

## DIN EN ISO 15708-3



ICS 19.100

Ersatz für  
DIN EN 16016-3:2012-12

**Zerstörungsfreie Prüfung –  
Durchstrahlungsverfahren für Computertomographie –  
Teil 3: Durchführung und Auswertung (ISO 15708-3:2017);  
Deutsche Fassung EN ISO 15708-3:2019**

Non-destructive testing –  
Radiation methods for computed tomography –  
Part 3: Operation and interpretation (ISO 15708-3:2017);  
German version EN ISO 15708-3:2019

Essais non destructifs –  
Méthodes par rayonnements pour la tomographie informatisée –  
Partie 3: Fonctionnement et interprétation (ISO 15708-3:2017);  
Version allemande EN ISO 15708-3:2019

Gesamtumfang 32 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

## Nationales Vorwort

Der Text von ISO 15708-3:2017 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 135 „Non-destructive testing“ der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und als EN ISO 15708-2:2019 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).

DIN EN ISO 15708 besteht unter dem allgemeinen Titel *Zerstörungsfreie Prüfung — Durchstrahlungsverfahren für Computertomographie* 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 | DIN EN ISO 15708-1: —* |
| ISO 15708-2:2017   | siehe | DIN EN ISO 15708-2: —* |
| ISO 15708-4:2016** | siehe | DIN EN ISO 15708-4: —* |

Dieses Dokument enthält mehrere Nationale Fußnoten.

## Änderungen

Gegenüber DIN EN 16016-3:2012-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Änderung der Normnummer durch ISO-Übernahme;
- b) Abschnitt 1 „Anwendungsbereich“ um Hinweis ergänzt;
- c) normative Verweisungen und Literaturhinweise aktualisiert;
- d) in 4.2.2 Empfehlung zur Anzahl der Projektionen für die beste Rekonstruktionsqualität ergänzt;
- e) redaktionelle Überarbeitung des Dokumentes.

## Frühere Ausgaben

DIN EN 16016-3: 2012-01, 2012-12

---

\* wird veröffentlicht

\*\* Fehler in der englischen Referenzfassung: Die richtige Verweisung lautet ISO 15708-4:2017

## Nationaler Anhang NA (informativ)

### Literaturhinweise

DIN EN ISO 15708-1: —\*, *Zerstörungsfreie Prüfung — Durchstrahlungsverfahren für Computertomographie — Teil 1: Terminologie*

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

DIN EN ISO 15708-4: —\*, *Zerstörungsfreie Prüfung — Durchstrahlungsverfahren für Computertomographie — Teil 4: Qualifizierung*

---

\* wird veröffentlicht

— Leerseite —

Deutsche Fassung

**Zerstörungsfreie Prüfung - Durchstrahlungsverfahren für  
Computertomographie - Teil 3: Durchführung und Auswertung  
(ISO 15708-3:2017)**

Non-destructive testing - Radiation methods for  
computed tomography - Part 3: Operation and  
interpretation (ISO 15708-3:2017)

Essais non destructifs - Méthodes par rayonnements  
pour la tomographie informatisée - Partie 3:  
Fonctionnement et interprétation (ISO 15708-3:2017)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 11. Februar 2019 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 CEN-CENELEC-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, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

## Inhalt

|                                                                                            | Seite |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Europäisches Vorwort .....                                                                 | 3     |
| Vorwort .....                                                                              | 4     |
| 1 Anwendungsbereich .....                                                                  | 5     |
| 2 Normative Verweisungen .....                                                             | 5     |
| 3 Begriffe .....                                                                           | 5     |
| 4 Verfahrensweise zur Durchführung .....                                                   | 5     |
| 4.1 Allgemeines .....                                                                      | 5     |
| 4.2 Aufbau des CT-Systems .....                                                            | 5     |
| 4.2.1 Allgemeines .....                                                                    | 5     |
| 4.2.2 Geometrie .....                                                                      | 6     |
| 4.2.3 Röntgenstrahlenquelle .....                                                          | 7     |
| 4.2.4 Detektor .....                                                                       | 7     |
| 4.3 Rekonstruktionsparameter .....                                                         | 7     |
| 4.4 Darstellung .....                                                                      | 8     |
| 4.5 Analyse und Auswertung von CT-Bildern .....                                            | 8     |
| 4.5.1 Allgemeines .....                                                                    | 8     |
| 4.5.2 Detailprüfung/Fehlerprüfung .....                                                    | 8     |
| 4.5.3 Maßprüfung .....                                                                     | 8     |
| 5 Anforderungen an zulässige Ergebnisse .....                                              | 11    |
| 5.1 Parameter der Bildgüte .....                                                           | 11    |
| 5.1.1 Kontrast .....                                                                       | 11    |
| 5.1.2 Rauschen .....                                                                       | 13    |
| 5.1.3 Signal-Rausch-Verhältnis .....                                                       | 13    |
| 5.1.4 Kontrast-Rausch-Verhältnis .....                                                     | 14    |
| 5.1.5 Räumliche Auflösung .....                                                            | 14    |
| 5.2 Eignung der Prüfung .....                                                              | 16    |
| 5.3 Auswertung und Annahmekriterien der CT-Untersuchung .....                              | 16    |
| 5.4 Aufzeichnungen und Berichte .....                                                      | 17    |
| 5.5 Artefakte .....                                                                        | 17    |
| 5.5.1 Allgemeines .....                                                                    | 17    |
| 5.5.2 Strahlaufhärtingsartefakte .....                                                     | 18    |
| 5.5.3 Kantenartefakte .....                                                                | 18    |
| 5.5.4 Streustrahlung .....                                                                 | 19    |
| 5.5.5 Instabilitäten .....                                                                 | 20    |
| 5.5.6 Ringartefakte .....                                                                  | 20    |
| 5.5.7 Artefakte durch Abweichen des Rotationszentrums .....                                | 21    |
| 5.5.8 Bewegungsartefakte .....                                                             | 22    |
| 5.5.9 Artefakte durch eine unzureichende Anzahl von Projektionen .....                     | 22    |
| 5.5.10 Kegelstrahlartefakte .....                                                          | 23    |
| Anhang A (informativ) Messung der räumlichen Auflösung mit Linienpaar-Messschablonen ..... | 24    |
| Literaturhinweise .....                                                                    | 28    |

## **Europäisches Vorwort**

Der Text von ISO 15708-3:2017 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 135, „Non-destructive testing“ der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und als EN ISO 15708-3:2019 durch das Technische Komitee CEN/TC 138 „Zerstörungsfreie Prüfung“ übernommen, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Oktober 2019, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Oktober 2019 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN 16016-3:2011.

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

### **Anerkennungsnotiz**

Der Text von ISO 15708-3:2017 wurde von CEN als EN ISO 15708-3:2019 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

## Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung von Nationalen Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird normalerweise von ISO Technischen Komitees 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 Organisationen, staatlich und nicht-staatlich, in Liaison mit ISO, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) bei allen elektrotechnischen Themen 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. Im Besonderen sollten die für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten notwendigen Annahmekriterien beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe [www.iso.org/directives](http://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 empfangenen Patentерklärungen (siehe [www.iso.org/patents](http://www.iso.org/patents)).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname wird als Information zum Nutzen der Anwender angegeben und stellt keine Anerkennung dar.

Eine Erläuterung der Bedeutung ISO-spezifischer Benennungen und Ausdrücke, die sich auf Konformitätsbewertung beziehen, sowie Informationen über die Beachtung der Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) zu technischen Handelshemmnissen (TBT, en: Technical Barriers to Trade) durch ISO enthält der folgende Link: [www.iso.org/iso/foreword.html](http://www.iso.org/iso/foreword.html).

Dieses Dokument wurde vom Europäischen Komitee für Normung (CEN) (als EN 16016-3) 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.

Die erste Ausgabe ISO 15708-3 ersetzt ISO 15708-2:2002, die technisch überarbeitet wurde. Sie berücksichtigt nun 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 bietet einen Überblick über den Betrieb eines Computertomographie-(CT-)Systems und die Auswertung der Ergebnisse, um dem Anwender technische Informationen zur Auswahl geeigneter Parameter zur Verfügung zu stellen.

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 Computertomographie und schließt weitere Arten der Tomographie, wie z. B. Translationstomographie 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 15708-1:2017, *Non-destructive testing — Radiation methods for computed tomography — Part 1: Terminology*

ISO 15708-2:2017, *Non-destructive testing — Radiation methods for computed tomography — Part 2: Principle, equipment and samples*

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

## 4 Verfahrensweise zur Durchführung

### 4.1 Allgemeines

Bei zielgerichteten Computertomographie-(CT-)Untersuchungsverfahren werden die Prüf- und Messaufgaben im Voraus unter Berücksichtigung der Größe und Art der zu verifizierenden Details/Fehler festgelegt; zum Beispiel durch die Spezifikation geeigneter Zulässigkeitsgrenzen und geometrischer Abweichungen. Im Folgenden werden die Prozessschritte einer CT-Anwendung beschrieben und Informationen zu deren Umsetzung gegeben.

### 4.2 Aufbau des CT-Systems

#### 4.2.1 Allgemeines

Der Aufbau des CT-Systems orientiert sich an den Anforderungen einer bestimmten Aufgabe. Aus diesen Anforderungen können die erforderliche räumliche Auflösung (unter Berücksichtigung der Röhrenbrennfleckgröße), Kontrastauflösung, Voxelgröße und Güte des CT-Bildes abgeleitet werden. Die Güte des CT-Bildes wird durch unterschiedliche Parameter bestimmt, die unter bestimmten Umständen einander entgegenwirken.

Im Folgenden werden die Systemparameter beschrieben und Informationen zur Einstellung eines CT-Systems für die Untersuchung gegeben. Auf Grund der Wechselwirkungen der verschiedenen Systemparameter kann es notwendig sein, die Einrichtungsschritte mehrmals zu durchlaufen, um optimale Daten zu erfassen.

Die optimale Energie ist die Energie, die das beste Signal-Rausch-Verhältnis ergibt, und nicht unbedingt die, die zum deutlichsten Durchstrahlungsbild führt (die Abhängigkeit der Detektoreffizienz von der Energie ist zu berücksichtigen). Um jedoch zwischen Materialien unterschiedlicher chemischer Zusammensetzung unterscheiden zu können, ist es möglicherweise notwendig, die Beschleunigungsspannung anzupassen, um den Unterschied zwischen den linearen Schwächungskoeffizienten zu maximieren.

#### **4.2.2 Geometrie**

Die Abstände Strahlenquelle/Detektor und Strahlenquelle/Prüfgegenstand und dementsprechend auch der verwendete Öffnungswinkel (Strahlwinkel) sollten festgelegt werden. Zum Erreichen hoher Auflösungen kann die Projektion auf den Detektor vergrößert werden. Die Vergrößerung ist gleich dem Verhältnis des Abstandes Strahlenquelle/Detektor zum Abstand Strahlenquelle/Prüfgegenstand. Eine Zunahme des Abstandes Strahlenquelle/Detektor führt zu einer verringerten Intensität am Detektor und somit zu einem reduzierten Signal-Rausch-Verhältnis. Das gilt folglich auch bei der Anwendung von Detektoren mit verbesserter Detektorauflösung, was zu einer Reduzierung des Signal-Rausch-Verhältnisses auf Grund der verringerten Intensität je Pixel führen kann. Im Allgemeinen ist aus diesem Grund eine Minimierung des Abstandes Strahlenquelle/Prüfgegenstand zu bevorzugen.

Um hohe Strahlungsintensität am Detektor zu erreichen, sollte der Abstand Strahlenquelle/Detektor unter Berücksichtigung der erforderlichen Auflösung so gewählt werden, dass er möglichst klein ist, so dass der Röntgenstrahlenkegel dennoch den Detektor vollständig ausleuchtet. Um rekonstruktionsbedingte (Feldkamp-)Verzeichnungen des 3D-Modells zu minimieren, sollte im Fall von 3D-CT der (im Allgemeinen vertikale) Gesamtkegelstrahlwinkel parallel zur Rotationsachse üblicherweise weniger als 15° betragen, das ist jedoch probenabhängig. Außerdem gelten diese Einschränkungen nicht für den senkrechten (im Allgemeinen horizontalen) Strahlwinkel. Für eine stärkere geometrische Vergrößerung muss der Prüfgegenstand möglichst nahe an der Strahlenquelle angeordnet werden, wobei die durch die Brennfleckgröße bedingte Einschränkung der geometrischen Schärfe zu berücksichtigen ist. Die Drehung des Prüfgegenstandes muss mindestens um 180° zuzüglich des Öffnungswinkels des Röntgenstrahls erfolgen, wobei eine verbesserte Datenqualität das Ergebnis einer zunehmenden Anzahl von Winkelinkrementen ist. Aus diesem Grund wird der Prüfgegenstand üblicherweise um 360° gedreht. Die Anzahl von Winkelinkrementen sollte idealerweise mindestens  $\pi/2 \times \text{Matrizengröße}$  (ungerade Anzahl von Projektionen je 360°) betragen, wobei die Matrizen-größe die Anzahl der Voxel über den Probendurchmesser oder das größte Maß ist. Zu weiteren Informationen siehe 5.5.

Für die beste Rekonstruktionsqualität sollte die Anzahl der Projektionen  $> \pi \times \text{Matrizengröße}$  betragen (gerade oder ungerade Anzahl von Projektionen je 360°).

Um möglichst vollständige Angaben über den Probekörper zu erhalten, besteht die Anforderung an eine CT im Allgemeinen darin, dass der Prüfgegenstand (oder der interessierende Ausschnitt des Prüfgegenstandes) in jeder Projektion vollständig auf den Detektor abgebildet wird. Bei großen Bauteilen, die über den Röntgenstrahlenkegel hinausreichen, wird eine sogenannte Messbereichserweiterung angewendet. Diese Messbereichserweiterung erfolgt durch laterale Verschiebung entweder des Prüfgegenstandes oder des Detektors, wobei die Projektionsdaten der aufeinander folgenden Messungen aufgezeichnet und abschließend verknüpft (verbunden) werden. Unter bestimmten Umständen ist es auch möglich, nur einen Teil des Prüfgegenstandes abzutasten (en:region-of-interest CT; ROI-CT), was zu einer eingeschränkten Datenqualität in Form von sogenannten Abschneidungen führen kann.

Eine mögliche Abweichung der Aufnahmegeometrie (Versatz zwischen der projizierten Rotationsachse und der Mittellinie des Bildes) muss korrigiert werden, um eine Rekonstruktion zu erhalten, die möglichst präzise ist. Das kann durch sorgfältige Neuausrichtung des Systems oder durch Korrektur unter Anwendung der Software erreicht werden.