

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 |