

# DIN 6868 Teil 6 Konstanzprüfung bei Röntgen- Computertomographie-Einrichtungen

Mai 1989

Image quality assurance in X-ray diagnosis; Constancy checking in computed tomography

Diese Norm enthält bildqualitätssichernde Festlegungen im Sinne der Verordnung über den Schutz vor Schäden durch Röntgenstrahlen; Röntgenverordnung (RöV) vom 8. Januar 1987.

Diese Norm gilt in vollem Umfang für alle Röntgen-Computertomographie-Einrichtungen, die nach dem 1. 1. 1988 als Neuanlagen installiert sind. Bei älteren Einrichtungen können Einschränkungen in Abhängigkeit von der technischen Ausstattung der Geräte einschließlich der verfügbaren Software notwendig sein.

## 1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt zusammen mit DIN 6868 Teil 1 für die Konstanzprüfung bei Röntgen-Computertomographie (kurz: CT).

Die hier beschriebenen Prüfverfahren erfassen nicht die im Zusammenhang mit der CT-Einrichtung eingesetzten Bildaufzeichnungssysteme, z.B. für die Dokumentation der Bildergebnisse auf Film; auch nicht die mit CT-Einrichtungen gewonnenen Übersichtsaufnahmen.

## 2 Zweck

Die Norm gibt Verfahren an, wie die Konstanz maßgebender Kenngrößen von Einrichtungen für CT zu prüfen ist. Aus den Ergebnissen kann geschlossen werden, ob das bilderzeugende System hinreichend konstant geblieben ist.

Prüfkriterien sind ausschließlich die Abweichungen von einem im Rahmen der Abnahmeprüfung oder anderweitig festgelegten Ausgangszustand (Basiswert).

## 3 Prüfkörper

Auf dem Gebiet der CT existieren bereits zahlreiche von Herstellern und unabhängigen Gremien entworfene Prüfkörper, die sich zur Sicherung der Bildqualität eignen.

Diese Norm beschränkt sich deshalb auf die Festlegung grundsätzlicher Anforderungen an die Prüfkörper.

Im folgenden werden diese Anforderungen an die Prüfkörper zur Messung der einzelnen Kenngrößen zusammengestellt. In der praktischen Ausführung ist es unerheblich, ob für die einzelnen Prüfpositionen jeweils separate Prüfkörper oder Abschnitte eines Kombinationsprüfkörpers angewendet werden.

### 3.1 Allgemeine Anforderungen

Jeder Prüfkörper ist mit Markierungen bzw. Positionierhilfen auszustatten, die es erlauben, den Prüfkörper reproduzierbar in das Meßfeld einzubringen.

Der Prüfkörper darf in der Schichtebene das Meßfeld nicht überragen. Die Schnittfläche des Prüfkörpers mit der Schichtebene sollte mindestens 200 cm<sup>2</sup> betragen, das entspricht einem Durchmesser eines zylindrischen Prüfkörpers von 16 cm.

### 3.2 Prüfkörper zur Prüfung der Reproduzierbarkeit der CT-Zahlen

Zur Prüfung der Reproduzierbarkeit der CT-Zahlen ist ein möglichst homogener Prüfkörper erforderlich.

Bei der zur Prüfung verwendeten Strahlenqualität darf der effektive Schwächungskoeffizient (siehe DIN 6814 Teil 9/10.85, Abschnitt 7.4) aller im Meßfeld befindlichen Teile des Prüfkörpers höchstens um 15% von dem des Wassers abweichen.

Obwohl eine Vielzahl geeigneter Prüfkörper Materialien denkbar ist, wird in der Regel Wasser in einem geeigneten Kunststoffgefäß verwendet.

### 3.3 Prüfkörper zur Prüfung der Homogenität

Nach Abschnitt 3.2

### 3.4 Prüfkörper zur Prüfung des Bildelement-Rauschens

Nach Abschnitt 3.2

### 3.5 Prüfkörper zur Prüfung des Auflösungsvermögens in der Schichtebene bei hohem Kontrast (Hochkontrastauflösung)

Zur Prüfung des Auflösungsvermögens kann entweder ein zur unmittelbaren visuellen Bildauswertung oder ein zur Bestimmung der Modulationsübertragungsfunktion (MTF) geeigneter Prüfkörper verwendet werden.

Der zur unmittelbaren visuellen Bildauswertung verwendete Prüfkörper muß periodische Strukturen (z. B. Lochreihen oder Balkengruppen) verschiedener Ortsfrequenzen in homogener Umgebung enthalten, wobei der Mittenabstand der einzelnen Strukturelemente der doppelten Breite eines einzelnen Strukturelementes entsprechen und der effektive Schwächungskoeffizient der Strukturelemente von dem der Umgebung um mindestens 10% verschieden sein muß.

Die Ortsfrequenzabstufung der periodischen Strukturen ist so zu wählen, daß mögliche Veränderungen des geometrischen Auflösungsvermögens der CT-Einrichtung nachweisbar sind.

Der zur Bestimmung der MTF verwendete Prüfkörper muß eine Struktur enthalten, die geeignet ist, eine Linien- oder Punktbildfunktion zu bestimmen.

Der Prüfkörper kann beispielsweise einen zur Systemachse parallel verlaufenden dünnen Draht in homogener Umgebung enthalten. Die Dicke des Drahtes ist so klein zu wählen, daß sie das Meßergebnis nicht beeinflußt.

### 3.6 Prüfkörper zur Prüfung der Konstanz des Auflösungsvermögens in der Schichtebene bei niedrigem Kontrast (Niedrigkontrastauflösung)

Nach Abschnitt 3.2

### 3.7 Prüfkörper zur Prüfung der Schichtdicke

Zur Prüfung der Schichtdicke ist ein Prüfkörper erforderlich, der in homogener Umgebung Streifen aus Kunststoff oder Metall in geeignetem Winkel zur Schichtebene enthält, deren effektiver Schwächungskoeffizient sich deutlich von dem der Umgebung unterscheidet und deren Abmessungen die Messung aller am Gerät einstellbaren oder wählbaren Schichtdicken erlauben.

### 3.8 Prüfkörper zur Prüfung des Bildrausches als Maß für die Empfänger dosis

Nach Abschnitt 3.2. Zur Prüfung der Empfänger dosis wird das Bildelement-Rauschen als indirektes Maß für die Anzahl der Röntgenquanten, die den Prüfkörper durchdringen und vom Empfangssystem registriert werden, verwendet.

### 3.9 Prüfkörper zur Prüfung der Genauigkeit der Tischpositionierung

Zur Prüfung der Tischpositionierung ist ein Lineal mit einem Teilungsschritt von 1 mm erforderlich.

## 4 Kenngrößen für Konstanzprüfung

### 4.1 Allgemeines

In dieser Norm wurden auch Kenngrößen aufgenommen, die bisher noch nicht in DIN 6814 Teil 9 und DIN 6866 Teil 10 definiert sind.

### 4.2 Reproduzierbarkeit der CT- Zahlen

Diese Kenngröße beschreibt die Konstanz der mittleren CT-Zahl eines homogenen Prüfkörpers, gemessen an vorgegebener Stelle und über einen vorgegebenen Bereich des Prüfkörpers unter vorgegebenen Aufnahmebedingungen.

### 4.3 Homogenität

Die Homogenität ist die Eigenschaft, ein homogenes Objekt mit örtlich invariantem Schwächungswert darzustellen (aus: DIN 6866 Teil 10/12.86, Abschnitt 3.3).

### 4.4 Bildelement-Rauschen

Das Bildelement-Rauschen in einem Röntgen-Computertomogramm ist die aus Zufallsprozessen resultierende örtliche Schwankung der Schwächungszahlen einzelner Bildelemente.

Eine wichtige Kenngröße des Bildelement-Rauschens ist die Standardabweichung  $\sigma$  der Schwächungszahlen  $H_v$ , der  $n$  Bildelemente innerhalb einer Prüffläche im Röntgen-Computertomogramm eines homogenen Prüfkörpers:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{v=1}^n (H_v - \bar{H})^2}{n - 1}}$$

Mit  $\bar{H}$  als Mittelwert der Werte  $H$  in der Prüffläche (aus: DIN 6866 Teil 10/12.86, Abschnitt 5.1).

### 4.5 Auflösungsvermögen In der Schichtebene bei hohem Kontrast

Diese Kenngröße beschreibt die Eigenschaft einer CT-Einrichtung, getrennte Objekte von hohem Kontrast zur homogenen Umgebung getrennt wiederzugeben.

### 4.6 Auflösungsvermögen in der Schichtebene bei niedrigem Kontrast

Diese Kenngröße beschreibt die Eigenschaft einer CT-Einrichtung, getrennte Objekte von geringem Kontrast zur homogenen Umgebung erkennbar wiederzugeben.

### 4.7 Schichtdicke

Die Schichtdicke wird bestimmt in Meßfeldmitte als Abstand der beiden Punkte, bei denen die axiale Bildfunktion auf 50% abgefallen ist.

### 4.8 Empfänger dosis

Diese Größe ist ein Maß für die vom Meßsystem registrierte Dosis.

Gemessen wird das Rauschen im Computertomogramm eines Prüfkörpers als Maß für die Anzahl der den Prüfkörper durchdringenden und vom Empfangssystem registrierten Röntgenquanten.

### 4.9 Genauigkeit der Tischpositionierung

Diese Kenngröße beschreibt die Abweichung des tatsächlichen Tischvorschubs in Systemachsenrichtung vom angezeigten bzw. gewählten Betrag des Vorschubs.

## 5 Prüfanordnung und Prüfverfahren zur Erfassung der Kenngrößen

### 5.1 Allgemeines zum Prüfverfahren

Bei CT-Geräten, die nach dem 1. Januar 1988 als Neuanlage installiert werden, sind alle in Abschnitt 4 aufgeführten Kenngrößen in die Konstanzprüfung einzubeziehen.

Bei CT-Geräten, die vor dem 1. Januar 1988 installiert wurden, können Einschränkungen bei der Art der verwendeten Prüfkörper sowie der Zahl der erforderlichen Prüfpositionen notwendig sein in Abhängigkeit von der technischen Ausstattung der Geräte einschließlich der verfügbaren Software.

### 5.2 Durchführung des Prüfverfahrens

#### 5.2.1 Allgemeines

Die Reihenfolge der Prüfschritte ist beliebig wählbar.

- Um die gesamte Prüfungsabfolge so rationell und zeitsparend wie möglich zu gestalten, sollte mit der Messung der Schichtdicke begonnen werden, da die Schichtdicke Einfluß auf andere Kenngrößen der Konstanzprüfung haben kann.

#### 5.2.2 Reproduzierbarkeit

Der Prüfkörper nach Abschnitt 4.2 ist möglichst zentrisch im Meßfeld einzubringen. Das Computertomogramm, aufgenommen und rekonstruiert mit Geräteparametern, wie sie üblicherweise für Körper- und Schädeltomogramme verwendet werden, wird mit einer zentrischen Prüffläche ausgewertet, deren Fläche etwa 10% der Schnittfläche des Prüfkörpers mißt. Maßgebend ist der Mittelwert der CT-Zahlen dieser Prüffläche.

#### 5.2.3 Homogenität

Der Prüfkörper nach Abschnitt 4.2 ist möglichst zentrisch im Meßfeld einzubringen. Das Computertomogramm, aufgenommen und rekonstruiert mit Geräteparametern, wie sie üblicherweise für Körper- oder Schädeltomogramme verwendet oder vom Hersteller empfohlen werden, wird mit einer Prüffläche ausgewertet, deren Fläche zwischen 2 % und 5% der Schnittfläche des Prüfkörpers mißt.

Die Prüffläche ist einmal zentrisch und jeweils 1 cm vom Rand des Prüfkörpers an den Positionen entsprechend 3, 6, 9 und 12 Uhr anzusetzen.

#### 5.2.4 Bildelement-Rauschen als Maß für die Empfänger-dosis

Prüfverfahren und Auswertung nach Abschnitt 5.2.2.

Maßgebend ist die Standardabweichung der CT-Zahlen dieser Prüffläche.

#### 5.2.5 Auflösungsvermögen bei hohem Kontrast, MTF

Vom Prüfkörper nach Abschnitt 3.5 ist für die visuelle Bildauswertung ein Computertomogramm, aufgenommen und rekonstruiert mit Geräteparametern, wie sie üblicherweise für Körper- oder Schädeltomogramme verwendet werden, nach Auflösbarkeit der Strukturelemente auszuwerten.

Sofern die vorhandene Software es erlaubt, die MTF zu messen und darzustellen, sind die Meßwerte bei 50% und 5% Modulation auszuwerten.

#### 5.2.6 Auflösungsvermögen bei niedrigem Kontrast

Das Bildelement-Rauschen ist ein indirektes Maß für das Auflösungsvermögen bei niedrigem Kontrast. Eine Veränderung des Meßwertes für das Bildelement-Rauschen bei gleichen Aufnahmeparametern bedeutet eine Änderung dieses Auflösungsvermögens.

Prüfverfahren nach Abschnitt 5.2.2.

### 5.2.7 Schichtdicke

Prüfverfahren nach Herstellerangaben

### 5.2.8 Reproduzierbarkeit der Tischpositionierung

Die Patientenlagerung ist unter Beachtung der elektronischen Positionsanzeige um 30 cm zu verfahren. Ein Lineal, das am feststehenden Teil der Liege befestigt ist, sowie eine Markierung auf dem beweglichen Teil werden dabei beobachtet.

Die Belastung der Liege soll etwa 70 kg betragen.

## 5.3 Auswertung der Meßergebnisse

Die Bewertung der Meßergebnisse ist entsprechend den Herstellerangaben durchzuführen.

## 6 Grenzabweichungen

### 6.1 Allgemeines

Liegen keine Herstellerangaben vor, gelten die Grenzabweichungen nach den Abschnitten 6.2 bis 6.8.

### 6.2 Reproduzierbarkeit

Vom Basiswert der CT-Zahl:  $\pm 3$

### 6.3 Homogenität

Der Betrag der Differenz der CT-Zahl einer äußeren Prüffläche zur inneren Prüffläche  $\leq 8$ .

### 6.4 Bildelement-Rauschen als Maß für die Empfänger-dosis

Vom Basiswert :  $\pm 10\%$

### 6.5 Auflösungsvermögen bei hohem Kontrast

Vom Basiswert: - 30%

### 6.6 Auflösungsvermögen bei niedrigem Kontrast

Vom Basiswert des Bildelement-Rauschens:  $\pm 10\%$

### 6.7 Schichtdicke

Für alle Schichtdicken gilt vom Basiswert:  $\pm 25\%$

### 6.8 Reproduzierbarkeit der Tischpositionierung

Bei einer Belastung der Liege mit etwa 70 kg sollte die Markierung weniger als 3 mm vom Endpunkt des Verfahrensweges von 30 cm abweichen.

Nach Verfahren der gleichen Wegstrecke in die entgegengesetzte Richtung sollte der ursprüngliche Ausgangspunkt bis auf 1 mm wieder erreicht werden.

## 7 Darstellung der Prüfergebnisse

Die Dokumentation der Prüfergebnisse muß Angaben enthalten über den Beobachtungszeitpunkt sowie die am CT eingestellten, angezeigten und ermittelten Werte.

Der Name des Prüfers/der Prüferin ist auf dem Prüfprotokoll zu vermerken.

### Zitierte Normen

- DIN 6814 Teil 9 Begriffe und Benennungen in der radiologischen Technik; Radioskopie und Radiographie
- DIN 6866 Teil 10 Digitale Verfahren der diagnostischen Bildgebung; Röntgen-Computertomographie; Kenngrößen und Beurteilungsparameter
- DIN 6868 Teil 1 Sicherung der Bildqualität in röntgendiagnostischen Betrieben; Allgemeines