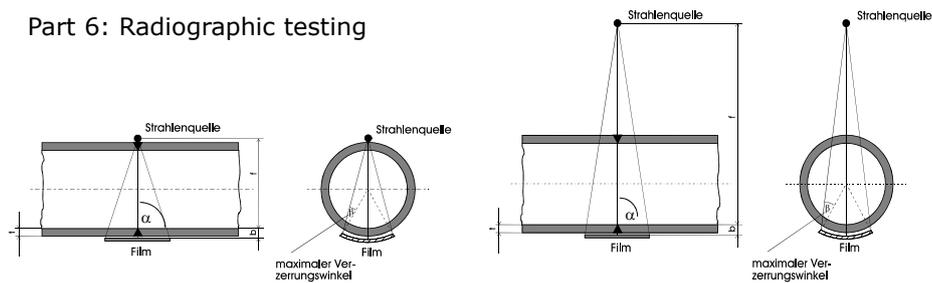
*Übernommen von DIN 25435 Teil 1-7 (2014), Wiederkehrende  
Prüfungen der Komponenten des Primärkreises von  
Leichtwasserreaktoren*

## Abweichende Aufnahmegeometrie

### Senkrecht - Anordnung



Part 6: Radiographic testing



$$\alpha = 90^\circ \pm 5^\circ$$
$$\beta = 0^\circ \pm 15^\circ$$

or

$$\beta = 0^\circ \pm 10^\circ$$

# ASTM E07, ISO TC 135 Neues CR „Klassifizierungsschema“



**Neu: EPS:** equivalent penetrameter sensitivity  
äquivalente Bildgüteprüfkörperempfindlichkeit in %

**Neues Charakterisierungsschema:** Leistungsstufen (Performance Levels)  
ersetzen die Klassifizierung in der ASTM E 2446 (veröffentlicht November 2016).

**Aktuell Revision der ISO 16731-1 (EN 14784-1).**

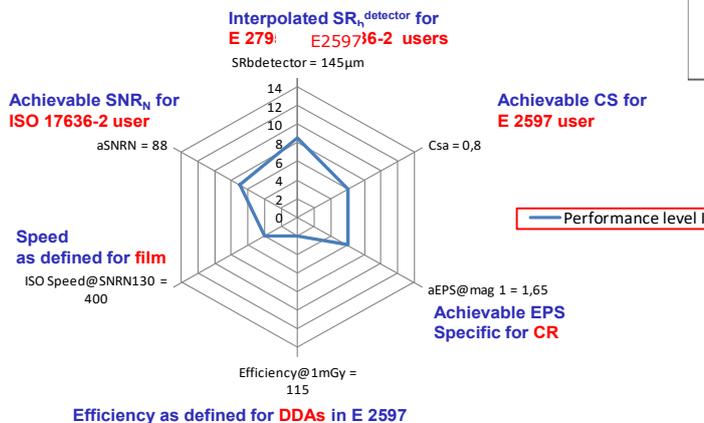
CR System Performance CR Leistungsstufen	Minimum $SNR_N$ (normalized to $SR_b=88.6 \mu m$ )	Maximum $iSR_b^{detector}$ value [ $\mu m$ ]	Maximum achieved EPS by E 746 [%]
CR Special	200	50	1.00
CR Level I	100	100	1.41
CR Level II	70	160	1.66
CR Level III	50	200	1.92

# ASTM E 2446 Charakterisierung: "Spidernet" Graph zur Darstellung



**Aktuell Revision der ISO 16731-1 (EN 14784-1).**

## Characterisation of CR-System XY



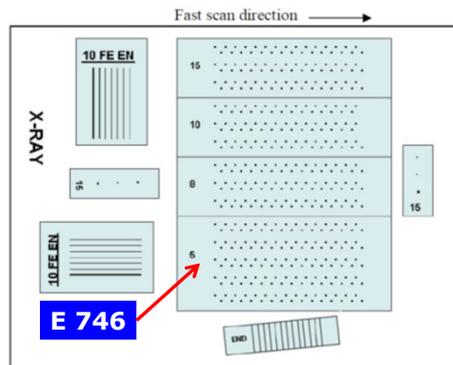
**IP type:** HR Fast  
**Scanner type:** XYZ  
**Scan Parameter:**  
- Scan Mode "BAM"  
- Pixel size: 20  $\mu m$   
- Laser intensity: 5  
- PMT voltage: 620 V  
- Slow scan speed: 5 ms per line  
- Fast scan speed: 2.5  $\mu s$  per pixel

# ASTM E07: Bildgüte-Prüfkörper für die Bildqualitätsbewertung



## EPS – Procedure of ASTM E 2445/6

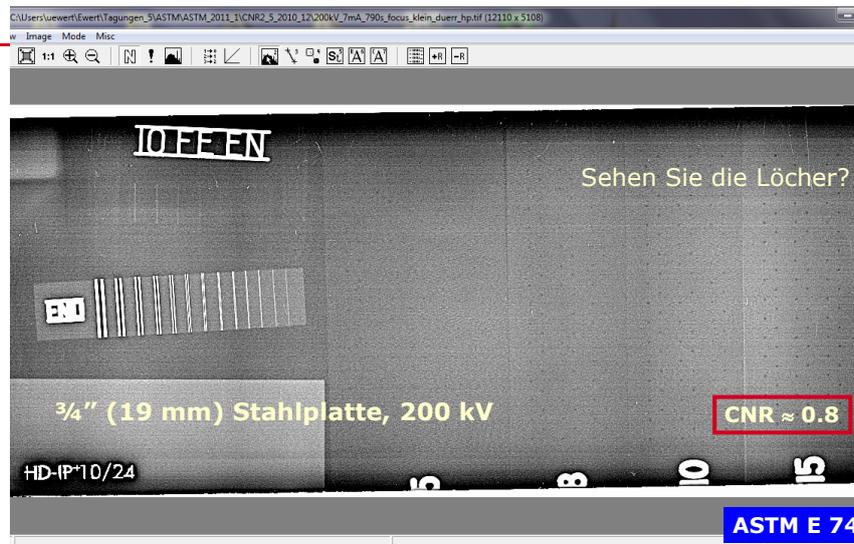
- Die EPS- (equivalent penetrameter sensitivity) Messung basiert auf E 746.
- Eine 19 mm Stahlplatte mit Bildgütekörpern mit Löchern verschiedener Durchmesser ist radiographisch untersucht und bewertet.
- Die Belichtung wird mit verschiedenen mA·min durchgeführt.
- Grafiken zur Locherkennbarkeit werden erstellt zur Bewertung.



$$EPS(\%) = \frac{2 \cdot 100}{w} \cdot \sqrt{\frac{SR_b^{image}}{\mu_{eff} \cdot SNR}}$$

$\mu_{eff}$  for 200 kV and 19 mm Fe is about 0,05 mm<sup>-1</sup>

## Beispiel: EPS -Test mit DÜRR CR scanner, 20 µm Pixel-Größe



## Revision des Standards für Computed Radiography (Speicherfolien), *allgemeine Regeln*



### EN ISO NP 16371-2 als Ersatz für EN 14784-2

Non-destructive testing -- Industrial computed radiography with storage phosphor imaging plates -- Part 2: **General principles for testing of metallic materials using X-rays and gamma rays**

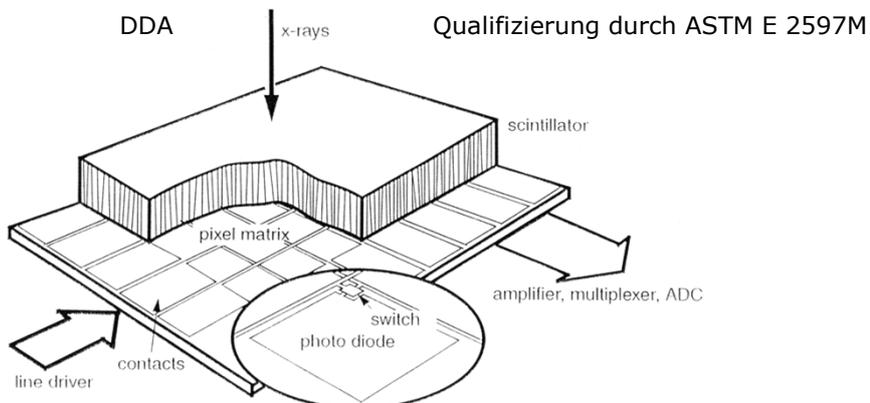
Letztes Meeting von TC 138 WG 1 in Berlin, **Sept. 15<sup>th</sup> -16<sup>th</sup>, 2016**.  
Finale Revision zur Abstimmung geschickt.

Tabellen B.13, B.14 aus ISO 17636-2 wurden übernommen

Image Quality Class B		
Penetrated thickness w	Maximum IQI value and maximum unsharpness (ISO 19232-5)	Maximum basic spatial resolution in mm (equivalent to wire thickness and spacing)
mm	mm	mm
$t \leq 1,5$	D 13+ 0,08	0,04
$1,5 < t \leq 4$	D 13 0,10	0,050
$4 < t \leq 8$	D 12 0,125	0,063
...	...	...

*Maximum image unsharpness for all techniques, Class B*

## ASTM E 07 DDA „Klassifizierungsschema“ Digitale Matrix-Detektoren (DDA)



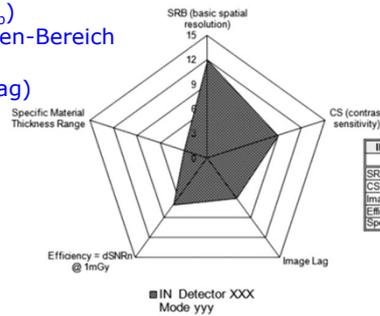
## ASTM E 2597M Qualifizierung von Digitalen Matrixdetektoren



DDA- Qualifizierung erfolgt durch verschiedene Tests der **ASTM E 2597M**.

Fünf relevante Parameter werden im Spinnennetz-Diagramm angegeben:

- Basis-Ortsauflösung ( $SR_b$ )
- Spezifischer Materialdicken-Bereich
- Effizienz
- "Nachleuchten" (image lag)
- Kontrastempfindlichkeit



Qualifizierung nach  
ASTM E 2597M

12a. Example DDA potentially suitable for weld inspection.

## CEN TC 138, ISO TC 135 Korrosion, Ablagerungen und Wanddicken-Messung (2014, 2017)



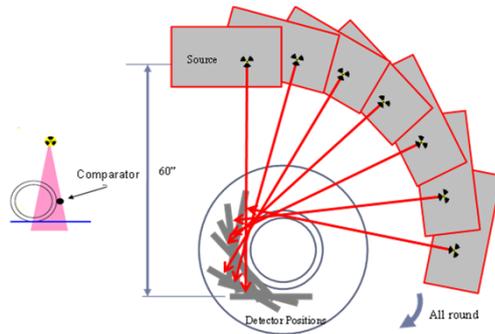
Zwei Standardteile (Teil 1 und 2) für Filmtechnik und Digitale Radiographie

- **EN 16407-1** (2014), Zerstörungsfreie Prüfung - Durchstrahlungsprüfung auf Korrosion und Ablagerungen in Rohren mit Röntgen- und Gammastrahlen - Teil 1: Tangentiale Durchstrahlungsprüfung
- **EN 16407-2** (2014), Zerstörungsfreie Prüfung - Durchstrahlungsprüfung auf Korrosion und Ablagerungen in Rohren mit Röntgen- und Gammastrahlen - Teil 2: Doppelwand-Durchstrahlungsprüfung

- **Eingereicht bei ISO mit Modifikationen**
- **→ ISO 20769-1, -2**
- **Geplante Veröffentlichung als DIN EN ISO in 2017**

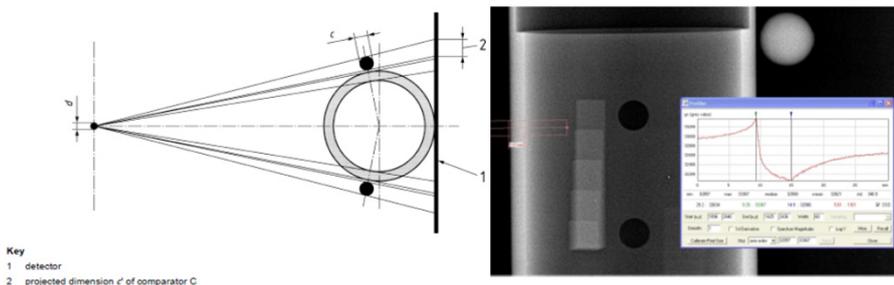
## Bestimmung der minimalen Wanddicke (2017)

EN 16407-1 (2014) → ISO 20769 (2017), Zerstörungsfreie Prüfung - Durchstrahlungsprüfung auf Korrosion und Ablagerungen in Rohren mit Röntgen- und Gammastrahlen - Teil 1: Tangentiale Durchstrahlungsprüfung



Scan of complete circumference  
McNab, Oceaneering  
Wording, S. Burch, HOIS

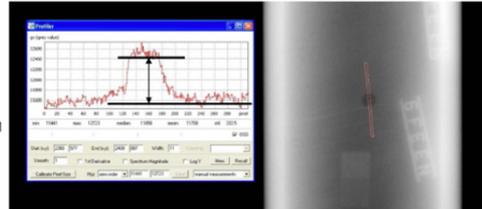
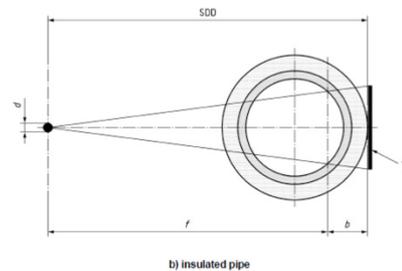
## Korrosion, Ablagerungen und Wanddicken-Messung (2014)



Key  
1 detector  
2 projected dimension  $c'$  of comparator C

EN 16407-1 Tangential-Technik:  
Absolute Wanddickenmessung durch interaktive Vermessung der projizierten Mantellinien nach Kalibrierung der Vergrößerung

## Korrosion, Ablagerungen und Wanddicken-Messung (2014)



Key  
1 detector

EN 16407-2 Doppelwand-Technik:  
Relative Messung der Wanddickenänderung in  
Durchstrahlungsrichtung nach Bestimmung des effektiven  
Schwächungskoeffizienten

## CEN TC 138 WG 1 Brennfleckmessung

EN 12543-1

NDT - Characteristics of focal spots in industrial X - ray tube assemblies for use in  
NDT: - Part 1: Scanning method **To be deleted**

EN 12543-2 - Part 2: Pinhole camera radiographic method

**Revision available and harmonized with ASTM E 1165: 2012**

EN 12543-3 - Part 3: Slit camera radiographic method

**To be revised**

EN 12543-4 - Part 4: Edge method

**Revision available and harmonized with ASTM E 1165: 2012, new  
procedure!**

EN 12543-5 - Part 5: Measurement of the effective focal spot size of mini and micro  
focus X - ray **tubes**

**Revised and harmonization with ASTM E 2903:2013**

New Draft: EN 12543-5 - Part 6:

Measurement of the effective focal spot size of micro focus X-ray tubes below  
5 $\mu$ m (nano-focus tubes)

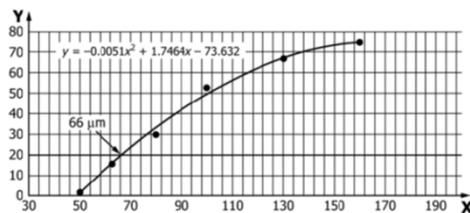
**Draft available. Round Robin Tests are ongoing.  
Method under critical discussion!**

## Doppeldraht BPK und neue ASTM E 2002-15 zum Ersatz für ISO 19232-5



Bewertung der Unschärfe, Basisortsauflösung und Linienpaare/mm

1. Visuelle Bewertung
2. Bewertung digitaler Bilder mit Profilkfunktion
3. Bewertung digitaler Bilder mit Profilkfunktion und Interpolation/Approximation



Bestimmung der interpolierten Unschärfe und Basisortsauflösung

X- Basisortsauflösung  
Y - Modulationstiefe

## Doppeldraht BPK: ASTM E2002-15 Neue Tabelle



Wire Material	Duplex Wire Number	Corresponding Unsharpness value $U_T$ (mm)	Corresponding Basic Spatial Resolution $SR_b$ value (mm) <sup>d</sup>	Corresponding linepair value (lp/mm)	Wire Diameter and Spacing, d (mm)	Tolerance of Wire Diameter and Wire Spacing (mm)
Pt <sup>B</sup>	D 13	0.10	0.050	10.0	0.050	±0.005
Pt	D 12	0.13	0.063	7.94	0.063	
Pt	D 11	0.16	0.080	6.25	0.08	
Pt	D 10	0.20	0.100	5.00	0.10	
Pt	D 9	0.26	0.130	3.85	0.13	
Pt	D 8	0.32	0.160	3.13	0.16	±0.01
Pt	D 7	0.40	0.200	2.50	0.20	
Pt	D 6	0.50	0.250	2.00	0.25	
Pt	D 5	0.64	0.320	1.56	0.32	
Pt	D 4	0.80	0.400	1.25	0.40	
W <sup>C</sup>	D 3	1.00	0.500	1.00	0.50	±0.02
W	D 2	1.26	0.630	0.79	0.63	
W	D 1	1.60	0.800	0.63	0.80	

**TABLE 1 Duplex Wire Number, Corresponding Total Unsharpness, Basic Spatial Resolution, Linepair Readings and Wire Diameters and its Tolerances<sup>A</sup>**

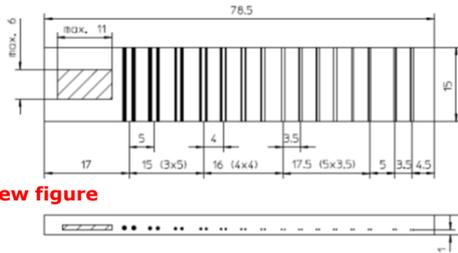
<sup>A</sup> This table is based on data provided in ISO 19232-5: 2013. All unsharpness values are rounded to two digits after the dot.

<sup>B</sup> Pt = Platinum.

<sup>C</sup> W = Tungsten.

<sup>D</sup> For conversion of the  $SR_b$ -values to µm, multiply values which are given in mm by 1000.

## Neuer hochauflösender Doppeldraht BPK



High Resolution IQI with increased measurement range

New figure

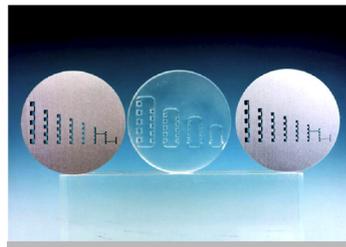
Wire Material	Duplex Wire Number	Corresponding Unsharpness value $U_r$ (mm)	Corresponding Basic Spatial Resolution $SR_b$ value (mm) <sup>g</sup>	Corresponding linepair value (lp/mm)	Wire Diameter and Spacing, $d$ (mm)	Tolerance of Wire Diameter and Wire Spacing (mm)
Pt <sup>A</sup>	D 18	0.032	0.016	31.3	0.016	±15%
Pt	D 17	0.040	0.020	25.0	0.020	
Pt	D 16	0.050	0.025	20.0	0.025	
Pt	D 15	0.063	0.032	15.9	0.032	
Pt	D 14	0.080	0.040	12.5	0.040	

## CEN TC 138 WG 1, ISO TC 135 SC 5, TC 213 Computer-Tomographie

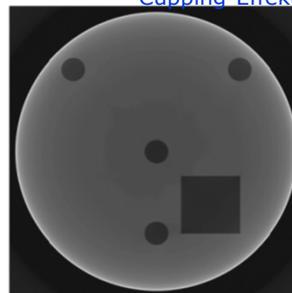
**EN 16016 1 - 4: 2011/12 Computed Tomography.** Angenommen von ISO zum Ersatz der aktuellen CT-Standards.

**ISO 15708 1 - 4:2016/17 Non-destructive testing -- Radiation methods -- Computed tomography -- Part 1 - 4**

**ISO TC 213** neuer Entwurf zum **dimensionellen Messen**. Siehe auch VdI/VdE-Standards 2630 Teil 1 - 4



MTF-Messung



Cupping-Effekt

**CEN TC 190 WG 10**  
**Neue Guss-Prüfnormen EN 12681-1, -2**



- Prüftechniken:
  - Class A: basic techniques;
  - Class B: improved techniques.
  
- Bildgüteanforderungen nach ISO 19232-3, Tabellen 1 – 4,
- Reduktion der Anforderungen für Klasse B
- keine Doppelwandtabellen
- Angaben zu IQI „filmnah“
- IQI „filmnah“ nur bei „Zustimmung des Auftraggebers“.
- Ausnahmen für Serienprüfung

**CEN TC 190 WG 10**  
**Neue Guss-Prüfnormen EN 12681-1, -2**



- Revision der EN 12681, **Gussprüfung: Endabstimmung und Veröffentlichung in 2017 geplant**
- Teil 1: Founding — Radiographic testing — Part 1: Film techniques
- Teil 2: Founding — Radiographic testing — Part 2: Techniques with digital detectors
  - Neue Prüfklassen für digitale Radiographie
  - Class A<sub>A</sub>: basic automated **technique**.
  - Class B<sub>A</sub>: improved automated **technique**.
- **Anwendung von Prüfklasse A oder A<sub>A</sub>**, falls nicht anders in der Spezifikation gefordert.

Neue Bildgüteanforderungen in **Klasse A und B**

Die **Klassen A<sub>A</sub> und B<sub>A</sub>** sind Anforderungen an die  
- **automatische und halb-automatische radiographische Prüfung mit DDAs sowie**  
- **Computer oder Operator basierter Bildauswertung, sowie dem Einsatz von mini- oder mikro-Fokus-Röhren (Brennfleck ≤ 1 mm) mit reduzierten Anforderungen an die Unschärfe bei gleicher Kontrastempfindlichkeit.**

**CEN TC 190 WG 10**  
**Neue Guss-Prüfnormen EN 12681-1, -2**



**Neue Tabellen zur Kontrastempfindlichkeit**

Table A.2 — Image quality requirements for testing class B and B<sub>A</sub>

Penetrated thickness		Minimum wire IQI value	Maximum step hole IQI value	Minimum wire IQI value	Maximum step hole IQI value
lower thickness limit mm	upper thickness limit mm	IQI at source side		IQI at detector side <sup>a,b</sup>	
	2	W 18	H 2	W 18	H 2
> 2	3,5	W 17	H 3	W 17	H 3
> 3,5	5	W 16	H 4	W 16	H 4
> 5	7	W 15	H 5	W 15	H 5
> 7	10	W 14	H 6	W 14	H 6
> 10	15	W 13	H 7	W 13	H 7
> 15	25	W 12	H 8	W 12	H 8
> 25	32	W 11	H 9	W 11	H 9
> 32	40	W 10	H 10	W 11	H 9
> 40	55	W 9	H 11	W 10	H 10
> 55	85	W 8	H 12	W 9	H 11
> 85	150	W 7	H 13	W 8	H 12
> 150	200	W 6	H 14	W 7	H 13
> 200	250	W 5	H 15	W 7	H 13
> 250	380	W 4	H 15	W 7	H 13
> 380		W 3	H 16	W 7	H 13

<sup>a</sup> IQI may be located on detector side only, if positioning on source side is not possible.  
<sup>b</sup> These values apply only, if object and detector are in contact or in close distance. It does not apply if magnification technique is applied with magnification  $v > 1,5$  of object detector side.

**CEN TC 190 WG 10**  
**Neue Guss-Prüfnormen EN 12681-1, -2**



**Ortsauflösung in Klasse A<sub>A</sub> und B<sub>A</sub> für digitale Radiographie**

Consider the good workmanship quality for casting applications with

- **automated or semi-automated radiographic testing systems with DDAs and mini or micro focus tubes in magnification technique.** These techniques may be used in industry for fast testing of castings, **mainly in serial part testing in class A<sub>A</sub> or A<sub>B</sub>.**

Table A.4 — Maximum image unsharpness  $u_{min}$  and  $SR_{b,image}^*$  for all automated and semi-automated techniques

Lower thickness <sup>b</sup> limit mm	Upper thickness <sup>b</sup> limit mm	Class A <sub>A</sub> Minimum DW value	Maximum $SR_{b,image}^*$ Mm	Class A Minimum DW value	Maximum $SR_{b,image}^*$ mm	Class B <sub>A</sub> Minimum DW value	Maximum $SR_{b,image}^*$ mm	Class B Minimum DW value	Maximum $SR_{b,image}^*$ mm
	2	D 11	0,08	D 12	0,063	D 13	0,05	D 13+	0,04
> 2	5	D 9	0,125	D 10	0,1	D 12	0,063	D 13	0,05
> 5	10	D 8	0,16	D 9	0,125	D 11	0,08	D 12	0,063
> 10	24	D 7	0,2	D 8	0,16	D 10	0,1	D 11	0,08
> 24	40	D 6	0,32	D 7	0,2	D 9	0,13	D 10	0,1
> 40	55	D 6	0,32	D 7	0,2	D 8	0,16	D 9	0,13
> 55	85	D 5	0,4	D 6	0,32	D 8	0,16	D 9	0,13
> 85	150	D 5	0,4	D 6	0,32	D 7	0,2	D 8	0,16
> 150	200	D 4	0,5	D 5	0,4	D 7	0,2	D 8	0,16
> 200	250	D 4	0,5	D 5	0,4	D 6	0,32	D 7	0,2
> 250	380	D 3	0,63	D 4	0,5	D 6	0,32	D 7	0,2
> 380		D 3	0,63	D 4	0,5	D 5	0,4	D 6	0,32

NOTE "D 13+" is achieved if the duplex wire pair "D 13" is resolved with a dip larger than 20 %.

<sup>a</sup> The image unsharpness  $u_{min}$  corresponds to  $u_{min} = 2 \cdot SR_{b,image}^*$   
<sup>b</sup> For double wall technique, single image, the nominal thickness  $t$  shall be used instead of the penetrated thickness  $w$ .

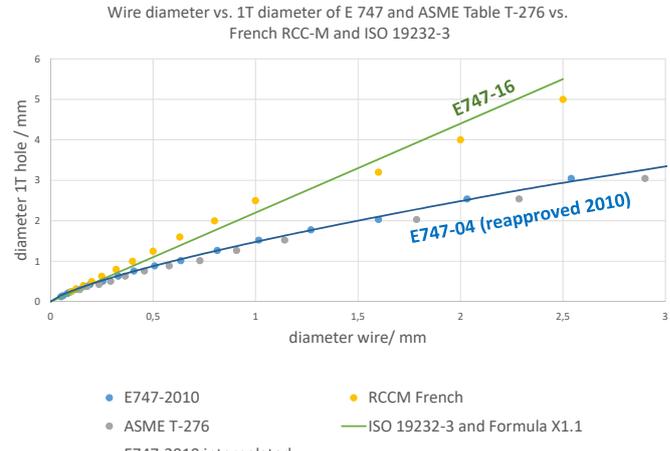
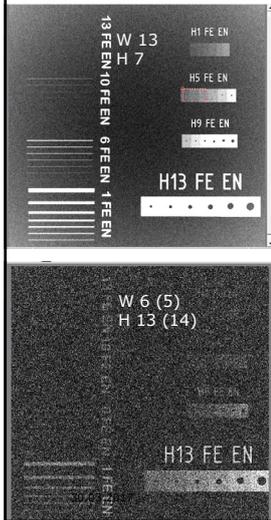
# Draht und Locherkennbarkeit

Revision von **ASTM E 747** und **ASME BPVC Section V, Art. 2**



*Offensichtlich sind die Tabellen und Formeln von*

**ASME BPVC Section V, Art. 2** und **ASTM E 747** *nicht korrekt.*



Digitalen Radiographie und Qualifizierung von Detektoren

# IIW Neue Röntgen-Schweißnaht-Kataloge



**ISO 5817**

Reference card  
Carte de référence  
Referenzkarte  
Page / Page / Blatt  
No. / N° / Nr.

D	C	B	A	RTG	RTG	RT	X (PT)	X (PT)																																									
100	104	205	5011/5012	5019	502	504	505/511	516	517	103	101	102	103A	204	205/210	206/207/208/209	211	212	213	214	215	216	217																										
1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10	1.11	1.12	1.13	1.14	1.15	1.16	1.17	1.18	1.19	1.20	1.21	1.22	1.23	1.24	1.25	1.26	1.27	1.28	1.29	1.30	1.31	1.32	1.33	1.34	1.35	1.36	1.37	1.38	1.39	1.40	1.41	1.42	1.43	1.44	1.45	1.46	1.47	1.48	1.49	1.50

Welding process	Procédé de soudage	Schweißprozess	111	ISO 4063
Parent metal, type	Métal de base, type	Grundwerkstoff, Typ	C, CM-	
Plate thickness	Épaisseur de tôle	Blechdicke	6 mm	
Consumables, type	Métal d'apport, type	Schweißzusatz, Typ	$V = 0.1 C = 2.0 \text{ Mn} (\%)$ $= 0.1 C_1 = 2.0 \text{ Mn} (\%)$	ISO 2560
Shielding gas	Gaz de protection	Schutzgas	-	
Welding flux	Flux de soudage	Schweißflou	-	
Backing strip	Support à l'arrière	Schweißrückführung	-	
Joint preparation	Préparation des joints	Schweißnahtvorbereitung	$V$ 3-9	ISO 2553
Welding position	Position de soudage	Schweißposition	PA	ISO 6947

**New tablet PC design**  
Image processing:  
high pass filters

