

DIN EN ISO 17636-2

ICS 25.160.40

Entwurf

Einsprüche bis 2011-01-01
Vorgesehen mit
E DIN EN ISO 17636-1:2010-11
als Ersatz für
DIN EN 1435:2002-09

**Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen –
Durchstrahlungsprüfung –
Teil 2: Röntgen- und Gammastrahlungstechniken unter Anwendung
digitaler Detektoren (ISO/DIS 17636-2:2010);
Deutsche Fassung prEN ISO 17636-2:2010**

Non-destructive testing of welds –
Radiographic testing –
Part 2: X- and gamma ray techniques with digital detectors (ISO/DIS 17636-2:2010);
German version prEN ISO 17636-2:2010

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2010-11-01 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses
Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an nmp@din.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann
im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter
www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder in Papierform an den Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN, 10772 Berlin
(Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten
Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 58 Seiten

Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 17636-2:2010) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 121 „Schweißen“, in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee ISO/TC 44 „Welding and allied processes“, dessen Sekretariat vom AFNOR (Frankreich) gehalten wird, im Rahmen der Wiener Vereinbarung, erarbeitet.

Das zuständige deutsche Gremium ist der NA 062-08-22 AA „Durchstrahlungsprüfung und Strahlenschutz“ im Normenausschuss Materialprüfung (NMP).

Änderungen

Gegenüber DIN EN 1435:2002-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Normative Verweisungen wurden aktualisiert;
- b) Dokument wurde in 2 Teile aufgeteilt wobei der vorliegende Teil für Durchstrahlungsprüfungen unter Anwendung von digitalen Detektoren anwendbar ist;
- c) Röntgenröhren bis zu einer Spannung von 1 000 kV wurden aufgenommen;
- d) Normativer Anhang C zur Bestimmung der Basis-Ortsauflösung wurde aufgenommen;
- e) Normativer Anhang D zur Bestimmung der Mindest-Grauwerte für die praktische Anwendung der Computer-Radiographie wurde aufgenommen;
- f) Informativer Anhang E mit allgemeinen Anmerkungen zu Grauwerten wurde aufgenommen;
- g) Dokument wurde redaktionell überarbeitet.

**Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen —
Durchstrahlungsprüfung — Teil 2: Röntgen- und
Gammastrahlungstechniken unter Anwendung digitaler Detektoren
(ISO/DIS 17636-2:2010)**

(ISO/DIS 17636-2:2010)

Non-destructive testing of welds — Radiographic testing — Part 2: X- and gamma ray techniques with digital detectors (ISO/DIS 17636-2:2010)

ICS:

Deskriptoren:

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokumentstufe: parallele Umfrage
Dokumentsprache: D

STD Version 2.3a

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen.....	6
3 Begriffe	7
4 Symbole und Bezeichnungen.....	11
5 Klassifizierung der radiographischen Technik.....	12
6 Allgemeines	12
6.1 Schutz vor ionisierender Strahlung	12
6.2 Oberflächenvorbehandlung und Herstellungsstufe.....	12
6.3 Lage der Schweißnaht auf dem Durchstrahlungsbild	12
6.4 Zuordnung von Durchstrahlungsbildern	13
6.5 Kennzeichnung	13
6.6 Überlappung der digitalen Durchstrahlungsbilder	13
6.7 Typ und Lage der Bildgüteprüfkörper (BPK)	13
6.8 Mindestbildgütezahlen	14
6.9 Personalqualifizierung	15
7 Empfohlene Vorgehensweise für die Aufnahme von digitalen Durchstrahlungsbildern.....	15
7.1 Aufnahmeanordnungen	15
7.1.1 Allgemeines	15
7.1.2 Strahlenquelle vor dem Prüfgegenstand und Detektor auf der gegenüberliegenden Seite (siehe Bild 1).....	16
7.1.3 Strahlenquelle außerhalb und Detektor innerhalb des Prüfgegenstands (siehe Bilder 2 bis 4).....	16
7.1.4 Strahlenquelle innerhalb und zentrisch, Detektor außerhalb des Prüfgegenstands (siehe Bilder 5 bis 7)	17
7.1.5 Strahlenquelle innerhalb und exzentrisch, Detektor außerhalb des Prüfgegenstands (siehe Bilder 8 bis 10).....	18
7.1.6 Ellipsentechnik (siehe Bild 11).....	19
7.1.7 Senkrechttechnik (siehe Bild 12)	19
7.1.8 Strahlenquelle außerhalb des Prüfgegenstands und Detektor auf der anderen Seite (siehe Bilder 13 bis 18)	20
7.1.9 Technik für unterschiedliche Werkstoffdicken (siehe Bild 19)	22
7.2 Auswahl der Röhrenspannung und der Strahlenquelle	22
7.2.1 Röntgenstrahler für bis zu 1 000 kV.....	22
7.2.2 Andere Strahlenquellen	23
7.3 Detektorsysteme und Metallfolien	24
7.3.1 Normiertes Mindest-Signal/Rausch-Verhältnis (SNR_N).....	24
7.3.2 Kompensationsprinzip (II).....	25
7.3.3 Aufnahmefolien für IP und Abschirmung	25
7.4 Ausrichtung des Strahlers.....	27
7.5 Verminderung der Streustrahlung	27
7.5.1 Metallfilter und Kollimatoren (Blenden)	27
7.5.2 Abschirmung von Streustrahlung.....	28
7.6 Abstand Strahlenquelle – Prüfgegenstand	28
7.7 Vergrößerungstechnik	30

	Seite
7.8 Maximaler Bereich für eine einzelne Aufnahme	31
7.9 Verarbeitung	32
7.9.1 Abtasten und Auslesen der Bilder	32
7.9.2 Kalibrierung der DDA	32
7.9.3 Interpolation der Bad-Pixel	32
7.9.4 Bildverarbeitung	33
7.10 Betrachtungsbedingungen am Monitor und Speicherung der digitalen Durchstrahlungsbilder	33
8 Prüfbericht	34
Anhang A (normativ) Empfohlene Anzahl der Aufnahmen für eine ausreichende Prüfung einer stumpfgeschweißten Rundnaht	35
Anhang B (normativ) Mindestbildgütezahlen (BZ)	40
Anhang C (normativ) Bestimmung der Basis-Ortsauflösung	48
Anhang D (normativ) Bestimmung der Mindest-Grauwerte für die praktische Anwendung der Computer-Radiographie	50
D.1 Bestimmung des normierten SNR_N aus dem $SNR_{measured}$	50
D.2 Bestimmung der Mindest-Grauwerte	51
Anhang E (informativ) Grauwerte, allgemeine Anmerkungen	54
Literaturhinweise	56

Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 17636-2:2010) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 121 „Schweißen“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee ISO/TC 44 „Welding and allied processes“, dessen Sekretariat vom AFNOR gehalten wird, erarbeitet.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 1435:1997 ersetzen.

Die wichtigsten Änderungen sind:

- Normative Verweisungen wurden aktualisiert;
- Dokument wurde in 2 Teile aufgeteilt wobei der vorliegende Teil für Durchstrahlungsprüfungen unter Anwendung von digitalen Detektoren anwendbar ist;
- Röntgenröhren bis zu einer Spannung von 1 000 kV wurden aufgenommen;
- Normativer Anhang C zur Bestimmung der Basis-Ortsauflösung wurde aufgenommen;
- Normativer Anhang D zur Bestimmung der Mindest-Grauwerte für die praktische Anwendung der Computer-Radiographie wurde aufgenommen;
- Informativer Anhang E mit allgemeinen Anmerkungen zu Grauwerten wurde aufgenommen;
- Dokument wurde redaktionell überarbeitet.

ISO 17636 besteht aus den folgenden Teilen unter dem Haupttitel *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Durchstrahlungsprüfung*:

- *Teil 1: Röntgen- und Gammastrahlungstechniken unter Anwendung von Filmen;*
- *Teil 2: Röntgen- und Gammastrahlungstechniken unter Anwendung digitaler Detektoren.*

Einleitung

Diese Norm legt grundlegende Techniken der Durchstrahlungsprüfung mit dem Ziel fest, zufriedenstellende und wiederholbare Ergebnisse in wirtschaftlicher Weise zu erreichen. Die Techniken beruhen auf allgemein anerkannten Vorgehensweisen und den grundlegenden Theorien zum Thema, d. h. der Untersuchung von Schmelzschweißverbindungen unter Anwendung digitaler radiographischer Detektoren.

Digitale Detektoren liefern ein digitales Grauwertbild, das nur mit einem Rechner betrachtet und ausgewertet werden kann. Beschrieben wird das empfohlene Verfahren für die Auswahl des Detektors und die Durchstrahlungsprüfung. Die Auswahl von Rechner, Software, Monitor, Drucker und Betrachtungsbedingungen ist von Bedeutung, bildet jedoch nicht den Schwerpunkt dieser Norm.

Das in dieser Norm festgelegte Verfahren enthält die Mindestanforderungen an das Durchstrahlungsverfahren zur Gewinnung digitaler Durchstrahlungsbilder mit einer Empfindlichkeit für den Nachweis von Unregelmäßigkeiten, die der in Teil 1 dieser Norm festgelegten Radiographie mit Filmen gleichwertig ist.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt grundlegende Techniken der digitalen Durchstrahlungsprüfung mit dem Ziel fest, zufriedenstellende und wiederholbare Ergebnisse in wirtschaftlicher Weise zu erreichen. Die Techniken beruhen auf allgemein anerkannten Vorgehensweisen und den grundlegenden Theorien zum Thema.

Die vorliegende Norm gilt für die digitale Durchstrahlungsprüfung von Schmelzschweißverbindungen in metallischen Werkstoffen.

Sie gilt für Schweißverbindungen von Platten und Rohren. Neben der konventionellen Bedeutung sollten in dieser Norm unter der Benennung „Rohr“ auch andere zylindrische Körper wie Druckleitungen, Kesseltrommeln und Druckbehälter verstanden werden. Diese Norm steht im Einklang mit EN 14784-2.

Der vorliegende Teil der EN ISO 17636 legt die Anforderungen an die digitale Durchstrahlungsprüfung von Schweißverbindungen an Metallrohren mit Röntgen- und Gammastrahlen unter Anwendung entweder der Computer-Radiographie (CR) oder der Radiographie mit digitalen Matrixdetektoren (DDA, en: digital detector arrays) fest, die dem Nachweis von Unregelmäßigkeiten dient.

Digitale Detektoren liefern ein digitales Grauwertbild, das nur mit einem Rechner betrachtet und ausgewertet werden kann. Beschrieben wird das empfohlene Verfahren für die Auswahl des Detektors und die Durchstrahlungsprüfung. Die Auswahl von Rechner, Software, Monitor, Drucker und Betrachtungsbedingungen ist von Bedeutung, bildet jedoch nicht den Schwerpunkt dieser Norm. Das in dieser Norm festgelegte Verfahren enthält die Mindestanforderungen an das Durchstrahlungsverfahren zur Gewinnung digitaler Durchstrahlungsbilder mit einer Empfindlichkeit für den Nachweis von Unregelmäßigkeiten, die der in Teil 1 dieser Norm festgelegten Radiographie mit Filmen gleichwertig ist.

Diese Norm legt keine Zulässigkeitsgrenzen für die Anzeigen fest.

Werden durch die Vertragspartner niedrigere Prüfkriterien angesetzt, kann die erreichte Güte deutlich niedriger sein als bei strikter Anwendung dieser Norm.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 462-1, *Zerstörungsfreie Prüfung — Bildgüte von Durchstrahlungsaufnahmen — Teil 1: Bildgüteprüfkörper (Drahtsteg) — Ermittlung der Bildgütezahl*

EN 462-2, *Zerstörungsfreie Prüfung — Bildgüte von Durchstrahlungsaufnahmen — Teil 2: Bildgüteprüfkörper (Stufe/Loch Typ) — Ermittlung der Bildgütezahl*

EN 462-5, *Zerstörungsfreie Prüfung — Bildgüte von Durchstrahlungsaufnahmen — Teil 5: Bildgüteprüfkörper (Doppeldrahtsteg) — Ermittlung der Bildunschärfe*

EN 473, *Zerstörungsfreie Prüfung — Qualifizierung und Zertifizierung von Personal der zerstörungsfreien Prüfung — Allgemeine Grundlagen*

EN 12543 (alle Teile), *Zerstörungsfreie Prüfung — Charakterisierung von Brennflecken in Industrie-Röntgenanlagen für die zerstörungsfreie Prüfung*

EN 12679, *Zerstörungsfreie Prüfung — Bestimmung der Strahlergrößen von industriell genutzten Radionukliden — Durchstrahlungsverfahren*

EN 14784-1:2005, *Zerstörungsfreie Prüfung — Industrielle Computer-Radiographie mit Phosphor-Speicherfolien — Teil 1: Klassifizierung der Systeme*

ISO 5576, *Non-destructive testing — Industrial X-ray and gamma-ray radiology — Vocabulary*

ISO 9712, *Non-destructive testing — Qualification and certification of personnel*

ISO 19232-1, *Non-destructive testing — Image quality of radiographs — Part 1: Image quality indicators (wire type) — Determination of image quality value*

ISO 19232-2, *Non-destructive testing — Image quality of radiographs — Part 2: Image quality indicators (step/hole type) — Determination of image quality value*

ISO 19232-3, *Non-destructive testing — Image quality of radiographs — Part 3: Image quality classes for ferrous metals*

ISO 19232-4, *Non-destructive testing — Image quality of radiographs — Part 4: Experimental evaluation of image quality values and image quality tables*

ISO 19232-5, *Non-destructive testing — Image quality of radiographs — Part 5: Image quality indicators (duplex wire type) — Determination of image unsharpness value*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 5576:1997 und die folgenden Begriffe.

3.1

Computer-Radiographie

Phosphor-Speicherfoliensystem

vollständiges System, das aus einer Phosphor-Speicherfolie (IP) und der zugehörigen Ausleseeinheit (Abtastsystem bzw. Scanner) besteht, mit der die Informationen aus der IP in ein digitales Bild umgewandelt werden

3.2

Phosphor-Speicherfolie

IP (en: imaging plate)

photo-stimulierbares lumineszierendes Material, das in der Lage ist, ein latentes Durchstrahlungsbild des untersuchten Werkstoffs zu speichern, und das nach Stimulierung durch eine Quelle von Licht des roten Spektrums mit angemessener Wellenlänge proportional zur absorbierten Strahlung Lumineszenz erzeugt

ANMERKUNG Bei der Durchführung der Computer-Radiographie wird anstelle eines Films eine IP verwendet. Bei der Festlegung von Techniken im Zusammenhang mit der Fokusgeometrie der Strahlenquelle wird die IP als Detektor bezeichnet (d. h. Abstand Strahlenquelle – Detektor bzw. FDA).

3.3

System mit digitalen Matrixdetektoren

DDA-System

elektronisches Gerät, das ionisierende oder durchdringende Strahlung in eine diskrete Matrix analoger Signale umwandelt, die anschließend digitalisiert und an einen Rechner übertragen werden, um dort als digitales Bild angezeigt zu werden, das dem Muster der radiologischen Energie entspricht, die auf die strahlungsempfindliche Fläche des Geräts wirkt

3.4

Strukturrauschen der IP

durch Inhomogenitäten in der empfindlichen Schicht (Körnigkeit) und der Oberfläche einer IP verursachte Struktur

ANMERKUNG 1 Im Anschluss an das Abtasten der bestrahlten Speicherfolie werden die Inhomogenitäten aus dem Prüfobjekt im digitalen Bild von einem festen Störmuster aus dem Detektor überlagert.

ANMERKUNG 2 Dieses Rauschen begrenzt die maximal erreichbare Bildgüte von digitalen IP-Bildern und ist mit der Körnigkeit in Filmbildern vergleichbar.

3.5

Strukturrauschen der DDA

durch die unterschiedlichen Eigenschaften der Detektorelemente (Pixel) verursachte Struktur

ANMERKUNG Nach dem Auslesen der bestrahlten, nicht kalibrierten DDA werden die Inhomogenitäten aus dem Prüfobjekt im digitalen Bild von einem festen Störmuster aus dem DDA überlagert. Sämtliche DDA werden üblicherweise im Anschluss an eine softwarebasierte Kalibrierung eingesetzt (Software und Anleitung werden durch den Hersteller bereitgestellt). Ein geeignetes Kalibrierverfahren verringert dieses Strukturrauschen.

3.6

Grauwert

numerischer Wert eines Pixels in einem digitalen Bild

ANMERKUNG Dieser Begriff ist üblicherweise gegen die Begriffe Pixelwert, Detektorantwort, Analog-Digital-Wandlereinheit und Detektorsignal austauschbar.

3.7

linearisierter Grauwert

numerischer Wert eines Pixels, der direkt proportional zur Bestrahlungsdosis des Detektors linearisiert wird und den Wert *null* aufweist, wenn der Detektor nicht bestrahlt wurde

ANMERKUNG Dieser Begriff ist üblicherweise gegen die Begriffe linearisierter Pixelwert und linearisiertes Detektorsignal austauschbar.

3.8

Signal-Rausch-Verhältnis

SNR (en: signal-to-noise ratio)

Quotient aus dem Mittelwert der linearisierten Grauwerte und der Standardabweichung der linearisierten Grauwerte (Rauschen) in einem bestimmten interessierenden Objektbereich auf einem digitalen Bild

3.9

Basis-Ortsauflösung

SR_b (en: basic spatial resolution)

Halfte der gemessenen Bildunschärfe in einem digitalen Bild und entspricht der effektiven Pixelgröße, sie gibt das kleinste geometrische Detail an, das in einem digitalen Bild aufgelöst werden kann

ANMERKUNG Die Messung der Unschärfe ist in ISO 19232-5 beschrieben, siehe auch ASTM E 1000.

3.10

normiertes Signal-Rausch-Verhältnis

SNR_N (en: normalized signal-to-noise ratio)

SNR, normiert mit der Basis-Ortsauflösung, SR_b, entweder direkt im digitalen Bild gemessen und/oder wie folgt aus dem gemessenen SNR_{measured} berechnet

$$\text{SNR}_N = \text{SNR}_{\text{measured}} \times (88,6 \mu\text{m}/\text{SR}_b)$$

3.11

Kontrast-Rausch-Verhältnis

CNR (en: contrast-to-noise ratio)

Quotient aus der Differenz der mittleren Signalpegel von zwei Bildbereichen und der gemittelten Standardabweichung der Signalpegel

ANMERKUNG Es beschreibt eine Komponente der Bildgüte und ist näherungsweise abhängig vom Produkt aus radiographischem Schwächungskoeffizienten und SNR. Zusätzlich zu einem angemessenen CNR muss ein digitales Durchstrahlungsbild auch eine angemessene Unschärfe bzw. Basis-Ortsauflösung aufweisen, um die gewünschten interessierenden Merkmale aufzulösen.

3.12

Aliasing

Artefakte, die auf einem Bild erscheinen, wenn die Ortsfrequenz am Eingang des Systems die am Ausgang reproduzierbare überschreitet

ANMERKUNG Aliasing erscheint häufig in Form von gezackten oder stufigen Abschnitten in einer Zeile oder als Moiré-Muster.

3.13

Cluster-Kern-Pixel

CKP (en: cluster kernel pixels)

Pixel, die nicht mindestens 5 funktionierende Nachbapixel aufweisen

3.14

Nenndicke

t

Nenndicke nur des Grundwerkstoffs für Fälle, in denen Herstellungsabweichungen nicht berücksichtigt werden müssen

3.15

Änderung der durchstrahlten Dicke



Änderung der durchstrahlten Wanddicke bezogen auf die Nenndicke aufgrund des Strahlwinkels

3.16

durchstrahlte Dicke

w

Dicke des Werkstoffs in Strahlungsrichtung, berechnet aus der Nenndicke aller durchstrahlten Wände

3.17

Abstand Prüfgegenstand – Detektor

b

größter (maximaler) Abstand zwischen der der Strahlenquelle zugewandten Seite des Prüfgegenstands und der Oberfläche des Detektors in Strahlungsrichtung

3.18

Größe der Strahlenquelle

d

Brennfleck- oder Strahlergröße der eingesetzten Strahlenquelle

[EN 12679:1999, Begriff 2.1]

3.19

Abstand Strahlenquelle – Detektor

FDA

Abstand zwischen der Strahlenquelle und dem Detektor in Strahlungsrichtung (Fokus-Detektor-Abstand)

ANMERKUNG $FDA = f + b$

Dabei ist

f der Abstand Strahlenquelle – Prüfgegenstand;

b der Abstand Prüfgegenstand – Detektor.

3.20

Abstand Strahlenquelle – Prüfgegenstand

f

Abstand zwischen der Strahlenquelle und der der Strahlenquelle zugewandten und am weitesten vom Detektor entfernten Seite des Prüfgegenstands in Strahlungsrichtung

3.21

Durchmesser

D_e

äußerer Nenndurchmesser des Rohres

4 Symbole und Bezeichnungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die in Tabelle 1 aufgeführten Symbole.

Tabelle 1 — Symbole und Bezeichnungen

Symbol	Bezeichnung
b	Abstand Prüfgegenstand - Detektor
b'	Abstand Prüfgegenstand – Detektor, senkrecht zur Prüfgegenstandsoberfläche
BPK	Bildgüteprüfkörper
BZ	Bildgütezahl
CKP	Cluster-Kern-Pixel
CNR	Kontrast-Rausch-Verhältnis
CR	Computer-Radiographie mit Speicherfolien
d	Größe der Strahlenquelle
D	Detektor
DDA	digitaler Matrixdetektor
D_e	Durchmesser, extern
f	Abstand Strahlenquelle - Prüfgegenstand
f'	Abstand Strahlenquelle - Prüfgegenstand, senkrecht zur Prüfgegenstandsoberfläche
IP	Phosphor-Speicherfolie
S	Strahlenquelle
FDA	Abstand Strahlenquelle - Detektor
SNR	Signal-Rausch-Verhältnis
SNR_N	Normiertes Signal-Rausch-Verhältnis
SR_b	Basis-Ortsauflösung
t	Nenndicke
Δt	Änderung der durchstrahlten Dicke
u_G	Geometrische Bildunschärfe
u_I	Innere Bildunschärfe des Detektors
u_{Im}	geforderte Unschärfe im Digitalbild
u_T	Gesamte Bildunschärfe
v	Vergrößerung
w	durchstrahlte Dicke

5 Klassifizierung der radiographischen Technik

Die radiographische Technik wird in zwei Klassen eingeteilt:

- Klasse A: Grundtechnik;
- Klasse B: verbesserte Prüftechnik.

Die Prüftechnik der Klasse B wird angewendet, wenn Klasse A zu unempfindlich sein könnte.

Bessere Prüftechniken als Klasse B sind möglich und dürfen zwischen den Vertragspartnern unter Festlegung aller geeigneten Prüfparameter vereinbart werden.

Die Wahl der digitalen radiographischen Technik ist zwischen den Vertragspartnern zu vereinbaren.

Dennoch ist die Erkennbarkeit von Fehlern in der digitale Radiographie äquivalent der Filmradiographie, wenn die jeweilige Technik der Klasse A bzw. der Klasse B eingesetzt wird.. Die Erkennbarkeit ist durch Einsatz von BPK nach EN 462-1, EN 462-2 und EN 462-5 bzw. ISO 19232-1, ISO 19232-2 oder ISO 19232-5 nachzuweisen.

Wenn es technisch nicht möglich ist, eine der für die Klasse B festgelegten Prüfbedingungen, wie den Typ der Strahlenquelle oder den Abstand Strahlenquelle – Prüfgegenstand f , einzuhalten, darf zwischen den Vertragspartnern vereinbart werden, dass die jeweilige Prüfbedingung nach Klasse A gewählt wird. Der Verlust an Empfindlichkeit muss durch eine Erhöhung des Mindest-Grauwerts und des Mindest-SNR_N für die CR bzw. des SNR_N für die DDA-Technik ausgeglichen werden. Aufgrund der gegenüber Klasse A größeren Prüfempfindlichkeit dürfen die Prüfabschnitte als nach Klasse B geprüft angesehen werden, wenn die ordnungsgemäße BPK-Empfindlichkeit erreicht wird. Dies gilt nicht, wenn die besonderen FDA-Verringerungen nach 7.6 für die Aufnahmeanordnungen 7.1.4 und 7.1.5 verwendet werden.

6 Allgemeines

6.1 Schutz vor ionisierender Strahlung

WARNUNG — Die Exposition jeglicher Teile des menschlichen Körpers gegenüber Röntgen- oder Gammastrahlen kann hochgefährlich für die Gesundheit sein. Bei der Anwendung von Röntgenstrahlung oder radioaktiven Strahlenquellen müssen die zutreffenden gesetzlichen Anforderungen beachtet werden.

Lokale, nationale oder internationale Sicherheitsvorschriften müssen strikt befolgt werden, wenn ionisierende Strahlung angewendet wird.

6.2 Oberflächenvorbehandlung und Herstellungsstufe

Im Allgemeinen ist eine Oberflächenvorbehandlung nicht notwendig; wenn jedoch Unregelmäßigkeiten der Oberfläche oder Beschichtungen Schwierigkeiten beim Nachweis von Fehlern verursachen könnten, muss/müssen die Oberfläche geglättet oder die Beschichtungen entfernt werden.

Sofern nicht anders festgelegt, muss die digitale Durchstrahlungsprüfung nach der letzten Herstellungsstufe, z. B. Schleifen oder Wärmebehandlung, durchgeführt werden.

6.3 Lage der Schweißnaht auf dem Durchstrahlungsbild

Wenn das digitale Durchstrahlungsbild die Schweißnaht nicht anzeigt, müssen auf jede Seite der Schweißnaht hochdichte Marker (Identifizierungszeichen) gelegt werden.

6.4 Zuordnung von Durchstrahlungsbildern

Auf jedem Bereich des Prüfgegenstands, der digital zu durchstrahlen ist, müssen Symbole angebracht werden. Wenn möglich, müssen die Abbildungen dieser Symbole auf dem digitalen Durchstrahlungsbild außerhalb des interessierenden Objektbereichs erscheinen und eine eindeutige Zuordnung des Bereichs sicherstellen.

6.5 Kennzeichnung

Zur genauen Lokalisierung jeder digitalen Durchstrahlungsaufnahme muss eine dauerhafte Kennzeichnung auf dem zu untersuchenden Prüfgegenstand angebracht werden.

Wenn die Art des Werkstoffs und/oder dessen Betriebsbedingungen eine dauerhafte Kennzeichnung nicht zulassen, darf die Lage mit Hilfe genauer Skizzen aufgezeichnet werden.

6.6 Überlappung der digitalen Durchstrahlungsbilder

Wird ein Bereich mit zwei oder mehr separaten Detektoren (Speicherfolien) digital durchstrahlt, müssen die Detektoren sich gegenseitig ausreichend überlappen um sicherzustellen, dass der gesamte interessierende Objektbereich digital durchstrahlt wird. Dies muss durch einen hochdichten Marker auf der Oberfläche des Prüfgegenstands nachgewiesen werden, der auf jedem digitalen Bild erscheint. Werden die Durchstrahlungsbilder sequentiell aufgenommen, müssen die hochdichten Marker auf jedem der Durchstrahlungsaufnahmen sichtbar sein.

6.7 Typ und Lage der Bildgüteprüfkörper (BPK)

Die Bildgüte muss durch Anwendung von BPK nach ISO 19232-1 oder ISO 19232-2 nachgewiesen werden.

Wenn möglich, sollten BPK nach ISO 19232-5 (Doppel-Drahtsteg) für den Nachweis der Gesamtunschärfe des Bildes und/oder der Basis-Ortsauflösung eingesetzt werden. Der Doppel-Drahtsteg-BPK ist mit einer Neigung von einigen Grad ($(2-5)^\circ$) gegenüber den digitalen Zeilen oder Spalten des digitalen Bildes anzuordnen. Wird der BPK mit einem Winkel von 45° zu den digitalen Zeilen oder Spalten angeordnet, muss die erhaltene BPK-Nummer um einen Wert von eins reduziert werden.

Kann der Doppel-Drahtsteg-BPK nicht für die industriellen Durchstrahlungsbilder eingesetzt werden, ist ein digitales Referenzbild zu verwenden, um die Basis-Ortsauflösung des verwendeten digitalen Detektors zu messen. Die Basis-Ortsauflösung bzw. der Auslese-Wert des Doppel-Drahtsteg ist zu bestimmen um nachzuweisen, dass die genutzte Hardware den erforderlichen Werten für die untersuchte Mindest-Werkstoffdicke nach Tabelle B.13 oder B.14 entspricht. Die gemessene Basis-Ortsauflösung (siehe Anhang A oder EN 14784-1) darf für diese Werkstoffdicke die Werte nach Tabelle B.13 oder B.14 nicht überschreiten. Für die Einbildauswertung ist die einfache Wanddicke nach den Tabellen B.13 und B.14 anzusetzen. Für die Doppelbildauswertung nach Bild 12 oder Bild 13 muss anstelle der Wanddicke der Rohrdurchmesser für die Auswahl der erforderlichen höchsten Basis-Ortsauflösung oder der Mindestnummer des Doppel-Drahtstegs angesetzt werden.

Die Kontrastempfindlichkeit der digitalen Bilder ist durch Anwendung der BPK entsprechend der jeweiligen Anwendung nach den Tabellen B.1 bis B.12 (siehe auch ISO 19232-1 oder ISO 19232-2) nachzuweisen. Die eingesetzten Einzel-Drahtsteg- oder Stufe/Loch-BPK sind vorzugsweise auf der der Strahlenquelle zugewandten Seite des Prüfgegenstands, im Mittelpunkt des interessierenden Objektbereichs, auf dem Grundwerkstoff neben der Schweißnaht anzuordnen. Die BPK müssen sich in engem Kontakt zur Oberfläche des Prüfgegenstands befinden.

Sie müssen in einem Bereich gleichmäßiger Dicke liegen, der durch einen gleichmäßigen Grauwert (Mittelwert) im digitalen Bild charakterisiert ist.

Je nach verwendetem BPK-Typ müssen zwei Fälle betrachtet werden:

- a) Wenn ein Einzel-Drahtsteg-BPK verwendet wird, müssen die Drähte senkrecht zur Schweißnaht ausgerichtet werden, und durch seine Lage muss sichergestellt sein, dass mindestens 10 mm der Drahtlänge in einem Bereich mit gleichmäßigem Grauwert oder SNR_N liegen, wobei dieser Bereich üblicherweise im der Schweißnaht benachbarten Grundwerkstoff vorliegt. Bei Durchstrahlungsaufnahmen nach 7.1.6 und 7.1.7 kann der BPK mit den Drähten quer zur Rohrachse gelegt werden; die Projektion der Drähte sollte nicht in das Bild der Schweißnaht hineinragen.
- b) Wenn ein Stufe/Loch-BPK verwendet wird, muss er so gelegt werden, dass sich die geforderte Lochnummer dicht an der Schweißnaht befindet.

Bei Durchstrahlungsaufnahmen nach 7.1.6 und 7.1.7 kann der verwendete BPK entweder auf die der Strahlenquelle oder die dem Detektor zugewandte Seite gelegt werden. Wenn die BPK nicht entsprechend den vorstehend genannten Bedingungen angeordnet werden können, werden sie auf die dem Detektor zugewandte Seite gelegt, und die Bildgüte muss mindestens einmal unter den gleichen Bedingungen durch eine Vergleichsaufnahme mit einem BPK auf der der Strahlenquelle zugewandten Seite und einem zweiten BPK auf der dem Detektor zugewandten Seite bestimmt werden.

Bei Doppelwanddurchstrahlungsaufnahmen, wenn der BPK auf die dem Detektor zugewandte Seite gelegt wurde, ist die vorstehend genannte Prüfung nicht erforderlich, und in diesem Fall sollte auf die Tabellen zur Übereinstimmung nach Anhang B Bezug genommen werden.

Wenn der BPK auf die dem Detektor zugewandte Seite gelegt wird, muss der Buchstabe „F“ nahe an den BPK gelegt und dies im Prüfbericht angegeben werden.

Wenn sichergestellt wurde, dass digitale Durchstrahlungsbilder von gleichartigen Prüfgegenständen und -bereichen mit identischer Aufnahme- und Verarbeitungstechnik hergestellt werden und keine Unterschiede in der Bildgütezahl wahrscheinlich sind, ist es nicht erforderlich, die Bildgüte für jede digitale Aufnahme nachzuweisen; in diesem Falle ist der Umfang des Bildgütenachweises zwischen den Vertragspartnern zu vereinbaren.

Bei Durchstrahlungsaufnahmen von Rohren mit einem Durchmesser von mindestens 200 mm und einer zentral angeordneten Strahlenquelle sollten mindestens drei BPK gleichmäßig auf dem Umfang verteilt werden. Die Detektoren mit den Abbildungen der BPK werden dann als repräsentativ für den gesamten Umfang angesehen.

6.8 Mindestbildgütezahlen

Die Tabellen B.1 bis B.14 in Anhang B zeigen die Mindestbildgütezahlen BZ für metallische Werkstoffe. Für andere Werkstoffe dürfen diese oder entsprechende andere Anforderungen zwischen den Vertragspartnern vereinbart werden. Die Anforderungen müssen nach ISO 19232-4 bestimmt werden.

Für alle industriellen Durchstrahlungsbilder sind Drahtsteg- oder Stufe/Loch-BPK nach ISO 19232-1 bzw. -2 einzusetzen.

Darüber hinaus sind entsprechend den Festlegungen nach Anhang C (siehe auch EN 14784-1:2005, 6.3.3) Doppel-Drahtsteg-BPK (ISO 19232-5) für alle mit Hilfe der geometrischen Vergrößerungstechnik aufgenommenen Durchstrahlungsbilder einzusetzen, um deren Basis-Ortsauflösung (bzw. Bildunschärfe) zu bestimmen, sowie zur Qualifizierung der Detektoren, um so den passenden digitalen Detektor und/oder die angemessene Vergrößerung entsprechend Tabelle B.13 oder B.14 auszuwählen.

Digitale Referenz-Durchstrahlungsbilder sind mit einer Platte der geringsten für den Prüfgegenstand zu durchstrahlenden Dicke sowie mit BPK zur Messung der Kontrastempfindlichkeit nach ISO 19232-1 oder ISO 19232-2 und BPK nach ISO 19232-5 zur Messung der Basis-Ortsauflösung des Detektorsystems oder des Bildes (bei Anwendung der Vergrößerungstechnik) zu erstellen, um die Technik in Abhängigkeit vom untersuchten Werkstoff, von der Werkstoffdicke, der angewendeten Strahlungsqualität, Filter und Folien und dem eingesetzten Detektor zu qualifizieren.

6.9 Personalqualifizierung

Personal, das zerstörungsfreie Prüfungen nach dieser Norm durchführt, muss nach ISO 9712, EN 473 oder einem gleichwertigen Dokument auf einer geeigneten Stufe für den relevanten Industriesektor qualifiziert sein. Das Personal muss einen Nachweis über eine zusätzliche Ausbildung und Qualifizierung in digitaler industrieller Radiologie erbringen.

7 Empfohlene Vorgehensweise für die Aufnahme von digitalen Durchstrahlungsbildern

7.1 Aufnahmeanordnungen

7.1.1 Allgemeines

Üblicherweise sind digitale Durchstrahlungstechniken nach 7.1.2 bis 7.1.9 anzuwenden.

Die Ellipsentechnik (Doppelwand/Doppelbild) nach Bild 11 sollte nicht für äußere Durchmesser $D_e > 100$ mm, Wanddicken $t > 8$ mm und Schweißnahtbreiten $> D_e/4$ angewendet werden. Zwei um 90° versetzte Bilder sind ausreichend für $t/D_e < 0,12$. Der Abstand zwischen den beiden Schweißnahtbildern muss ungefähr einer Schweißnahtbreite entsprechen.

Wenn es schwierig ist, bei $D_e \leq 100$ mm eine Ellipsentechnik anzuwenden, darf die Senkrechtechnik nach 7.1.7 (siehe Bild 12) angewendet werden. In diesem Fall sind drei um 120° oder 60° gegeneinander versetzte Aufnahmen erforderlich.

Bei den Aufnahmeanordnungen nach den Bildern 11, 13 und 14 muss die Neigung des Strahls so gering wie möglich und so beschaffen sein, dass eine Überlagerung der beiden Abbildungen vermieden wird. Der Abstand Strahlenquelle – Prüfgegenstand, f , muss entsprechend 7.6 so klein wie möglich sein. Der BPK muss zusammen mit einem Bleibuchstaben „F“ nahe an den Detektor gelegt werden.

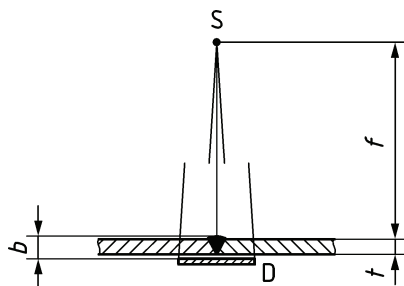
Weitere digitale radiographische Techniken dürfen zwischen den Vertragspartnern vereinbart werden, wenn dies sinnvoll ist, zum Beispiel aus Gründen der Geometrie des Gegenstands oder der Unterschiede in der Werkstoffdicke. In 7.1.9 wird ein Beispiel für einen solchen Fall gegeben.

ANMERKUNG In Anhang A wird die Mindestanzahl von digitalen Durchstrahlungsbildern angegeben, die erforderlich ist, um eine ausreichend vollständige Durchstrahlungsprüfung über den gesamten Umfang einer Stumpfnah in einem Rohr zu erhalten.

Speicherfolien müssen so dicht wie möglich an den Prüfgegenstand gelegt werden.

Können keine flexiblen Kassetten angewendet werden und werden starre Kassetten oder flächige digitale Matrixdetektoren entsprechend den Bildern 2b, 8b, 13b und 14b eingesetzt, muss der Abstand Strahlenquelle – Detektor nach 7.6, Gleichungen (3) und (4), aus der Wanddicke t , dem größten Abstand zwischen Detektor und der der Strahlenquelle zugewandten Oberfläche des Prüfgegenstands b sowie der Größe des Brennflecks oder der jeweiligen Strahlenquelle berechnet werden.

7.1.2 Strahlenquelle vor dem Prüfgegenstand und Detektor auf der gegenüberliegenden Seite (siehe Bild 1)



Legende

S Strahlenquelle
D Detektor

Bild 1 — Aufnahmeanordnung für ebene Schweißnähte und einwandige Durchstrahlung

7.1.3 Strahlenquelle außerhalb und Detektor innerhalb des Prüfgegenstands (siehe Bilder 2 bis 4)

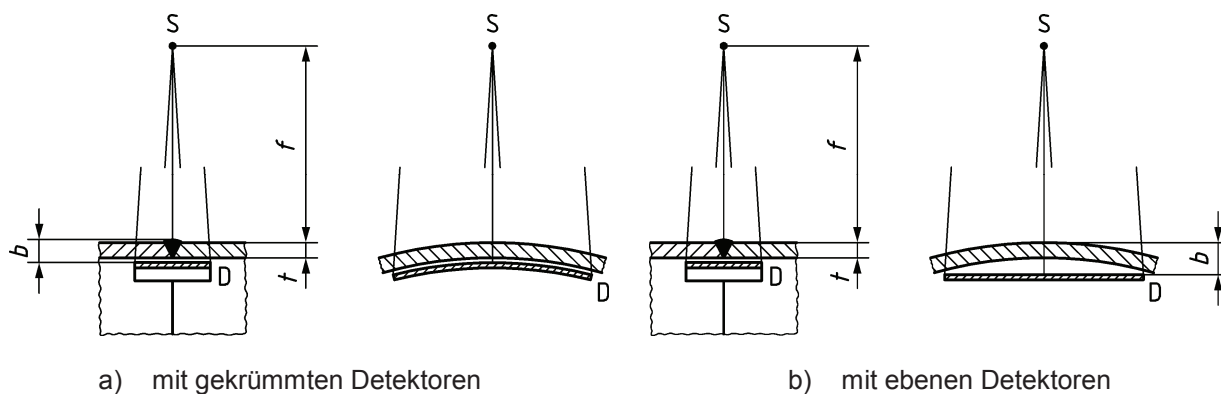


Bild 2 — Aufnahmeanordnung für einwandige Durchstrahlung gekrümmter Prüfgegenstände

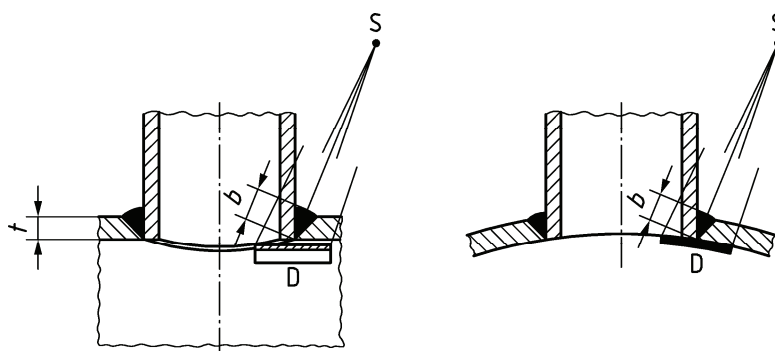


Bild 3 — Aufnahmeanordnung für einwandige Durchstrahlung gekrümmter Prüfgegenstände (eingesetzte Schweißnaht)