

DIN EN 16407-2

ICS 19.100; 23.040.01

Einsprüche bis 2012-06-02

Entwurf

**Zerstörungsfreie Prüfung –
Durchstrahlungsprüfung auf Korrosion und Ablagerungen in Rohren mit
Röntgen- und Gammastrahlen –
Teil 2: Doppelwand Durchstrahlungsprüfung;
Deutsche Fassung prEN 16407-2:2012**

Non-destructive testing –
Radiographic inspection of corrosion and deposits in pipes by X- and gamma rays –
Part 2 : Double Wall radiographic inspection;
German version prEN 16407-2:2012

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2012-03-26 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an nmp@din.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder in Papierform an den Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN, 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 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 32 Seiten

Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 16407-2:2012) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 138 „Zerstörungsfreie Prüfung“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

Das zuständige nationale Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 062-08-22 AA „Durchstrahlungsprüfung und Strahlenschutz“ im Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN.

Zestörungsfreie Prüfung — Durchstrahlungsprüfung auf Korrosion und Ablagerungen in Rohren mit Röntgen- und Gammastrahlen — Teil 2: Doppelwand-Durchstrahlprüfung

Non-destructive testing — Radiographic inspection of corrosion and deposits in pipes by X- and gamma rays — Part 2: Tangential radiographic inspection

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokument-Stage: CEN-Umfrage
Dokument-Sprache: D

STD Version 2.4e - RC2

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	6
4 Klassifizierung der radiographischen Techniken	7
5 Allgemeines	8
5.1 Schutz gegen ionisierende Strahlung	8
5.2 Qualifikation des Personals	8
5.3 Oberflächenvorbehandlung	8
5.4 Zuordnung von Durchstrahlungsbildern	8
5.5 Kennzeichnung	8
5.6 Überlappung von Filmen oder digitalen Durchstrahlungsbildern	8
5.7 Typ und Lage der Bildgüteprüfkörper (BPK)	9
5.7.1 Drahtsteg-BPK	9
5.7.2 Doppel-Drahtsteg-BPK (digitale Durchstrahlungsbilder)	9
6 Empfohlene Vorgehensweise für die Aufnahme von Durchstrahlungsbildern	9
6.1 Aufnahmeanordnungen	9
6.1.1 Allgemeines	9
6.1.2 Doppelwand-Einzelbild-Durchstrahlungstechnik	9
6.1.3 Doppelwand-Doppelbild-Durchstrahlungstechnik (DWDI)	11
6.1.4 Ausrichtung von Strahl und Film/Detektor	13
6.2 Auswahl der Strahlenquelle	13
6.3 Filmsysteme und Metallfolien	14
6.4 Folien und Abschirmung für Speicherfolien (nur für die Computer-Radiographie)	16
6.5 Verminderung der Streustrahlung	17
6.5.1 Filter und Blenden	17
6.5.2 Vermeidung von Rückstreuung	17
6.6 Abstand Strahlenquelle — Detektor	18
6.6.1 Doppelwand-Einfachbild-Durchstrahlungstechnik	18
6.6.2 Doppelwand-Doppelbild-Technik	18
6.7 Axialer Erfassungsbereich und Überlappung	18
6.8 Erfassungsbereich für den Rohrumfang	19
6.8.1 DWSI-Technik	19
6.8.2 DWDI-Technik	20
6.9 Bedienung der Prüfgeräte für die Computer-Radiographie (CR)	20
7 Empfindlichkeit, Güte und Auswertung von Durchstrahlungsbildern/digitalen Bilder	21
7.1 Mindestbildgütezahlen	21
7.1.1 Drahtsteg-Bildgüteprüfkörper	21
7.1.2 Doppel-Drahtsteg-BPK (für digitale Durchstrahlungsaufnahmen)	21
7.1.3 Kleinstes normiertes Signal/Rausch-Verhältnis (für digitale Durchstrahlungsaufnahmen)	21
7.2 Optische Dichte der Filmaufnahmen	22
7.3 Filmverarbeitung	22
7.4 Filmbetrachtungsbedingungen	22
8 Messung der Unterschiede der durchstrahlten Dicke	22
8.1 Verfahrensprinzip	22
8.2 Messung des Schwächungskoeffizienten	23
8.3 Anordnung von Strahlenquelle und Detektor	23

	Seite
8.4 Bild-Grauwertprofile	23
8.5 Validierung	23
8.6 Wichtige Aspekte	23
9 Digitale Aufzeichnung, Speicherung, Verarbeitung und Betrachtung der Bilder	24
9.1 Digitale Aufzeichnung und Speicherung der Bilder	24
9.2 Bildverarbeitung für digitale Durchstrahlungsaufnahmen	24
9.3 Betrachtungsbedingungen am Monitor	24
10 Prüfbericht	25
Anhang A (normativ) Mindestbildgütezahlen	26
Anhang B (informativ) Messungen der durchstrahlten Dicke: Bild-Grauwertprofile	28
Literaturhinweise	30

Vorwort

Dieses Dokument (prEN 16407-2:2012) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 138 „Zerstörungsfreie Prüfung“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Die Norm prEN 16407 besteht unter dem gemeinsamen Titel *Zerstörungsfreie Prüfung — Durchstrahlungsprüfung auf Korrosion und Ablagerungen in Rohren mit Röntgen- und Gammastrahlen* aus den folgenden Teilen:

Teil 1: Tangentiale Durchstrahlungsprüfung

Teil 2: Doppelwand-Durchstrahlungsprüfung

1 Anwendungsbereich

In diesem Teil werden grundlegende Techniken für die Durchstrahlungsprüfung unter Anwendung von Filmen und digitalen Techniken mit dem Ziel festgelegt, auf wirtschaftliche Art und Weise zuverlässige und wiederholbare Ergebnisse zu erreichen. Die Techniken basieren sowohl auf den allgemein anerkannten praktischen Verfahren und den theoretischen Grundlagen dieses Fachbereichs.

Diese Norm gilt für die Durchstrahlungsprüfung von Rohren aus metallischen Werkstoffen zum Nachweis von Werkstofffehlern, die beim Gebrauch auftreten, z. B. Korrosionsmulden oder Fehler durch allgemeine Korrosion und Erosion. Neben der konventionellen Bedeutung sollten in dieser Norm unter der Benennung „Rohr“ (engl. pipe) auch andere zylindrische Gegenstände, z. B. Röhren/Schläuche, Druckrohrleitungen, Kesseltrommeln und Druckbehälter verstanden werden.

In dieser Norm nicht behandelt wird die Überprüfung von Schweißnähten auf die Fehler, die durch die herkömmlichen Schweißverfahren eingebracht werden; behandelt wird dagegen die Prüfung von Schweißverbindungen zum Nachweis von Fehlern durch Korrosion/Erosion.

Die Prüfung kann an Rohren mit oder ohne Dämmung durchgeführt werden, beispielsweise in den Fällen, in denen vermutet wird, dass durch Korrosion oder Erosion ein Materialverlust an der Innen- oder Mantelfläche des Rohrs entstanden ist.

Dieser Teil der vorliegenden Norm behandelt Doppelwand-Durchstrahlungstechniken zum Nachweis einer Verringerung der Dicke der Rohrwand unter Einbeziehung von Doppelwand-Einzelbild- (DWSI) und Doppelwand-Doppelbild-Techniken (DWDI).

Es ist zu beachten, dass die in diesem Teil 2 beschriebene Doppelwand-Doppelbild-Technik (DWDI) häufig mit der tangentialen Durchstrahlung kombiniert wird, die in Teil 1 dieser Norm behandelt wird.

Diese Norm gilt für die Doppelwand-Durchstrahlungsprüfung unter Anwendung der industriellen Röntgenfilm-techniken, der computerunterstützten digitalen Radiographie (CR) und der digitalen Matrixdetektoren (DDA).

Für die in dieser Norm beschriebenen grundlegenden Techniken sollte eine Nachweiswahrscheinlichkeit für durch Korrosion verursachte Fehler gegeben sein, die im Allgemeinen $\geq 5\%$ der Rohrwanddicke betreffen, sofern sie am Rohrumfang und in Richtung der Rohrlängsachse eine Mindestausdehnung von etwa 10 mm haben.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. 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).

EN 12679:1999, *Zerstörungsfreie Prüfung — Bestimmung der Strahlergrößen von industriell genutzten Radio-Nukliden — Durchstrahlungsverfahren*

EN 14096-2:2003, *Zerstörungsfreie Prüfung — Qualifizierung von Röntgenfilm-Digitalisierungssystemen — Teil 2: Mindestanforderungen*

EN 14784-1, *Zerstörungsfreie Prüfung — Industrielle Computer-Radiographie mit Phosphor-Speicherfolien — Teil 1: Klassifizierung der Systeme*

EN 25580:1992, *Zerstörungsfreie Prüfung — Betrachtungsgeräte für die industrielle Radiographie — Mindestanforderungen*

prEN ISO 9712, *Zerstörungsfreie Prüfung — Qualifizierung und Zertifizierung von Personal*

FprEN ISO 17636-2:2012, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Durchstrahlungsprüfung — Teil 2: Röntgen- und Gammastrahlungstechniken unter Anwendung digitaler Detektoren*

prEN ISO 19232-1:2011, *Zerstörungsfreie Prüfung — Bildgüte von Durchstrahlungsaufnahmen — Teil 1: Bildgüteprüfkörper (Drahtsteg) — Ermittlung der Bildgütezahl*

prEN ISO 19232-2:2011, *Zerstörungsfreie Prüfung — Bildgüte von Durchstrahlungsaufnahmen — Teil 2: Bildgüteprüfkörper (Stufe/Loch-Typ) — Ermittlung der Bildgütezahl*

prEN ISO 19232-4:2011, *Zerstörungsfreie Prüfung — Bildgüte von Durchstrahlungsaufnahmen — Teil 4: Experimentelle Ermittlung von Bildgütezahlen und Bildgütetabellen*

prEN ISO 19232-5:2011, *Zerstörungsfreie Prüfung — Bildgüte von Durchstrahlungsaufnahmen — Teil 5: Bildgüteprüfkörper (Doppel-Drahtsteg) — Ermittlung der Bildunschärfe*

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

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

DWSI

Doppelwand-Einzelbild-Durchstrahlungstechnik (en: double wall single image technique). Die Strahlenquelle wird außerhalb des Rohrs dicht an der Rohrwand angeordnet, während der Detektor auf die gegenüber liegende Seite des Rohrs aufgelegt wird. Auf der Durchstrahlungsaufnahme werden nur detektorseitige Details der Rohrwand abgebildet. Siehe Bild 1

3.2

DWDI

Doppelwand-Doppelbild-Durchstrahlungstechnik (en: double wall double image technique). Die Strahlenquelle wird außerhalb des Rohrs in einem bestimmten Abstand vom Rohr angeordnet, während sich der Detektor auf der gegenüber liegenden Seite des Rohrs befindet. Auf der Durchstrahlungsaufnahme werden Details sowohl der detektorseitigen als auch der strahlerseitigen Details der Rohrwand abgebildet. Siehe Bild 2

3.3

Nenndicke

t

Nenndicke nur des Grundwerkstoffs für Fälle, in denen Herstellungsabweichungen nicht berücksichtigt werden müssen

3.4

Abstand Prüfgegenstand — Detektor

b

Abstand zwischen der Seite des Prüfgegenstands, die der Strahlenquelle zugewandt ist und der Oberfläche des Detektors, in Richtung des Zentralstrahls gemessen

3.5

Außendurchmesser

D_e

äußerer Nenndurchmesser des Rohrs

3.6

durchstrahlte Dicke

w

Dicke des Werkstoffs in Strahlungsrichtung, berechnet aus der Nenndicke

Amerkung 1 zum Begriff: Bei der Doppelwand-Durchstrahlungsprüfung eines Rohrs ist der Mindestwert für w doppelt so groß wie die Rohrwanddicke. Bei Mehrfachwandtechniken wird die durchstrahlte Dicke aus der Nenndicke berechnet.

3.7

Abstand Rohrachse — Detektor

PDD

Abstand zwischen Rohrachse und Detektor

3.8

Größe der Strahlenquelle

d

Größe des Radioisotops

[Quelle: EN 12679:1999, 2.1]

3.9

Abstand Strahlenquelle — Detektor

SDD

Abstand zwischen Strahlenquelle (Fokus) und Detektor, gemessen in Strahlungsrichtung

3.10

Abstand Strahlenquelle — Rohrachse

SPD

Abstand zwischen Strahlenquelle und Rohrmitte (Rohrachse), gemessen in Strahlungsrichtung

3.11

Abstand Strahlenquelle — Prüfgegenstand

f

Abstand zwischen Strahlenquelle und der Seite des Prüfgegenstands, die der Strahlenquelle zugewandt ist, gemessen in Richtung des Zentralstrahls

3.12

effektive durchstrahlte Gesamtdicke

W_{tot}

äquivalente Gesamtdicke des metallischen Werkstoffs in Strahlungsrichtung, berechnet aus der Nenndicke unter Berücksichtigung aller im Rohr vorhandenen flüssigen oder gasförmigen Medien

3.13

Pixelgröße

geometrischer Abstand der Mittelpunkte benachbarter Pixel in einer Zeile (horizontaler Pitch) oder einer Spalte (vertikaler Pitch) des gescannten Bildes

[Quelle: EN 14096-2:2003]

4 Klassifizierung der radiographischen Techniken

Die Doppelwand-Durchstrahlungstechniken werden in zwei Klassen eingeteilt:

- Grundtechniken, DWA
- verbesserte Prüftechniken, DWB

Die Grundtechniken sind für die Doppelwand-Durchstrahlung zum Nachweis des allgemeinen Waddickenverlusts vorgesehen.

Die verbesserten Prüftechniken sollten angewendet werden, wenn eine höhere Fehlerempfindlichkeit gefordert wird, z. B. zum Auffinden kleiner örtlich vorhandener Korrosionsmulden.

Bessere als die hier beschriebenen Prüftechniken sind möglich und dürfen zwischen den Vertragspartnern unter Festlegung aller geeigneten Prüfparameter vereinbart werden.

Die Auswahl der radiographischen Technik muss zwischen den betroffenen Vertragspartnern vereinbart werden.

5 Allgemeines

5.1 Schutz gegen ionisierende Strahlung

WARNUNG — Werden Teile des menschlichen Körpers Röntgen- oder Gammastrahlen ausgesetzt, kann eine schwerwiegende Gefährdung der Gesundheit auftreten. Bei der Anwendung von Röntgenstrahlern oder radioaktiven Strahlern müssen die zutreffenden gesetzlichen Anforderungen beachtet werden. Bei Anwendung ionisierender Strahlung müssen lokale, nationale oder internationale Sicherheitsvorschriften strikt befolgt werden.

5.2 Qualifikation des Personals

Die Prüfung muss von fähigem, geeignet geschultem und qualifiziertem Personal durchgeführt und gegebenenfalls von kompetentem Personal überwacht werden, das benannt wird entweder vom Auftraggeber oder von der die Prüfung durchführenden Institution, falls der Auftraggeber seine Verantwortung an diese Prüfinstitution delegiert hat. Zum Nachweis der geeigneten Qualifikation wird eine Zertifizierung des Personals nach prEN ISO 9712 oder nach einem entsprechend formalisierten System empfohlen. Die Autorisierung für eine qualifizierte Person muss vom Auftraggeber schriftlich erteilt werden.

Sofern nicht anders festgelegt, ist für die im Rahmen der ZfP anfallenden Arbeitsgänge die Zustimmung einer vom Auftraggeber anerkannten kompetenten und qualifizierten Aufsichtsperson (Stufe 3 oder ein dieser Stufe entsprechendes Niveau) erforderlich.

Das Personal muss eine zusätzliche Schulung und Qualifizierung für die digitale industrielle Radiologie nachweisen, wenn digitale Detektoren angewendet werden.

5.3 Oberflächenvorbehandlung

Im Allgemeinen ist eine Oberflächenvorbehandlung nicht notwendig, wenn jedoch Unregelmäßigkeiten oder Beschichtungen auf der Oberfläche Schwierigkeiten beim Nachweis von Fehlern oder signifikante Unsicherheiten bei der Dickenmessung verursachen können, müssen die Unregelmäßigkeiten abgeschliffen oder die Beschichtungen entfernt werden.

5.4 Zuordnung von Durchstrahlungsbildern

Auf jedem Bereich des zu durchstrahlenden Prüfgegenstands müssen geeignete Identifizierungszeichen angebracht werden. Nach Möglichkeit müssen die Abbildungen dieser Zeichen auf dem Durchstrahlungsbild außerhalb des Prüfbereichs erscheinen und eine eindeutige Zuordnung des Bereichs sicherstellen.

5.5 Kennzeichnung

Zur genauen Lokalisierung jeder Durchstrahlungsaufnahme muss auf dem zu untersuchenden Prüfgegenstand eine dauerhafte Kennzeichnung angebracht werden.

Wenn die Art des Werkstoffs und/oder seine Einsatzbedingungen eine dauerhafte Kennzeichnung nicht zulassen, darf die Lage mit Hilfe genauer Skizzen beschrieben werden.

5.6 Überlappung von Filmen oder digitalen Durchstrahlungsbildern

Werden für die Durchstrahlung eines Bereichs zwei oder mehr Filme oder mehrere separate Detektoren benötigt, muss durch eine ausreichende Überlappung der Filme oder Detektoren sichergestellt werden, dass der gesamte Prüfbereich durchstrahlt wird. Zum Nachweis dieser Anforderung muss ein hochdichter Marker (eine Markierung aus einem Material mit hoher Absorption) auf der Oberfläche des Prüfgegenstands so angebracht werden, dass dieser Marker auf jedem Film oder Detektor sichtbar ist. Wenn die Durchstrahlungsbilder nacheinander aufgenommen werden, muss der hochdichte Marker auf jedem der Durchstrahlungsbilder sichtbar sein.