

# DIN 6868 Teil 3 Konstanzprüfung bei Direktradiographie

## Tests for constancy in direct radiography

September 1995

### 1 Anwendungsbereich und Zweck

Diese Norm gilt zusammen mit DIN 6868-1 und DIN 6868-2 für die Konstanzprüfung bei Direktradiographie.

Sie gilt nicht für Konstanzprüfungen an Mammographieeinrichtungen oder an zahnärztlichen Röntgeneinrichtungen.

Die Norm gibt ein Verfahren an, mit dessen Hilfe die Konstanz maßgebender Kenngrößen von Einrichtungen für die Direktradiographie geprüft werden kann. Aus den Ergebnissen und dem Vergleich mit den im Ausgangszustand gemessenen Bezugswerten kann geschlossen werden, ob das bilderzeugende System hinreichend konstant geblieben ist.

Die Bezugswerte für die folgenden Konstanzprüfungen werden im Rahmen der Abnahmeprüfung an der fehlerfreien Einrichtung festgestellt (siehe Anhang B).

### 2 Normative Verweisungen

Diese Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend, aufgeführt.

Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

DIN 4512-7	Photographische Sensitometrie — Bestimmung der optischen Dichte — Begriffe, Symbole und Kennzeichnungen
N 4512-8	Photographische Sensitometrie — Bestimmung der optischen Dichte — Geometrische Bedingungen für Messungen bei Transmission
DIN 4512-9	Photographische Sensitometrie — Bestimmung der optischen Dichte — Spektrale Bedingungen
DIN 6832-2	Kassetten für medizinische Röntgenaufnahmen — Röntgenkassetten und Mammographie-Kassetten — Prüfung der Lichtdichtheit und Anpressung zwischen Röntgenfilm und Verstärkungsfolie(n)
DIN 6868-1	Sicherung der Bildqualität in röntgendiagnostischen Betrieben — Allgemeines
E DIN 6868-2	Sicherung der Bildqualität in röntgendiagnostischen Betrieben — Konstanzprüfung der Filmverarbeitung
DIN 6868-50	Sicherung der Bildqualität in röntgendiagnostischen Betrieben — Abnahmeprüfung an medizinischen Röntgeneinrichtungen für Aufnahme, Durchleuchtung und Filmverarbeitung
E DIN 6868-55	Sicherung der Bildqualität in röntgendiagnostischen Betrieben — Abnahmeprüfung an medizinischen Röntgeneinrichtungen; Funktionsprüfung der Filmverarbeitung
DIN EN 485-4	Aluminium und Aluminiumlegierungen — Bänder, Bleche und Platten Teil 4: Grenzabmaße und Formtoleranzen für kaltgewalzte Erzeugnisse; Deutsche Fassung EN 485:1993
IEC 601-1-3	Medical electrical equipment — Part 1: General requirements for safety; 3. Collateral standard: General requirements for radiation protection in diagnostic X-ray equipment

## 3 Prüfmittel

Zur Durchführung der Prüfung sind erforderlich:

- ein Prüfkörper,
- ein Dosimeter und
- ein Densitometer.

Zur Eingrenzung von Fehlerursachen bei Grenzwertüberschreitungen sind weitere Prüfmittel hilfreich (siehe Anhang D).

### 3.1 Prüfkörper

Für die Prüfungen nach Abschnitt 5 ist ein Prüfkörper zu verwenden, der die Anforderungen nach Anhang A erfüllt.

Das Prüfverfahren und die zulässigen Grenzabweichungen wurden mit dem in Bild A.1 und A.2 dargestellten Prüfkörper festgelegt. Andere Prüfkörper dürfen benutzt werden, wenn sie die Anforderungen nach Anhang A erfüllen; ggf. müssen die geänderten Grenzabweichungen nach Abschnitt A.4 vom Hersteller des Prüfkörpers angegeben werden. Nur bei Erfüllung dieser Anforderungen darf ein von Bild A.1 und Bild A.2 abweichender Prüfkörper mit der Aufschrift "nach DIN 6868-3" gekennzeichnet sein.

### 3.2 Dosimeter

Für das verwendete Dosimeter muß eine Konformitätsbescheinigung vorhanden sein.

### 3.3 Densitometer

Für das Densitometer gelten die Anforderungen nach Anhang B.1 von E DIN 6868-2:1994-07.

## 4 Kenngrößen

Mit Hilfe von Röntgenaufnahmen des Prüfkörpers und der dabei gemessenen Dosis sind die nachstehend aufgeführten Kenngrößen zu ermitteln.

### 4.1 Dosis

Die Dosis ist mit dem Dosimeter auf der Strahleneintrittsseite des Prüfkörpers an der dafür vorgesehenen Stelle zu messen.

### 4.2 Optische Dichte

Die optische Dichte nach DIN 4512-7, DIN 4512-8 und DIN 4512-9 ist mit dem Densitometer stets an der gleichen Stelle in der Mitte der Prüfkörperaufnahme zu messen.

Die optische Dichte der Prüfkörperaufnahme hängt bei Verwendung der Belichtungsautomatik von der effektiven Ordnungszahl des Prüfkörpermaterials ab. Sie liegt in der Regel höher als bei Patientenaufnahmen.

### 4.3 Abweichungen zwischen Lichtfeld und Nutzstrahlenfeld

Die Abweichungen zwischen Lichtfeld und Nutzstrahlenfeld werden mit Hilfe der Prüfkörperaufnahme geprüft. Die Prüfung erfolgt durch Vergleich des geschwärzten Feldes mit dem durch die Abbildung der Feldmarkierungen des Prüfkörpers definierten Feld.

Diese Prüfung erfolgt nur bei Einrichtungen mit Lichtvisier.

## 5 Durchführung der Prüfung

### 5.1 Prüfanordnung

Der Prüfkörper ist möglichst filmnah am Anwendungsgerät anzubringen (siehe Bild 1).

Der Prüfkörper muß sich bei jeder Prüfung an der gleichen Stelle mit gleicher räumlicher Orientierung bei gleicher Strahlengeometrie befinden. Die Abweichung des Fokus-Film-Abstandes von dem bei der Dokumentation des Ausgangszustandes benutzten Abstand darf 1 % nicht überschreiten.

Bei Röntgeneinrichtungen mit Lichtvisier ist der Prüfkörper so zu positionieren, daß der Rand des Lichtfeldes (Mitte des Halbschattenbereiches) mit den vier Feldmarkierungen des Prüfkörpers (siehe Bild A.2, Pos. 8 bzw. Pos. 9) in Deckung ist.

Bei Röntgeneinrichtungen ohne Lichtvisier ist der Prüfkörper unter Durchleuchtungskontrolle zu positionieren: Bei enger Einblendung wird der Prüfkörper zu dem auf dem Sichtgerät dargestellten Nutzstrahlenfeld zentriert.

Werden an dem zu prüfenden Anwendungsgerät Filmformate von 35 cm x 35 cm oder größer eingesetzt, soll auf mindestens einer der Prüfaufnahmen die Feldgröße 26 cm X 26 cm (siehe Bild A.2, Pos. 8) abgebildet werden.

Diese Feldgröße erleichtert die visuelle Prüfung auf Inhomogenitäten (siehe Abschnitt 7).

### 5.2 Prüfbedingungen

Damit aus dem Vergleich mit den Bezugswerten auf die Konstanz der Einrichtung geschlossen werden kann, ist es unbedingt erforderlich, daß bei jeder Prüfung dieselben Prüfmittel unter gleichen Aufnahmebedingungen verwendet werden.

Bei Geräten mit herausnehmbarem Streustrahlenraster muß stets derselbe Raster in gleicher Orientierung verwendet werden. Die Aufnahmen müssen immer mit demselben Abbildungssystem (d.h. mit derselben markierten Kassette, derselben Folienkombination und demselben Filmtyp) bei gleicher Verarbeitung angefertigt werden.

Für die Dosismessung muß stets dasselbe Dosimeter benutzt werden.

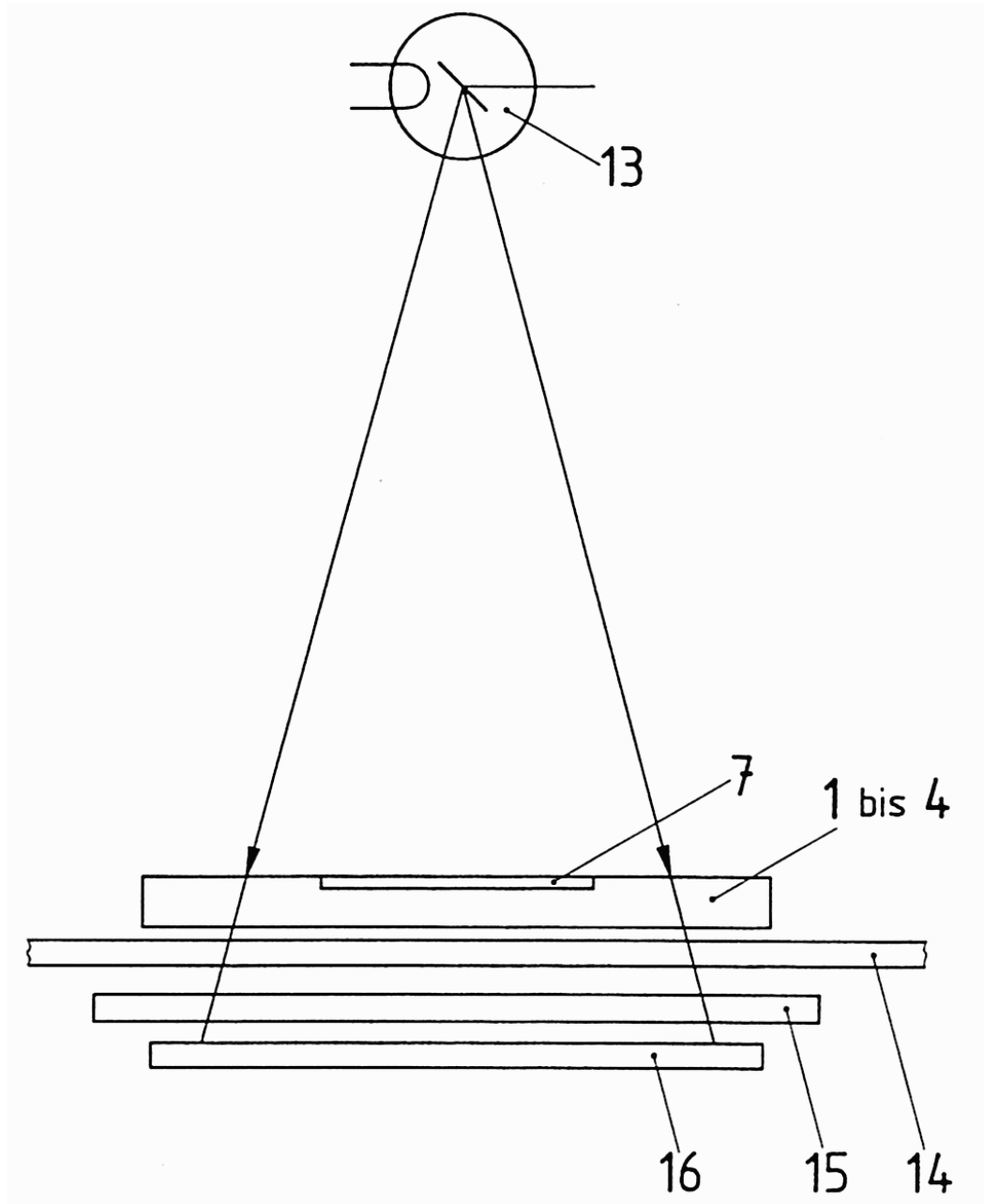


Bild 1: Schema des Strahlengangs

1 bis 4 Prüfkörper

7 Aussparung zum Anbringen des Dosisdetektors

13 Röntgenstrahler

14 Auflageplatte des Anwendungsgerätes

15 Raster- und Ionisationskammeranordnung

16 Kassette

Der Film für die Prüfung muß einer Filmpackung entnommen werden, die auch für Patientenaufnahmen im Gebrauch ist.

Eine Änderung der Prüfbedingungen ist nur im Rahmen einer Teilabnahmeprüfung möglich.

### 5.3 Prüfumfang

Um die Einflüsse des Generators, des Röntgenstrahlers und des Anwendungsgerätes zu erfassen, sind sowohl Aufnahmen mit freier Einstellung als auch mit Belichtungsautomatik bei gleichzeitiger

Dosismessung erforderlich. Die Messung der Dosis ohne Anfertigung einer Prüfkörperaufnahme ist nicht ausreichend.

Mit jedem Röntgenstrahler muß eine Aufnahme in freier Einstellung angefertigt werden.

An jedem Anwendungsgerät mit Belichtungsautomatik muß zusätzlich eine automatisch belichtete Aufnahme angefertigt werden.

Für die Aufnahmen sind die bei der Abnahmeprüfung festgelegten Aufnahmespannungen zu verwenden (siehe Anhang B, Abschnitt B.2.1). Für die Aufnahmen bei 100 kV muß die zusätzliche Kupferplatte (siehe Bild A.1, Pos. 4) verwendet werden.

## 5.4 Dokumentation

Die Prüfaufnahmen sind so zu kennzeichnen, daß sie eindeutig dem Betreiber und der geprüften Einrichtung zuzuordnen sind.

Die Dokumentation der Prüfung muß folgende Angaben enthalten:

- Betreiber der Einrichtung;
- geprüfte Einrichtung;
- Abbildungssystem (Kassette, Verstärkungsfolien- und Filmtyp, Filmverarbeitung);
- Prüfmittel;
- Aufnahmebedingungen;
- Bezugswerte und Toleranzbereiche der Kenngrößen;
- Datum und Name des Prüfers.

Zum Vergleich der Prüfergebnisse mit denen des Ausgangszustands und zur besseren Übersicht sollen die Meßwerte in Tabellenform unter Verwendung eines einheitlichen Formblattes dargestellt werden (Beispiel siehe Anhang C).

## 6 Grenzabweichungen

Die unter 6.1 und 6.2 genannten Grenzabweichungen sind unabhängig voneinander einzuhalten.

Werden die Grenzabweichungen überschritten, ist die Prüfung zu wiederholen. Bestätigt sich dabei das Prüfergebnis, so sind unverzüglich Abhilfemaßnahmen einzuleiten.

Weitere Hinweise zum Vorgehen bei Grenzwertüberschreitungen werden in Anhang D gegeben.

### 6.1 Dosis

Die Grenzabweichungen des Dosismesswertes vom Bezugswert betragen bei Belichtungsautomatik

± 30% bei 70 kV,

± 25 % bei 100 kV

und bei freier Einstellung

± 30 % bei 70 kV und 100 kV.

Diese Grenzabweichungen gelten für den in Bild A.1 und Bild A.2 beschriebenen Prüfkörper. Für andere Prüfkörper gelten ggf. andere Grenzwerte (siehe Abschnitt A.4).

### 6.2 Optische Dichte

Die Grenzabweichung  $\Delta D$  des Dichtemesswertes vom Bezugswert beträgt bei Belichtungsautomatik und bei freier Einstellung  $\Delta D = \pm 0,30$ .

Diese Grenzabweichung schließt die Abweichungen durch Änderungen der Filmverarbeitung sowie der Empfindlichkeiten von Film und Verstärkungsfolien ein.

Grenzwertüberschreitungen der optischen Dichte können ihre Ursache sowohl im strahlenerzeugenden System wie im Abbildungssystem (Film, Filmverarbeitung und Verstärkungsfolien) haben.

### 6.3 Abweichungen zwischen Lichtfeld und Nutzstrahlenfeld

Die Größe des Lichtfeldes in der Filmebene ist gegeben durch die Abbildung der Feldmarkierungen, die bei der Positionierung des Prüfkörpers mit dem Rand des Lichtfeldes zur Deckung gebracht werden (siehe 5.1). Werden nicht alle Feldmarkierungen (siehe Bild A.2, Pos. 8 bzw. Pos. 9) auf der Röntgenaufnahme abgebildet, müssen sie auf der Aufnahme symmetrisch zu den Mittenmarkierungen ergänzt werden.

Die Größe des Nutzstrahlenfelds in der Filmebene ist gegeben durch das vom Nutzstrahlenbündel geschwärzte Feld auf dem Film. Das Nutzstrahlenfeld muß auf dem Film voll abgebildet sein.

Die Strecken a, b, c und d nach Bild 2 werden auf dem Film ausgemessen. Die Abweichungen zwischen Lichtfeld und Nutzstrahlenfeld sind gegeben durch die Summe von a und b sowie die Summe von c und d. Diese Abweichungen dürfen jeweils 2% des Fokus-Film-Abstandes (FFA) nicht überschreiten:

$$|a| + |b| \leq 0,02 \cdot \text{FFA},$$

$$|c| + |d| \leq 0,02 \cdot \text{FFA}.$$

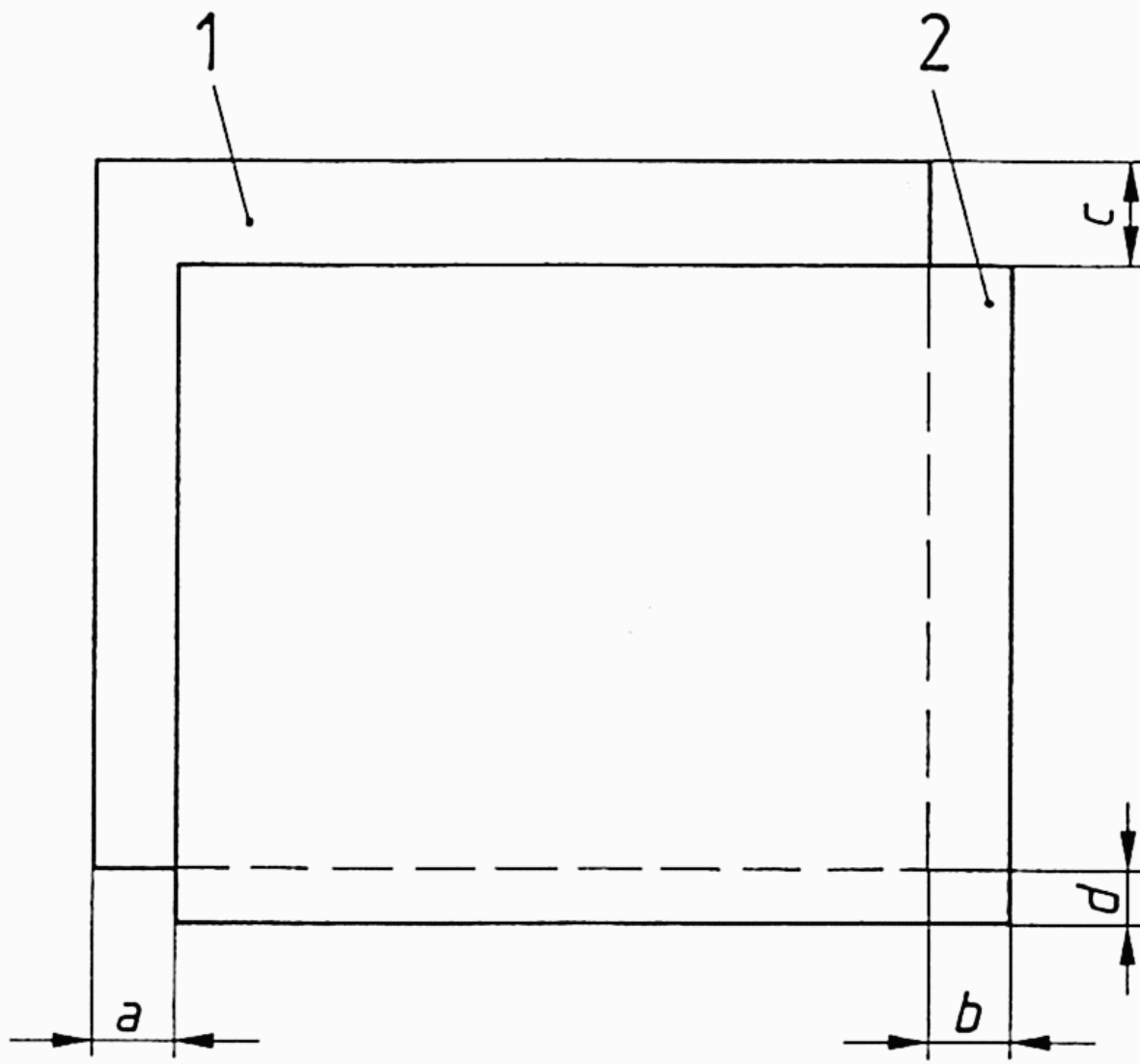


Bild 2: Abweichungen zwischen Lichtfeld und Nutzstrahlenfeld

1 Nutzstrahlenfeld

2 Lichtfeld

Diese Grenzabweichungen entsprechen den Anforderungen nach IEC 601-1-3 (vorgesehen als Ersatz für DIN 6811).

Um Fehler durch unterschiedliche Projektionen zu vermeiden, werden die Strecken a, b, c und d auf dem Film gemessen. Die im Prüfkörper enthaltenen Maßstäbe sind lediglich Hilfen zum Einstellen des Lichtfeldes.

Im Unterschied zu den Prüfpunkten Dosis und optische Dichte werden die Abweichungen zwischen Lichtfeld und Nutzstrahlenfeld nicht mit Bezugswerten aus der Abnahmeprüfung verglichen.

Liegen die Abweichungen zwischen Lichtfeld und Nutzstrahlenfeld im Toleranzbereich, so ist die Abweichung der Lage der Zentren  $\leq 1\%$  des Fokus-Film-Abstandes.

Die Übereinstimmung von Lichtfeld und Bildempfänger und die Übereinstimmung von Fadenkreuz und Lichtzeigern mit der Lichtfeldmitte hängen von der Einstellgenauigkeit des Anwenders ab und obliegen dessen Sorgfaltspflicht. Abweichungen in diesen Punkten werden im täglichen Betrieb erkannt und müssen dann sofort abgestellt werden.

### 7 Weitere Prüfungen

Zusätzlich zur Ermittlung der Kenngrößen ist eine visuelle Prüfung der Aufnahmen auf Homogenität und Störstellenfreiheit (z. B. Rasterlamellenabbildungen bei Laufrastern) und Kontrastwiedergabe des Stufenkeils durchzuführen.

Weicht die Kontrastwiedergabe des Stufenkeils erkennbar von der des Ausgangszustandes ab (d. h., wird der Stufenkeil flacher oder steiler dargestellt), weist das in erster Linie auf eine Veränderung der Röntgenröhrenspannung hin. Die Kontrastwiedergabe wird auch durch die Gradation des Films und die Art der Filmverarbeitung beeinflusst.

### 8 Kassetten

Die Prüfung des Kassettenbestandes auf Anpressung erfolgt nach DIN 6832-2 bei Verdacht auf eingetretene Veränderungen, mindestens jedoch jährlich.

## Anhang A (normativ) Anforderungen an Prüfkörper

Dieser Anhang richtet sich insbesondere an die Hersteller von Prüfkörpern. Er gibt Hinweise zur Komponentenanzordnung und zur Angabe von Grenzabweichungen. Damit soll erreicht werden, daß unabhängig vom Prüfkörpertyp die gleiche Sensibilität der Prüfung sichergestellt ist.

In Bild A.1 und Bild A.2 ist der Prüfkörper dargestellt, mit dem das im Hauptteil dieser Norm beschriebene Prüfverfahren und die zugehörigen Grenzabweichungen festgelegt worden sind. Andere Prüfkörper dürfen nur dann mit der Aufschrift "nach DIN 6868-3" gekennzeichnet werden, wenn sie alle Anforderungen dieses Anhangs erfüllen.

### A.1 Komponenten

Der Prüfkörper muß folgende Komponenten enthalten:

Markierungen zur Einblendung (Maße entsprechend Pos. 8 und Pos. 9 in Bild A.2),

Mittenmarkierungen (entsprechend Pos. 10 und Pos. 11 in Bild A.2),

definierte Meßorte für Dosis- und Dichtemessung,

Stufenkeil.

Alle Komponenten müssen so angeordnet sein, daß die Belichtungsautomatik nicht beeinflußt wird und daß die Messung der optischen Dichte in einem homogenen Bereich sowie die Beurteilung des Stufenkeils nicht beeinträchtigt werden.

Besteht der Prüfkörper aus zwei getrennten Teilen (Schwächungskörper und Strukturkörper), so darf der Schwächungskörper fokusnah positioniert werden. Der Strukturkörper muß immer bildempfindernah positioniert werden. Die Größe des Schwächungskörpers muß so bemessen sein, daß er in der Ebene des Strukturkörpers bei dem verwendeten Fokus-Film-Abstand eine Fläche abdeckt, die so groß ist, daß alle für die Prüfung notwendigen Komponenten erfaßt werden.

Die auf den Dosisdetektor treffende Strahlung darf nicht durch Teile des Prüfkörpers vorgefiltert werden.

### A.2 Absorptionsmaterial

Weicht der Prüfkörper in seiner Materialzusammensetzung (d. h. in seinen Aufhärtungseigenschaften) von dem in Bild A.1 und Bild A.2 beschriebenen ab, so müssen für ihn die Grenzabweichungen für die Dosis vom Prüfkörperhersteller angegeben werden

(siehe Abschnitt A.4).

### A.3 Grenzabweichungen der optischen Dichte

Für die folgenden Prüfkörpermaterialien gelten die gleichen Grenzabweichungen der optischen Dichte wie in 6.2: Acrylglas, Aluminium, Kupfer, Zinn und Blei. Voraussetzung ist, daß der Prüfkörper annähernd die gleiche Strahlungsschwächung bewirkt wie der in Bild A.1 dargestellte Prüfkörper.

Die Bezugswerte der optischen Dichte können sich für verschiedene Prüfkörpermaterialien unterscheiden. Ursache ist die unterschiedliche Aufhärtung der Strahlung, verbunden mit der Energieabhängigkeit des Bildaufnehmers und der Meßkammer des Belichtungsautomaten.

### A.4 Grenzabweichungen der Dosis

Bei freier Einstellung gelten für die Dosis die Grenzabweichungen nach 6.1 unabhängig vom Prüfkörpermaterial.

Bei Aufnahmen mit Belichtungsautomatik bewirken Abweichungen der Röntgenröhrenspannung je nach Prüfkörpermaterial unterschiedlich starke Abweichungen der Dosis auf der Strahleneintrittsseite des Prüfkörpers. Für Prüfkörper, deren Materialzusammensetzung von dem

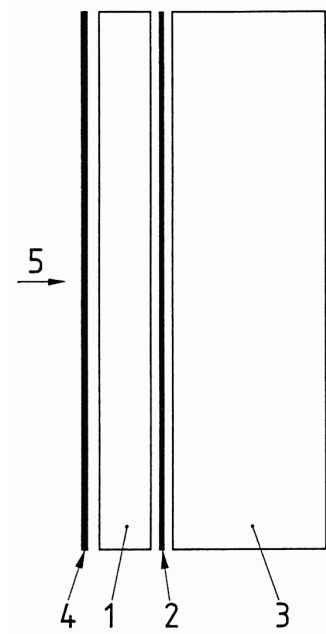


in Bild A.1 und Bild A.2 beschriebenen abweicht, müssen daher vom Prüfkörperhersteller Grenzabweichungen angegeben werden, die die gleiche Sensibilität der Prüfung für Spannungsabweichungen sicherstellen.

Wird als (z. B. fokussnaher) Schwächungskörper Aluminium 99,5 nach DIN EN 485-4 in einer Dicke von 25 mm verwendet, betragen die Grenzabweichungen für die Dosis bei Belichtungsautomatik

$\pm 25 \%$  bei 70 kV und

$\pm 20 \%$  bei 100 kV (mit zusätzlicher Kupferplatte von 1 mm Dicke).



- 1 Acrylglasplatte, 10 mm dick, mit Strukturelementen (siehe Bild A.2) und mit einer Aussparung zum Anbringen des Dosisdetektors. Die Strukturelemente sind auf der Kupferplatte 2 zugewandten Fläche angebracht.
- 2 Kupferplatte, 1 mm dick, mit einem Durchbruch im Bereich des Stufenkeils (siehe Bild A.2)
- 3 Acrylglasplatte, 30 mm dick
- 4 zusätzliche Kupferplatte, 1,3 mm dick, mit einem Durchbruch 7 (siehe Bild A.2), für Messungen bei 100 kV, versehen mit einer röntgenographisch darstellbaren Markierung
- 5 Einstrahlrichtung

Bild A.1: Querschnitt des Prüfkörpers

Maße in mm

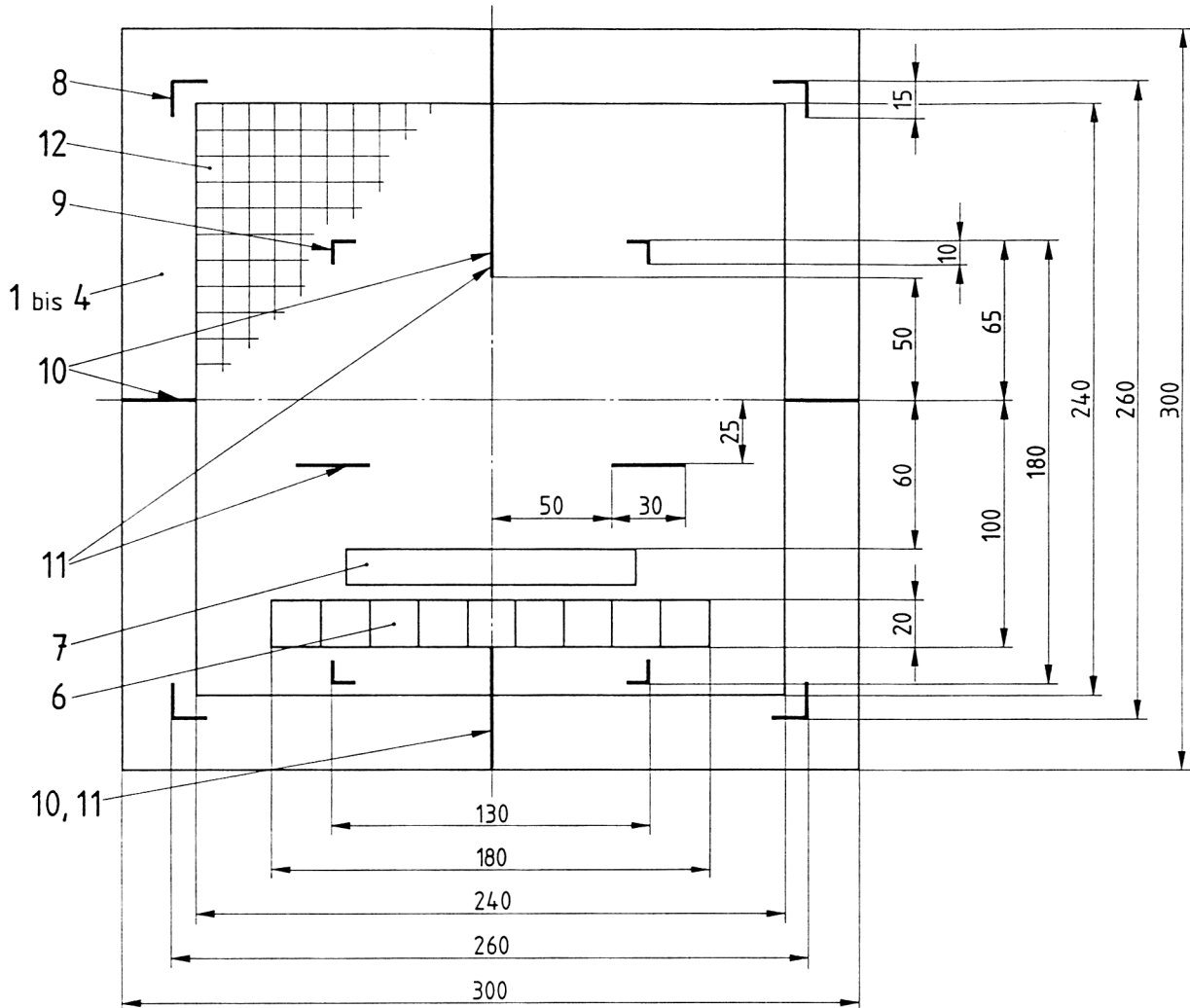


Bild A.2: Schematische Darstellung der in die Acrylglasplatte 1 eingelassenen Strukturelemente

1 bis 4 Kupfer- und Acrylglasplatten (siehe Bild A.1)

- 6 Stufenkeil mit Stufenhöhen von 0,4, 0,6, 0,8, 0,9, 1,0, 1,1, 1,2, 1,4 und 1,6 mm Kupfer in einer Aussparung der Acrylglasplatte 1
- 7 Anbringungsart für den Dosisdetektor hinterlegt mit 1,3 mm Kupfer
- 8 strahlenabsorbierende Feldmarkierungen zum Einstellen des Lichtfeldes bei Kassettengröße 35 cm X 35 cm
- 9 strahlenabsorbierende Feldmarkierungen zum Einstellen des Lichtfeldes bei Kassettengröße 18 cm X 24 cm
- 10 strahlenabsorbierende Mittenmarkierungen für das durch die Winkel 8 definierte Feld
- 11 strahlenabsorbierende Mittenmarkierungen für das durch die Winkel 9 definierte Feld
- 12 strahlenabsorbierendes Netz mit 10 mm Gitterabstand

## Anhang B: Hinweise zur Festlegung der Bezugswerte im Rahmen der Abnahmeprüfung

### B.1 Allgemeines

Die Bezugswerte werden im Rahmen der Abnahmeprüfung nach DIN 6868-50 ermittelt. Dazu müssen die Prüfmittel verwendet werden, die der Betreiber für die Konstanzprüfungen nach dieser Norm verwenden wird.

Die Funktionsprüfung der Filmverarbeitung nach E DIN 6868-55 muß vor der Festlegung der Bezugswerte erfolgt sein. Die Filmverarbeitung muß sich bei der Festlegung der Bezugswerte in einem ausreichend stabilen Zustand befinden.

### B.2 Wahl der Aufnahmedaten

Bei der Festlegung der Aufnahmespannungen und der übrigen Aufnahmeparameter sind die im Patientenbetrieb überwiegend verwendeten Einstellungen zu bevorzugen.

#### B.2.1 Röntgenröhrenspannung

Für die Aufnahme in freier Einstellung ist die Röntgenröhrenspannung zu wählen, die dem Sollwert von 70 kV am nächsten liegt;

Ausnahme: Wird der Röntgenstrahler nur im Spannungsbereich um 100 kV betrieben, ist die 100 kV am nächsten liegende Röntgenröhrenspannung zu wählen.

Für die Aufnahme mit Belichtungsautomatik ist die Röntgenröhrenspannung zu wählen, die dem Sollwert von 100 kV am nächsten liegt;

Ausnahme: Wird der Röntgenstrahler nur im Spannungsbereich um 70 kV betrieben, ist die 70 kV am nächsten liegende Röntgenröhrenspannung zu wählen.

Bei Aufnahmen mit 100 kV ist die zusätzliche Kupferplatte (siehe Bild A.1, Pos. 4) einzusetzen.

#### B.2.2 Belichtungssteuerung

Die Belichtungszeit muß mindestens um den Faktor 2 über der kürzesten Schaltzeit (nach DIN 6868-50) liegen; sie soll mehr als 10 ms betragen.

Um diese Bedingungen zu erreichen, darf bei Aufnahmen mit Belichtungsautomatik ggf. die Empfindlichkeitskorrektur betätigt werden. Diese Änderung muß im Protokoll vermerkt und bei allen folgenden Prüfungen in gleicher Weise vorgenommen werden.

Für die Aufnahme mit freier Einstellung kann die bei der Aufnahme mit Belichtungsautomatik festgestellte Ladungsmenge (in mAs) übernommen werden.

### B.3 Festlegung der Bezugswerte

Zur Festlegung der Bezugswerte ist der Filmtyp zu verwenden, der in der Regel für Patientenaufnahmen Verwendung findet.

Die Bezugswerte für Dosis und optische Dichte ergeben sich als Mittelwerte der Meßdaten aus drei Prüfungen, die entsprechend Abschnitt 5 durchgeführt werden.

Der Bezugswert für die optische Dichte muß im Bereich zwischen  $D = 1,3$  und  $D = 1,8$  liegen.

### B.4 Zusätzliche Bezugswerte

Im Fehlerfall kann durch den Vergleich der folgenden, zusätzlichen Bezugswerte mit den Meßwerten der Konstanzprüfung die mögliche Fehlerursache eingegrenzt werden.

Diese zusätzlichen Bezugswerte können im Anschluß an eine Abnahmeprüfung oder nach einer fehlerfreien Konstanzprüfung festgelegt werden.

### **B.4.1 Sensitometerstreifen**

Jeder Prüffilm wird im Randbereich mit einem Sensitometer belichtet. Es ist sicherzustellen, daß dieser Bereich des Films bei der Röntgenaufnahme nicht bestrahlt wird, z.B. durch Abdecken mit Blei.

Es wird die Stufe der Sensitometertreppe bestimmt, deren optische Dichte derjenigen der Prüfkörperaufnahme am nächsten kommt. Die Stufennummer und ihr Dichtewert werden als Bezugswerte dokumentiert.

### **B.4.2 Doppeldosimeter**

Dies ist die Bezeichnung für eine Meßanordnung, bei der gleichzeitig die Dosis vor und hinter dem Schwächungskörper gemessen wird. Beide Dosiswerte und das Verhältnis von Eintritts- zu Austrittsdosis werden als Bezugswerte protokolliert.

Anhang C: Formblatt für die Aufzeichnung der Prüfergebnisse

	<b>Konstanzprüfung bei Direktradiographie</b> Formblatt A	<b>DIN</b> <b>6868-3</b>
<b>BETREIBER:</b>		
<b>Röntgeneinrichtung</b>		
Raum: _____	Generator: _____	
Anwendungsgerät: _____	Strahler: _____	
Raster, Typ: _____	Filterung: _____	
<b>Abbildungssystem</b>		
Filmtyp: _____	Kassettenformat: _____	
Folientyp: _____	Kassettenkennzeichnung: _____	
Entwicklungsmaschine: _____		
<b>Prüfmittel</b>		
Prüfkörpertyp: _____	Dosimeter, Typ: _____	
Hersteller: _____	Nr.: _____	
Material: _____	Densitometer, Typ: _____	
	Nr.: _____	
<b>Aufnahmebedingungen</b>		
Fokus-Film-Abstand: _____ cm	Brennfleck <input type="checkbox"/> klein <input type="checkbox"/> groß	
Fokus-Prüfkörper-Abstand: _____ cm	Lichtfeldgröße: _____ cm × _____ cm	
Orientierung des Prüfkörpers: _____	Stellung des Wechselfilters: _____	
Filmnahe Blende (Formatblende) abgeschaltet <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein		
<b>Freie Einstellung</b>		<b>Belichtungsautomatik</b>
Röhrenspannung: _____ kV	Röhrenspannung: _____ kV	
Ladungsmenge: _____ mAs	Programm: _____	
<i>oder</i>	Belichtungskorrektur: _____	
Aufnahmezeit: _____ ms	Meßkammer: <input type="checkbox"/> links <input type="checkbox"/> Mitte <input type="checkbox"/> rechts	
Röhrenstrom: _____ mA		
Die Angaben müssen mit den im Rahmen der Abnahmeprüfung nach DIN 6868-50 festgelegten Bedingungen übereinstimmen.		

Konstanzprüfung bei Direktradiographie

Formblatt B

**DIN**  
6868-3

**BETREIBER**

Raum: \_\_\_\_\_  
 Anwendungsgert: \_\_\_\_\_  
 Bezugswerte festgelegt im Rahmen einer  
 Abnahmeprüfung, am \_\_\_\_\_  
 Teilabnahmeprüfung, am \_\_\_\_\_  
 Prüfer: \_\_\_\_\_

Begründung für Teilabnahmeprüfung:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Kenngroßen	Toleranzbereich	
	Min.	Max.
freie Belichtung _____ kV optische Dichte		
Belichtungsautomatik _____ kV optische Dichte		
Abweichungen zwischen Lichtfeld und Nutzstrahlenfeld	$ a  +  b  \leq$ _____ cm $ c  +  d  \leq$ _____ cm	

Hinweise:

Grenzabweichung für die optische Dichte:  $\pm 0,30$   
 Die Grenzabweichung für die Dosis ist vom  
 Prüfkörpermaterial abhängig. Für den Prüfkörper  
 nach DIN 6868-3, Bild A.1 gilt:  
 Grenzabweichung  $\pm 30\%$  bei 70 kV und  $\pm 25\%$  bei  
 100 kV  
 Für Prüfkörper mit 25 mm Al Schwächungskörper gilt:  
 Grenzabweichung  $\pm 25\%$  bei 70 kV und  $\pm 20\%$  bei  
 100 kV.

Toleranzbereich für die Abweichungen zwischen  
 Lichtfeld und Nutzstrahlenfeld: jeweils 2 % des  
 Fokus-Film-Abstandes

**Prüfegergebnisse**

Datum																			
Prüfer																			
freie Belichtung Dosis optische Dichte																			
Belichtungs- automatik Dosis optische Dichte																			
Feldabweichung $ a  +  b $ $ c  +  d $																			
Ergebnis																			

## Anhang D Hinweise zum Vorgehen bei Grenzwertüberschreitungen

Im folgenden werden Hinweise auf mögliche Fehlerursachen bei Grenzwertüberschreitungen gegeben. Nach Überprüfung der korrekten Einstellung aller Aufnahmeparameter kann mit Hilfe der in Anhang B, Abschnitt B.4, beschriebenen Methoden eine weitere Eingrenzung der Fehlerursache erfolgen.

Es ist zu beachten, daß Grenzwertüberschreitungen auch durch die Überlagerung von Abweichungen mehrerer Komponenten eintreten können. Insbesondere kann die optische Dichte der Prüfkörperaufnahme den Grenzwert überschreiten, auch wenn die Toleranzbereiche der einzelnen Einflußgrößen (Filmempfindlichkeit, Filmverarbeitung, Dosis) eingehalten werden. In diesem Falle sind die Abweichungen dieser Einflußgrößen so weit zu verringern, daß der Grenzwert für die optische Dichte eingehalten wird.

Grenzwertüberschreitungen können auch durch fehlerhafte Meßmittel vorgetäuscht werden. Eine eindeutige Bestimmung von Fehlern der Einrichtung erfordert Meßmittel, die über die der Konstanzprüfung hinausgehen.

### D.1 Aufnahmen mit freier Einstellung

Fehlertyp 1: Gleichzeitige Grenzwertüberschreitung von Dosis und optischer Dichte.

Wahrscheinliche Ursache:

Abweichende Röntgenröhrenspannung oder abweichender mAs-Wert.

Fehlertyp 2: Grenzwertüberschreitung der optischen Dichte, dabei Dosis im zulässigen Bereich.

Wahrscheinliche Ursache:

Abweichende Empfindlichkeit des Films oder ungünstige Summation der Einzelabweichungen von Filmempfindlichkeit, Filmverarbeitung und Dosis.

### D.2 Aufnahmen mit Belichtungsautomatik

Fehlertyp 3 Gleichzeitige Grenzwertüberschreitung von Dosis und optischer Dichte.

Wahrscheinliche Ursache:

Abweichende Röntgenröhrenspannung oder Fehlfunktion der Belichtungsautomatik.

Fehlertyp 4: Grenzwertüberschreitung der Dosis, dabei optische Dichte im zulässigen Bereich.

Wahrscheinliche Ursache:

Abweichende Röntgenröhrenspannung oder abweichender Fokus-Dosimeter-Abstand.

Fehlertyp 5: Grenzwertüberschreitung der optischen Dichte, dabei Dosis im zulässigen Bereich.

Wahrscheinliche Ursache:

Abweichende Empfindlichkeit des Films oder ungünstige Summation der Einzelabweichungen von Filmempfindlichkeit, Filmverarbeitung und Dosis.

### D.3 Benutzung der zusätzlichen Bezugswerte zur Fehlereingrenzung

#### D.3.1 Sensitometerstreifen

Ein deutlicher Unterschied der optischen Dichte der nach B.4.1 festgelegten Stufe des Sensitometerstreifens zum Bezugswert weist auf eine abweichende Empfindlichkeit des Films oder auf einen veränderten Zustand der Filmverarbeitung hin.

#### D.3.2. Doppeldosimeter

Eine deutliche Abweichung der Dosismesswerte gegenüber den Bezugswerten nach B.4.2 weist auf eine Änderung des mAs-Wertes hin.

Eine Abweichung im Verhältnis von Eintritts- zu Austrittsdosis gegenüber dem Bezugswert weist auf eine Änderung der Röntgenröhrenspannung hin.