E DIN EN 12681-1:2025-09 (D/E)

Erscheinungsdatum: 2025-07-25

Gießereiwesen - Durchstrahlungsprüfung - Teil 1: Filmtechniken; Deutsche und Englische Fassung prEN 12681-1:2025

Founding - Radiographic testing - Part 1: Film techniques; German and English version prEN 12681-1:2025

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort ... 8

Einleitung ... 9

1 Anwendungsbereich ... 10

2 Normative Verweisungen ... 10

3 Begriffe ... 11

4 Symbole und Abkürzungen ... 12

5 Einteilung der Durchstrahlungstechniken ... 12

6 Allgemeine Vorbereitungen und Anforderungen ... 13
6.1 Allgemeine Vorbereitungen ... 13
6.1.1 Schutz vor ionisierender Strahlung ... 13
6.1.2 Oberflächenvorbereitung und Herstellungsstufe ... 13
6.2 Vereinbarungen ... 13
6.3 Qualifizierung des Personals ... 14

7 Aufnahmeanordnungen ... 14
7.1 Allgemeines ... 14
7.2 Einwandige Durchstrahlung ebener Prüfbereiche ... 14
7.3 Einwandige Durchstrahlung gekrümmter Prüfbereiche ... 14
7.4 Doppelwanddurchstrahlung ebener und gekrümmter Prüfbereiche ... 14
7.5 Wahl der Aufnahmeanordnungen bei komplexen Geometrien ... 15
7.6 Zulässige Maße von Prüfbereichen ... 15

8 Wahl der Röhrenspannung und der Strahlenquelle ... 20
8.1 Röntgenstrahler bis zu 1 000 kV ... 20
8.2 Andere Strahlenquellen ... 21

9 Filmsysteme und Metallfolien ... 22

10 Verringerung der Streustrahlung ... 24
10.1 Metallfilter und Kollimatoren ... 24
10.2 Abschirmung von rückgestreuter Strahlung ... 25

11 Abstand Strahlenquelle – Prüfgegenstand ... 25

12 Optische Dichte *D* des Durchstrahlungsbildes ... 28

13 Filmentwicklung und -betrachtung ... 29
13.1 Entwicklung ... 29
13.2 Bedingungen für die Filmbetrachtung ... 29

14 Techniken zur Erhöhung des abgedeckten Dickenbereiches ... 29
14.1 Allgemeines ... 29
14.2 Mehrfilmtechnik ... 30
14.3 Kontrastminderung durch höhere Strahlungsenergie ... 31
14.4 Kontrastminderung durch Aufhärtung ... 31

14.5 Kontrastminderung durch Dickenausgleich ... 31
15 Anforderungen an Durchstrahlungsbilder ... 31
15.1 Zuordnung von Durchstrahlungsbild, Prüfbereich und Filmlageplan ... 31
15.2 Kennzeichnung der Prüfbereiche ... 32
15.3 Überlappung der Filme ... 32
16 Bildgütenachweis ... 32
17 Einfluss der Kristallstruktur ... 33
18 Annahmekriterien ... 33
18.1 Allgemeines ... 33
18.2 Gütestufen ... 33
18.3 Wandquerschnittszonen ... 33
19 Prüfbericht ... 34
Anhang A (normativ) Mindestbildgütezahlen ... 36
Anhang B (normativ) Gütestufen für Stahlgussstücke ... 39
Anhang C (normativ) Gütestufen für Gussstücke aus Gusseisen ... 42
Anhang D (normativ) Gütestufen für Gussstücke aus Aluminiumlegierungen und Magnesiumlegierungen ... 45
Anhang E (normativ) Gütestufen für Gussstücke aus Kupferlegierungen ... 49
Anhang F (normativ) Gütestufen für Gussstücke aus Titan und Titanlegierungen ... 51
Anhang G (informativ) Wesentliche technische Änderungen in diesem Dokument gegenüber der vorherigen Ausgabe ... 53
Anhang H (informativ) Berechnung der maximalen Röntgenröhrenspannungen in Bild 13 ... 54
Literaturhinweise ... 55

Bilder

Bild 1 — Aufnahmeanordnung für die einwandige Durchstrahlung ebener Bereiche ... 15
Bild 2 — Aufnahmeanordnung für die einwandige Durchstrahlung gekrümmter Bereiche mit der Strahlenquelle auf der konvexen Seite und dem Film auf der konkaven Seite des Prüfbereichs ... 16
Bild 3 — Aufnahmeanordnung für die einwandige Durchstrahlung gekrümmter Bereiche mit exzentrischer Position der Strahlenquelle auf der konkaven Seite und dem Film auf der konvexen Seite des Prüfbereichs ... 16
Bild 4 — Aufnahmeanordnung für die einwandige Durchstrahlung gekrümmter Bereiche mit zentrischer Position der Strahlenquelle auf der konkaven Seite und dem Film auf der konvexen Seite des Prüfbereichs ... 16
Bild 5 — Aufnahmeanordnung für die Doppelwanddurchstrahlung ebener oder gekrümmter Prüfbereiche; Strahlenquelle und Film befinden sich außerhalb des Prüfbereiches; nur die filmseitige Wand wird zur Beurteilung abgebildet ... 17
Bild 6 — Aufnahmeanordnung für die Doppelwanddurchstrahlung ebener oder gekrümmter Prüfbereiche; mehrere Aufnahmen; Strahlenquelle und Film befinden sich außerhalb des Prüfbereichs; beide Wände werden zur Beurteilung abgebildet ... 17

Bild 7 — Aufnahmeanordnung für die Doppelwanddurchstrahlung ebener oder gekrümmter Prüfbereiche; Übersichtsaufnahme; Strahlenquelle und Film befinden sich außerhalb des Prüfbereichs; beide Wände werden zur Beurteilung abgebildet 17

Bild 8 — Beispiele für Kanten und Flansche 18

Bild 9 — Beispiele für Rippen 18

Bild 10 — Beispiel für kreuzförmige Geometrien 19

Bild 11 — Beispiel für keilförmige Geometrien 19

Bild 12 — Beispiel für Rippen und Abstützungen 20

Bild 13 — Maximale Röntgenröhrenspannung U von Röntgenstrahlern bis 1 000 kV in Abhängigkeit von der durchstrahlten Dicke w und vom Werkstoff 21

Bild 14 — Leiterdiagramm zur Bestimmung des Mindestabstands Strahlenquelle — Prüfgegenstand (f_{min}) in Bezug auf den Abstand Prüfgegenstand — Film (b) und die Größe der Strahlenquelle (d) 28

Bild 15 — Schätzung des möglichen abgedeckten Dickenbereiches für unterschiedliche Strahlungsenergien für Stähle und Gusseisen 30

Bild 16 — Anordnung für die Mehrfilmtechnik 31

Bild 17 — Einteilung des Wandquerschnitts in Zonen 34

Tabellen

Tabelle 1 — Bereich der durchstrahlten Dicke für Gammastrahlenquellen und Röntgenausrüstung mit Energien über 1 MV für Stähle, Gusseisen, Cobalt, Kupfer und Nickelbasislegierungen 21

Tabelle 2 — Filmsystemklassen und Metallfolien für die Durchstrahlung von Stählen, Gusseisen, Cobalt, Kupfer und Nickelbasislegierungen 22

Tabelle 3 — Spannung des Röntgenstrahlers, Filmsystemklassen und Metallfolien für Aluminium, Magnesium, Titan und Zink 24

Tabelle 4 — Optische Dichte der Durchstrahlungsbilder 28

Tabelle A.1 — Bildgüteanforderungen für die Prüfklasse A 36

Tabelle A.2 — Bildgüteanforderungen für die Prüfklasse B 37

Tabelle A.3 — Bildgüteausnahmen für die Durchstrahlungsprüfung mit Gammastrahlen 38

Tabelle B.1 — Gütestufen für Stahlgussstücke und entsprechende maximal zulässige Ungänzen und Vergleichsbilder 39

Tabelle B.2 — Gütestufen für Stahlfeingussstücke und entsprechende maximal zulässige Ungänzen und Vergleichsbilder nach ASTM E 192–20 40

Tabelle C.1 — Gütestufen für Gussstücke aus Gusseisen mit Kugelgraphit und entsprechende maximal zulässige Ungänzen und Vergleichsbilder nach ASTM-Normen 42

Tabelle C.2 — Gütestufen für Gussstücke aus Gusseisen mit Kugelgraphit und entsprechende maximal zulässige Ungänzen und Vergleichsbilder nach VDG P 541:2001, Fehlervergleichskatalog **43**

Tabelle C.3 — Gütestufen für Gussstücke aus Gusseisen mit Lamellengraphit und entsprechende maximal zulässige Ungänzen und Vergleichsbilder nach ASTM-Normen **43**

Tabelle D.1 — Gütestufen für Gussstücke aus Aluminiumlegierungen und entsprechende maximal zulässige Ungänzen und Vergleichsbilder nach ASTM E 155–20 ..... **45**

Tabelle D.2 — Gütestufen für Gussstücke aus Magnesiumlegierungen und entsprechende maximal zulässige Ungänzen und Vergleichsbilder nach ASTM E 155–20 ..... **46**

Tabelle D.3 — Gütestufen für Gussstücke aus Magnesiumlegierungen und entsprechende maximal zulässige Ungänzen und Vergleichsbilder nach ASTM E 155–20 ..... **46**

Tabelle D.4 — Gütestufen für Druckgussstücke aus Aluminiumlegierungen und entsprechende maximal zulässige Ungänzen und Vergleichsbilder nach ASTM E 505–23 ..... **47**

Tabelle D.5 — Gütestufen für Druckgussstücke aus Magnesiumlegierungen und entsprechende maximal zulässige Ungänzen und Vergleichsbilder nach ASTM E 505–23 ..... **48**

Tabelle E.1 — Gütestufen für Gussstücke aus hochfesten Kupferbasis- und Nickel-Kupferlegierungen und entsprechende maximal zulässige Ungänzen und Vergleichsbilder nach ASTM E 272–21 ..... **49**

Tabelle E.2 — Gütestufen für Gussstücke aus Kupfer-Zinnlegierungen und entsprechende maximal zulässige Ungänzen und Vergleichsbilder nach ASTM E 310–21 ..... **49**

Tabelle F.1 — Gütestufen für Gussstücke aus Titan und Titanlegierungen und entsprechende maximal zulässige Ungänzen und Vergleichsbilder nach ASTM E 1320–20 ..... **51**

Tabelle G.1 — Wesentliche technische Änderungen in diesem Dokument gegenüber der vorherigen Ausgabe **53**

Tabelle H.1 — Näherungsgleichungen zur Berechnung der maximalen Röhrenspannungen, wie in Bild 13 verwendet **54**