

DIN EN 16407-1

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 1: Tangentiale Durchstrahlungsprüfung;
Deutsche Fassung prEN 16407-1:2012**

Non-destructive testing –
Radiographic inspection of corrosion and deposits in pipes by X- and gamma rays –
Part 1: Tangential radiographic inspection;
German version prEN 16407-1:2012

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 35 Seiten

Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 16407-1:2012) 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.

Zerstörungsfreie Prüfung — Durchstrahlungsprüfung auf Korrosion und Ablagerungen in Rohren mit Röntgen- und Gammastrahlen — Teil 1: Tangentiale Durchstrahlungsprüfung

Non-destructive testing — Radiographic inspection of corrosion and deposits in pipes by X- and gamma rays — Part 1: 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	7
5.1 Schutz gegen ionisierende Strahlung	7
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)	8
5.7.1 Einfach-Drahtsteg- oder Stufe/Loch-BPK	8
5.7.2 Doppel-Drahtsteg-BPK (digitale Durchstrahlungsbilder)	8
6 Empfohlene Vorgehensweise für die Aufnahme von Durchstrahlungsbildern	9
6.1 Aufnahmeanordnungen	9
6.1.1 Allgemeines	9
6.1.2 Anordnung der Strahlenquelle in Höhe der Rohrachse	9
6.1.3 Anordnung der Strahlenquelle versetzt zur Rohrachse	10
6.1.4 Ausrichtung von Strahl und Film/Detektor	12
6.2 Auswahl der Strahlenquelle	12
6.3 Filmsysteme und Metallfolien	13
6.4 Folien und Abschirmung für Speicherfolien (nur für die Computer-Radiographie)	15
6.5 Verminderung der Streustrahlung	16
6.5.1 Filter und Blenden	16
6.5.2 Vermeidung von Rückstreuung	16
6.6 Abstand Strahlenquelle — Rohrachse	16
6.7 Axialer Erfassungsbereich und Überlappung	17
6.8 Maßkomparatoren	18
6.9 Bildsättigung und Anwendung von Bleistreifen zur Abbrandvermeidung	19
6.10 Bedienung der Prüfgeräte für die Computer-Radiographie (CR)	19
7 Empfindlichkeit, Güte und Auswertung von Durchstrahlungsbildern/digitalen Bilder	20
7.1 Auswertung der Bildgüte	20
7.1.1 Maximaler Grauwert im freien Strahl (für digitale Durchstrahlungsbilder)	20
7.1.2 Kleinstes normiertes Signal/Rausch-Verhältnis (für digitale Durchstrahlungsbilder)	20
7.2 Optische Dichte der Filmaufnahmen	21
7.3 Filmverarbeitung	21
7.4 Filmbetrachtungsbedingungen	21
7.5 Maßkalibrierung der Durchstrahlungsaufnahmen oder der digitalen Bilder	21
7.5.1 Messung der Abstände in einer radiographischen Aufnahmeanordnung	22
7.5.2 Messung des Rohraußendurchmessers	23
7.5.3 Maßkomparator	23
7.6 Waddickenmessungen auf Film-Durchstrahlungsaufnahmen	23
7.7 Waddickenmessungen auf digitalen Durchstrahlungsaufnahmen	23
7.7.1 Interaktive Messungen am Bildschirm	23
7.7.2 Verfahren mit Auswertung des Grauwertprofils	24

8	Digitale Aufzeichnung, Speicherung, Verarbeitung und Betrachtung der Bilder.....	25
8.1	Scannen und Auslesen des Bilds	25
8.2	Kalibrierung der DDA	25
8.3	Interpolation der Bad-Pixel	26
8.4	Bildverarbeitung	26
8.5	Aufzeichnung und Speicherung digitaler Bilder	26
8.6	Betrachtungsbedingungen am Monitor	26
9	Prüfbericht	27
Anhang A (normativ)	Bestimmung der Basis Ortsauflösung	28
Anhang B (informativ)	Auswahl der Strahlenquelle für unterschiedliche Rohre	32
Literaturhinweise		33

Vorwort

Dieses Dokument (prEN 16407-1:2012) 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 Verfahren und den theoretischen Grundlagen dieses Fachgebiets.

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 Wärmedämmung 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 das tangentielle Prüfverfahren zum Nachweis einer Verringerung der Dicke der Rohrwand und zur Bestimmung der Größenordnung dieser Dickenverringern, die Anordnung der Strahlenquelle erfolgt a) in Höhe der Rohrachse oder b) versetzt zur Rohrachse, wobei der Abstand für die Versetzung gegenüber der Rohrachse dem Rohrradius entspricht.

Teil 2 der vorliegenden Norm erfasst die Doppelwand-Durchstrahlung; es ist zu beachten, dass die Doppelwand-Doppelbild-Technik häufig mit einer tangentialen Durchstrahlung kombiniert wird, bei der die Strahlenquelle in Höhe der Rohrachse angeordnet ist.

Diese Norm gilt für die tangentielle Durchstrahlungsprüfung unter Anwendung industrieller Röntgenfilmtechniken, computerunterstützter digitaler Radiographie (CR) und digitaler Matrixdetektoren (DDA).

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

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

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

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

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

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

FprEN ISO 17636-1:2012, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Durchstrahlungsprüfung — Teil 1: Röntgen- und Gammastrahlungstechniken unter Anwendung von Filmen*

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

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1 größte durchstrahlte Dicke

$w_{\max}$

für eine an die Innenrohrfläche angelegte Tangente die größte vorhandene Rohrdicke

3.2 Nenndicke

t

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

3.3 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

3.4 Außendurchmesser

D_e

äußerer Nenndurchmesser des Rohrs

3.5 durchstrahlte Dicke

w

Dicke des Werkstoffs in Strahlungsrichtung, berechnet aus der Nenndicke

Anmerkung 1 zum Begriff Bei der tangentialen Durchstrahlungsprüfung eines Rohres ist der Mindestwert für w doppelt so groß wie die Rohrwanddicke. Bei Mehrfachwandtechniken wird die durchstrahlte Dicke aus der Nenndicke berechnet.

3.6 Abstand Rohrachse — Detektor

PDD

Abstand zwischen Rohrachse und Detektor

3.7 Größe der Strahlenquelle

d

Größe des Radioisotops

[Quelle: EN 12679:1999, 2.1]

3.8 Abstand Strahlenquelle — Detektor

SDD

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

3.9 Abstand Strahlenquelle — Rohrachse

SPD

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

3.10

Abstand Strahlenquelle — Prüfgegenstand

f

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

3.11

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

3.12

tatsächliche Wanddicke

WT

tatsächliche Dicke der Rohrwand

3.13

gemessene Wanddicke

WT'

auf dem Durchstrahlungsbild oder dem digitalen Bild gemessene Dicke der Rohrwand

3.14

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 tangentialen Durchstrahlungstechniken werden in zwei Klassen eingeteilt:

— Grundtechnik, TA

— verbesserte Prüftechnik, TB

Die Grundtechniken TA sind für die tangentielle Durchstrahlung zum Nachweis des allgemeinen Wanddickenverlusts vorgesehen, z. B. infolge von Erosion oder ausgeprägter Korrosion.

Die verbesserten Prüftechniken TB, die zum Nachweis und zur Größenbestimmung der Fehler im Werkstoff eine höhere Empfindlichkeit erfordern, sollten für die anspruchsvollere tangentielle Durchstrahlung zum Auffinden örtlicher Korrosionsmulden angewendet werden.

Bessere Prüftechniken als Klasse TB 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.

5.7 Typ und Lage der Bildgüteprüfkörper (BPK)

5.7.1 Einfach-Drahtsteg- oder Stufe/Loch-BPK

Für die tangentielle Radiographie sind Einfach-Drahtsteg-BPK oder Stufe/Loch-BPK nicht anwendbar.

5.7.2 Doppel-Drahtsteg-BPK (digitale Durchstrahlungsbilder)

Falls zutreffend, sollten BPK nach prEN ISO 19232-5:2011 für die Messung der Basis-Ortsauflösung eines CR/DDA-Systems verwendet werden (siehe 7.1.2 und Anhang A). Der Doppel-Drahtsteg-BPK ist benachbart zur Folie oder zu den Detektoren aufzulegen und mit einer Neigung von einigen Graden (2° bis 5°) gegenüber den digitalen Zeilen oder Spalten des digitalen Bilds anzuordnen.

6 Empfohlene Vorgehensweise für die Aufnahme von Durchstrahlungsbildern

6.1 Aufnahmeanordnungen

6.1.1 Allgemeines

Üblicherweise sind Durchstrahlungstechniken nach 6.1.2 und 6.1.3 anzuwenden. Bei beiden Techniken muss der Film oder der digitale Detektor so dicht wie möglich am Rohr angeordnet werden.

6.1.2 Anordnung der Strahlenquelle in Höhe der Rohrachse

Für diese Anordnung wird die Strahlenquelle vor dem Rohr angebracht, während sich der Film/Detektor auf der gegenüber liegenden Seite des Rohrs befindet, siehe Bild 1. Das Rohr kann ohne Wärmeisolierung (Bild 1a) oder mit Wärmeisolierung (Bild 1b) ausgeführt sein.