

DIN 25435-7

ICS 27.120.10

Einsprüche bis 2020-08-12
Vorgesehen als Ersatz für
DIN 25435-7:2014-01

Entwurf

Wiederkehrende Prüfungen der Komponenten des Primärkreises von Leichtwasserreaktoren – Teil 7: Durchstrahlungsprüfung

In-service inspections for primary coolant circuit components of light water reactors –
Part 7: Radiographic testing

Contrôles periodiques des composants du circuit primaire des réacteurs à eau légère –
Partie 7: Contrôle par radiographie

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2020-06-12 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nmp@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP), 10772 Berlin oder Saatwinkler Damm 42/43, 13627 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 50 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

Inhalt

	Seite
Vorwort	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe Formelzeichen und Abkürzungen	7
3.1 Begriffe	7
3.2 Formelzeichen und Abkürzungen	12
4 Prüftechniken	13
4.1 Vorbemerkung	13
4.2 Allgemeines	13
4.3 Aufnahmeanordnungen	14
4.4 Kontrollverfahren	17
4.4.1 Bildgüte	17
4.4.2 Position der Strahlenquelle und Markierung des Prüfbereiches	18
4.5 Auswerteverfahren	18
4.5.1 Allgemeines	18
4.5.2 Auswertung am Betrachtungsgerät	18
4.5.3 Auswertung mit Bildverarbeitungssystem	19
5 Anforderungen	21
5.1 Prüfpersonal	21
5.2 Prüfgegenstand und Prüfbereich	22
5.2.1 Prüfgegenstand	22
5.2.2 Prüfbereich	22
5.3 Strahlenquellen	22
5.3.1 Allgemeines	22
5.3.2 Röntgenanlagen	22
5.3.3 Gammastrahler	23
5.4 Filmsystem	23
5.5 Auswertetechnik	23
5.5.1 Betrachtungsgerät	23
5.5.2 Systeme der digitalen Radiographie	23
5.5.3 Bildverarbeitungssysteme	24
5.6 Datenträger	24
6 Standardprüfanweisung und Prüfspezifikation	24
7 Prüfung	25
7.1 Vorbereitung	25
7.1.1 Allgemeines	25
7.1.2 Überprüfung der Ausrüstung	25
7.1.3 Referenzaufnahme für Filmradiographie	26
7.1.4 Überprüfung der Scanner zur Filmdigitalisierung	26
7.1.5 Überprüfung der Systeme der digitalen Radiographie	26
7.1.6 Referenzaufnahme für digitale Radiographie	27
7.2 Durchführung	27
7.2.1 Film-Radiographie	27
7.2.2 Digitale Radiographie	29
7.3 Abschließende Maßnahmen	30
7.4 Auswertung	30
7.4.1 Überprüfung der Angaben im Prüfbericht	30
7.4.2 Auswertung am Betrachtungsgerät	31
7.4.3 Auswertung mit Bildverarbeitungssystem	31
7.4.4 Bewertung von Anzeigen	32
7.4.5 Maßnahmen bei nicht eindeutiger Bewertung von Anzeigen	32

8	Protokollierung	32
8.1	Allgemeines	32
8.2	Kontrollblatt der Filmverarbeitung	32
8.3	Prüfprotokoll und Prüfbericht	32
8.4	Prüfbericht über die Auswertung mit dem Bildverarbeitungssystem	34
8.5	Befundprotokoll	34
Anhang A (normativ)	Positionsprüfkörper	35
A.1	Verwendung von Maßbändern mit Positionsprüfkörpern	35
A.2	Aufbau der Positionsprüfkörper	37
A.3	Auswertung der Positionierung der Strahlenquelle für ebene Prüfgegenstände	37
A.4	Auswertung der Positionierung der Strahlenquelle mit Schablonen für Rundschweißnähte (zylindrische Prüfgegenstände)	38
Anhang B (normativ)	Kontrollblatt für Filmverarbeitungskontrolle	41
Anhang C (normativ)	Referenz-Aufnahme zur Qualifizierung der Prüfausrüstung, Aufnahmeanordnung und Belichtungsbedingungen	42
Anhang D (informativ)	Befundprotokoll	46
Anhang E (informativ)	Koordinatensystem an Schweißnähten	47
Anhang F (informativ)	Kontrollblatt zur Prüfvorbereitung	48
Literaturhinweise		50

Bilder

Bild 1	Aufnahmeanordnung für doppelwandige Durchstrahlung (Einbild) mit Film oder flexibler Speicherfolie zur Prüfung der detektornahen Wand (Senkrechtdurchstrahlung) mit Strahlenquelle (Fokus) im Abstand zur Rohroberfläche, auch bei aufgesetzter Röntgenröhre	14
Bild 2	Aufnahmeanordnung für doppelwandige Durchstrahlung (Einbild) zur Prüfung der detektornahen Wand mit digitalem Detektor oder Kassette (Senkrechtdurchstrahlung) mit Strahlenquelle (Fokus) im Abstand zur Rohroberfläche, auch bei aufgesetzter Röntgenröhre	15
Bild 3	Mindestanzahl der Teilaufnahmen N bei Durchstrahlung von innen nach außen sowie Doppelwanddurchstrahlung in Abhängigkeit vom Verhältnis Rohraußendurchmesser D_a zum FDA und dem maximalen Verzerrungswinkel β	16
Bild 4	Mindestanzahl der Teilaufnahmen N bei einwandiger Durchstrahlung von außen nach innen in Abhängigkeit vom Verhältnis Rohraußendurchmesser D_a zum Abstand f und dem maximalen Verzerrungswinkel β	17
Bild 5	Beispiel eines Testbildes für den Test der Minimalanforderungen an den Monitor	20
Bild 6	Maximale Röhrenspannung von Röntgenstrahlern für Stahl in Abhängigkeit von der durchstrahlten Dicke	29
Bild A.1	Maßband mit integrierten Bleizahlen zur Markierung des Prüfbereiches und mit Positionsprüfkörpern zur Überprüfung der Position der Strahlenquelle	35
Bild A.2	Zulässigkeitsgrenze für die Position der Strahlenquelle nach Bild 1 und Bild 2	36
Bild A.3	Prinzipieller Aufbau des Positionsprüfkörpers (BAM-Schnecke)	37
Bild A.4	Bestimmung des Punktes des senkrecht einfallenden Zentralstrahls auf den Durchstrahlungsbildern ebener Prüfgegenstände	38
Bild A.5	Beispiel für eine Auswerteschablone zur Bestimmung des Abstandes A' nach Bild A.6	39
Bild A.6	Beispiel für die Auswertung der Abbildung von Maßbändern mit Positionsprüfkörpern. Diese erfolgt durch Auflegen der Schablone. Hier wurde der Senkrechteinstrahlpunkt des Zentralstrahls 30 mm unterhalb des Positionsprüfkörpers zu Position 25 bestimmt	40
Bild C.1	Beispiel für die Anordnung der Bildgüteprüfkörper auf der ersten Stahlplatte zur Erstellung einer Referenzaufnahme	44
Bild C.2	Ausschnitt aus Bild C.1	44
Bild C.3	Beispiel für eine Referenzaufnahme mit vier Bildgüteprüfkörpern	45
Bild E.1	Koordinatensystem an Schweißnähten	47

Tabellen

Tabelle 1 — Formelzeichen und Abkürzungen	12
Tabelle 2 — Anforderungen an das Prüfpersonal	21
Tabelle A.1 — Maße und Einsatzbereiche der Positionsprüfkörper	37

Vorwort

Dieses Dokument wurde vom Arbeitsausschuss NA 062-07-47 AA „Zerstörungsfreie Prüfung in der Kerntechnik“ im DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP) erarbeitet.

DIN 25435, *Wiederkehrende Prüfungen der Komponenten des Primärkreises von Leichtwasserreaktoren* besteht aus folgenden Teilen:

- *Teil 1: Mechanisierte Ultraschallprüfung*
- *Teil 2: Magnetpulver- und Eindringprüfung*
- *Teil 3: Druckprüfung*
- *Teil 4: Sichtprüfung*
- *Teil 6: Wirbelstromprüfung von Dampferzeuger-Heizrohren*
- *Teil 7: Durchstrahlungsprüfung*

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN 25435-7:2014-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Aktualisierung der Verweisungen;
- b) redaktionelle Überarbeitungen.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument ist anzuwenden für wiederkehrende Prüfungen mit dem Durchstrahlungsverfahren, die an Komponenten des Primärkreises von Leichtwasserreaktoren durchgeführt werden. Dieses Dokument ist auch auf andere Komponenten kerntechnischer Anlagen anwendbar.

Es werden Prüftechniken zum Nachweis von Inhomogenitäten (Oberfläche und Volumen) und Anforderungen an Prüfpersonal, Prüfgeräte, die Vorbereitung der Prüf- und Gerätetechnik, Durchführung der Prüfung sowie die Protokollierung festgelegt.

Eine wiederkehrende Durchstrahlungsprüfung auf Korrosion und Wanddickenabtrag von Grundwerkstoffbereichen ist nicht Gegenstand dieser Norm.

ANMERKUNG Angaben über Prüfabschnitt, Prüfumfang, Prüfzeitpunkt, Prüfintervall und die Bewertung von Anzeigen sind im kerntechnischen Regelwerk (KTA) für wiederkehrende Prüfungen festgelegt.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN 58220-5, *Sehschärfebestimmung — Teil 5: Allgemeiner Sehtest*

DIN EN 1330-3:1997-10, *Zerstörungsfreie Prüfung — Terminologie — Teil 3: Begriffe der industriellen Durchstrahlungsprüfung; Dreisprachige Fassung EN 1330-3:1997*

DIN EN 12543-1, *Zerstörungsfreie Prüfung — Charakterisierung von Brennflecken in Industrie-Röntgenanlagen für die zerstörungsfreie Prüfung — Teil 1: Scan-Verfahren*

DIN EN 12543-2, *Zerstörungsfreie Prüfung — Charakterisierung von Brennflecken in Industrie-Röntgenanlagen für die zerstörungsfreie Prüfung — Teil 2: Radiographisches Lochkamera-Verfahren*

DIN EN 12543-3, *Zerstörungsfreie Prüfung — Charakterisierung von Brennflecken in Industrie-Röntgenanlagen für die zerstörungsfreie Prüfung — Teil 3: Radiographisches Schlitzkamera-Verfahren*

DIN EN 12544-1, *Zerstörungsfreie Prüfung — Messung und Auswertung der Röntgenröhrenspannung — Teil 1: Spannungsteiler-Verfahren*

DIN EN 12544-3, *Zerstörungsfreie Prüfung — Messung und Auswertung der Röntgenröhrenspannung — Teil 3: Spektrometer-Verfahren*

DIN EN 12679, *Zerstörungsfreie Prüfung — Durchstrahlungsprüfung — Bestimmung der Strahlergrößen von industriell genutzten Radio-Nukliden — Durchstrahlungsverfahren*

DIN EN 14784-1:2005-11, *Zerstörungsfreie Prüfung — Industrielle Computer-Radiographie mit Phosphor-Speicherfolien — Teil 1: Klassifizierung der Systeme; Deutsche Fassung EN 14784-1:2005*

DIN EN 25580, *Zerstörungsfreie Prüfung — Betrachtungsgeräte für die industrielle Radiographie — Minimale Anforderungen*

DIN EN ISO 6520-1, *Schweißen und verwandte Prozesse — Einteilung von geometrischen Unregelmäßigkeiten an metallischen Werkstoffen — Teil 1: Schmelzschweißen*

DIN EN ISO 8596, *Augenoptik — Sehschärfepfung — Normsehzeichen und klinische Sehzeichen und ihre Darbietung*

DIN EN ISO 9712, *Zerstörungsfreie Prüfung — Qualifizierung und Zertifizierung von Personal der zerstörungsfreien Prüfung*

DIN EN ISO 11699-1, *Zerstörungsfreie Prüfung — Industrielle Filme für die Durchstrahlungsprüfung — Teil 1: Klassifizierung von Filmsystemen für die industrielle Durchstrahlungsprüfung*

DIN EN ISO 11699-2, *Zerstörungsfreie Prüfung — Industrielle Filme für die Durchstrahlungsprüfung — Teil 2: Kontrolle der Filmverarbeitung mit Hilfe von Referenzwerten*

DIN EN ISO 14096-1, *Zerstörungsfreie Prüfung — Qualifizierung von Röntgenfilm-Digitalisierungssystemen — Teil 1: Definitionen, quantitative Messung von Bildqualitätsparametern, Standard-Referenzfilm und Qualitätssicherung*¹

DIN EN ISO 14096-2, *Zerstörungsfreie Prüfung — Qualifizierung von Röntgenfilm-Digitalisierungssystemen — Teil 2: Mindestanforderungen*¹

DIN EN ISO 17636-1:2013-05, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Durchstrahlungsprüfung — Teil 1: Röntgen- und Gammastrahlungstechniken mit Filmen (ISO 17636-1:2013); Deutsche Fassung EN ISO 17636-1:2013*

DIN EN ISO 17636-2:2013-05, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Durchstrahlungsprüfung — Teil 2: Röntgen- und Gammastrahlungstechniken mit digitalen Detektoren (ISO 17636-2); Deutsche Fassung EN ISO 17636-2:2013*

DIN EN ISO 19232-1, *Zerstörungsfreie Prüfung — Bildgüte von Durchstrahlungsaufnahmen — Teil 1: Ermittlung der Bildgütezahl mit Draht-Typ-Bildgüteprüfkörper*

DIN EN ISO 19232-5, *Zerstörungsfreie Prüfung — Bildgüte von Durchstrahlungsaufnahmen — Teil 5: Bestimmung der Bildunschärfezahl mit Doppeldraht-Typ-Bildgüteprüfkörpern*

ASTM E 2737, *Standard Practice for Digital Detector Array Performance Evaluation and Long-Term Stability*

DGZfP-D2, *Empfehlung zur Dunkelkammerverarbeitung von Industrie-Röntgenfilmen*²

KTA 1202, *Anforderungen an das Prüfhandbuch*³

VGB R 516, *Richtlinie — Methodik für das Vorgehen bei Qualifizierung von zerstörungsfreien Prüfungen (VGB-ENIQ-Richtlinie)*⁴

3 Begriffe Formelzeichen und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach DIN EN 1330-3:1997-10 sowie die folgenden Begriffe.

1 Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung noch im Entwurf.

2 Nachgewiesen in der DITR-Datenbank der DIN Software GmbH, zu beziehen bei: Deutsche Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung e.V. (DGZfP), Max-Planck-Straße 6, 12489 Berlin

3 Nachgewiesen in der DITR-Datenbank der DIN Software GmbH, zu beziehen bei: Kerntechnischer Ausschuss (KTA) beim Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), Köpenicker Allee 120–130, 10318 Berlin

4 Nachgewiesen in der DITR-Datenbank der DIN Software GmbH, zu beziehen bei: Verlag technisch-wissenschaftlicher Schriften, Postfach 103932, 45039 Essen

DIN und DKE stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

— DIN-TERMinologieportal: verfügbar unter <https://www.din.de/go/din-term>

— DKE-IEV: verfügbar unter <http://www.dke.de/DKE-IEV>

3.1.1

Auswertung

<Durchstrahlungsprüfung> Sichtung der Prüfdaten hinsichtlich Vollständigkeit und Bewertbarkeit, Suchen und Registrieren von Anzeigen nach festgelegten Kriterien, Darstellung der Prüfergebnisse

[QUELLE: DIN 25435-1:2014-01, 3.4]

3.1.2

Basis-Ortsauflösung eines digitalen Detektors

$SR_{\text{b}}^{\text{detector}}$

(en: basic spatial resolution)

Hälfte der gemessenen Bildunschärfe in einem digitalen Bild, entspricht der effektiven Pixelgröße und gibt das kleinste geometrische Detail an, das mit dem digitalen Detektor ohne Vergrößerung ($V = 1$) aufgelöst werden kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Für diese Messung ist der Doppeldraht-BPK direkt auf den DDA oder die Speicherfolie zu legen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Messung der Unschärfe ist in DIN EN ISO 19232-5 beschrieben, siehe auch ASTM E 2736, ASTM E 1000.

[In Anlehnung an DIN EN ISO 17636-2:2013, 3.8]

3.1.3

Basis-Ortsauflösung eines digitalen Bildes

$SR_{\text{b}}^{\text{image}}$

Hälfte der gemessenen Bildunschärfe in einem digitalen Bild, entspricht der effektiven Pixelgröße und gibt das kleinste geometrische Detail an, das in einem digitalen Bild aufgelöst werden kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Für diese Messung ist der Doppeldraht-BPK direkt auf die der Strahlenquelle zugewandten Seite des Prüfgegenstandes zu legen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Messung der Unschärfe ist in DIN EN ISO 19232-5 beschrieben, siehe auch ASTM E 2736, ASTM E 1000.

[In Anlehnung an DIN EN ISO 17636-2:2013, 3.9]

3.1.4

Bewertung

Vergleich der ausgewerteten Messdaten mit festgelegten Kriterien

3.1.5

Bildbewerter

qualifizierter RT-Prüfer, der Durchstrahlungsbilder in Hinblick auf die erreichte Bildqualität und die Charakterisierung von Anzeigen bewertet

Anmerkung 1 zum Begriff: Traditionell heißt der Bildbewerter bei Verwendung von Röntgenfilmen Filmauswerter.

3.1.6

Cluster-Kernel-Pixel

CKP, en: cluster kernel pixel

Bad-Pixel, das nicht mindestens fünf korrekt funktionierende Detektor-Nachbarpixel aufweist

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe ASTM E 2597 für Details bezüglich Bad-Pixel und CKP-Beschreibung.

[In Anlehnung an DIN EN ISO 17636-2:2013, 3.15]

3.1.7

Computer-Radiographie

CR

Phosphor-Speicherfolien-System

vollständiges System, das aus einer Phosphor-Speicherfolie (IP) und der zugehörigen Ausleseeinheit (Abtastsystem bzw. Scanner) besteht, mit der die Informationen aus der IP in ein digitales Bild umgewandelt werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Phosphorspeicherfoliensystem beinhaltet auch die Datenerfassungs- und Auswertesoftware sowie die Geräteeinstellung.

[In Anlehnung an DIN EN ISO 17636-2:2013, 3.1]

3.1.8

Detektor

Vorrichtung zur Erfassung eines Durchstrahlungsbilds und ist entweder ein Röntgenfilm, eine Phosphor-Speicherfolie oder ein digitaler Matrixdetektor

Anmerkung 1 zum Begriff: Detektormittig bezieht sich auf die Mitte eines Röntgenfilmes, einer Phosphor-Speicherfolie oder eines digitalen Matrixdetektors.

3.1.9

digitales Matrixdetektor-System

DDA-System

elektronisches Gerät, das ionisierende oder durchdringende Strahlung in eine diskrete Matrix analoger Signale umwandelt, die anschließend digitalisiert und an einen Rechner übertragen werden, um dort als digitales Bild angezeigt zu werden, das der radiologischen Energieverteilung entspricht, die auf die strahlungsempfindliche Fläche des Gerätes wirkt

[In Anlehnung an DIN EN ISO 17636-2:2013, 3.3]

3.1.10

Durchstrahlungsbild

entwickelter Röntgenfilm oder digitales Bild

3.1.11

Grauwert

GW

numerischer Wert eines Pixels in einem digitalen Bild

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Begriff ist üblicherweise gegen die Begriffe Pixelwert, Detektorantwort, Analog-Digital-Wandlereinheit und Detektorsignal austauschbar.

[In Anlehnung an DIN EN ISO 17636-2:2013]

3.1.12

Komponente

ein nach baulichen oder funktionellen Gesichtspunkten abgegrenzter Teil eines Systems, der noch selbstständige Teilfunktionen ausführen kann

3.1.13

Kontrast

ΔD

ΔGW

Differenz der optischen Dichte zweier benachbarter Bereiche auf dem Röntgenfilm (ΔD) oder Differenz der mittleren Grauwerte zweier benachbarter Bereiche in einem digitalen Bild (ΔGW)

3.1.14

normiertes Signal-Rausch-Verhältnis

SNR_N

(en: normalized signal-to-noise ratio)

im digitalen Bild gemessenes SNR_{measured} , normiert mit der im digitalen Bild gemessenen Basis-Ortsauflösung, SR_b^{image} , in Referenz zu einem Detektor mit 88,6 μm effektiver Pixelgröße

$$SNR_N = SNR_{\text{measured}} \times (88,6 \mu\text{m} / SR_b^{\text{image}})$$

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Messung von SNR_N ist in DIN EN 14784-1 im Detail beschrieben.

[In Anlehnung an DIN EN ISO 17636-2:2013, 3.11]

3.1.15

optische Dichte

D

Maß für die Schwächung des Lichtes durch den entwickelten Film

$$D = \lg \left(\frac{L_0}{L_f} \right)$$

Anmerkung 1 zum Begriff: Die optische Dichte D des Films entspricht dem Begriff Schwärzung.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die konkreten Bedingungen zur Messung der optischen Dichte sind in ISO 5-2 beschrieben.

Dabei ist

L_0 die Leuchtdichte vor dem Film;

L_f die Leuchtdichte hinter dem Film in Richtung des Betrachters.

3.1.16

Prüfabschnitt

Teil des Prüfbereiches

[QUELLE: DIN 25435-2:2014-01, 3.5]

3.1.17

Prüfaufsicht

Verantwortlicher für die Anwendung des Prüfverfahrens und für die Einzelheiten der Prüfdurchführung einschließlich der Überwachung der Tätigkeiten bei Vorbereitung und Durchführung der Prüfung sowie Bewertung der Prüfergebnisse

[QUELLE: DIN 25435-1:2014-01, 3.22]

3.1.18

Prüfbereich

der zu prüfende Bereich des Prüfgegenstandes

[QUELLE: DIN 25435-2:2014-01, 3.7]

3.1.19

Prüfgegenstand

zu prüfender Teil einer Komponente

[QUELLE: DIN 25435-2:2014-01, 3.9]

3.1.20

Phosphor-Speicherfolie

IP, en: imaging plate

photo-stimulierbares lumineszierendes Material, das in der Lage ist, ein latentes Durchstrahlungsbild des untersuchten Werkstoffs zu speichern, und das bei Anregung mit einer roten Lichtquelle geeigneter Wellenlänge proportional zur absorbierten Röntgenstrahlung Lumineszenzlicht erzeugt

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei der Computer-Radiographie wird anstelle eines Films eine IP verwendet. Bei der Festlegung von Techniken im Zusammenhang mit der Fokusgeometrie der Strahlenquelle wird die IP als Detektor bezeichnet (d. h. Abstand Strahlenquelle – Detektor bzw. FDA).

[In Anlehnung an DIN EN ISO 17636-2:2013, 3.2]

3.1.21

Signal-Rausch-Verhältnis

SNR, en: signal-to-noise ratio

Verhältnis aus dem Mittelwert der linearisierten Grauwerte und der Standardabweichung der linearisierten Grauwerte (Rauschen) in einem bestimmten interessierenden Objektbereich in einem digitalen Bild

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Messung von *SNR* ist in DIN EN 14784-1 im Detail beschrieben.

[In Anlehnung an DIN EN ISO 17636-2:2013, 3.10]

3.1.22

Strukturrauschen der IP

durch Inhomogenitäten in der empfindlichen Schicht (Körnigkeit) und der Oberfläche einer IP verursachte Struktur

Anmerkung 1 zum Begriff: Nach dem Abtasten der bestrahlten Speicherfolie werden die Inhomogenitäten aus dem Prüfobjekt im digitalen Bild von einem festen Störmuster aus dem Detektor überlagert.

Anmerkung 2 zum Begriff: Dieses Rauschen begrenzt die maximal erreichbare Bildgüte von digitalen IP-Bildern und ist mit der Körnigkeit in Filmbildern vergleichbar.

[In Anlehnung an DIN EN ISO 17636-2:2013, 3.4]

3.1.23

Strukturrauschen des DDA

durch die unterschiedlichen Eigenschaften der Detektorelemente (Pixel) verursachte Struktur

Anmerkung 1 zum Begriff: Nach dem Auslesen des bestrahlten, nicht kalibrierten DDA werden die Inhomogenitäten aus dem Prüfobjekt im digitalen Bild von einem festen Störmuster (Strukturrauschen) aus dem DDA überlagert. Deshalb erfordern sämtliche DDA nach dem Auslesen eine softwarebasierte Kalibrierung (Software und Anleitung werden durch den Hersteller bereitgestellt). Ein geeignetes Kalibrierverfahren verringert dieses Strukturrauschen.

[In Anlehnung an DIN EN ISO 17636-2:2013, 3.5]

3.1.24

Verzerrungswinkel

β

Winkel zwischen der Durchstrahlungsrichtung und der Normalen zur Oberfläche des Prüfobjektes

3.2 Formelzeichen und Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Formelzeichen und Abkürzungen nach Tabelle 1.

Tabelle 1 — Formelzeichen und Abkürzungen

Formelzeichen	Benennung	Einheit
a	Abstand des Positionsprüfkörpers zur Schweißnahtmitte	mm
A	Abweichung der Position der Strahlenquelle nach Bild A.2	mm
A'	Abstand des Senkrechteinstrahlpunktes zum Positionsprüfkörper	mm
b	Abstand des Detektors von der der Strahlenquelle zugewandten Oberfläche des Prüfgegenstandes (siehe Bild 1 und Bild 2) im Prüfbereich	mm
BPK	Bildgüteprüfkörper	—
C _r	Referenzwert für den Kontrast-Index, der vom Hersteller vorgegeben wird	—
D	optische Dichte des Röntgenfilms (siehe 3.1.15)	—
ΔD	Kontrast in Röntgenfilmen (siehe 3.1.13)	—
D _a	Außendurchmesser des rohrförmigen Prüfgegenstandes	mm
d	Brennfleckgröße oder Größe des Gammastrahlers	mm
d _f	Bleifoliendicke	mm
d _S	Durchmesser des Positionsprüfkörpers	mm
GW	Numerischer Grauwert eines Pixels im Digitalbild (siehe 3.1.11)	—
ΔGW	Kontrast in digitalen Bildern (siehe 3.1.13)	—
FDA	Abstand des Detektors zur Strahlenquelle ^a	mm
f	Abstand der Strahlenquelle von der der Strahlenquelle zugewandten Oberfläche des Prüfgegenstandes (siehe Bild 1 und Bild 2) im Prüfbereich	mm
h	Höhe des Positionsprüfkörpers	mm
N	Mindestanzahl der Teilaufnahmen	—
s	Abstand zwischen den Windungen der Bleifolie des Positionsprüfkörpers	mm
S _r	Referenzwert für den Empfindlichkeits-Index, der vom Hersteller vorgegeben wird	—
S _I	Messwert des Empfindlichkeits-Index	—
SNR	Signal-Rausch-Verhältnis (siehe 3.1.21)	—
SNR _N	Normiertes Signal-Rausch-Verhältnis (siehe 3.1.14)	—
SR _b ^{detector}	Basis-Ortsauflösung (siehe 3.1.3) gemessen mit BPK auf dem Detektor	—
SR _b ^{image}	Basis-Ortsauflösung gemessen im Durchstrahlungsbild mit BPK auf dem Objekt	—
t	Wanddicke des Prüfgegenstandes	mm
Δt	Änderung der durchstrahlten Wanddicke des Prüfgegenstandes	mm

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Formelzeichen	Benennung	Einheit
U	Röhrenspannung (eingestellter Hochspannungswert an der Röntgenröhre)	kV
w	durchstrahlte Dicke	mm
α	Winkelabweichung bei Senkrechteinstrahlung nach Bild 1 oder Bild 2 (siehe Bild A.2)	°
β	Verzerrungswinkel (siehe 3.1.24)	°
^a In der Vergangenheit wurde der Begriff Film-Fokus-Abstand FFA bei der Filmradiographie verwendet.		

4 Prüftechniken

4.1 Vorbemerkung

Die Eignung der Prüftechnik und des Prüfgerätesystems ist entsprechend den Anforderungen der zutreffenden Regeln des KTA nachzuweisen. Die Vorgehensweise bei der Qualifizierung der Prüftechnik und des Prüfgerätesystems ist in der VGB R 516 beschrieben.

ANMERKUNG Bei den in diesem Teil der Normenreihe DIN 25435 behandelten Prüfverfahren Durchstrahlungsprüfung handelt es sich um ein genormtes Prüfverfahren, dessen Anwendung auf der Grundlage von kernkraftwerksbezogenen Standardprüfanweisungen erfolgt. Eine Qualifizierung wie oben genannt kann im Einzelfall bei wesentlichen Abweichungen von den Vorgaben aus den Standardprüfanweisungen erforderlich werden.

4.2 Allgemeines

Für Durchstrahlungsprüfungen werden die Prüfklassen B-NF (Klasse B-Nuklear, Film) und B-ND (Klasse B-Nuklear, Digital) eingeführt. Diese beinhalten die Festlegungen der Klasse B nach DIN EN ISO 17636-1 für Filmradiographie oder DIN EN ISO 17636-2 für digitale Radiographie und zusätzliche Anforderungen. Diese sind insbesondere:

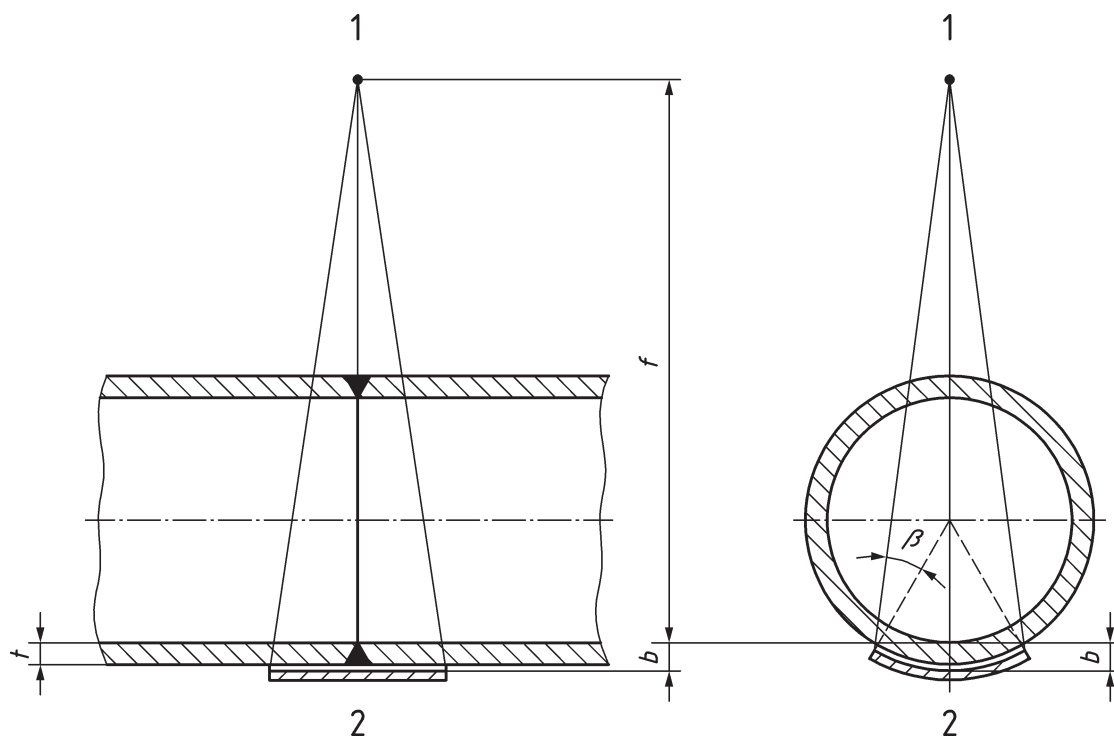
- a) Aufnahmeanordnung nach 4.3;
- b) Mindestanzahl der Teilaufnahmen nach 4.3;
- c) Nachweis der Strahlenquellenposition nach 4.4.2;
- d) Prüfpersonal nach 5.1;
- e) Prüfgegenstand nach 5.2;
- f) Strahlenquellen nach 5.3;
- g) Filmsystemklasse nach 5.4;
- h) maximale Röhrenspannung von Röntgenstrahlern für Stahl in Abhängigkeit der durchstrahlten Dicke nach 7.2 (Bild 6);
- i) Dokumentation nach Abschnitt 8.

Wenn digitale Radiographie eingesetzt wird, so ist deren Eignung entsprechend den Anforderungen nach 5.5.2 und 5.5.3 nachzuweisen.

4.3 Aufnahmeanordnungen

Für den Nachweis von senkrecht zur Oberfläche orientierten Fehlern ist bei größer oder gleich DN 80 abweichend von DIN EN ISO 17636-1:2013, Bild 13, für Klasse B-NF oder von DIN EN ISO 17636-2:2013, Bild 13, für Klasse B-ND, die Strahlenquelle grundsätzlich in der Nahtebene anzuordnen (Senkrechteinstrahlung, siehe Bild 1 für Filmradiographie oder flexibler Speicherfolie und Bild 2 für digitale Radiographie mit Kassetten oder DDA). Wenn die Geometrie und die Zugänglichkeit diese Aufnahmeanordnung nicht zulassen sind Ausnahmeregelungen zu treffen. Die Winkelabweichung α bei der Senkrechteinstrahlung darf maximal $\pm 5^\circ$ betragen.

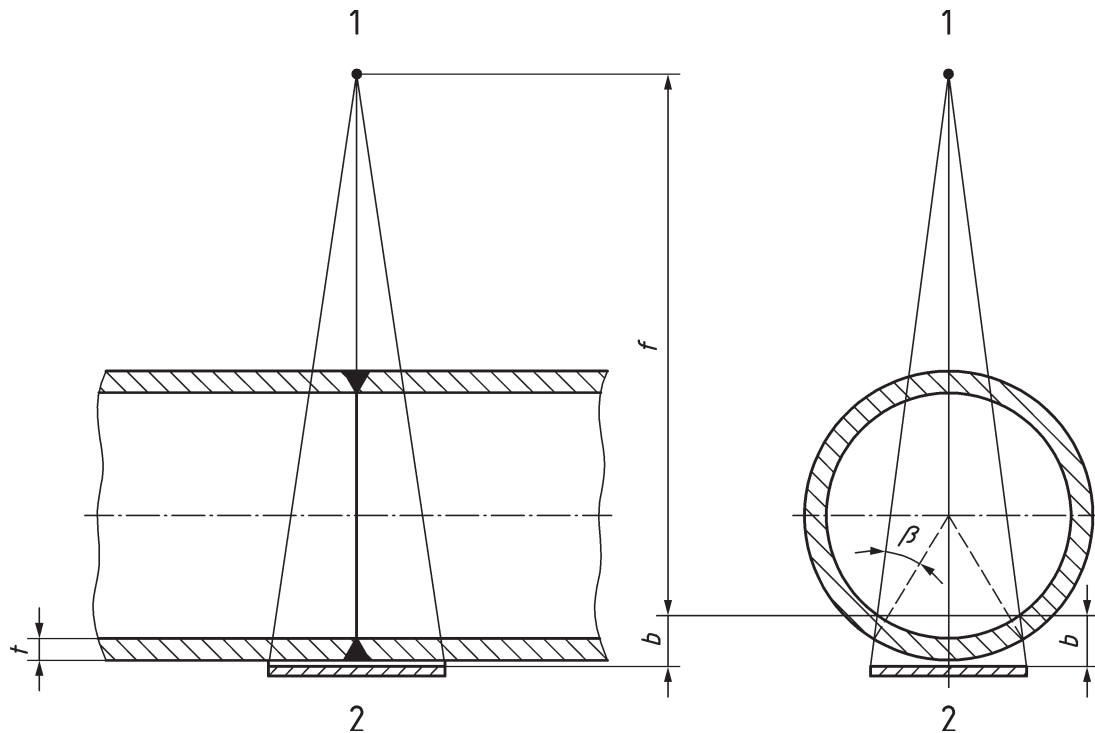
Die Prüfung von Rohrleitungen kleiner DN 80 muss nach DIN EN ISO 17636-1:2013, Bild 12, oder DIN EN ISO 17636-2:2013, Bild 12, durchgeführt werden. Eine Abweichung α von der Senkrechteinstrahlung von max. $\pm 5^\circ$ ist zulässig. Es sind drei um 120° versetzte Teilaufnahmen anzufertigen. Nach Vereinbarung mit Betreiber und Sachverständigem dürfen bei eingeschränkter Zugänglichkeit anstatt drei um 120° auch drei um 60° versetzte Teilaufnahmen angefertigt werden.



Legende

- 1 Strahlenquelle
- 2 flexibler Detektor

Bild 1 — Aufnahmeanordnung für doppelwandige Durchstrahlung (Einbild) mit Film oder flexibler Speicherfolie zur Prüfung der detektornahen Wand (Senkrechteinstrahlung) mit Strahlenquelle (Fokus) im Abstand zur Rohroberfläche, auch bei aufgesetzter Röntgenröhre



Legende

- 1 Strahlenquelle
- 2 starrer Detektor, Kassette

Bild 2 — Aufnahmeanordnung für doppelwandige Durchstrahlung (Einbild) zur Prüfung der detektornahen Wand mit digitalem Detektor oder Kassette (Senkrechtdurchstrahlung) mit Strahlenquelle (Fokus) im Abstand zur Rohroberfläche, auch bei aufgesetzter Röntgenröhre

Bei der Durchstrahlung von Rundschweißnähten größer oder gleich DN 80 nach Bild 1 oder Bild 2 ist die Mindestanzahl der Teilaufnahmen N nach Bild 3 oder Bild 4 festzulegen. Für die Festlegung der Mindestanzahl der Teilaufnahmen N ist die Kurve für den maximalen Verzerrungswinkel $\beta = \pm 15^\circ$ (siehe Bild 1 und Bild 2) auszuwählen.

Ist gezielt auf Querfehler zu prüfen, dann ist zur Festlegung der Mindestanzahl der Teilaufnahmen N die Kurve für den maximalen Verzerrungswinkel $\beta = \pm 10^\circ$ in Bild 3 oder Bild 4 auszuwählen.

Bei der Festlegung der Mindestanzahl der Teilaufnahmen N nach Bild 3 oder Bild 4 ist jeweils auf ganze Zahlen aufzurunden. Sind zusätzliche Teilaufnahmen zur optimierten Prüfung von Anzeigenbereichen erforderlich, so sind diese Bereiche detektormittig abzubilden.