# E DIN EN ISO 20769-1:2026-02 (D/E)

**Erscheinungsdatum: 2026-01-09**

## Zerstörungsfreie Prüfung - Durchstrahlungsprüfung auf Korrosion und Ablagerungen in Rohren mit Röntgen- und Gammastrahlen - Teil 1: Tangentiale Durchstrahlungsprüfung (ISO/DIS 20769-1:2026); Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 20769-1:2026

## Non-destructive testing - Radiographic inspection of corrosion and deposits in pipes by X- and gamma rays - Part 1: Tangential radiographic inspection (ISO/DIS 20769-1:2026); German and English version prEN ISO 20769-1:2026

## Inhalt

Seite


Europäisches Vorwort ... 8

Vorwort ... 9

1 Anwendungsbereich ... 11

2 Normative Verweisungen ... 11

3 Begriffe ... 12

4 Klassifizierung der Durchstrahlungstechniken ... 16

5 Allgemeines ... 16
5.1 Schutz vor ionisierender Strahlung ... 16
5.2 Qualifikation des Personals ... 16
5.3 Zuordnung von Durchstrahlungsbildern ... 16
5.4 Kennzeichnung ... 16
5.5 Überlappung von Filmen oder digitalen Durchstrahlungsbildern ... 17
5.6 Typ und Lage der Bildgüteprüfkörper (BPK) ... 17
5.6.1 Draht- oder Stufe/Loch-BPK ... 17
5.6.2 Doppeldraht-BPK (digitale Durchstrahlungsbilder) ... 17

6 Empfohlene Vorgehensweisen für die Aufnahme von Durchstrahlungsbildern ... 17
6.1 Prüfanordnungen ... 17
6.1.1 Allgemeines ... 17
6.1.2 Anordnung der Strahlenquelle in Höhe der Rohrachse ... 17
6.1.3 Anordnung der Strahlenquelle versetzt zur Rohrachse ... 18
6.1.4 Ausrichtung von Strahl und Film/Detektor ... 20
6.2 Wahl der Strahlenquelle ... 20
6.3 Filmsysteme und Metallfolien ... 21
6.4 Folien und Abschirmung für Speicherfolien (nur für die Computer-Radiographie) ... 23
6.5 Verminderung der Streustrahlung ... 24
6.5.1 Filter und Blenden ... 24
6.5.2 Vermeidung von Rückstreuung ... 25
6.6 Abstand Strahlenquelle zu Detektor ... 25
6.7 Axiale Längenabdeckung und Überlappung ... 26
6.8 Maßkomparatoren ... 27
6.9 Bildsättigung und Anwendung von Bleiblenden zur Vermeidung von Überstrahlung ... 28
6.10 Auswahl der Ausrüstung für die digitale Radiographie ... 29
6.10.1 Allgemeines ... 29
6.10.2 CR-Systeme ... 29
6.10.3 DDA-Systeme ... 29

7 Empfindlichkeit, Güte und Bewertung von Durchstrahlungsbildern/digitalen Bildern ... 29
7.1 Bewertung der Bildgüte ... 29

7.1.1 Allgemeines ... 29
7.1.2 Maximaler Grauwert im freien Strahl (für digitale Durchstrahlungsaufnahmen) ... 29
7.1.3 Minimales normiertes Signal-Rausch-Verhältnis (für digitale Durchstrahlungsaufnahmen) ... 30
7.2 Optische Dichte der Filmaufnahmen ... 31
7.3 Filmverarbeitung ... 31
7.4 Filmbetrachtungsbedingungen ... 31
7.5 Maßkalibrierung der Durchstrahlungsaufnahmen oder der digitalen Bilder ... 31
7.5.1 Allgemeines ... 31
7.5.2 Messung der Abstände in einer radiographischen Prüfanordnung ... 32
7.5.3 Messung des Rohraußendurchmessers ... 33
7.5.4 Maßkomparator ... 33
7.6 Wanddickenmessungen auf Film-Durchstrahlungsaufnahmen ... 33
7.7 Wanddickenmessungen auf digitalen Durchstrahlungsaufnahmen ... 34
7.7.1 Interaktive Messungen am Bildschirm ... 34
7.7.2 Verfahren mit Auswertung des Grauwertprofils ... 34
7.8 Messungen der Restwanddicke bei Wanddickenabtrag ... 35
7.8.1 Messungen bei innerem Abtrag ... 35
7.8.2 Messungen bei äußerem Abtrag ... 37

8 Digitale Aufzeichnung, Speicherung, Verarbeitung und Betrachtung der Bilder ... 39
8.1 Scannen und Auslesen des Bildes ... 39
8.2 Mehrfach-Durchstrahlungstechnik ... 39
8.3 Mehrfach-Durchstrahlungstechnik ... 39
8.4 Interpolation der Bad-Pixel ... 39
8.5 Bildverarbeitung ... 39
8.6 Aufzeichnung und Speicherung digitaler Bilder ... 40
8.7 Betrachtungsbedingungen am Monitor ... 40

9 Prüfbericht ... 40

Anhang A (informativ) Auswahl der Strahlenquelle für unterschiedliche Rohre ... 42

Anhang B (informativ) Messungen der Restwanddicke bei innerem Abtrag ... 43
B.1 Allgemeines ... 43
B.2 Verringerte Empfindlichkeit ... 43
B.3 Anzeigenvermessung von örtlich begrenztem innerem Abtrag in digitalen Durchstrahlungsbildern ... 43

Anhang C (informativ) Messungen der Restwanddicke bei äußerem Abtrag ... 45
C.1 Allgemeines ... 45
C.2 Begrenzte Umfangsabdeckung und Auswirkung einer Fehlausrichtung ... 45
C.3 Genauigkeit der Restwandbestimmung bei konvexem und konkavem Außenprofil ... 45
C.4 Genauigkeit der Größenbestimmung für äußere Korrosion mit Lochfraß ... 47

Literaturhinweise ... 49

**Bilder**

Bild 1 — Prüfanordnung und Abstände für die tangentiale Durchstrahlung mit der Strahlenquelle in Höhe der Rohrachse ... 18

Bild 2 — Prüfanordnung und Abstände für die tangentiale Durchstrahlung mit der Strahlenquelle versetzt zur Rohrachse ... 19

Bild 3 — Größte durchstrahlte Dicke $w_{max}$ bei tangentialer Durchstrahlung ... 20

**Bild 4 — Schnittdarstellung durch die Rohrachse für eine einzige Anordnung der Strahlenquelle zur Veranschaulichung der größten zulässigen axialen Länge des Prüfbereichs auf dem Detektor, $L_d$, und in Richtung der Tangente in Rohrlängsrichtung, $L_p$ ..... 26**

**Bild 5 — Tangentiale Durchstrahlung mit Darstellung von Komparatoren zur Kalibrierung der Maße (ein zweiter Komparator ist freigestellt) ..... 27**

**Bild 6 — Tangentiale Durchstrahlung mit Darstellung einer versetzen Anordnung der Strahlenquelle und mit einem Komparator zur Kalibrierung der Maße für wärmegedämmte Rohre, wobei der Komparator so dicht wie möglich an der Außenseite der Dämmung anzuordnen ist ..... 28**

**Bild 7 — Geometrische Vergrößerung bei der tangentialen Durchstrahlung zur Darstellung der gemessenen Wanddicke $t_{meas}$ ..... 32**

**Bild 8 — Beispiel für eine interaktive Wanddickenmessung unter Anwendung von Positionsmarkierungen, die einem quer über die Rohrwand positionierten Grauwerteprofil überlagert werden ..... 35**

**Bild 9 — Optimale Lage der Quelle, des Detektors und des tiefsten Punkts auf einer von innerem Abtrag betroffenen Fläche für die Messung der Restwanddicke ..... 36**

**Bild 10 — Beispiel für tangentiale Dickenmessungen, die unter verschiedenen Winkeln durchgeführt wurden, um die Mindest-Restwanddicke von 5 mm für eine korrodierte Fläche festzustellen ..... 37**

**Bild 11 — Übersicht über das Verfahren der tangentialen Durchstrahlung von Rohren mit äußerem Abtrag ..... 39**

**Bild A.1 — Größte durchstrahlte Dicke $w_{max}$ als Funktion der Wanddicke $t$ ..... 42**

**Bild B.1 — CR-Bild eines Rohres mit kleinem Durchmesser (80 mm), das eine Reihe innerer Flachbodenbohrungen mit einem Durchmesser von 5 mm an der Tangentialposition enthält ..... 44**

**Bild B.2 — Analyse eines CR-Bildes zur Vermessung der Restwanddicke an der Stelle des inneren Lochs mit 5 mm Durchmesser ..... 44**

**Bild C.1 —Tangentiale Durchstrahlung mit einer äußeren isolierten Korrosionsmulde, die sich nicht genau an der Position der Tangente befindet ..... 45**

**Bild C.2 — Darstellung einer tangentialen Durchstrahlung für konvex und konkav geformte verbleibende Profile ..... 46**

**Bild C.3 — Tangentiale Durchstrahlung einer Fläche mit äußerer Korrosion und konkavem verbleibendem Stahlpropfil, die eine Struktur innerhalb des Bildes der Rohrwand aufweist (hervorgehoben) ..... 47**

**Bild C.4 — CT-Bild einer Fläche mit äußerer Korrosion, die eine Fläche mit allgemeiner Wanddickenverringerung zeigt, die von Lochfraß überlagert ist ..... 48**

**Bild C.5 — Hochpassgefilterte digitale Durchstrahlungsaufnahme und vergrößerter Ausschnitt mit optimierten Kontrasteinstellungen, so dass die feinen Lochfraßanzeigen im Doppelwand-Bereich des Bildes sichtbar sind ..... 48**

**Tabellen**

**Tabelle 1 — Bereich der größten durchstrahlten Dicke für unterschiedliche Strahlenquellen für die Prüfung von Stahl ..... 21**

**Tabelle 2 — Filmsystemklassen und Metallfolien für die tangentiale Durchstrahlung von Stahlrohren, Kupferrohren und Rohren aus Nickel-Basis-Legierungen ..... 22**

**Tabelle 3 — Filmsystemklassen und Metallfolien für die tangentiale Durchstrahlung von Aluminium- und Titanrohren ..... 22**

**Tabelle 4 — Metallvorderfolien für die CR bei der tangentialen Durchstrahlung von Stahl, Kupfer und Nickel-Basis-Legierungen ..... 23**

**Tabelle 5 — Metallvorderfolien für die CR bei der digitalen tangentialen Durchstrahlung von Aluminium und Titan ..... 24**