

# DIN 6868 Teil 8 Konstanzprüfung bei Einrichtungen zur Digitalen Subtraktions-Angiographie

August 1993

Image quality assurance in X-ray diagnosis; Constancy testing of systems for digital subtraction angiography

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

## 1 Anwendungsbereich und Zweck

Diese Norm gilt zusammen mit DIN 6868 Teil 1, Teil 2 und Teil 4 für die Konstanzprüfung an Einrichtungen zur Digitalen Subtraktions-Angiographie (kurz DSA).

Die DSA ist eine Methode der digitalen Radiographie, die die Herstellung angiographischer Bildserien in Form von Subtraktionsbildern ermöglicht.

Diese Norm gibt Verfahren an, mit deren Hilfe die Konstanz der wichtigsten für die DSA typischen Parameter geprüft werden kann. Es wird davon ausgegangen, daß bei der Prüfung einer DSA-Einrichtung stets auch eine Prüfung der Durchleuchtungseinrichtung dieser Anlage nach DIN 6868 Teil 4 erfolgt.

Aus diesem Grunde kann vorausgesetzt werden, daß die in DIN 6868 Teil 4 genannten Prüfmittel auch für die Prüfungen im Rahmen dieser Norm verfügbar sind. Prüfkriterien sind ausschließlich die Abweichungen von einem im Rahmen der letzten Abnahmeprüfung festgelegten Ausgangszustand.

## 2 Begriffe und Kenngrößen für die Konstanzprüfung

### 2.1 Dosis je Bild am Prüfkörpereingang

Unter der Dosis je Bild am Prüfkörpereingang wird die mittlere Dosis an der dem Strahler zugewandten Oberfläche des Prüfkörpers nach DIN 6868 Teil 4/01.87 Abschnitt 3, verstanden.

Es wird jener Teil der Bestrahlung des Objektes je Bild angerechnet, der nach einer gegebenenfalls zu berücksichtigenden Vorlaufphase dem Bild zugeordnet werden kann. Die Dosis bezieht sich auf die Basisbilder (Begriff nach DIN 6814 Teil 25/11.90 Abschnitt 5.1).

### 2.2 Dynamikbereich

Der Dynamikbereich ist der größte Dosisunterschied im Strahlungsbild, der eine Darstellung von Gefäßen im Subtraktionsbild ermöglicht.

### 2.3 Kontrastempfindlichkeit

Die Kontrastempfindlichkeit beschreibt die Abbildbarkeit kontrastarmer Gefäße in den Bildern der DSA-Serie.

### 2.4 Auflösungsvermögen

Das Auflösungsvermögen beschreibt die Darstellbarkeit feiner periodischer Strukturen im DSA-Bild.

### 2.5 Artefakte

Für die Beschreibung und Einordnung von Artefakten sind Artefaktarten nach den Abschnitten 2.5.1 bis 2.5.3 zu beachten:

### 2.5.1 Deckungsfehler

Stimmen die Koordinaten sich entsprechender Projektionselemente von Bild und Maske nicht überein, so entstehen bei strukturierten Objekten Artefakte, die als Deckungsfehler bezeichnet werden.

Bei den Prüfungen nach dieser Norm werden nur Deckungsfehler berücksichtigt, die nicht auf Objektbewegungen beruhen.

### 2.5.2 Expositionsbedingte Artefakte

Im Unterschied zu den Deckungsfehlern können expositionsbedingte Artefakte dadurch entstehen, daß Basisbild und Maske eines bei konstanter Abbildungsgeometrie exponierten Objektes sich hinsichtlich der Exposition unterscheiden.

Diese Artefakte heißen expositionsbedingte Artefakte.

### 2.5.3 Sonstige Artefakte

Außer den in 2.5.1 und 2.5.2 genannten Artefakten gibt es weitere, die je nach Erscheinungsbild oder Ursache bezeichnet werden.

## 2.6 Logarithmierung

Zur Linearisierung des Basisbildes können DSA-Einrichtungen eine Logarithmierstufe enthalten, welche vor Anwendung der Subtraktion eingesetzt wird. Dabei wird der Schätzwert eines jeden Punktes des Basisbildes einer Logarithmierung unterzogen. Auf diese Weise wird erreicht, daß die Signalwerte der Bildpunkte des Gefäßsystems weitgehend unabhängig von der überlagerten Schwächung des Körpers sind.

Eine fehlerhafte Einstellung einer Logarithmierstufe der Röntgeneinrichtung hat einen Helligkeitssprung in der Darstellung der Gefäßsimulation des Prüfkörpers nach Abschnitt 5 beim Übergang von der dichtesten Treppenstufe 11,4 mm (Kupfer) zur kleinsten Stufe von 0,2 mm Kupfer des Prüfkörpers (siehe Anhang C) zur Folge.

- Im Falle fehlerhafter Funktion der Logarithmierstufe kann beim Übergang der Gefäßsimulation an starken Schwächungsunterschieden des Hintergrundes, wie sie z. B. im Bereich des Schädels bestehen, ein an eine Gefäßstenose erinnernder Artefakt entstehen.

## 3 Meß- und Prüfmittel

Die Prüfung erfolgt mit Hilfe der Meßmittel des Betreibers.

### 3.1 Prüfkörper zur Messung der Dosis je Bild am Prüfkörpereingang

Für die Messung der Dosis je Bild am Prüfkörpereingang wird ein Prüfkörper wie bei der Prüfung der Dosis nach DIN 6868 Teil 4 verwendet.

### 3.2 DSA-Prüfkörper

#### Anforderungen an den Prüfkörper

Der Prüfkörper muß mindestens 7 Stufen gleicher Höhe und gleichen Materials aufweisen, welche bei etwa 70 kV Expositionsspannung einen Schwächungsumfang (Dynamikbereich) von mindestens 1 : 15 überdecken.

Es müssen Prüfkörper für die Repräsentanz von Gefäßen vorhanden sein, welche während der Aufnahme einer Serie in das Feld eingebracht bzw. im Feld verschoben werden können. Die Prüfkörper müssen Füllungen im Variationsbereich von 5 bis 10 mg Jod je ml bei Gefäßdurchmessern von 1 bis 4 mm simulieren. Die Prüfkörper für die Simulation des Gefäßkontrastes müssen solche Abmessungen haben, daß das Prüfergebnis nicht durch das Auflösungsvermögen beeinflusst wird.

Die Prüfung gilt dann als von der Auflösung hinreichend unabhängig, wenn die Abmessungen der Gefäßsimulation in beiden Richtungen mindestens 5 Pixel groß sind.

Die Gesamtschwächung des Prüfkörpers im Bereich der mittleren Stufe muß so bemessen sein, daß sie sich bei etwa 70 kV um nicht mehr als  $\pm 12\%$  von der Gesamtschwächung des Prüfkörpers nach DIN 6868 Teil 4 unterscheidet.

Soll die Logarithmierstufe der Einrichtung ebenfalls geprüft werden, so muß der Prüfkörper einen Kontrastsprung enthalten, welcher die Gefäßsimulation nebeneinander auf der niedrigsten und der höchsten der 7 Stufen zur Prüfung des Dynamikbereichs enthält.

Beispiele für die Ausführung eines Prüfkörpers sind in Anhang B und Anhang C dargestellt.

## 4 Prüfung

Es werden die Kenngrößen für die bei der Abnahmeprüfung nach DIN 6868 Teil 54 zur Konstanzprüfung festgelegte Röntgenbildverstärker-Eingangsfeldgröße geprüft.

Dieser Prüfung wird ein bei der Abnahmeprüfung festgelegtes Aufnahmeprogramm zugrunde gelegt.

Die Betrachtungsbedingungen für das Sichtgerät werden bei der Abnahmeprüfung festgelegt.

Mit Hilfe des zur Einrichtung gehörenden Bildaufzeichnungsgerätes werden die Bilder, die bei der Konstanzprüfung entstehen, dokumentiert.

Das Sichtgerät und das Bildaufzeichnungsgerät müssen sich am Anfang in dem in der Abnahmeprüfung definierten Zustand befinden. Dies kann unter Zuhilfenahme eines elektronischen Prüfbildes geschehen.

### 4.1 Prüfung der Dosis je Bild am Prüfkörpereingang

Die Prüfung der Konstanz der Dosis je Bild am Prüfkörpereingang erfolgt mit einem Dosimeter und einem Prüfkörper nach DIN 6868 Teil 4.

Anordnung der Prüfmittel und Durchführung der Prüfung erfolgen nach DIN 6868 Teil 4.

#### 4.1.2 Röntgenröhrenspannung

Es wird mit der in der Abnahmeprüfung festgelegten Röntgenröhrenspannung geprüft. Die Röntgenröhrenspannung ergibt sich dabei aus den Festlegungen in DIN 6868 Teil 4.

Es wird, falls nicht anders festgelegt, eine Röntgenröhrenspannung von etwa 70 kV angenommen.

#### 4.1.3 Vorlaufphase

Je nach Verfahren kann zu Beginn der Bildserie eine Phase liegen, die Meßvorgänge enthält, deren Dosis von der Dosis in der Bildserie abweicht.

Die Art und Weise der Berücksichtigung einer Vorlaufphase bei der Messung der Dosis je Bild wird bei der Abnahmeprüfung unter Zuhilfenahme von Herstellerangaben so festgelegt, daß ihr Einfluß das Ergebnis um weniger als 10% verfälscht.

#### 4.1.4 Dosis je Bild am Prüfkörpereingang

Als Dosis je Bild wird die mittlere Dosis je Basisbild verstanden.

Mit dem Prüfkörper nach DIN 6868 Teil 4 wird die Dosis für die in der Abnahmeprüfung festgelegte Bildserie gemessen und durch die Anzahl der dabei entstehenden Bilder geteilt.

#### 4.1.5 Grenzabweichungen

Die Grenzabweichung der Dosis je Bild am Prüfkörpereingang beträgt  $\pm 30\%$ , verglichen mit dem Wert des Ausgangszustandes. Diese Festlegung gilt auch, wenn von der Prüfspannung von etwa 70 kV aus technischen Gründen abgewichen wird.

### 4.2 Dynamikbereich und Kontrastempfindlichkeit

Der Dynamikbereich und die Darstellbarkeit kontrastarmer Gefäße werden mit dem Prüfkörper nach Abschnitt 3.2 geprüft. Die Abbildung des Prüfkörpers muß bei einer Einblendung des Strahlenganges erfolgen, so daß den Bildverstärker keine Direktstrahlung trifft.

Dargestellt und geprüft wird die Gefäßsimulation im Subtraktionsbild. Aufnahme- und Betrachtungsbedingungen werden bei der Abnahmeprüfung festgelegt. Die Gefäßsimulation muß auf allen Stufen der Kupfertreppe sichtbar sein, auf denen sie bei der Abnahmeprüfung sichtbar war.

Wenn bei der Abnahmeprüfung für die Konstanzprüfung eine von 70 kV abweichende Röntgenröhrenspannung festgelegt wird, so ändert sich damit auch der festgestellte Dynamikbereich.

Für die Prüfung der Konstanz ist dann der neu ermittelte Dynamikbereich maßgebend.

### 4.2.1 Durchführung

Es wird der Prüfkörper nach Abschnitt 3.2 angewendet. Dieser ermöglicht zwei unterschiedliche Zustände, nämlich mit und ohne Gefäßsimulation.

Während der Meßserie wird der Zustand des Prüfkörpers verändert. Dieses geschieht fernbetätigt.

### 4.3 Auflösungsvermögen

Die Konstanzprüfung des Auflösungsvermögens bleibt auf die der Bildverstärker-Fernsehkette in Durchleuchtungsfunktion beschränkt und erfolgt im Rahmen der Prüfung nach DIN 6868 Teil 4.

### 4.4 Artefakte

Die Prüfung auf Deckungsfehler erfolgt durch Erzeugung eines Serienbildes und einer Maske vom ruhenden Prüfkörper nach Abschnitt 3.2.

Seine Abbildung muß so erfolgen, daß den Bildverstärker keine Direktstrahlung trifft.

Die Prüfung der Homogenität des Subtraktionsbildes von Serienbild und Maske erfolgt subjektiv am Sichtgerät. Die Dokumentation erfolgt mit Hilfe des Bildaufzeichnungsgerätes.

Für die Bewertung sind die Festlegungen im Rahmen der Abnahmeprüfung maßgebend. Es wird geprüft, ob Artefakte neu auftreten.

## 5 Dokumentation und Darstellung der Prüfergebnisse

Die Ergebnisse der Konstanzprüfung werden in einem Protokoll dokumentiert, welches das Datum der Prüfung, Angaben zur eindeutigen Identifizierung der geprüften Einrichtung, den Namen des Prüfers und das Prüfergebnis enthält.

Die Darstellung des Prüfergebnisses muß Aussagen über alle Kenngrößen dieser Norm (Prüfung der Logarithmierung nur nach Bedarf) sowie über sonstige besondere Feststellungen bei der Prüfung enthalten. Eine gemeinsame Protokollierung des Ergebnisses mit weiteren Konstanzprüfungen an der Einrichtung (z. B. nach DIN 6868 Teil 41 ist zulässig und gilt als Protokoll im Sinne dieser Norm.

Das Protokoll muß durch die relevanten Prüfbilder vervollständigt werden.

Ein Beispiel für die Darstellung der Prüfergebnisse wird in Anhang A gegeben. Dabei wird vorausgesetzt, daß ein Protokoll nach DIN 6868 Teil 4 vorliegt.

## Anhang A Beispiel eines Formblattes

Für den Anwender dieser Norm unterliegt der Anhang A nicht dem Vervielfältigungsrandvermerk auf Seite 1.

### Konstanzprüfung DSA nach DIN 6868 Teil 8

Es wird vorausgesetzt, daß die Konstanzprüfung der Durchleuchtungsfunktion der Einrichtung nach DIN 6868 Teil 4 erfolgt ist.

DSA-System: \_\_\_\_\_

Betreiber: \_\_\_\_\_

Hersteller: \_\_\_\_\_

Raum: \_\_\_\_\_

Fabrikations-Nummer: \_\_\_\_\_

Bildaufzeichnungsgerät: \_\_\_\_\_

Tag der Installation: \_\_\_\_\_

Betriebsparameter (Beschreibung):

Prüfposition	Abnahmeprüfung	Konstanzprüfungen			
1. Prüf-kV; Zusatzfilter					
2. Dosis je Bild					
3. Dynamikbereich: Stufen der Cu-Treppe					
4. Kontrast: Gefäßsimulation sichtbar auf Stufe					
5. Logarithmierung ohne Beanstandung? ja/nein					
6. Artefakte: Unterschied zur Abnahmeprüfung?					
7. sonstiges					
Tag der Prüfung: _____					
Prüfer: _____					
Unterschrift: _____					

## Anhang B

Beispiel eines DSA-Prüfkörper

Grundkörper:

150 mm x 150 mm x 57 mm PMMA mit Aussparung von 10 mm Tiefe und 90 mm Breite.

Einsatz:

Zur Subtraktion verschiebbarer PMMA-Einsatz mit Aluminium-Streifen zur Gefäßsimulation. Die Gefäßsimulation besteht aus 4 Streifen von 10 mm Breite mit jeweils 10 mm Zwischenraum und Rand. Die Dicke der Trägerplatte ist 9,5 bis 10 mm. Die Streifen bestehen aus Al 99,5, und haben Dicken von 0,05; 0,1; 0,2 und 0,4 mm.

Dynamiktreppe:

0,2 mm bis 1,4 mm Cu-Treppe, welche orthogonal zur Längsrichtung des Einsatzes angeordnet ist.

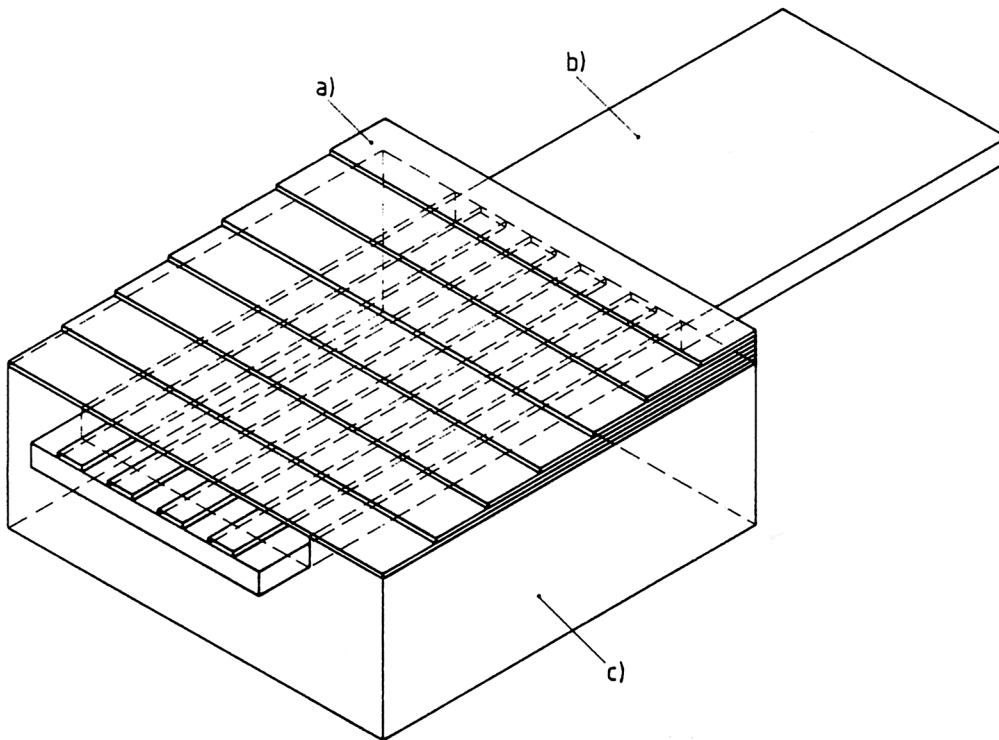


Bild B.1: Prüfkörper

a) Dynamiktreppe 7 Stufen mit je 0,2 mm Cu

b) Einsatz

300 mm x 90 mm x 9,5 mm  
PMMA mit Gefäßsimulation  
0,05 mm; 0,1 mm; 0,2 mm;  
0,4 mm Al 99,5

c) Grundkörper

150 mm x 150 mm x 57 mm  
aus PMMA mit Aussparung  
für Einsatz

## Anhang C

Beispiel eines DSA-Prüfkörpers mit Prüfstufe für Logarithmierung

Grundkörper:

150 mm x 150 mm x 57 mm PMMA mit Aussparungen von 10 mm Tiefe und 90 mm Breite.

Einsatz:

Zur Subtraktion verschiebbarer PMMA-Einsatz mit Aluminium-Streifen zur Gefäßsimulation. Die Gefäßsimulation besteht aus 4 Streifen von 3 mm Breite mit jeweils 23 mm Zwischenraum und Rand.

Die Dicke der Trägerplatte beträgt 5,8 mm.

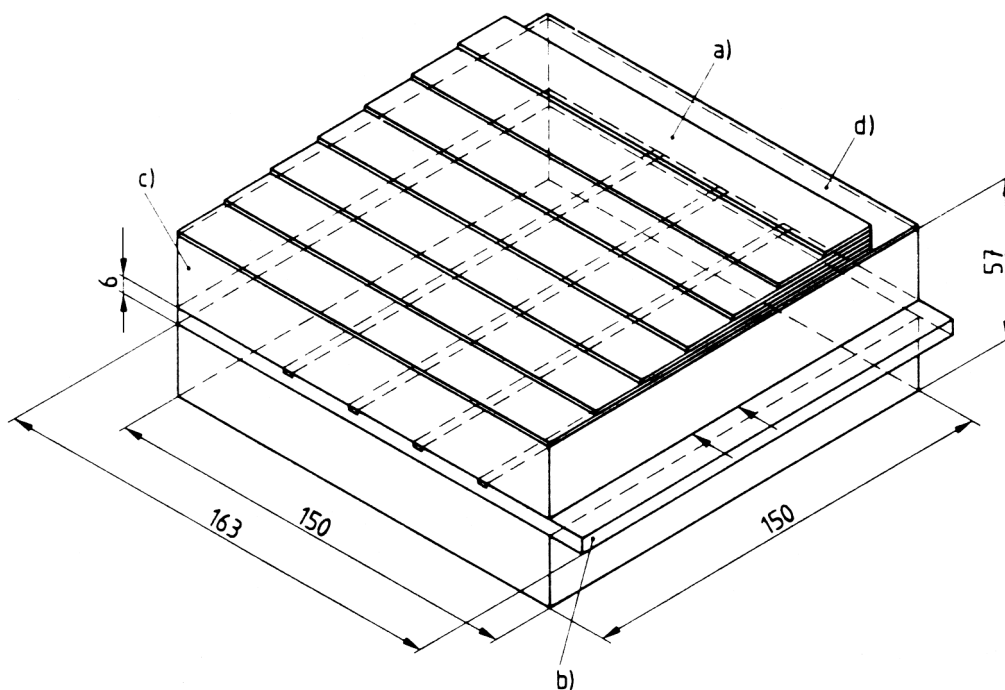
Die Streifen bestehen aus Al 99,5 und haben Dicken von 0,05; 0,1; 0,2 und 0,4 mm.

Dynamiktreppe:

0,2 mm bis 1,4 mm Cu-Treppe mit anschließender Kontraststufe von 0,2 mm Kupfer.

Die Stufen der Treppe verlaufen orthogonal zur Gefäßsimulation.

- Bei der Anwendung dieses Prüfkörpers darf die Pixelgröße höchstens 0,6 mm betragen.



**Bild C.1: Prüfkörper mit Prüfstufe für Logarithmierung**

- |   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| a) Dynamiktreppe<br>Stufen mit je 0,2 mm Cu | b) Einsatz aus PMMA<br>mit Gefäßsimulation<br>0,05 mm; 0,1 mm;<br>0,2 mm; 0,4 mm Al 99,5 | c) Grundkörper<br>aus PMMA mit<br>Aussparung für<br>Einsatz | d) Prüfstufe<br>für<br>Logarithmierung |
|---|--|---|--|

## Zitierte Normen

- DIN 6814 Teil 25 Begriffe und Benennungen in der radiologischen Technik: Digitale Verfahren der diagnostischen Bildgebung; Digitale Radiographie
- DIN 6868 Teil 1 Sicherung der Bildqualität in röntgendiagnostischen Betrieben: Allgemeines
- DIN 6868 Teil 2 Sicherung der Bildqualität in röntgendiagnostischen Betrieben: Filmverarbeitung: Konstanzprüfung der visuellen optischen Dichte
- DIN 6868 Teil 4 Sicherung der Bildqualität in röntgendiagnostischen Betrieben: Konstanzprüfung bei Durchleuchtung mit Röntgen-Bildverstärker und bei Aufnahmen vom Ausgangsschirm des Röntgen-Bildverstärkers
- DIN 6868 Teil 54 Sicherung der Bildqualität in röntgendiagnostischen Betrieben: Abnahmeprüfung bei Einrichtungen zur Digitalen Subtraktions-Angiographie

## Weitere Normen

- DIN 6809 Teil 3 Klinische Dosimetrie: Röntgendiagnostik
- DIN 6814 Teil 9 Begriffe und Benennungen in der radiologischen Technik: Radioskopie und Radiographie
- DIN 6814 Teil 20 Begriffe und Benennungen in der radiologischen Technik: Digitale Verfahren der diagnostischen Bildgebung; übergeordnete Begriffe
- DIN 6867 Teil 1 Bildregistrierendes System bestehend aus Röntgenfilm, Verstärkungsfolien und Kassetten zur Verwendung in der medizinischen Röntgendiagnostik: Bestimmung der Empfindlichkeit und des mittleren Gradienten
- DIN 6868 Teil 50 Sicherung der Bildqualität in röntgendiagnostischen Betrieben: Abnahmeprüfung an medizinischen Röntgen-Einrichtungen für Aufnahme, Durchleuchtung und Filmverarbeitung

## Erläuterungen

Bilddetektionssystem einer DSA-Einrichtung ist eine Röntgenbildverstärker-Fernsehkette. Zur DSA-Einrichtung gehört entweder eine unmittelbar in die Fernsehkette integrierte oder eine nachgeschaltete Einrichtung zur Digitalisierung des Bildsignals. Es sind Mittel zur Speicherung und Darbietung der digitalen Bildsignale vorhanden.

Die Bildsignale werden als Bilder auf einem Sichtgerät oder auf Film dargestellt.

Bei der DSA erfolgt die Aufnahme einer Szene von Basisbildern (Begriff nach DIN 6814 Teil 25/11.90 Abschnitt 5.1) mit gepulster oder kontinuierlicher Röntgenstrahlung. Die Detektionsfrequenz wird durch die Pulsfrequenz der Röntgenstrahlung oder die Bildfrequenz der Fernsehkamera festgelegt.

Die Serie der Basisbilder enthält Bilder, welche bei unterschiedlichem Füllungszustand der darzustellenden Gefäße mit Kontrastmittel aufgenommen wurden. Aus dieser Serie werden Maskenbilder (kurz: Masken) gewählt oder gewonnen, welche mit anderen Bildern der Serie durch Subtraktion verglichen werden. Auf diese Weise entstehen DSA-Bildserien.

Die Ortsauflösung des DSA-Bildes wird durch die auf die Eingangsfeldgröße des Röntgenbildverstärkers bezogene Bildmatrix begrenzt.