

DIN EN ISO 15708-4



ICS 19.100

Entwurf

Einsprüche bis 2018-12-05
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 16016-4:2012-01

**Zerstörungsfreie Prüfung –
Durchstrahlungsverfahren für Computertomografie –
Teil 4: Qualifizierung (ISO 15708-4:2017);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 15708-4:2018**

Non-destructive testing –
Radiation methods for computed tomography –
Part 4: Qualification (ISO 15708-4:2017);
German and English version prEN ISO 15708-4:2018

Essais non destructifs –
Méthodes par rayonnements pour la tomographie informatisée –
Part 4: Qualification (ISO 15708-4:2017);
Version allemande et anglaise prEN ISO 15708-4:2018

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2018-10-05 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, 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 31 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

Nationales Vorwort

Der Text von ISO 15708-4:2017 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 135 „Non-destructive testing“ der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und als prEN ISO 15708-4:2018 durch das Technische Komitee CEN/TC 138 „Zerstörungsfreie Prüfung“ übernommen, dessen Sekretariat von AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 062-08-22 AA „Industrielle Durchstrahlungsprüfung“ im DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

DIN EN ISO 15708 besteht unter dem allgemeinen Titel *Zerstörungsfreie Prüfung — Durchstrahlungsverfahren — Computertomografie* aus den folgenden Teilen:

- Teil 1: Terminologie
- Teil 2: Grundlagen, Geräte und Proben
- Teil 3: Durchführung und Auswertung
- Teil 4: Qualifizierung

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 15708-1:2017	siehe	E DIN EN ISO 15708-1:2018-11
ISO 15708-2	siehe	E DIN EN ISO 15708-2

Änderungen

Gegenüber DIN EN 16016-4:2012-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Normative Verweisungen aktualisiert;
- b) redaktionelle Überarbeitung des Dokumentes.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

E DIN EN ISO 15708-1:2018-11, *Zerstörungsfreie Prüfung — Durchstrahlungsverfahren für Computertomografie — Teil 1: Terminologie*

E DIN EN ISO 15708-2, *Zerstörungsfreie Prüfung — Durchstrahlungsverfahren für Computertomografie — Teil 2: Grundlagen, Geräte und Proben*

Zerstörungsfreie Prüfung — Durchstrahlungsverfahren für Computertomografie — Teil 4: Qualifizierung (ISO 15708-4:2017)

Essais non destructifs — Méthodes par rayonnements pour la tomographie informatisée — Partie 4 : Qualification (ISO 15708-4:2017)

Non-destructive testing — Radiation methods for computed tomography — Part 4: Qualification (ISO 15708-4:2017)

ICS:

Deskriptoren

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

STD Version 2.9d

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	3
Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Qualifizierung der Prüfung	5
4.1 Allgemeines	5
4.2 Qualifizierung der Fehlerprüfung	6
4.2.1 Allgemeines	6
4.2.2 Qualitätsmerkmal	6
4.2.3 Detailerkennbarkeit/Prüfsystem/Parametrisierung des Systems	6
4.2.4 Verifizierung der Eignung	7
4.2.5 Konsistenzprüfung	8
4.2.6 Dokumentation	8
4.3 Qualifizierung der Maßprüfung	8
4.3.1 Allgemeines	8
4.3.2 Prüf- und Messaufgabe	8
4.3.3 Maßprüfung/Prüfsystem/Systemparametrisierung	8
4.3.4 Genauigkeitsgrad	9
4.3.5 Konsistenzprüfung	10
4.3.6 Dokumentation	10
5 Qualifizierung des CT-Systems	10
5.1 Allgemeines	10
5.2 Ganzheitliche Prüfung des Gesamtsystems	10
5.3 Überprüfung der Systembauteile	11
5.3.1 Allgemeines	11
5.3.2 Manipulationssystem	11
5.3.3 Abbildungsmaßstab	11
5.3.4 Rechtwinkligkeit der Strahlenachse	11
5.3.5 Röhrenbrennfleck	11
5.3.6 Röhrenstabilität	11
5.3.7 Detektor	11
5.3.8 Rekonstruktion	11
5.3.9 Darstellung	11
5.4 Dokumentation	12
6 Beispiel für Verfahren zur Bewertung der Auflösung des CT-Systems	12
6.1 Präambel	12
6.2 Abtastparameter	12
6.3 Empfehlungen für die Gestaltung von Vergleichsobjekten	13
6.4 Verfahren zur Messung der Dichteauflösung	13
6.4.1 Allgemeines	13
6.4.2 Vergleichsobjekt für Hochenergieanlagen	14
6.4.3 Vergleichsobjekt für Niedrigenergieanlagen	14
6.4.4 Versuchsmessungen	14
Literaturhinweise	16

Europäisches Vorwort

Der Text von ISO 15708-4:2017 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 135 „Non-destructive testing“ der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und als prEN ISO 15708-4:2018 durch das Technische Komitee CEN/TC 138 „Zerstörungsfreie Prüfung“ übernommen, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 16016-4:2011 ersetzen.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 15708-4:2017 wurde von CEN als prEN ISO 15708-4:2018 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Themen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Eine Erläuterung zum freiwilligen Charakter von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT) berücksichtigt, enthält der folgende Link: www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Europäischen Komitee für Normung (CEN) (als EN 16016-4) erarbeitet und wurde mithilfe eines speziellen „Schnellverfahrens“ vom Technischen Komitee ISO/TC 135, *Non-destructive testing*, Unterkomitee SC 5, *Radiographic testing*, parallel mit Zustimmung der ISO-Mitgliedsorganisationen, angenommen.

Es berücksichtigt Entwicklungen auf dem Gebiet der Computertomographie (CT) und Rechenleistung über den Verlauf der zurückliegenden Dekade.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 15708 ist auf der ISO-Internetseite abrufbar.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Leitlinien für die Qualifizierung des Leistungsverhaltens eines CT-Systems unter Beachtung verschiedener Prüfaufgaben fest.

Es gilt für die *industrielle* Bildgebung (d. h. nicht medizinische Anwendungen) und bietet einen einheitlichen Satz von Festlegungen zu CT-Leistungsparametern, einschließlich der Art des Zusammenhangs dieser Leistungsparameter mit den Spezifikationen des CT-Systems.

Dieses Dokument befasst sich mit der axialen Computertomografie und schließt weitere Arten der Tomografie, wie z. B. Translationstomografie und Tomosynthese, aus.

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).

ISO 15708-2, *Non-destructive testing — Radiation methods for computed tomography — Part 2: Operation and interpretation*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 15708-1.

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

- IEC Electropedia: unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: unter <http://www.iso.org/obp>

4 Qualifizierung der Prüfung

4.1 Allgemeines

Die CT wird in der Industrie sowohl bei der Fehlerprüfung als auch bei der Maßprüfung und dem dimensionellen Messen angewendet. Da die CT keine direkte Messung der gewünschten Größen, wie z. B. Porengröße oder Wanddicke, ermöglicht, müssen diese Größen aus den Daten für die lineare Schwächung von Röntgenstrahlen abgeleitet werden, die in CT-Grauwerten dargestellt werden. Die Detailerkennbarkeit und der erforderliche Genauigkeitsgrad hängen von der Prüfaufgabe, der Spezifikation der vorliegenden Prüfeinrichtung und den angewendeten Analyse- und Bewertungsverfahren ab. Ist die Bestimmung derartiger Größen erforderlich, ist eine spezielle, aufgabenspezifische Qualifizierungsprüfung (Eignungsprüfung) des CT-Systems notwendig. Die Qualifizierungsmaßnahmen sind in 4.2 und 4.3 beschrieben. Die Qualifizierung sollte von geschultem Personal durchgeführt werden. Das geschulte Personal muss in der Lage sein, eine durchlaufene Schulung und Qualifizierung in der digitalen industriellen Radiografie bzw. Radioskopie nachzuweisen.

4.2 Qualifizierung der Fehlerprüfung

4.2.1 Allgemeines

Im Rahmen der Qualifizierung einer Prüfung sollte die Eignung der CT-Prüftechnik zur Messung einer Größe mit der geforderten Präzision verifiziert werden. Die nachstehend beschriebenen Schritte sind üblich für die erfolgreiche Verifizierung der Eignung von CT für Industrieanwendungen.

4.2.2 Qualitätsmerkmal

Typische zu messende Größen sind die Größe von Poren, Hohlräumen, Rissen, Einschlüssen, Verunreinigungen sowie Untersuchungen zur Materialverteilung und Anordnung und Einbaulage von Bauteilen. Da die Untersuchungsprobe und die Art, Position und Größe der nachzuweisenden Details die Eigenschaften eines anzuwendenden CT-Systems bestimmen, sollten beispielsweise folgende Angaben bekannt sein:

- a) Prüfgegenstand:
 - 1) Maße;
 - 2) Masse;
 - 3) Materialien;
 - 4) im Material zu durchdringende Weglänge;
- b) zu prüfendes Detail:
 - 1) Art;
 - 2) Position;
 - 3) Größe;
 - 4) Verteilung, Häufigkeit;
- c) Detailerkennbarkeit:
 - 1) limitierender Fehler;
 - 2) limitierendes Detail.

Da die Detailerkennbarkeit stark die Spezifikation beeinflusst und folglich die Kosten eines CT-Systems, muss die Festlegung der erforderlichen Nachweisempfindlichkeit der Prüfung besondere Beachtung finden. Wenn auf Grund fehlender Informationen keine Grenzwerte für die Details festgelegt sind, wird empfohlen, die bestmögliche Empfindlichkeit für das konkrete Verfahren und CT-System zu verwenden und die erreichte Detailerkennbarkeit zum Beispiel unter Anwendung von zerstörenden Prüfungen zu verifizieren.

4.2.3 Detailerkennbarkeit/Prüfsystem/Parametrisierung des Systems

Die Gebrauchstauglichkeit des CT-Systems und die Auswahl der Systemparameter werden durch die Anforderungen an die Detailerkennbarkeit bestimmt. Typische Regelgrößen sind:

- a) räumliche Auflösung:
 - 1) gesamte räumliche Auflösung des CT-Bilds;
 - 2) Aufnahmegeometrie;
 - 3) räumliche Auflösung des Detektors;
 - 4) Brennfleckgröße der Strahlenquelle;

- b) Kontrastauflösung:
 - 1) gesamte Kontrastauflösung des CT-Bilds;
 - 2) Detektoreinstellungen;
 - 3) Röhrenspannung;
 - 4) Röhrenstrom;
- c) Rekonstruktion/Darstellung:
 - 1) Anzahl der Projektionen;
 - 2) CT-Grauwertdynamikbereich der Rekonstruktion oder Darstellung;
 - 3) Größe des CT-Bildes in Form der X-, Y- und Z-Achse.

Der Aufbau des CT-Systems und die Parameter der Bildgüte sind in ISO 15708-2:2016, 4.1 und 5.1, beschrieben.

4.2.4 Verifizierung der Eignung

4.2.4.1 Allgemeines

Es muss eine zuverlässige Angabe der Fehlernachweisempfindlichkeit und der Fehlererkennbarkeit des in einer Prüfung eingesetzten CT-Systems erfolgen, unter Angabe des geforderten Genauigkeitsgrades der Prüfung (zulässige Abweichung, Schwankungsbreite). Nachstehend werden verschiedene alternative Verfahren beschrieben.

4.2.4.2 Vergleichsproben mit natürlichen Fehlern

Wenn eine Vergleichsprobe mit einem bekannten Fehler zur Verfügung steht, wird eine Untersuchung dieser Probe durchgeführt und die Erkennbarkeit wird nach Abschluss der Prüfung angegeben.

Wenn eine Vergleichsprobe mit nicht quantifizierten Fehlern zur Verfügung steht, wird eine Untersuchung dieses Teils durchgeführt und die Fehlererkennbarkeit wird unter Anwendung einer Gegenprüfung ermittelt, zum Beispiel unter Anwendung einer zerstörenden Prüfung nach erfolgter CT-Abtastung.

4.2.4.3 Vergleichsprobe mit künstlichem Fehler

Kann das zu prüfende Detail mit einem künstlichen Fehler, zum Beispiel einer Bohrung, nachgebildet werden, kann die Verifizierung der Fehlererkennbarkeit wie im vorstehenden Abschnitt beschrieben erfolgen.

4.2.4.4 Vergleichsprobe ohne Spezifikationen

Wenn für den Zustand der Vergleichsprobe keine Spezifikationen zur Verfügung stehen und eine Gegenprüfung nicht möglich ist, wird die Prüfung unter Anwendung der Systemempfindlichkeit durchgeführt. Probenstrukturen, wie z.B. Wanddicken, und Messungen der Außenmaße können zur Abschätzung der Fehlererkennbarkeit verwendet werden. Alternative Vergleichsproben, wie z.B. Drähte oder Kugeln mit bekannten Maßen, können verwendet werden.

4.2.5 Konsistenzprüfung

Die CT-Abtastung erfordert mehrere sehr komplexe Prozessschritte, bei denen Fehlerquellen nicht immer ausgeschlossen werden können. Nach der Abtastung kann Folgendes verwendet werden, um den möglichen Fehlerquellen nachzugehen:

- Rekonstruktion: Größe, Position der CT-Schichten, mögliche Artefakte;
- CT-Abbildungsmaßstab;
- Sinogramm (CT-Grauwert und Kurvenverlauf) oder CT-Projektionsabfolge (Vergleich von Projektionen, Bildgüte der Projektionen, Intensitätsänderungen);
- Systemzustand (Fehlermeldungen).

Wenn Fehler auftreten, sind sie entweder zu korrigieren oder ihre Ursachen sind zu beseitigen und die Prüfung ist zu wiederholen.

4.2.6 Dokumentation

Im Qualifizierungsbericht sind die betreffenden Parameter und Ergebnisse der Qualifizierungsschritte zu beschreiben und darzustellen. Die CT-Bilder sind für einen Zeitraum zu archivieren, der mit dem Endanwender zu vereinbaren ist. Die Prüfparameter sind so zu archivieren, dass im Fall sich wiederholender Prüfteile und zu prüfender Details ein identisches Prüfverfahren möglich ist.

4.3 Qualifizierung der Maßprüfung

4.3.1 Allgemeines

Die CT-Untersuchung liefert Informationen über die 3D-Struktur einer Probe, aus denen Daten zur Oberfläche und Geometrie abgeleitet werden können. Da diese Daten auf physikalischen Röntgenabsorptionsunterschieden an den Konturübergängen beruhen, können im Vergleich zu klassischen taktilen oder optischen Messverfahren geringe Unterschiede in den gemessenen Werten auftreten. In den folgenden Abschnitten werden die CT-Aufnahmeparameter, die die Ergebnisse beeinflussen, zusammen mit den Prozessschritten, die die Genauigkeit der Ergebnisse beeinflussen, beschrieben.

4.3.2 Prüf- und Messaufgabe

Dimensionelle Messaufgaben umfassen die Messungen von einzelnen Maßen des Prüfgegenstandes, Messungen der Wanddicke, Oberflächenextraktion, Volumenextraktion oder Soll-Ist-Vergleiche. Die erforderliche Messpräzision ist für jede Aufgabe und, falls erforderlich, für die verschiedenen Teile der Probe festzulegen.

4.3.3 Maßprüfung/Prüfsystem/Systemparametrisierung

Der erreichbare Genauigkeitsgrad hängt vom Prüfgegenstand, den Grenzen der Röntgenphysik und der anschließenden Datenbehandlung ab. Eine erste Abschätzung des Genauigkeitsgrades einer CT-gestützten dimensionellen Messung kann mit den folgenden Parametern erfolgen:

- a) räumliche Auflösung im Prüfgegenstand:
 - 1) Maße;
 - 2) geometrische Vergrößerung, Voxelgröße;
 - 3) Detektorauflösung;
 - 4) Brennfleck;