

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