

DIN EN 14784-1



ICS 19.100

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

Non-destructive testing –
Industrial computed radiography with storage phosphor imaging plates –
Part 1: Classification of systems;
German version EN 14784-1:2005

Essais non destructifs –
Radiographie industrielle numérisée avec des plaques-images au phosphore –
Partie 1: Classification des systèmes;
Version allemande EN 14784-1:2005

Gesamtumfang 32 Seiten

Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 138 „Zerstörungsfreie Prüfung“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR (Frankreich) gehalten wird. Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NMP 822 „Durchstrahlungsprüfung und Strahlenschutz“ im Normenausschuss Materialprüfung (NMP).

Deutsche Fassung

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

Non-destructive testing — Industrial computed radiography
with storage phosphor imaging plates —
Part 1: Classification of systems

Essais non destructifs — Radiographie industrielle numérisé
avec des plaques-images au phosphore —
Partie 1: Classification des systèmes

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 1. Juli 2005 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	5
4 Qualifikation des Personals	6
5 CR-Bildgüteprüfkörper	6
6 Verfahren zur quantitativen Messung von Bildgüteparametern	9
7 Klassifizierung von CR-Systemen und Auswertung der Ergebnisse	17
Anhang A (informativ) Beispiel für die I_{IPX}-Messung	21
Anhang B (informativ) Beispiel für ein CR-Prüfphantom	25
Anhang C (informativ) Leitfaden zur Anwendung der verschiedenen Tests und Testverfahren	28
Literaturhinweise	30

Vorwort

Dieses Dokument (EN 14784-1:2005) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 138 „Zerstörungsfreie Prüfung“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Februar 2006, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Februar 2006 zurückgezogen werden.

EN 14784 umfasst eine Reihe Europäischer Normen für die industrielle Computer-Radiographie mit Phosphor-Speicherfolien, die sich aus den Nachfolgenden zusammensetzen:

- EN 14784-1 *Zerstörungsfreie Prüfung — Industrielle Computer-Radiographie mit Phosphor-Speicherfolien — Teil 1: Klassifizierung der Systeme*
- EN 14784-2 *Zerstörungsfreie Prüfung — Industrielle Computer-Radiographie mit Phosphor-Speicherfolien — Teil 2: Grundlagen für die Prüfung von metallischen Werkstoffen mit Röntgen- und Gammastrahlen*

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

1 Anwendungsbereich

In diesem Dokument werden für Systeme der Computer-Radiographie die grundlegenden Parameter mit dem Ziel festgelegt, auf wirtschaftliche Art und Weise zufrieden stellende und wiederholbare Ergebnisse zu erreichen. Die Techniken basieren sowohl auf den grundlegenden Theorien als auch auf Testmessungen. Es werden die Leistungsfähigkeit von Systemen der Computer-Radiographie (CR-Systeme) sowie die Messung der entsprechenden Parameter des zugehörigen Abtastsystems und der Phosphor-Speicherfolie (IP) spezifiziert. Für diese Systeme wird eine Klassifizierung in Kombination mit festgelegten Metallfolien für die industrielle Durchstrahlungsprüfung beschrieben. Durch dieses Dokument soll sichergestellt werden, dass die Bildgüte, so weit sie von der Kombination aus Speicherfolie und Abtastsystem beeinflusst wird, den Anforderungen von Teil 2 dieses Dokuments entspricht. Das Dokument bezieht sich auf die Anforderungen an Filmsysteme für Durchstrahlungsprüfungen, die in EN 584-1 und ISO 11699-1 definiert werden.

In diesem Dokument werden Systemtests unterschiedlichen Aufwands festgelegt. Es werden komplizierte Tests beschrieben, mit denen die Bestimmung exakter Systemparameter möglich ist. Sie können zur Klassifizierung der Systeme von unterschiedlichen Lieferanten angewendet werden, um die Vergleichbarkeit der Systeme für die Anwender zu erleichtern. Diese Tests werden als Herstellertests bezeichnet. Für einige dieser Herstellertests sind spezielle Geräte erforderlich, mit denen das Prüflaboratorium des Anwenders im Allgemeinen nicht ausgestattet ist. Aus diesem Grund werden auch einfachere Tests beschrieben, die für den Anwender als Schnelltest zur Ermittlung der Qualität von CR-Systemen und ihrer Langzeitstabilität vorgesehen sind.

Es gibt verschiedene Faktoren, die auf die Qualität eines CR-Bildes Einfluss nehmen, wie geometrische Unschärfe, Signal-Rausch-Verhältnis, Streustrahlung und Kontrastempfindlichkeit. Im optischen Abtastsystem beeinflussen verschiedene zusätzliche Faktoren (z. B. die Abtastparameter) die exakte Auslesung der Bilder aus den Speicherfolien (IPs).

Die Qualitätsfaktoren können am genauesten durch die in diesem Dokument beschriebenen Herstellertests bestimmt werden. Zur Qualitätssicherung werden einzelne Bildgüteprüfkörper beschrieben, die für praktische, vom Anwender durchzuführende Tests empfohlen werden. Die Tests können entweder einzeln am jeweiligen Prüfkörper oder an einem CR-Phantom (Anhang B) ausgeführt werden. Dieses CR-Phantom umfasst viele der grundlegenden Verfahren zur Beurteilung der Qualität sowie Verfahren zur Überprüfung der vorschriftsmäßigen Funktionsweise des CR-Systems, einschließlich des zum Auslesen der bestrahlten Speicherfolien angewendeten Abtastsystems und des ordnungsgemäßen Löschens der Speicherfolie vor der erneuten Verwendung.

Die im vorliegenden Dokument beschriebenen CR-Systemklassen beziehen sich nicht auf bestimmte Speicherfolien bestimmter Hersteller. Eine CR-Systemklasse ergibt sich aus der Anwendung einer bestimmten Speicherfolie unter Berücksichtigung der Belichtungsbedingungen, insbesondere der Gesamtbelichtung, der Art des Abtastsystems und der Abtastparameter.

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 462-5, *Zerstörungsfreie Prüfung — Bildgüte von Durchstrahlungsaufnahmen — Teil 5: Bildgüteprüfkörper (Doppel-Drahtsteg), Ermittlung der Bildunschärfe*

EN 584-1, *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

Computer-Radiographiesystem (CR-System)

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

3.2

CR-Systemklasse

spezielle Gruppe von Phosphor-Speicherfoliensystemen, die durch den in Tabelle 1 festgelegten Bereich des SNRs (des Signal-Rausch-Verhältnisses) und durch einen bestimmten Wert der Basis-Ortsauflösung (z. B. mit dem Doppel-Drahtsteg bestimmt) in einem bestimmten Belichtungsbereich gekennzeichnet wird

3.3

CEN-Empfindlichkeit, S_{CEN}

definiert die Empfindlichkeit eines CR-Systems, die aus dem reziproken Wert der in Gray gemessenen Strahlungsdosis errechnet wird, die notwendig ist, um das festgelegte Mindest-SNR für ein CR-System zu erreichen

3.4

Signal-Rausch-Verhältnis (SNR)

Quotient aus dem Mittelwert der linearisierten Signalintensität und der Standardabweichung des Rauschens bei dieser Signalintensität. Das SNR hängt von der Strahlungsdosis und den Eigenschaften des CR-Systems ab

3.5

Modulations-Übertragungsfunktion (MTF)

normierter Betrag der Fouriertransformierten (FT) einer differenzierten Kantenspreizfunktion (ESF) der linearisierten photo-stimulierten Lumineszenzintensität (PSL-Intensität), die rechtwinklig zur Abbildung einer scharfen Kante gemessen wird. Die MTF beschreibt die Kontrastübertragung in Abhängigkeit von der Objektgröße. Sie kennzeichnet die Unschärfe des CR-Systems in Abhängigkeit vom Abtastsystem und Speicherfolientyp

3.6

CR-Phantom

Vorrichtung, die eine Anordnung von Bildgüteprüfkörpern zur Bewertung und Überwachung der Qualität des CR-Systems enthält

3.7

Instabilität der Laserstrahl-Abtastung (Laserstrahl-Jitter)

unzureichend gleichmäßige Bewegung des zur Abtastung der Speicherfolie angewendeten Laserscanners, wodurch Linien im Bild als eine Reihe von Stufen erscheinen

3.8

Schlupf des Abtastsystems

Rutschen einer IP im Transportsystem des Abtasters, das zu einer Intensitätsschwankung der horizontalen Bildzeilen führt

3.9

Aliasing; Alias-Effekt

Signale hoher Ortsfrequenzen oberhalb der Abtast-Frequenz (gegeben durch den Pixelabstand), die bei niedrigeren Ortsfrequenzen in das Bild zurück gefaltet werden

3.10

Verstärkung

Einstellung der opto-elektrischen Verstärkung des Abtastsystems

3.11

linearisierte Signalintensität

numerischer Wert des Signals für ein Bildelement (Pixel) im Digitalbild, der proportional zur Strahlungsdosis ist. Bei einer Strahlungsdosis null ist die linearisierte Signalintensität null

3.12

Basis-Ortsauflösung

der Auslesewert der Unschärfe, gemessen mit dem Doppel-Drahtsteg nach EN 462-5, geteilt durch zwei als effektive Pixelgröße der CR-System-Qualifikation des Personals

4 Qualifikation des Personals

Es wird davon ausgegangen, dass die industrielle Computer-Radiographie von qualifiziertem und befähigtem Personal durchgeführt wird. Zur Überprüfung der Qualifikation wird eine Zertifizierung des Personals nach EN 473 oder ISO 9712 empfohlen.

5 CR-Bildgüteprüfkörper

5.1 Beschreibung von CR-Bildgüteprüfkörpern für Anwender- und Herstellertests

5.1.1 Allgemeines

Nachfolgend werden CR-Bildgüteprüfkörper beschrieben, die unter Verweis auf dieses Dokument identifiziert werden.

5.1.2 Bildgüteprüfkörper (BPK) zur Anzeige der Kontrastempfindlichkeit

Die Beschreibung der für die Anzeige der Kontrastempfindlichkeit ausgewählten Prüfkörper entspricht ASTM E 1647-98a (Einzelheiten siehe Anhang B.4).

5.1.3 Doppel-Drahtsteg-Bildgüteprüfkörper

Die Beschreibung der Doppel-Drahtsteg-Bildgüteprüfkörper entspricht EN 462-5. Der BPK muss unter einem Winkel von 5° zur Richtung der Abtastzeilen oder rechtwinklig zu den Abtastzeilen (in Richtung der Folienbewegung) angeordnet werden.

5.1.4 Bildgüteprüfkörper (BPK) mit konvergierenden Linienpaaren

Dieser Prüfkörper besteht aus fünf konvergierenden (0,03 mm dicken) Bleistreifen, die für die Bestimmung der Ortsauflösung verwendet werden können, indem die Grenze der gerade noch getrennt wahrnehmbaren Linienpaare bestimmt wird. Sie müssen einen Bereich von 1,5 bis 20 Linienpaaren pro Millimeter (lp/mm) umfassen. Es sind zwei Bildgüteprüfkörper zu verwenden, einer in Richtung der Abtastzeilen und der andere rechtwinklig dazu.

5.1.5 Bildgüteprüfkörper (BPK) zur Anzeige der Linearität

Lineale aus hoch absorbierendem Material befinden sich am Rand des abgetasteten Bereichs. Es müssen zwei Prüfkörper verwendet werden, einer in Richtung der Abtastzeilen und der andere rechtwinklig dazu. Die Skale muss mindestens in Millimeter unterteilt sein.

5.1.6 T-Target

Dieser CR-Bildgüteprüfkörper besteht aus einem scharfkantigen, dünnen Messing- oder Kupferblech (Dicke $\leq 0,5$ mm). Dieses Blech wird in Form eines „T“ mit 5 mm breiten Segmenten hergestellt. Das „T“ sollte eine Größe von mindestens 50 mm $\times$ 70 mm haben. Es ist rechtwinklig bzw. parallel zur Richtung der Abtastzeilen auszurichten (siehe Bild B.1).

5.1.7 Bildgüteprüfkörper (BPK) zur Anzeige des Abtastschlupfs

Dieser Bildgüteprüfkörper besteht aus einem homogenen, 0,5 mm dicken Aluminiumstreifen. Er hat eine rechteckige Form (siehe Bild B.1) und muss rechtwinklig bzw. parallel zur Richtung der Abtastzeilen ausgerichtet werden.

5.1.8 Bildgüteprüfkörper (BPK) zur Anzeige der Bildinhomogenität (Shading)

Zur Messung der Bildinhomogenität dürfen unterschiedliche Indikatoren angewendet werden.

Eine Ausführung basiert auf der gleichmäßigen Belichtung einer Speicherfolie (IP), auf der ein dünnes Al-Blech (0,5 mm bis 1,0 mm) angeordnet ist. Die Belichtung muss durch energiearme Strahlung erfolgen (50 keV bis 100 keV).

Eine weitere Ausführung ist der Bildinhomogenitäts-BPK des CR-Prüfphantoms (siehe Anhang B).

5.1.9 Bildgüteprüfkörper (BPK) zur Anzeige der Ausrichtung des Zentralstrahls

Der Ausrichtungs-Prüfkörper besteht aus einer flachen Rolle (Höhe 1,5 mm bis 2,0 mm) aus einer dünnen Bleifolie, die durch eine 0,1 mm bis 0,2 mm dicke Zwischenlage aus gering absorbierendem Material getrennt wird (siehe Anhang B.3). Werkstoffe mit Wabenstruktur dürfen ebenfalls verwendet werden.

5.2 Anwendungsverfahren für CR-Bildgüteprüfkörper

5.2.1 Allgemeines

Die CR-Bildgüteprüfkörper sind sowohl für die rasche Beurteilung der Qualität eines CR-Systems als auch für eine regelmäßige Qualitätskontrolle vorgesehen. Anhang C enthält einen Leitfaden zur Anwendung der verschiedenen Tests und Testverfahren.

5.2.2 Belichtung von CR-Bildgüteprüfkörpern (Anwendertest)

Die CR-Bildgüteprüfkörper sollten im CR-Phantom auf besondere Weise angeordnet werden, die im Anhang B beschrieben wird. Die CR-Bildgüteprüfkörper können einzeln oder alle gemeinsam im CR-Phantom angewendet werden. Der ausgewählte Satz von CR-Bildgüteprüfkörpern oder das CR-Phantom wird auf die Kassette aufgelegt, die eine Speicherfolie enthält. Die Strahlenquelle wird in 1 m Abstand angeordnet, und der Strahl wird auf die Mitte der Folie ausgerichtet. Wenn die Strahlungsenergie 100 keV überschreitet, muss zwischen den CR-Bildgüteprüfkörpern oder dem CR-Phantom und der IP eine Bleifolie von 0,1 mm zur Verringerung der Streustrahlung eingefügt werden. Testbelichtungen werden durchgeführt, um Strahlung und CR-Systemfunktionen zu optimieren, und das endgültig zu bewertende Bild wird vereinbart.

Die Belichtungszeit und die Einstellung der Parameter für das CR-Abtastsystem bestimmen die Bildgüte ebenso wie der Typ der Speicherfolie. Diese Werte und der IP-Typ müssen dokumentiert und ebenso wie Strahlungsenergie (keV, Art der Gammastrahlenquelle), Dosis (z. B. in mAs) und Strahlungsqualität (Vorfilter, Art der Röntgenröhre und Röhrenfenster) vereinbart werden.

ANMERKUNG Lange Belichtungszeiten und niedrige Einstellungen für die Verstärkung ergeben eine hohe Kontrastauflösung und hohes SNR. Außerdem ist die Kontrastempfindlichkeit für eine Einstellung mit großer Pixelgröße (hohe Unschärfe) höher als für eine Einstellung mit kleiner Pixelgröße (geringe Unschärfe).

5.2.3 Erstbewertung von CR-Bildgüteprüfkörpern (Anwendertest)

Für eine Erstbewertung der Qualität wird/werden die Durchstrahlungsaufnahme(n) des CR-Phantoms oder der getrennten Bildgüteprüfkörper auf dem Monitor (oder einem Filmausdruck) auf die in 5.1.2 bis 5.1.9 und 6.3.2, 6.3.3, 6.4.1 bis 6.4.7 beschriebenen Merkmale untersucht. Die Ergebnisse können die Grundlage für Vereinbarungen zwischen den Vertragspartnern bilden.

5.2.4 Regelmäßige Überprüfung (Anwendertest)

Es muss jeweils einer der in 5.1.2 bis 5.1.8 (Ausrichtungs-BPK nach 5.1.9) beschriebenen CR-Bildgüteprüfkörper oder das CR-Phantom abgebildet werden, und die Ergebnisse sind in Abständen auszuwerten, die zwischen den Vertragspartnern vereinbart werden. Für eine regelmäßige Überprüfung ist sicherzustellen, dass die für die Test 6.3.2, 6.3.3 und 6.4.1 bis 6.4.7 vereinbarten Bildgütewerte erreicht werden.

5.3 Abklingen des Bildes auf der Speicherfolie (Fading)

Die Intensität des auf der Folie gespeicherten Bildes verringert sich in Abhängigkeit von der Zeit. Dieser Effekt wird als Bildabklingen (Fading) bezeichnet. Zur Messung der Abklingkennwerte müssen folgende Schritte durchgeführt werden:

- a) gleichmäßige Belichtung einer Folie mit typischen Belichtungsbedingungen. Zur Dokumentation sollen die folgenden Parameter aufgezeichnet werden: Röhrenspannung, Abstand Röhre-Speicherfolie, verwendetes Vorfilter (Material und Dicke). Das belichtete Bild muss eine Intensität zwischen 70 % und 90 % der maximal möglichen Intensität des CR-Abtastsystems bei niedrigster Verstärkung und linearisierter Kennlinie erreichen;
- b) Auslesen der Folie fünf Minuten nach der Belichtung;
- c) die linearisierte Ausleseintensität dieser Messung wird als Bezugswert (100 %) gewählt;
- d) zur Belichtung der Speicherfolie müssen stets die gleichen Parameter für die Röntgenstrahlung verwendet werden (kV, mA · s, Abstand);
- e) Änderung des Zeitabstands zwischen Belichten und Auslesen. Dieser Zeitabstand zwischen Belichten und Auslesen wird beginnend bei 15 min für alle weiteren Messungen jeweils verdoppelt, so dass Abstände von 30 min, 1 h, 2 h, 4 h usw. bis zu 128 h oder anwendungsbedingt andere Zeitabstände anzuwenden sind;
- f) Auftragen der linearisierten Ausleseintensität (Grauwert) über der Zeit zwischen dem Belichten und Auslesen der Speicherfolie.

Um vorschriftsmäßige Belichtungsbedingungen bei CR-Anwendungen sicherzustellen, muss dieser Abklingeffekt berücksichtigt werden.

Um reproduzierbare Prüfergebnisse zu ermöglichen, ist es wichtig, Abklingeffekte zu berücksichtigen, die die benötigten Belichtungszeiten beeinflussen. Der Zeitabstand zwischen Belichten und Auslesen muss für alle Prüfungen vor Ort und Tests dieses Dokuments den Zeitabständen der üblichen Anwendungen des CR-Systems entsprechen.