E DIN EN 12681-2:2025-09 (D/E)

Erscheinungsdatum: 2025-07-25

Gießereiwesen - Durchstrahlungsprüfung - Teil 2: Techniken mit digitalen Detektoren; Deutsche und Englische Fassung prEN 12681-2:2025

Founding - Radiographic testing - Part 2: Techniques with digital detectors; German and English version prEN 12681-2:2025

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort ... 9

Einleitung ... 10

1 Anwendungsbereich ... 11

2 Normative Verweisungen ... 11

3 Begriffe ... 12

4 Symbole und Abkürzungen ... 17

5 Klassifizierung der radiographischen Techniken und Kompensationsprinzipien ... 18
5.1 Klassifizierung ... 18
5.2 Kompensationsprinzipien ... 19

6 Allgemeine Vorbereitungen und Anforderungen ... 20
6.1 Schutz vor ionisierender Strahlung ... 20
6.2 Oberflächenvorbehandlung und Herstellungsstufe ... 20
6.3 Vereinbarungen ... 20
6.4 Qualifizierung des Personals ... 21

7 Aufnahmeanordnungen ... 21
7.1 Allgemeines ... 21
7.2 Einwandige Durchstrahlung ebener Prüfbereiche ... 21
7.3 Einwandige Durchstrahlung gekrümmter Prüfbereiche ... 21
7.4 Doppelwanddurchstrahlung ebener und gekrümmter Prüfbereiche ... 22
7.5 Wahl der Aufnahmeanordnungen bei komplexen Geometrien ... 22
7.6 Zulässige Maße von Prüfbereichen ... 22

8 Wahl der Röhrenspannung und der Strahlenquelle ... 26
8.1 Röntgenstrahler für bis zu 1 000 kV ... 26
8.2 Andere Strahlenquellen ... 28

9 Metallfolien für IP und Abschirmung ... 29

10 Verminderung der Streustrahlung ... 31
10.1 Metallfilter und Kollimatoren ... 31
10.2 Abschirmung von rückgestreuter Strahlung ... 31

11 Position Strahlenquelle – Prüfgegenstand und Detektor ... 32
11.1 Allgemeines ... 32
11.2 Abstand Strahlenquelle – Prüfgegenstand bei Vergrößerung < 1,5 ... 32
11.3 Bedingungen bei Vergrößerung ≥ 1,5 ... 35
11.4 Zuordnung von Bild und Prüfbereich, Detektorlageplan ... 36

12 Datenverarbeitung ... 37
12.1 Abtasten und Auslesen der Bilder ... 37
12.2 Korrektur der DDA ... 37
12.3 Interpolation der Bad-Pixel ... 37
12.4 Bildverarbeitung ... 38

13 Betrachtungsbedingungen am Monitor und Speicherung der digitalen Bilder ... 38
14 Techniken zur Erhöhung des abgedeckten Dickenbereiches ... 39
14.1 Allgemeines ... 39
14.2 Kontrastminderung durch höhere Strahlungsenergie ... 40
14.3 Aufhärtung ... 40
14.4 Dickenausgleich ... 40
15 Anforderungen an Bilder ... 40
15.1 Zuordnung von Bildern ... 40
15.2 Kennzeichnung der Prüfbereiche ... 40
15.3 Überlappung der digitalen Bilder ... 41
16 Bildgüte ... 41
16.1 Typen und Lagen der Bildgüteprüfkörper (BPK) ... 41
16.2 Mindestbildgütezahlen ... 42
16.3 Normiertes Mindest-Signal-Rausch-Verhältnis (SNR_N) ... 42
16.4 Kompensationsprinzip CP II ... 43
16.5 Regelmäßige Leistungsüberprüfung digitaler Durchstrahlungssysteme ... 43
17 Einfluss der Kristallstruktur ... 43
18 Annahmekriterien ... 44
18.1 Allgemeines ... 44
18.2 Gütestufen ... 44
18.3 Wandquerschnittszonen ... 44
19 Prüfbericht ... 45
Anhang A (normativ) Mindestbildgütezahlen ... 47
Anhang B (normativ) Gütestufen für Stahlgussstücke ... 53
Anhang C (normativ) Gütestufen für Gussstücke aus Gusseisen ... 56
Anhang D (normativ) Gütestufen für Gussstücke aus Aluminiumlegierungen und Magnesiumlegierungen ... 58
Anhang E (normativ) Gütestufen für Gussstücke aus Titan und Titanlegierungen ... 61
Anhang F (informativ) Bestimmung der Basis-Ortsauflösung ... 63
Anhang G (normativ) Bestimmung der Mindestgrauwerte für CR-Verfahren ... 65
G.1 Bestimmung von SNR_N aus dem gemessenen SNR ... 65
G.2 Bestimmung der Mindestgrauwerte ... 66
Anhang H (informativ) Grauwerte, allgemeine Bemerkungen (übernommen aus EN ISO 17636-2:2022, Anhang E) ... 70
H.1 Einleitung ... 70
H.2 Rauschkontrolle ... 70
Anhang I (informativ) Berechnung der Höchstwerte der Röntgenröhrenspannung in Bild 13 ... 72
Anhang J (informativ) Wesentliche technische Änderungen in diesem Dokument gegenüber der vorherigen Ausgabe ... 73
Literaturhinweise ... 75

Bilder

Bild 1 — Aufnahmeanordnung für einwandige Durchstrahlung ebener Bereiche ... 22
Bild 2 — Aufnahmeanordnung für einwandige Durchstrahlung gekrümmter Bereiche mit der Strahlenquelle auf der konvexen Seite und dem Detektor auf der konkaven Seite des Prüfbereiches ... 23

Bild 3 — Aufnahmeanordnung für einwandige Durchstrahlung gekrümmter Bereiche mit exzentrischer Position der Strahlenquelle auf der konkaven Seite und dem Detektor auf der konvexen Seite des Prüfbereiches 23

Bild 4 — Aufnahmeanordnung für einwandige Durchstrahlung gekrümmter Bereiche mit zentrischer Position der Strahlenquelle auf der konkaven Seite und dem Detektor auf der konvexen Seite des Prüfbereiches, nicht für starre Detektoren 23

Bild 5 — Aufnahmeanordnung für Doppelwanddurchstrahlung ebener oder gekrümmter Prüfbereiche; Strahlenquelle und Detektor befinden sich außerhalb des Prüfbereiches; nur die detektorseitige Wand zur Beurteilung abgebildet 24

Bild 6 — Aufnahmeanordnung für Doppelwanddurchstrahlung ebener oder gekrümmter Prüfbereiche; mehrere Aufnahmen; Strahlenquelle und Detektor befinden sich außerhalb des Prüfbereiches; beide Wände zur Beurteilung abgebildet 24

Bild 7 — Aufnahmeanordnung für Doppelwanddurchstrahlung ebener oder gekrümmter Prüfbereiche; Übersichtsaufnahme; Strahlenquelle und Detektor befinden sich außerhalb des Prüfbereiches; beide Wände zur Beurteilung abgebildet 24

Bild 8 — Beispiele für Kanten und Flansche 25

Bild 9 — Beispiele für Rippen 25

Bild 10 — Beispiel für kreuzförmige Geometrien 26

Bild 11 — Beispiel für keilförmige Geometrien 26

Bild 12 — Beispiel für Rippen und Abstützungen 26

Bild 13 — Empfohlene Röhrenspannung U von Röntgenstrahlern bis 1 000 kV in Abhängigkeit von der durchstrahlten Dicke w und vom Werkstoff 28

Bild 14 — Leiterdiagramm für die Bestimmung des Mindestabstandes Strahlenquelle — Prüfgegenstand f_{min} in Bezug auf den Abstand Prüfgegenstand — Detektor b und die Größe der Strahlenquelle d 35

Bild 15 — Abschätzung des möglichen abgedeckten Dickenbereiches für unterschiedliche Strahlungsenergien für Stähle und Gusseisen 39

Bild 16 — Aufteilung der Wand in Zonen 45

Bild G.1 — Anordnung für die Bestimmung der äquivalenten Grauwerte für das erforderliche Mindest-SNR_N nach Tabelle 3 oder Tabelle 4 für die CR 67

Bild G.2 — Messung der mittleren Grauwerte und der SNR_N-Werte für eine Stufe des Stufenkeilbildes 68

Bild G.3 — Graphische Darstellung der SNR_N-Werte in Abhängigkeit von den mittleren Grauwerten bei einer Messung nach Bild G.2 69

Tabellen

Tabelle 2 — Bereich der durchstrahlten Dicke für Gammastrahlenquellen und Röntgenausrüstung mit Spannungen über 1 MV für Stähle, Gusseisen, Cobalt, Kupfer und Nickelbasislegierungen 28

Tabelle 3 — Spannungen des Röntgenstrahlers, Mindest-SNR_N-Werte (CR und DDA) und Vorderfolien aus Metall (Folien nur für CR) für die digitale Durchstrahlungsprüfung von Stahl, Gusseisen, Cobalt, Kupfer und Nickelbasislegierungen 30

Tabelle 4 — Spannungen des Röntgenstrahlers, Mindest-SNR_N-Werte (CR und DDA) und Vorderfolien aus Metall (Folien nur für CR) für die digitale Durchstrahlungsprüfung von Aluminium, Magnesium und Zink 31

Tabelle A.1 — Bildgüteanforderungen für die Prüfklassen A und A_A 48

Tabelle A.2 — Bildgüteanforderungen für die Prüfklassen B und B_A 49

Tabelle A.3 — Bildgüteausnahmen für die Durchstrahlungsprüfung mit Gammastrahlen 51

Tabelle A.4 — Maximal zulässige Bildunschärfe u_{im} und SR_b^{image} für alle automatisierten und teilautomatisierten Techniken 52

Tabelle B.1 — Gütestufen für Stahlgussstücke und entsprechende maximal zulässige Ungänzen und digitale Vergleichsbilder nach ASTM E 2868–22 53

Tabelle B.2 — Gütestufen für Stahlfeingussstücke und entsprechende maximal zulässige Ungänze und digitale Vergleichsbilder nach ASTM E 2660–22 53

Tabelle C.1 — Gütestufen für Gussstücke aus Gusseisen und entsprechende maximal zulässige Ungänzen und digitale Vergleichsbilder nach ASTM E 2868–22 56

Tabelle C.2 — Gütestufen für Gussstücke aus Gusseisen mit Kugelgraphit und entsprechende maximal zulässige Ungänze und Vergleichsbilder nach VDG P541, Kataloge mit Vergleichsbildern nach DGZfP-Richtlinie D5 (PDF-Datei) und Vergleichsbilder nach DIN/TS 8204 57

Tabelle D.1 — Gütestufen für Gussstücke aus Aluminiumlegierungen und entsprechende maximal zulässige Ungänzen und digitale Vergleichsbilder nach ASTM E 2422–22 58

Tabelle D.2 — Gütestufen für Gussstücke aus Magnesiumlegierungen und entsprechende maximal zulässige Ungänzen und digitale Vergleichsbilder nach ASTM E 2869–17 59

Tabelle D.3 — Gütestufen für Druckgussstücke aus Aluminiumlegierungen und entsprechende maximal zulässige Ungänzen und Vergleichsbilder nach ASTM E 2973–22 60

Tabelle D.4 — Gütestufen für Druckgussstücke aus Magnesiumlegierungen und entsprechende maximal zulässige Ungänzen und Vergleichsbilder nach ASTM E 2973–22 60

Tabelle E.1 — Gütestufen für Gussstücke aus Titan und Titanlegierungen und entsprechende maximal zulässige Ungänzen und digitale Vergleichsbilder nach ASTM E 2669–22 61

Tabelle G.1 — Beispiel für eine Spezifikation der Mindestgrauwerte (siehe auch Bild G.3) 68

Tabelle I.1 — Näherungsgleichungen zur Berechnung der Höchstwerte der Röntgenröhrenspannung nach Bild 13 72

Tabelle J.1 — Wesentliche technische Änderungen in diesem Dokument gegenüber der vorherigen Ausgabe 73