



Bundesärztekammer

Arbeitsgemeinschaft der deutschen Ärztekammern

**Leitlinie der Bundesärztekammer
zur Qualitätssicherung
in der Röntgendiagnostik**

– Qualitätskriterien röntgendiagnostischer Untersuchungen –

Gemäß Beschluss des Vorstandes der Bundesärztekammer vom 23. November 2007

Inhaltsverzeichnis

<i>Präambel</i>	4
A Grundlegende Qualitätsanforderungen an die Röntgendiagnostik	4
1. Ärztliche Qualitätsanforderungen	4
2. Aufnahmetechnische Qualitätsanforderungen	5
3. Besondere aufnahmetechnische und ärztliche Qualitätsanforderungen bei Neugeborenen, Säuglingen, Kindern und Jugendlichen	17
<i>Säugling</i>	18
4. Physikalische Größen des Bilderzeugungssystems	19
4.1 Ausgangsdaten	19
4.2 Grenzwerte der physikalischen Größen für alle Körperregionen	22
4.3 Betrachtungsbedingungen von analogen Röntgenaufnahmen (Durchsichtsbilder)	23
4.4 Anforderungen an Bildwiedergabegeräte (BWG) in der digitalen Radiographie	24
4.5 Dokumentation	29
4.6 Weitergabe von Bildern	30
4.7 Archivierung	30
5. Übersichtsschema zu Qualitätskriterien röntgendiagnostischer Untersuchungen	31
5.1 Ärztliche Qualitätsanforderungen	31
5.2 Aufnahmetechnische Qualitätsanforderungen	31
5.3 Physikalische Parameter des Bilderzeugungssystems	32
B Katalog spezifischer ärztlicher und aufnahmetechnischer Qualitätsanforderungen bei Röntgenuntersuchungen	33
Thorax	33
Thorax pa/ap	33
Thorax seitlich	36
Skelett/Extremitäten	37
Hüftgelenk und Oberschenkel	37
Schulter, Oberarm, Klavikula, Rippen, Sternum	38
Kniegelenk, Unterschenkel	39
Ellenbogen, Unterarm, Sprunggelenk	40
Hand, Finger, Fußwurzel, Vorfuß, Zehen,	40
Schädel	41
Wirbelsäule	43
Halswirbelsäule ap/seitlich	44
Brustwirbelsäule ap/seitlich	44
Lendenwirbelsäule ap	45
Lendenwirbelsäule seitlich	46
Wirbelsäulenganzaufnahme anterior-posterior	46
Wirbelsäulenganzaufnahme seitlich	48
Spinalkanal (Myelographie)	48
Becken und Sacrum	49

Becken	50
Sacrum seitlich	51
Abdomen	51
Gallenwege und Pankreas	53
Gallenwege	53
Pankreas	54
Ösophagus, Magen und Duodenum	55
Dünndarm	57
Kolon, Rektum	58
Harntrakt, Nieren und ableitende Harnwege	60
Mamma	62
Zähne	64
Gefäße, allgemeine Kriterien	65
Aortenbogen, supraaortale Äste und Hirngefäße	67
Arterien des Beckens und der unteren Extremitäten	69
Bauchaorta und ihre Äste	69
Venen der Beine und des Beckens	70
Herz	72
C Anhang	76
1 Begriffsbestimmungen, Erläuterungen	76
2 Literatur	78
3 Mitwirkende Organisationen und Personen	81

Präambel

Die Qualität der radiologischen Diagnostik wird bestimmt durch die medizinische Fragestellung, die eine rechtfertigende Indikation begründet, die optimierte Durchführung der Untersuchung, die Darstellung der diagnostisch wichtigen Bildinformationen mit einer medizinisch vertretbar niedrigen Strahlenexposition und die fachkundige Auswertung der Untersuchung und der dokumentierten Ergebnisse im Befundbericht.

Die Leitlinie fasst die ärztlichen Qualitätsanforderungen und die Empfehlungen für die gesamte radiologische Leistungskette zusammen, mit denen eine gute diagnostische Qualität zu erreichen ist. Sie gilt auch bei räumlicher und/oder personeller Trennung in der Durchführung der einzelnen Leistungsschritte. Diese Leitlinie beschreibt den derzeitigen medizinischen Standard und den Stand der Technik der radiologischen Basisuntersuchungen.

A Grundlegende Qualitätsanforderungen an die Röntgendiagnostik

1. Ärztliche Qualitätsanforderungen

Die ärztlichen Qualitätsanforderungen orientieren sich an den Darstellungsmöglichkeiten der Radiologie und zielen auf die Beantwortung medizinischer Fragestellungen.

Dabei muss das Grundprinzip der Minimierung der Strahlenexposition des Patienten als auch gegebenenfalls des Untersuchers unbedingt im Vordergrund stehen.

Die Qualitätsanforderungen umfassen:

1. charakteristische Bildmerkmale
2. wichtige Bilddetails
3. kritische Strukturen

Die charakteristischen Bildmerkmale beschreiben organtypische Bildelemente und Strukturen, die im Röntgenbild eines Körperabschnittes bei Wahl typischer Projektionen gut wahrnehmbar und erkennbar dargestellt sein sollen.

Die wichtigen Bilddetails geben die Abmessungen von Einzelstrukturen und Musterelementen im Röntgenbild an, die als charakteristische Teile des Gesamtbildes wesentliche diagnostische Bedeutung besitzen und ausreichend wahrnehmbar dargestellt sein sollen. Sie sind zum Teil das Ergebnis von Vielfachüberlagerungen kleiner, nicht direkt abgebildeter anatomischer Strukturen.

Die kritischen Strukturen heben die Merkmale des Röntgenbildes hervor, die für die diagnostische Aussage wichtig und für die Qualität des Bildes repräsentativ sind.

2. Aufnahmetechnische Qualitätsanforderungen

Die technischen Mindestanforderungen an die Röntgeneinrichtung (Generatortyp, Brennfleckennennwert, Grenzwerte der Schaltzeit, der Dosis bzw. Dosisleistung und der Auflösung) sind in der Anlage I der Richtlinie für die technische Prüfung von Röntgeneinrichtungen und genehmigungsbedürftigen Störstrahlern - Richtlinie für Sachverständigenprüfungen nach der Röntgenverordnung (SV-RL) und in den Qualifikationsvoraussetzungen gem. § 135 Abs. 2 SGB V (Anlage zu den Bundesmantelverträgen) in der jeweils gültigen Fassung festgelegt.

- (1) Die Untersuchungs- und Aufnahmetechnik muss dem Stand der Technik entsprechen. Die aufnahmetechnischen Qualitätsanforderungen führen typische Daten für die wesentlichen Faktoren auf, mit denen die geforderte Bildqualität erreicht werden kann.

Von den Qualitätsanforderungen darf nur mit entsprechender Begründung bei speziellen Fragestellungen und besonderen Voraussetzungen abgewichen werden, die Begründung ist zu dokumentieren.

- (2) Als Aufnahmeeinrichtung sind angegeben: Rastertisch/Rasterwandgerät mit Streustrahlenraster oder Aufnahmetisch ohne Verwendung eines Rasters sowie Durchleuchtungsgerät oder Spezialeinrichtung. Aufnahmeeinstellungen erfolgen allgemein in Standardprojektionen, Projektionsänderungen sind abhängig von der Fragestellung.

Objektangepasste Formate des Bildempfängers (Film, Detektor) sind zu verwenden. Die Feldeinblendung soll am Bildrand sichtbar sein. Der Gonadenschutz ist besonders zu beachten.

- (3) Die Bildidentifikation muss durch dauerhafte Angabe des Namens und der Anschrift der ausführenden Stelle, des Namens, Vornamens, Geburtsdatums und Geschlechts des Patienten und des Untersuchungsdatums erfolgen (DIN 6827, DIN V 6862-2). Bei Verwendung digitaler Aufnahmesysteme sind diese Parameter eindeutig mit den digitalen Bilddatensätzen basierend auf dem DICOM-Standard abzuspeichern und gegebenenfalls bei der Betrachtung darzustellen.
- (4) Die korrekte anatomische Seitenbezeichnung (während der Aufnahme), die Aufnahmeeinstellung und die Projektionsrichtung müssen auf dem Röntgenbild bzw. im digitalen Bilddatensatz (vorzugsweise unter Verwendung der standardisierten DICOM-Elemente) gekennzeichnet sein (zum Beispiel Angabe des Strahlenganges und der Röntgenröhrenposition, der Körperlage - Stehen oder Liegen -, bei Schrägprojektionen Angabe der bildempfängernahen Körperseite, Funktionsaufnahmen - DIN 6848-1).
- (5) Die Aufnahmespannung wird als Einstellwert der Scheitelspannung der Röntgenröhre bei Einsatz eines 12-Puls-Generators oder eines Multipulsgenerators angegeben. Dabei sind die Aufnahmespannungen als Richtwerte genannt.
- (6) Die Brennfleckgröße ist als Brennflecknennwert aufgeführt (DIN EN 60336).
- (7) Die Gesamtfilterung umfasst alle zwischen Fokus und Patient befindlichen Filterschichten. Die Härtinggleichwerte in Filterdicke und -material sind nach DIN 6815 den Leitlinien zugrunde gelegt. Gesondert werden Zusatzfilterungen insbesondere bei Kindern aufgeführt.
- (8) Der Fokus-Detektor-Abstand wird bei den leistungsfähigen Strahlenerzeugungssystemen mit Übertischröhrenanordnung am Rastertisch oder Raster-

wandgerät in der Regel mit 115 cm (100-200) und am Aufnahmetisch bei Kassettenlage auf der Tischplatte mit 105 cm (100-120) gewählt. Größere Abstände sind zusätzlich in Klammern aufgeführt. Sie können die Bildqualität z. B. bei Aufnahmen des Schädels, des Thorax, des Beckens und der Wirbelsäule im Stehen verbessern.

- (9) Bei Aufnahmen mit Belichtungsautomatik ist das zu wählende Messfeld angegeben. Der Abschaltwert der Bildempfängerdosis ist vor allem durch die untergesetzlichen Regelungen (Richtlinien, Normen) zu höheren Werten begrenzt sowie darüber hinaus durch die zu erreichende Bildqualität. Anwendungstechnisch müssen hierbei die Aufnahmespannung und die Empfindlichkeit der Bildempfänger-Systeme berücksichtigt werden. Dabei ist die kürzeste Schaltzeit zu beachten. Die zulässigen oberen Grenzwerte für die Bildempfängerdosis gelten in gleicher Weise für digitale Radiographiesysteme wie für Film-Folien-Systeme (siehe Tabelle 1b). Bei digitalen Flachdetektoren mit einer höheren Detektiven Quantenausbeute (en: Detective Quantum Efficiency, DQE, DIN EN 62220-1) kann die Bildempfängerdosis bei gleicher Bildqualität erniedrigt werden.
- (10) Die Expositionszeit wird als oberer Richtwert der Schaltzeit in ms angegeben.
- (11) Beim Streustrahlenraster wird der bevorzugte Rastertyp mit Angabe des Schachtverhältnisses nach DIN EN 60627 genannt. Die Anzahl der Lamellen pro cm, die Linienzahl, soll bei bewegtem Raster mindestens 36/cm und bei stehendem Raster mindestens 60/cm betragen. Neben diesen klassischen Parametern wird die Wirksamkeit eines Rasters durch die Selektivität und den Faktor der Dosiserhöhung (Buckyfaktor) charakterisiert. Stehende Viellinienraster weisen bei gleicher Selektivität ein höheres Schachtverhältnis auf. Spezialraster werden z.B. bei der Mammographie eingesetzt. Bei der digitalen Radiographie kann unter bestimmten Voraussetzungen auf ein Raster verzichtet werden, um die Strahlenbelastung des Patienten zu reduzieren. Interferenzartefakte bei Verwendung von niederfrequenten Rastern können durch Bildverarbeitung eliminiert oder reduziert werden. Wechsel-

wirkungen zwischen der Struktur des Rasters und der digitalen Matrix sind zu vermeiden.

(12) Als Abbildungssysteme für die radiologischen Bilder sind zugelassen:

- Film-Folien-Systeme (FFS)
- Digitale Radiographiesysteme mit Speicherfolie (CR), Flachdetektor (DR), CCD- Systeme und Abtastverfahren
- Bildverstärker- Fernseh- Systeme (inkl. Video- oder CCD-Kamera)

soweit die physikalischen und technischen Grenzwerte eingehalten werden und die ärztlichen Qualitätsanforderungen erfüllt werden.

Die Wahl des geeigneten Detektorsystems ist für die erforderliche diagnostische Information und die Größe der Strahlenexposition von entscheidender Bedeutung.

Da der Rauschanteil im Bild bei den einzelnen Detektor-Systemen vor allem bei hoher Empfindlichkeit unterschiedlich stark ist und den Informationsgehalt des Bildes deutlich einschränken kann, muss der Anteil des Rauschens im Verhältnis zum Bildsignal bei der Wahl des geeigneten Detektors unbedingt berücksichtigt werden. Als technisch anerkanntes Kriterium gilt hierfür die DQE des Detektors für die jeweiligen Aufnahmebedingungen.

Bei einem Film-Folien-System wird das Ansprechvermögen auf die Strahlungseinwirkung unter vorgegebenen Bedingungen durch die Empfindlichkeit S als quantitatives Maß beschrieben. Die Dosis K_S des FFS wird dabei nach DIN ISO 9236-1 für die Nettodichte 1,0 der belichteten und verarbeiteten Filme für vier Strahlungsqualitäten (50, 70, 90, 120 kV) hinter Phantomen ermittelt, die die in der Praxis gegebenen Bedingungen (Extremitäten, Schädel, LWS und Dickdarm, Thorax) annähernd simulieren. Die Empfindlichkeit S errechnet sich in Abhängigkeit von der Dosis K_S nach der Formel $S = K_0/K_S$, wobei $K_0 = 1000 \mu\text{Gy}$ ist, d. h. $K_S = 5 \mu\text{Gy}$ entspricht $S = 200$, $K_S = 2,5 \mu\text{Gy}$ entspricht $S = 400$, $K_S = 1,2 \mu\text{Gy}$ entspricht $S = 800$ (**siehe Tabelle 1a**). Der Wert K_S stellt eine Eigenschaft des Film-Foliensystems dar. Zu beachten ist, dass die Abschaltdosis der Belichtungsautomatik, das heißt die in der Regel für Nettodichten $>1,0$ geltende Bildempfängerdosis K_B , von den K_S -Werten abweicht (siehe Tabelle 1b).

Beim Messen mit den verschiedenen Strahlungsqualitäten wird die Spannungsabhängigkeit der Empfindlichkeit S der verschiedenen Film-Folien-Systeme deutlich, die vor allem bei niedrigen Aufnahmespannungen kleiner gleich 65 kV wegen der Abnahme von S beachtet werden muss.

Wenn nur ein einziger Orientierungswert für die Systemempfindlichkeit aus praktischen Gründen angegeben wird, soll der Wert für 70 kV (Schädel) verwendet werden. Dieser Wert der Empfindlichkeit eines Film-Folien-Systems wird auch der groben Einteilung in Empfindlichkeitsklassen (SC) zugrunde gelegt, wobei sich die Empfindlichkeit von Klasse zu Klasse jeweils verdoppelt oder halbiert.

Unter Berücksichtigung der Spannungsabhängigkeit von S bei einem Teil der Folien wird bei Aufnahmespannungen ≤ 65 kV für K_S ein oberer Grenzwert für die einzelnen Empfindlichkeitsklassen (SC) angegeben und zwar für

SC 200: $K_S \leq 8 \mu\text{Gy}$,

SC 400: $K_S \leq 3 \mu\text{Gy}$ und

SC 800: $K_S \leq 1,5 \mu\text{Gy}$.

Die wesentlichen Kenngrößen der Film-Folien-Systeme (S , Dichtekurve, G , MÜF, spektrale Empfindlichkeit des Films und optisches Spektrum der Folie) müssen vom Hersteller in einem Datenblatt beschrieben sein. Der Typ der Verstärkungsfolie und des Filmes muss mit Angabe des Herstellers, des Typs und nach Möglichkeit der Emulsionsnummer oder einer ähnlichen Kodierung auf dem verarbeiteten Film erkennbar sein. (Ausnahmen: Mammographie und Filme <18/24)

Wenn bei Verwendung eines Film-Folien-System eine Systemkomponente (Verstärkungsfolie, Film, Filmverarbeitung, Entwicklertyp) geändert wird, muss durch eine Funktionsprüfung der Filmverarbeitung (DIN V 6868-55) festgestellt werden, ob die optimale Empfindlichkeitsausnutzung des neuen Systems erreicht und die Möglichkeit der Dosisersparnis ausgeschöpft wird.

- (13) Die digitale Radiographie mit Speicherfolie, Flachdetektor oder Abtastverfahren in Kombination mit einer geeigneten Bildverarbeitung muss die diagnose-

wichtigen Informationen darstellen, wie sie in den organotypischen Bildmerkmalen und Details für die einzelnen Körperregionen beschrieben sind. Dabei soll mit möglichst niedriger Patientendosis gearbeitet werden. Bei vergleichbarer Bildqualität darf die Bildempfängerdosis diejenige bei Film-Folien-Kombinationen nicht überschreiten. Für die Bildempfängerdosis gelten die in Tabelle 1b angegebenen Werte. Wie bei Film-Foliensystemen ist auch bei digitalen Detektorsystemen die Spannungsabhängigkeit bei der Einstellung der Aufnahmeparameter zu berücksichtigen.

Digitale Radiographieverfahren erlauben im Gegensatz zu Film-Folien-Systemen

- einen größeren Belichtungsspielraum,
- die Möglichkeit der nachträglichen Anpassung von Helligkeit und Kontrast,
- eine Bearbeitung des Dynamikumfangs
- eine variable Darstellungsgröße der Bilder auf. (Verkleinerung bei Dokumentation auf Film höchstens um den Faktor 0,7 zulässig)

Es ist zu beachten, dass eine direkte Abhängigkeit zwischen optischer Dichte des Dokumentationsfilmes bzw. der Leuchtdichte am Bildwiedergabegerät und Dosis in der Regel nicht besteht. Aus diesem Grund ist bei digitalen Radiographiesystemen der Dosisindikator (Definition DIN V 6868-58) in Verbindung mit dem Bild anzugeben. Da bei digitalen Radiographiesystemen wegen ihres großen Dynamikumfangs keine feste Systemempfindlichkeit definiert ist, kann je nach Indikation mit unterschiedlicher Dosis gearbeitet werden. Deshalb sollten für Übersichtsaufnahmen, Stellungskontrollen usw. dosissparende Einstellungen verwendet werden. Dies gilt vor allem in der Pädiatrie. Bei dosisintensiven interventionellen Verfahren sollten alle technischen Möglichkeiten der Systeme zur Dosisreduktion (Zusatzfilterung, gepulste Durchleuchtung, reduzierte Pulsfrequenz, virtuelle Einblendung usw.) genutzt werden.

- (14) Durchleuchtungsuntersuchungen können zwei verschiedenen Zielen dienen.
1. **Kontinuierlich:** Es sollen dynamische Vorgänge im Organismus oder eine iatrogene Intervention kontinuierlich über einen Zeitraum beobachtet werden.
 2. **Intermittierend:** Es sollen bestimmte Funktionszustände intermittierend beobachtet werden.

Es können auch beide Ziele innerhalb einer Untersuchung angestrebt werden.

Durchleuchtungssysteme verwenden als Bildakquisitionssystem einen Bildverstärker (digitale Bildverstärker-Radiographie, DBR) oder einen digitalen Flachdetektor. Diese Systeme werden deshalb generell als (digitale) Durchleuchtungssysteme bezeichnet.

Eine Untergruppe stellen Systeme für die Angio- und Kardangiographie dar. Mit Angiographiesystemen werden zum überwiegenden Teil digitale Subtraktionsangiographien (DSA) durchgeführt. In der Kardangiographie werden vor allem schnelle Bildfolgen ohne Subtraktion akquiriert, in der Kinderkardiologie auch mit Subtraktion. Die Bilder bzw. Bildserien werden digital erfasst, verarbeitet, gespeichert und auf Bildschirmen dargestellt.

Die Wahl der geeigneten Technik bzw. Parameter hängt von der medizinischen Fragestellung und den entsprechenden Erfordernissen ab, z. B. Geschwindigkeit des zu beobachtenden dynamischen Vorgangs oder reine Dokumentation vom Durchleuchtungsbild unter Verzicht auf zusätzliche statische Bilder. Die Durchleuchtungsverfahren unterscheiden sich aufnahmetechnisch in Bezug auf Bildfrequenz, gepulste oder kontinuierliche Strahlung, Pulsdauer, Art des Pulsverfahrens, Dosis pro Bild, Röhrenspannung und –strom, Regeleinstellungskennlinie zur Anpassung der Durchleuchtungsparameter an die Untersuchungssituation. (**siehe Tabelle 2**).

Zur Verbesserung der Bildqualität werden Programme zur Mittelung und Integration von Bildern zur Rauschreduktion ebenso eingesetzt wie Filter für Operationen im Frequenzraum zur Kantenbetonung. Die Dosis pro Bild kann in einem großen Bereich variiert werden. Bei zunehmender Dosis pro Einzelbild wird der Einfluss des Quantenrauschens geringer, d.h. das Signal-zu-Rausch-Verhältnis nimmt zu. Deshalb muss für Übersichtsdarstellungen eine möglichst niedrige Einstellung sowohl der Bilddosis als auch der Bildfrequenz gewählt werden. Die Durchleuchtungszeit ist so kurz wie möglich zu halten. Vor allem in der Pädiatrie und bei interventionellen Verfahren sollen folgende Maßnahmen der Dosisreduktion eingesetzt werden:

- Reduktion der Bildfrequenz / Aufnahmezahl

- Möglichst kleine Einblendung auf die diagnostisch relevanten Bildabschnitte
- Übereinstimmung von bestrahltem und dargestelltem Feld (vor allem bei Einsatz der Vergrößerungstechnik)
- Gepulste Durchleuchtung mit möglichst niedriger Frequenz
- Einblendung ohne Strahlung, am gespeicherten Bild
- Schnelle Anpassung an variierende Bildinhalte
- Digitale Bildspeicherung
- Entfernbare Streustrahlenraster
- Bei Interventionen und in der Pädiatrie Durchleuchtung mit Zusatzfilter von mind. 0,1 mm Kupfer (Cu) oder äquivalent
- Objekt- und organangepasste Kennlinien unter besonderer Berücksichtigung der kleinen Kinder in der pädiatrischen Kardiologie

Durchleuchtungssysteme können sowohl für Einzelbilder als auch für Bildfolgen eingesetzt werden. Je nach gewählter Untersuchungsart kann dabei die Dosis pro Bild, das Strahlenfeld, die Bildmatrix und die Bildfrequenz variiert werden.

Wird ein Durchleuchtungssystem als universelles Röntgenaufnahmesystem eingesetzt, gelten besondere Anforderungen (**siehe Tabelle 2**).

- (15) Die Durchleuchtung muss mit einer möglichst niedrigen Patienten-Einfalldosisleistung eine ausreichende Erkennbarkeit der diagnostisch wichtigen Strukturen erreichen. Eine praktische Kontrolle der Einfalldosisleistung bieten die Dosisanzeigen bezogen auf den interventionellen Referenzpunkt nach DIN EN 60601-2-43. Bei der Dosisleistung am Bildempfängereingang darf der obere Wert von 0,6 $\mu\text{Gy/s}$ (bezogen auf Bildverstärker-Nenn Durchmesser von ≤ 25 cm) nur aus zwingenden Gründen (z.B. Darstellung feinsten Katheter, Führungsdrähte oder Stents bei Interventionen) überschritten und die Hochkontrastdurchleuchtung nur kurzzeitig eingesetzt werden. Bei digitaler Durchleuchtung sind die Möglichkeiten zur Dosisersparnis wie zusätzliche Filterung, an die Untersuchung angepasste Spannungs-Strom-Regelung, gepulste Durchleuchtung, "Last image hold" und die Technik der "gleitend gewichteten Mittelwertbildung" zu nutzen. Um bei

nicht kooperativen Patienten und bewegten Objekten Bewegungsartefakte zu vermeiden, muss der Grad an gleitend gewichteter Mittelwertbildung und die Pulsfrequenz an die Fragestellung bezüglich der zeitlichen Auflösung angepasst sein. Auf die objektangepasste Einblendung ist besonders zu achten, wobei das Messfeld der Belichtungsautomatik nicht durch die Tiefenblende abgedeckt werden darf.

- (16) Die Strahlenexposition des Patienten muss bei Röntgeneinrichtungen, die nach dem 1. Juli 2002 in Betrieb genommen werden, angezeigt werden oder - falls dies nach dem Stand der Technik nicht möglich ist – auf andere Weise unmittelbar ermittelt werden (§ 3 Abs. 3 Nr. 2 b RöV). Bei „Altgeräten“ muss bei fehlender Nachanzeige des mAs-Produktes ein Dosisflächenprodukt-Anzeigegerät bis zum 31.12.2007 nachgerüstet werden. Bis dahin muss die Patientenexposition aus den Aufzeichnungen nach § 28 RöV zu ermitteln sein. Diese Angaben enthalten die Standarddaten, die individuellen Untersuchungsparameter und die personenbezogenen Daten. Die Messung bzw. Berechnung des Dosisflächenproduktes ermöglicht eine relativ zuverlässige Schätzung der Patientenexposition. Das Dosisflächenprodukt muss bei folgenden Untersuchungen immer erfasst werden:
- kinderradiologische Untersuchungen am Körperstamm
 - Durchleuchtungsuntersuchungen des Gastrointestinaltraktes (Übergangsfrist bis 31.12.2007)
 - interventionelle Verfahren
 - Angiographien einschließlich Phlebographien, DSA und kardiologischen Untersuchungen

Die Schätzung der Organdosen wird durch die Ermittlung der Kenndosis (Energiedosis der Primärstrahlung gemessen in Luft in einem bestimmten Abstand vom Fokus) oder der Einfalldosis erleichtert, die im Rahmen der Abnahmeprüfung nach § 16 RöV gemessen werden kann. Ausgehend von der Einfalldosis oder dem Dosisflächenprodukt und den vorliegenden organbezogenen Konversionsfaktoren lassen sich die Organdosen und die Patientendosis realistisch schätzen. Es ist die Bekanntmachung der diagnostischen Referenzwerte für radiologische und nuklearmedizinische Untersuchungen des Bundesamtes für Strahlenschutz zu berücksichtigen.

- (17) Der Strahlenschutz verpflichtet, die geforderte diagnostische Information mit einer vertretbar niedrigen Strahlendosis zu erreichen. Die erforderlichen Patientenschutzmittel sind in Anlage III zur Richtlinie für die technische Prüfung von Röntgeneinrichtungen und genehmigungsbedürftigen Störstrahlern (SV-RL) in Anlehnung an DIN EN 61331-3 zusammengestellt. Diese Patientenschutzmittel müssen bei jeder röntgendiagnostischen Einrichtung bereitgehalten werden.

Neben einer guten Lagerung und Einstellung ist eine korrekte objekt- und fragestellungsbezogene Einblendung notwendig. Dies ist besonders bei pädiatrischen Patienten zu beachten, da der prozentuale Feldgrößenzuwachs umso höher ist, je kleiner das Ausgangsformat ist, also insbesondere in der neonatologischen Radiologie. Die Einblendung muss in der Regel auf dem Bild erkennbar sein. Eine zusätzliche Bleiabdeckung der an den Rand des Strahlenfeldes angrenzenden Abschnitte des Körperstamms ist vor allem bei Kindern und jüngeren Patienten wichtig. Bei männlichen Patienten müssen bei allen Röntgenuntersuchungen des Abdomens, des Harntrakts, des Magen-Darm-Traktes sowie des Beckens und der Lendenwirbelsäule grundsätzlich umschließende Hodenkapseln angewandt werden.

Bei entfernteren Strahlenfeldern (z. B. bei Thoraxuntersuchungen) genügt eine Gonaden- oder Patientenschutzschürze.

Bei weiblichen Personen ist die Anwendung eines Ovarienschutzes als direkte Abdeckung oder als indirekter Ovarienschutz durch Einschieben einer Bleiplatte in die Tiefenblende grundsätzlich zu fordern, soweit hierdurch der Informationsgehalt der Untersuchung nicht wesentlich eingeschränkt wird oder die Wahrscheinlichkeit von Wiederholungsaufnahmen nicht deutlich erhöht wird.

Bei Mädchen und Frauen soll bei Aufnahmen des Thoraxbereiches wegen des strahlungssensiblen Mammagewebes der dorsoventrale Strahlengang gewählt werden.

Tabelle 1a:

Bildempfängerdosis K_S zur Erzeugung der Nettodichte 1,0 und Mindestwert des visuellen Auflösungsvermögens R_{Gr} bei Direktaufnahmen mit Film-Folien-Systemen nach DIN EN 61223-3-1 und SV-RL Anlage I

K_S (μ Gy)	Empfindlichkeit S^1	R_{Gr} (Lp/mm)
40	25	4,8
20	50	4,0
10	100	3,4
5,	200	2,8
2,50	400	2,4
1,25	800	2,0

- 1) Für Zwischenwerte sind S bzw. K_S nach der Formel $S = 1000 \mu\text{Gy} / K_S$ zu berechnen und R_{Gr} durch lineare Interpolation zu ermitteln.

Tabelle 1b:

Bildempfängerdosis K_B bei Film-Folien-System bzw bei Direktaufnahmen mit digitalen Detektor-Systemen und Mindestwert des visuellen Auflösungsvermögens R_{Gr} nach DIN EN 61223-3-1 und SV-RL Anlage I (mit zum Teil darüber hinausgehenden Forderungen)

Anwendungen/ Aufnahmen	R_{Gr} (Lp/mm)	K_B (μ Gy)
Peripheres Skelett	2,8	≤ 10
Körperstamm	2,4	≤ 5
Stellungskontrollen, Pädiatrie	2,0	$\leq 2,5$

Tabelle 2 Anforderungen für die Anwendung von Durchleuchtungssystemen

Tabelle 2a Durchleuchtungsbetrieb

Modus	Wichtige Details	Pulsfrequenz Bilder/s	Bildempfängerdosis bzw. -dosisleistung K_B bzw. K_B/s , bezogen auf Nenndurchmesser 25 cm	Grenzwert visuelles Auflösungsvermögen R_{Gr} (Lp/mm), bezogen auf Nenndurchmesser 25 cm
Durchleuchtung/ Intervention kontinuierlich, Herz kindliches Herz,	Knochen, Weichteile Intervention	2-8, 25	$\leq 0,6 \mu\text{Gy/s}$	$\geq 1,0$
Durchleuchtung kontinuierlich Herz	Ventrikel, Koronararterien	25	$\leq 0,6 \mu\text{Gy/s}$	$\geq 1,0$
Spezielle Hinweise zur Pädiatrie		3-30	$\leq 0,2 \mu\text{G/s}$	$\geq 1,0$

Tabelle 2b Aufnahmebetrieb

Modus	Wichtige Details	Pulsfrequenz Bilder/s	Bildempfängerdosis bzw. -dosisleistung K_B bzw. K_B/s , bezogen auf Nenndurchmesser 25 cm	Grenzwert visuelles Auflösungsvermögen R_{Gr} (Lp/mm), bezogen auf Nenndurchmesser 25 cm
Dig. Subtraktionsangiographie DSA	Blutgefäße	1-6	$\leq 5 \mu\text{Gy}$	$\geq 1,2$
Serienaufnahmen nativ	Blutgefäße	1-6	$\leq 5 \mu\text{Gy}$	$\geq 2,4$
Durchleuchtung intermittierend Herz, kindliches Herz	Koronararterien, Herzklappen, Ventrikel	12,5, 25 15-30	$\leq 0,2 \mu\text{Gy}$	$\geq 1,0$
Durchleuchtung/ Intervention Aufnahme (Übersicht, Stellungskontrollen)	Knochen, Weichteile Intervention	einzel	$\leq 2,0 \mu\text{Gy}$	$\geq 1,2$
Einzelaufnahmen bei Extremitäten	Knochenstrukturen	einzel	$\leq 10 \mu\text{Gy}$	$\geq 2,8$
Einzelaufnahmen im Bereich des Körperstamms	Knochen, Weichteile	einzel	$\leq 5 \mu\text{Gy}$	$\geq 2,4$
Pädiatrie	Knochen, Weichteile	einzel	$\leq 2,5 \mu\text{Gy}$	$\geq 2,0$

3. Besondere aufnahmetechnische und ärztliche Qualitätsanforderungen bei Neugeborenen, Säuglingen, Kindern und Jugendlichen

- (1) Die Fragestellungen in diesen Lebensaltern sind in vielen Fällen bedingt durch altersspezifische Erkrankungen völlig andere als bei erwachsenen Patienten. Durch eine genaue Anpassung der Untersuchungsbedingungen in Planung und Durchführung kann die Strahlenexposition des Patienten erheblich reduziert werden. Außerdem bestehen in den einzelnen Lebensaltern besondere Untersuchungs- und Abbildungsbedingungen, die bei der Qualitätssicherung berücksichtigt werden müssen.
- (2) Allgemein gültige, organspezifische Qualitätskriterien können in diesen Altersgruppen nicht für alle Fälle berücksichtigt werden. Vielmehr ist für den Einzelfall eine individuelle Überprüfung der Planungs-, Durchführungs- und Bildqualität in Bezug auf die jeweilige Fragestellung erforderlich.
- (3) Im Katalog diagnostischer Qualitätskriterien, aufnahmetechnischer Hinweise und physikalischer Größen des Bilderzeugungssystems werden die für Neugeborene, Säuglinge und Kinder geltenden Kriterien als pädiatrische Besonderheiten aufgeführt. Diese sind bei allen Röntgenuntersuchungen dieser Altersgruppe zu berücksichtigen. Sie modifizieren die für die Untersuchung erwachsener Patienten gültigen Kriterien oder sind zusätzlich zu beachten. (Alterseinteilung s. Tabelle 3)

	Bezeichnung	Austragungszeit/ Alter	Gewicht (kg)	Körper- durch- messer cm (pa/ap)	Dosis μGy Extr.	Dosis μGy Körper- stamm	Zusatz- Filter (mm Cu) 1 mm Al + min- dest. 0,1 mm Cu	Raster
1	Frühgeborenes	< 28 Wo- chen	< 1	< 4	≤ 10	≤ 5 (2,5)	0,1	nein
2	Neugeborenes	0 – 28 Tage	< 5	< 6	≤ 10	≤ 5 (2,5)	0,1	nein
3	Säugling	1-12 Mona- te	< 10	< 8	≤ 10	≤ 5 (2,5)	0,1	nein
4	Kind < 8 Jahre	1-8 J.	< 20	< 10	≤ 10	≤ 5 (2,5)	0,1	nein
5	Kind > 8 Jahre	9 -12 J.	< 25	< 12	≤ 10	≤ 5 (2,5)	0,1	nein
6	Jugendlicher	13-18 J.	> 25	> 12	≤ 10	≤ 5 (2,5)	0,1-0,2	möglich, r8 bzw. r17 bei Fest- raster

Schaltzeiten Kind $\leq 5\text{ms}$

- (4) Bei Aufnahmen am Körperstamm von Säuglingen, Kleinkindern und Kindern müssen Generatoren, die die Einstellung einer kürzesten Schaltzeit von ≤ 5 ms erlauben, und Film-Folien-Systeme einer Empfindlichkeitsklasse von ≥ 400 bzw. bei digitalen Systemen mit einer Bildempfängerdosis $\leq 5 \mu\text{Gy}$ - bezogen auf die jeweils geforderte Aufnahmespannung - eingesetzt werden. Eine zusätzliche Filterung von mindestens 0,1 mm Cu-Äquivalent muss in den Strahlengang eingebracht werden. (Anlage I SV-RL) Über die Anforderung der SV-RL hinaus wird empfohlen, wegen des großen Anteils an rotem Knochenmark in den langen Röhrenknochen auch für diese Bereiche eine Zusatzfilterung zu verwenden. Die Schaltzeiten sollten aufgezeichnet werden. Darüber hinaus müssen bei allen röntgendiagnostischen Untersuchungen am Körperstamm, inklusive intraoperativer Durchleuchtung, die Einfalldosis bzw. -dosisleistung und/oder das Flächendosisprodukt aufgezeichnet werden (siehe RöV § 16 Abs. 1 „Diagnostische Referenzwerte“). Das Dosisflächenprodukt-Meßgerät (DIN EN 60580) muss Werte für pädiatrische Untersuchungen in einem Bereich von $(1,0 \times 10^{-1} - 1,0 \times 10^4) \mu\text{Gy} \times \text{m}^2$ anzeigen können.

- (5) Bei Kindern sollte auf den Einsatz von Streustrahlenrastern möglichst verzichtet werden. Sie sind erst bei Objektdurchmessern größer als 12 - 15 cm erforderlich und einzusetzen. Für Schwingraster ist ein Schachtverhältnis von $r=8$, bei Festrastern mit $r=15-17$ einzusetzen. Das Raster sollte an Aufnahme- und Durchleuchtungsgeräten für Kinder auf einfache Weise entfernt werden können.
- (6) Auf exakte Einblendung des Nutzstrahlungsfeldes mit erkennbaren Feldgrenzen und Bleiabdeckung der angrenzenden Körperstammabschnitte und der Gonaden ist besonders zu achten.
- (7) Für eine ausreichende Immobilisation und korrekte Projektion ist Sorge zu tragen. Bei nicht kooperierenden Kindern sollte das Halten durch Eltern, Pflege- oder Assistenzpersonal nur als Ausnahme und bei besonderen Fragestellungen und unter Verwendung von Strahlenschutzmitteln erfolgen.
- (8) Bei Neugeborenen/Säuglingen kann bei Anwendung gepulster Durchleuchtung und Anwendung positiver Kontrastmittel mit Bildspeicherung (möglichst ohne Bildintegration) auf zusätzliche Aufnahmen verzichtet werden.

4. Physikalische Größen des Bilderzeugungssystems

4.1 Ausgangsdaten

Für alle Abbildungssysteme gilt:

- (1) Die aufnahmetechnischen Qualitätsanforderungen, die die Verwirklichung der ärztlichen Qualitätsanforderungen zum Ziel haben, bestimmen die physikalischen Parameter des Bilderzeugungssystems. Sollten die ärztlichen Forderungen nicht erreicht werden, empfiehlt es sich, die Aufnahmetechnik durch Überprüfung der physikalischen Parameter des Bilderzeugungssystems zu kontrollieren. Die angegebenen Grenzwerte sollen nach Durchführung korrigierender Maßnahmen eingehalten werden.

- (2) Die nachfolgend aufgeführten physikalischen Parameter mit ihren Grenzwerten sind auf die zu untersuchende Körperregion abzustimmen, damit ein hinreichender Aussagewert bei der Bilderzeugung erreicht wird. Zur Festlegung und Überprüfung erscheinen Prüfkörper der Normenreihen DIN 6868 und DIN EN 61223 geeignet.
- (3) Das visuelle Auflösungsvermögen (Erkennbarkeitsgrenze periodischer Strukturen, z. B. von Bleistrichrastern in Lp/mm) gibt einen Anhalt für die Erkennbarkeit kleiner Details. Aussagefähiger sind die Modulationsübertragungsfunktion und das Kontrast-Detail-Diagramm.
- (4) Der Einfluss des Rauschens und der Körnigkeit auf die Detailerkennbarkeit kann in kritischen Fällen durch die Bestimmung des Signal-Rausch-Verhältnisses und des DQE-Verlaufs oder das Kontrast-Detail-Diagramm abgeschätzt werden.
- (5) Die Bildempfängerdosis (K_B) wird nach DIN 6815 bestimmt.
- (6) Die in der Röntgenverordnung und in der Richtlinie zur Durchführung der Qualitätssicherung nach § 16 RöV (QS-RL) vorgesehenen Abnahme- und Konstanzprüfungen erfolgen nach den Normenreihen DIN EN 61223 und DIN 6868 und Festlegungen der QS-RL. Ihre Ergebnisse sind für die Erfüllung der ärztlichen Qualitätsforderungen und der aufnahmetechnischen Leitlinien von wesentlicher Bedeutung.

Für Film-Folien-Systeme gilt:

Die optische Dichte (D) in der Dominanten der Röntgenaufnahme (auch im Messfeldbereich des Belichtungsautomaten) ist für den diagnostischen Informationsgehalt von wesentlicher Bedeutung.

- (a) Der Kontrast innerhalb der Wiedergabe einer Körperregion wird durch den Strahlungskontrast (Objektkontrast) und den Filmkontrast beeinflusst. Da der mögliche Strahlungskontrast über das Minimierungsgebot für die Strahlenexposition weitgehend festgeschrieben ist, hängt die Abbildung einer Körperregion mit ihren charakteristischen Bildmerkmalen entscheidend von

- den Eigenschaften des verwendeten Röntgenfilmes ab, wobei der mittlere Gradient G in ausreichendem Maße die Filmgradation kennzeichnet.
- (b) Der Bildkontrast kann als Differenz der optischen Dichte (ΔD) zweier Stufen eines Stufenkeiles im Prüfkörperbild angegeben werden. Allgemein gültige Toleranzen für den Kontrast sind nur schwer festzulegen, da außer den Aufnahmedaten auch die Gradation des Filmes und die Art der Filmverarbeitung maßgeblich beteiligt sind.
- (c) Die Bildempfängerdosis (K_B) für eine bestimmte optische Dichte im Bild eines Prüfkörpers gestattet gewisse Rückschlüsse auf die Strahlenexposition des Patienten.

Für digitale Abbildungssysteme gilt:

- (a) Einen festen Zusammenhang zwischen Bildempfängerdosis und Leuchtdichte am BWG bzw. optischer Dichte des Dokumentationsfilmes gibt es nicht. Mit digitalen Systemen können befundbare Röntgenaufnahmen mit unterschiedlichem Dosiswerten angefertigt werden. Deshalb sind für die Bildempfängerdosis die in der SV-RL vorgegebenen Werte einzuhalten.
- (b) Allgemein gültige Toleranzen für den Kontrast sind schwer festzulegen, da durch Kontrastanhebung eines digitalen Abbildungssystems der Kontrast des Bildes in weitem Rahmen verändert werden kann. Die wesentliche Begrenzung bei der Darstellung kontrastarmer Bilddetails stellt der Rauschanteil im Bild dar.
- (c) Durch Erhöhung der Röhrenspannung oder durch zusätzliche Filterung und der daraus folgenden Veränderung der Strahlungsqualität kann die Strahlungsexposition des Patienten reduziert werden. Ebenso kann vor allem bei schlanken Patienten auf ein Raster verzichtet werden. Der dadurch bedingte Kontrastverlust wird durch digitale Kontrastanhebung bei der Bildverarbeitung ausgeglichen. Maßgeblich für die Strahlungsbelastung des Patienten ist hierbei die Einfalldosis, die z.B. aus dem Dosisflächenprodukt ermittelt werden kann. Wird die geforderte Bildqualität durch höhere Bildempfängerdosis bei gleicher bzw. niedrigerer Patientenexposition in einem höheren Aufnahmespannungsbereich bzw. bei härterer Filterung erzielt, ist das Ver-

- fahren zulässig. In diesem Fall ist eine Erhöhung der Bildempfängerdosis in Relation zu den in der SV-RL vorgegebenen Werten (siehe a) zulässig.
- (d) Für die Überprüfung der Strahlenexposition und die richtige Funktion der Signalnormierung ist die Angabe und Bewertung des Dosisindikators notwendig.
- (e) Das visuelle Auflösungsvermögen kann durch die Aufteilung des Bildes in Pixel begrenzt sein. Die Nyquistfrequenz ($1/[2a]$) stellt die höchste in den Hauptachsen darstellbare Ortsfrequenz dar. (a = Kantenlänge eines als quadratisch angenommenen Pixels in mm)
- (f) Durch Erhöhung der Aufnahmespannung und/oder Wahl einer niedrigen Bildempfängerdosis kommt es zu einer starken Reduktion der Schaltzeiten. Um dabei Rasterfehler und Überlagerung durch Weichteilstrukturen z.B. Lunge bei BWS-Aufnahmen zu vermeiden, sind Belichtungszeiten von ≥ 10 ms empfehlenswert.
- (g) Die Parameter der Bildverarbeitung bestimmen stark die Wiedergabe des Bildes. Die Einstellungen sind gemeinsam von Anwender und Hersteller festzulegen und zu dokumentieren.

4.2 Grenzwerte der physikalischen Größen für alle Körperregionen

- (7) Die mittlere optische Dichte D der Röntgenaufnahmen mit Film-Folien-Systemen, angegeben als Bruttodichte, liegt für die Beurteilung günstig im Bereich $D = 1,2 \pm 0,2$. Werte $D < 0,6$ und $D > 2,2$ gehen in der Regel mit einer Einschränkung des Informationsgehaltes einher. Die Dichte von Schleier und Unterlage soll $D = 0,25$ nicht überschreiten. Die mittlere optische Dichte kann bei Mammographien höher sein.
- (8) Der Grenzwert des visuellen Auflösungsvermögens für Röntgenaufnahmen soll in der Regel $\geq 2,4$ Lp/mm sein. Er kann unterschritten werden, wenn die Strahlenexposition bewusst niedriger gehalten werden soll und der Informationsverlust nicht kritisch ist (**siehe Tabelle 1a und b**). Dies gilt auch für Durchleuchtungssysteme (**siehe Tabelle 2**). Für die Mammographie sind bei Verwendung von Film-Folien-Systemen ≥ 12 Lp/mm, bei digitaler Mammographie ein Pixelpitch ≤ 100 μm gefordert.

- (9) Strahlungs- und Filmkontrast sollen so aufeinander abgestimmt sein, dass die diagnosewichtigen Strukturen im Dichtebereich 0,6 - 2,2 (Bildkontrast 1,6) dargestellt sind. Der Einfluss des Kontrastes kann im Falle der Nichterfüllung der ärztlichen Qualitätsforderungen mit einem Testkörper, im Kontrast-Detail-Diagramm oder mit einem patientenäquivalenten Phantom untersucht werden.
- (10) Der aus der sensitometrischen Kurve ermittelte mittlere Gradient G soll für die Standardfilme zwischen 2,5 und 3,2 liegen. Es ist zu bedenken, dass Filme mit höheren Gradienten den darstellbaren Objektumfang einengen. Für Lungenaufnahmen, aber auch Aufnahmen anderer Körperabschnitte haben sich sogenannte "L-Filme" (L: Latitude) bewährt, deren mittlerer Gradient G zwischen 2,2 und 2,7 liegt.
- (11) Die mittlere optische Dichte von Aufnahmen einer bestimmten Körperregion, die mit derselben Röntgeneinrichtung angefertigt werden, soll nicht mehr als $\Delta D = \pm 0,3$ variieren. Bei Verwendung von Standardfilmen bedeutet dies in der Regel, dass die Schwankungen der Exposition durch das strahlungserzeugende System (Generator, Röhre, Belichtungsautomatik u.a.) und die Schwankungen der Empfindlichkeit S des Aufzeichnungssystems (Film-Folien-Kombination und Filmverarbeitung) gemeinsam $\pm 25\%$ nicht übersteigen dürfen.

4.3 Betrachtungsbedingungen von analogen Röntgenaufnahmen (Durchsichtsbilder)

- (12) Ein Betrachtungsgerät zur Befundung von Durchsichtsbildern gehört zu jeder Röntgeneinrichtung. Es muss nachfolgende Anforderungen erfüllen (DIN 6856-1 und DIN 6856-3).
- (13) Die großen Unterschiede der optischen Dichte der Röntgenbilder erfordern bei der Betrachtung eine Anpassung der Leuchtdichte des Betrachtungsgerätes an die Eigenschaften des Durchsichtsbildes, um den Informationsgehalt voll ausschöpfen zu können.

- (14) Die Helligkeit des Betrachtungsgerätes soll so groß sein, dass die Leuchtdichte des zu betrachtenden Bereiches des Durchsichtsbildes etwa 100 cd/m² beträgt. Die Leuchtdichte des Röntgenschaukastens muss daher in der Regel 2000 cd/m² betragen. Für optische Dichten > 2,0 ist eine Erhöhung auf 4-5000 cd/m² und mehr erforderlich. Hohe Leuchtdichten werden auch mit Grellleuchten (> 10000 cd/m²) erreicht, die in Helligkeit und Blendendurchmesser regulierbar sein sollen. Für die Betrachtung von Mammographien muss die Leuchtdichte mindestens 3000 cd/m² betragen, zu empfehlen sind 4000 cd/m².
- (15) Die Ausleuchtung der Betrachtungsfläche muss gleichmäßig sein. Die Leuchtdichte soll von der Mitte zum Randbereich höchstens um 30 Prozent abweichen.
- (16) Das Licht soll weitgehend diffus sein und eine einheitliche Farbe besitzen.
- (17) Die Größe der Betrachtungsfläche muss den Vergleich von mindestens 2 Röntgenaufnahmen des größten verwendeten Formates ermöglichen.
- (18) Für die Befundung ist eine Einblendung (Abdunklung) der Betrachtungsfläche auf den einzelnen Röntgenfilm oder einen Ausschnitt durch Jalousien oder Masken erforderlich.
- (19) Die Möglichkeit zur Lupenbetrachtung mit zwei- bis vierfacher Vergrößerung oder auch zur Verkleinerung soll gegeben sein.
- (20) Der Betrachtungsraum soll bei der Befundung nur schwach (< 100 lx) beleuchtet sein.

4.4 Anforderungen an Bildwiedergabegeräte (BWG) in der digitalen Radiographie

In der digitalen Radiologie spielen Bildschirme oder, wie der Normenbegriff lautet Bildwiedergabegeräte, abgekürzt BWG, eine wesentliche Rolle.

Die Festlegungen betreffen nur die Bildwiedergabegeräte, die zur Befundung eingesetzt werden.

Wichtige Parameter sind:

- maximale Leuchtdichte
- Matrix des Bildschirms
- Maximalkontrast
- sichtbare Diagonale des Bildschirms
- Nennwert der Diagonale

Die Mindestanforderungen sind nach Untersuchungsgebieten aufgeteilt:

Thorax, Schädel und Extremitäten (Übersicht / Feinstruktur), Mammographie, Körperstamm,

Angiographie, Magen, Darm und

speziell für digitale Durchleuchtung (dig. Bildverstärkerradiographie)

Die Mindestanforderungen sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

Tabelle: Mindestanforderungen an Bildwiedergabegeräte (Monitore) für die Befundung aus der Richtlinie zur Durchführung der Qualitätssicherung bei Röntgeneinrichtungen zur Untersuchung oder Behandlung von Menschen nach den §§ 16 und 17 der Röntgenverordnung – Qualitätssicherungs-Richtlinie (QS-RL) vom 20.11.2003 aktualisiert mit den Festlegungen zur Mammographie nach PAS 1054 (2005).

Diese Anforderungen gelten nicht für die BWG von Durchleuchtungsgeräten mit Kassettenaufnahmetechnik und von C-Bogengeräten nach Prüfberichtsmuster Nr. 2.2.4 SV-RL.

1	technische Parameter							
	2	3	4	5	6	7		
Körperregion/ Methoden	Anwen- dungs- kategorie	Max. Leucht- dichte (cd/m ²)	Maxi- mal- Kon- trast	Matrix des Bildschirmes (Richtwerte) ¹	Diagonale des Sichtbaren Bereiches des BWG (cm)	Diagonale des BWG nach Hersteller- angabe (Zoll) CRT LCD		
Thorax	A	> 200	> 100	≥ 2000 x ≥ 2000	≥ 49	≥ 21	≥ 19	
Extremitäten	Übersicht	A	> 200	> 100	≥ 1000 x ≥ 1000	≥ 43	≥ 19	≥ 17
Schädel	Feinstruk- tur	A	> 200	> 100	≥ 2000 x ≥ 2000	≥ 43	≥ 19	≥ 17
HWS, BWS, LWS, Becken	A	> 200	> 100	≥ 1000 x ≥ 1000	≥ 43	≥ 19	≥ 17	
Abdomen, Harntrakt	A	> 200	> 100	≥ 1000 x ≥ 1000	≥ 43	≥ 19	≥ 17	
Mammographie	A	> 250	> 100	≥ 2000 x ≥ 2500	≥ 49	≥ 21	≥ 19	
Kardiographie	B	> 120	> 40	≥ 500 x ≥ 500	≥ 34	≥ 15	≥ 13,5	
Angiographie	B	> 120	> 40	≥ 1000 x ≥ 1000	≥ 43	≥ 19	≥ 17	
Magen, Darm	B	> 120	> 40	≥ 1000 x ≥ 1000	≥ 43	≥ 19	≥ 17	
Digitale Durchleuchtung	B	> 120	> 40	≥ 1000 x ≥ 1000	≥ 43	≥ 19	≥ 17	

CRT = Cathode Ray Tube, Kathodenstrahlröhre,
LCD = Liquid Crystal Display.

Der tatsächliche Wert der maximalen Leuchtdichte muss bei optimal vorgegebener Umgebungsbeleuchtungsstärke so eingestellt werden, dass der maximale Bildkontrast gewährleistet ist.

Die Anwendungskategorien A und B sind folgendermaßen definiert worden: Der Maximalkontrast für die Befundung muss in der Anwendungskategorie A größer als 100, in der Anwendungskategorie B größer als 40 sein (Definition Anwendungskategorie: s. DIN V 6868-57). Die Qualität der dargestellten medizinischen Bilder wird entscheidend durch Leuchtdichte, Maximalkontrast und Matrix des BWG bestimmt. Die maximale Leuchtdichte (L_{\max}) muss bei BWG für Befundung von Radiographien mindestens 200 cd/m², „ bei BWG für Betrachtung soll die Leuchtdichte mindestens 120 cd/m² betragen.

Für die Untersuchungen des Thorax und des Schädels können auch Bildwiedergabegeräte mit geringerer Matrix des Bildschirms verwendet werden. Voraussetzung hierfür ist die Möglichkeit, Bildausschnitte in voller Auflösung, das heißt Pixel für Pixel (pixeltreu) ohne Interpolation und Weglassen einzelner Pixel (subsampling), darzustellen.

Die diagnostische Aussagekraft der Bilder muss sichergestellt werden.

In der Qualitätssicherungs-Richtlinie und DIN V 6868-57 werden die Anforderungen für die Qualitätssicherung festgelegt. Bildwiedergabegeräte werden entsprechend ihrer Zweckbestimmung für die Befundung oder die Betrachtung eingesetzt. Bildwiedergabegeräte für die Befundung werden vom Strahlenschutzverantwortlichen gekennzeichnet.

Eine besondere Bedeutung kommt bei der Monitorbefundung der ärztlichen Erfahrung zu, da die Arbeitsweise sich stark von der Befundung des Films am Lichtkasten unterscheidet.

Die optimale Darstellung einschließlich der Bildverarbeitung ist die Voraussetzung für eine objektbestimmte Wahrnehmung, Betrachtung, ärztliche Befundung und integrierende Beurteilung. Dabei werden, abhängig von der Fragestellung, unterschiedliche Anforderungen an die Leuchtdichte, Grauwertwiedergabe (Kontrast), Verarbeitung, Anzahl (Matrix) und Größe der Bildelemente (Pixel) sowie die Fläche (Bildformat) des dargestellten Bildes gestellt.

Es wird unterschieden in Bildwiedergabegeräte für Befundung und Betrachtung.

Die Befundung durch den Arzt umfasst die Erkennung, Beschreibung und Beurteilung der diagnoserelevanten Bildinhalte mit den organtypischen Bildmerkmalen, Details und kritischen Strukturen zur Beantwortung der diagnostischen Fragestellungen und als Grundlage für ärztliche Entscheidungen.

Die Betrachtung erfasst die Bildmerkmale und Inhalte von schon befundeten Bildern im Rahmen der ärztlichen Information, Demonstration und Kontrolle. Die Darstellung diagnoserelevanter Bildinhalte kann bei der Betrachtung durch verringerte Orts- und Kontrastauflösung und/oder geringere Leuchtdichte eingeschränkt sein.

Bildschirmarbeitsplätze und Bildwiedergabegeräte für die Befundung müssen die Möglichkeiten zur Bildbearbeitung (Zoom, Pan) beinhalten, um alle Pixel der Akquisitionsmatrix darzustellen und die diagnostischen Bildinhalte zu erfassen. Häufig übersteigt die Anzahl der aufgenommenen Bildpunkte und Graustufen die Möglichkeit des

Bildwiedergabegeräts. Wenn die Größe der akquirierten Bildmatrix die darstellbare Matrix des Bildschirms übersteigt, wird das Bild zunächst in einer Übersichtsdarstellung mit eingeschränkter Auflösung dargestellt. Auf diese Einschränkung sollte auf dem Bildschirm hingewiesen werden. Der gesamte Bildinhalt der akquirierten Matrix muss aber durch Einsatz der Zoomfunktion ausschnittsweise in voller räumlicher Auflösung (Zoomfaktor 1 : 1, d. h. Pixel für Pixel ohne Interpolation) unter Verzicht auf die Gesamtübersicht dargestellt werden können. Um ohne Verzicht auf die Übersicht gezielt Detailansichten in voller Auflösung darstellen zu können, ist die Lupenfunktion hilfreich.

Auch der akquirierte Umfang der Pixelwerte muss in der Regel nicht Stufe für Stufe in Grauwerten dargestellt werden, weil dies in vielen Fällen die Leistungsfähigkeit des menschlichen Sehsystems (ca. 200 Helligkeitsstufen) weit übersteigen würde. Die Grauwertdarstellung muss aber den organabhängigen Gesamtumfang erfassen, Kontraständerungen sind mit der Fenstertechnik zu erreichen; dabei wird ein Ausschnitt der Pixelwerte mit dem ausgewählten Kontrast dargestellt.

Einblendung des dargestellten Bildes sowie reduzierte Leuchtdichte in der Bildumgebung und Bildbeschriftung sind Voraussetzungen für eine optimale Bilderkennung. Die alphanumerischen Zeichen dürfen diagnoserelevante Bildteile nicht überdecken. Die Anpassung an die nicht-lineare Helligkeitswahrnehmung des visuellen Systems des Menschen wird durch die Einstellung einer entsprechenden Wiedergabekennlinie zur Umsetzung der Eingangssignale in geeignete Leuchtdichtewerte berücksichtigt. Häufig verwendete Wiedergabekennlinien sind durch den DICOM-Standard (Grayscale Standard Display Function) oder die CIE-Kurve (siehe DIN V 6868-57) definiert. Diese angepasste Einstellung ist zu fixieren.

Aufbauend auf dieser standardisierten Grundeinstellung können dann – im Zusammenarbeit zwischen Hersteller/Lieferant und Anwender – während der Einarbeitungsphase modalitäts- oder aufgabenspezifische Darstellungskennlinien für die Bildwiedergabe festgelegt und optimiert werden.

Die medizinischen Bilder sollen auf dem Bildwiedergabegerät wie beim Röntgenfilm ohne diagnostisch relevanten Informationsverlust wiedergegeben werden, insbesondere darf das Bildwiedergabegerät die diagnostisch wichtige Orts- und Kontrastauflösung nicht einschränken.

Bei der Übermittlung der Bilddaten vom Detektor zum Bildwiedergabegerät muss gewährleistet sein, dass das gesamte akquirierte Bild in vollem Umfang auf dem Bildschirm dargestellt werden kann.

Die für die Darstellung medizinischer Informationen genutzte Fläche des Bildschirms eines Bildwiedergabegerätes darf keine Artefakte oder Schriftüberlagerung aufweisen, die zur Beeinträchtigung der Diagnostik führen können. Alle Bereiche außerhalb des dargestellten Bildes einschließlich der Beschriftung sollten abgedunkelt sein.

Die beurteilbare Darstellung in mehreren Ebenen sowie der Vergleich mit früher durchgeführten Untersuchungen und Kontrolluntersuchungen erfordern eine Bildwiedergabe in gleicher Qualität hinsichtlich Grauwerten, Kontrast und Auflösung. Daher wird empfohlen, für die Befundung mindestens zwei gut abgestimmte parallel eingesetzte Bildwiedergabegeräte bereitzuhalten oder ein BWG mit ausreichend großer Diagonale für die Darstellung von zwei Aufnahmen.

4.5 Dokumentation

Die Anwendung ionisierender Strahlung ist genau zu dokumentieren. Die aufzeichnenden Daten werden unterschieden in:

- ⇒ Angaben zum Patienten
- ⇒ Angaben zur Untersuchung
- ⇒ Angaben zur rechtfertigenden Indikation nach § 23 Abs. 1 Satz 1 RÖV
- ⇒ Radiologischer Befundbericht (DIN 6827-5)
- ⇒ Angaben zur Strahlenexposition des Patienten bzw. zu deren Ermittlung
- ⇒ Standarddaten
- ⇒ variable Daten

Neben der untersuchten Körperregion und dem Untersuchungssystem sind folgende Angaben zu machen:

- ⇒ Röhrenspannung
- ⇒ Strom-Zeit-Produkt (mAs) bei freier Belichtung bzw.
- ⇒ Empfindlichkeitsstufe oder Dosisstufe bei automatischer Belichtung
- ⇒ Dosisindikator bei digitaler Radiographie (Einzelbilder)

⇒ Fokus-Detektor-Abstand

Zur Erfassung der Strahlenexposition der Patienten und zum Vergleich mit den diagnostischen Referenzwerten ist die Angabe einer der folgenden Größen notwendig:

⇒ Dosisflächenprodukt

⇒ Einfalldosis

⇒ Oberflächendosis

Die Archivierung der Untersuchungs- und Belichtungsdaten sowie der Einfalldosis und des Dosisflächenprodukts sollte über die DICOM-Funktion Modality Performed Procedure Step (MPPS) ans Informationssystem erfolgen. Falls eine direkte Anzeige nicht möglich ist, muss eine Berechnung auf Basis der Untersuchungsparameter erfolgen.

4.6 Weitergabe von Bildern

Nach § 28 Röntgenverordnung muss der Betreiber die Bilddaten in einer für den Empfänger geeigneten Form übermitteln.

Falls beim Empfänger digitale Darstellungsmöglichkeiten vorhanden sind, müssen bei der Weitergabe von Bildern auf digitalem Datenträger die Festlegungen der DRG berücksichtigt werden

- eindeutige Beschriftung der Datenträger
- Datenspeicherung der Datenträger gemäß DICOM Media Standard
- IHE PDI Portable Data Interchange

Falls dies nicht der Fall ist, muss gemäß Qualitätssicherungs-Richtlinie ein Film mit diagnostischer Bildqualität übersandt werden. Papirausdrucke sind nicht zulässig.

4.7 Archivierung

Für die Archivierung werden die Bilder ausgewählt, die für die indikationsorientierte Befundung und die adäquate Darstellung des Organsystems/Körperbereiches erforderlich sind. Zusätzlich müssen die benutzten Bildbearbeitungsparameter mit den Bildern archiviert werden. Die alleinige Speicherung der nicht nachbearbeiteten Bilder (Basisbild) ist nicht zulässig. Entscheidend ist, dass die für die Befundung verwendete Darstellung eindeutig rekonstruiert werden kann.

Bei Aufnahmeserien ist es zulässig, nur diejenigen Aufnahmen aufzubewahren, auf denen die für die Befunderhebung bedeutsamen Einzelheiten dargestellt sind. Grundsätzlich ist bei der Archivierung eine verlustfreie Kompression sinnvoll. Verlustbehaftete Kompressionen dürfen nicht zu einer Reduktion der diagnostischen Informationen führen. Falls ein verlustbehaftetes Verfahren angewendet wird, ist nachzuweisen, dass durch das Kompressionsverfahren diagnoserelevante Details nicht verloren gehen. Dies ist für den jeweiligen Untersuchungsort und das verwendete Abbildungsverfahren nachzuweisen und durch statistisch aussagekräftige Analysen für das jeweilige Verfahren zu belegen. Ferner muss sichergestellt werden, dass über die Dauer der Archivierung alle Bilder jederzeit dekomprimierbar und in diagnostischer Qualität lesbar gemacht werden können. Die Konformität mit dem DICOM-Standard ist einzuhalten.

5. Übersichtsschema zu Qualitätskriterien röntgendiagnostischer Untersuchungen

Unterschieden werden

1. ärztliche Qualitätsanforderungen,
2. aufnahmetechnische Qualitätsanforderungen und
3. physikalische Größen des Bilderzeugungssystems, die in bestimmten Abständen zu überprüfen sind

5.1 Ärztliche Qualitätsanforderungen

- 1.1 Bildmerkmale, die charakteristische Strukturen im Röntgenbild beschreiben
- 1.2 Wichtige Bilddetails, die Abmessungen von kleinen diagnoserelevanten Einzelstrukturen oder Mustern im Röntgenbild angeben
- 1.3 Kritische Strukturen, die für die diagnostische Aussage wichtig und für die Qualität des Bildes repräsentativ sind

5.2 Aufnahmetechnische Qualitätsanforderungen

- 2.1 Anwendungsgerät und Aufnahmeart

- 2.2 Aufnahmespannung - angegeben als Einstellwert der Spitzenspannung der Röntgenröhre bei 12-Puls - Generator oder Multipulsgenerator
- 2.3 Gesamtfilterung - angegeben als Härtinggleichwert in mm Al einschließlich Zusatzfilter mit Material und Dicke
- 2.4 Brennfleckgröße - angegeben als Nennwert (DIN EN 60336)
- 2.5 Fokus-Detektor-Abstand - angegeben als Richtwert in cm
- 2.6 Belichtungsautomatik - Angabe des zu wählenden Messfeldes
- 2.7 Expositionszeit - oberer Richtwert in ms
- 2.8 Streustrahlenraster - angegeben mit dem Schachtverhältnis r
- 2.9 Bildempfängerdosis für unterschiedliche Bildempfängersysteme
Bei Film-Folien-System wird zusätzlich die bisherige Angabe der Empfindlichkeitsklasse (SC), bei Kindern allgemein SC im jeweiligen kV-Bereich, beibehalten. (Dabei sind in der Praxis die Eigenschaften der Folie, des Films, der Kassette und der Verarbeitung als Einheit zu berücksichtigen.) Die Abhängigkeit der Empfindlichkeit S bzw. der Bildempfängerdosis von der Aufnahmespannung muss beachtet und kompensiert werden

5.3 Physikalische Parameter des Bilderzeugungssystems

Die angegebenen Parameter gelten für alle Körperregionen, die in den Leitlinien aufgeführt sind.

- 3.1 Optische Dichte - als gemessene optische Bruttodichte D eines umschriebenen Bildausschnittes oder als D_n (Nettodichte) gemessen als optische Dichte abzüglich der Dichte von Schleier und Unterlage des Röntgenfilmes
- 3.2 Visuelles Auflösungsvermögen als Erkennbarkeitsgrenze der Ortsfrequenz in Lp/mm
- 3.3 Kontrast - angegeben als Differenz der optischen Dichten zweier festgelegter Areale im Bild eines Prüfkörpers unter Berücksichtigung des Detail- Durchmessers

- 3.4 Filmgradation - angegeben als mittlerer Gradient (G) der sensitometrischen Kurve, bestimmt nach DIN ISO 9236-1
- 3.5 Die Abschaltwerte der Bildempfängerdosis K_B werden bei der Abnahmeprüfung für die verwendeten Bildempfängersysteme und die Empfindlichkeitsstufen der Belichtungsautomatik gemessen und durch die folgenden Konstanzprüfungen kontrolliert
- 3.6 Im Text mit () aufgeführte Angaben geben abweichende, teils bessere, teils noch vertretbare Lösungen an

B Katalog spezifischer ärztlicher und aufnahmetechnischer Qualitätsanforderungen bei Röntgenuntersuchungen

Thorax

Thorax pa/ap

- 1 Ärztliche Qualitätsanforderungen
 - 1.1 Bildmerkmale
 - ⇒ Symmetrische Darstellung des Thorax in Inspiration
 - ⇒ Darstellung der Gefäße bis in die Lungenperipherie
 - ⇒ Scharfe Darstellung der Trachea und der Stammbronchien
 - ⇒ Darstellung der kostopleuralen Grenze von der Lungenspitze bis zum Zwerchfell-Rippenwinkel
 - ⇒ Visuell scharfe Darstellung von Gefäßen, Hilus, Herz und Zwerchfell
 - ⇒ Einsicht in retrokardiale Lunge und Mediastinum
 - ⇒ Vermeidung der Überlagerung der Oberfelder durch die Scapulae
 - 1.2 Pädiatrische Besonderheiten
 - ⇒ Darstellung des Thymus (abhängig vom Alter) und des Herzen
 - ⇒ Darstellung der Gefäßzeichnung im Lungenkern

- ⇒ Darstellung der zervikalen und thorakalen Trachea, ihrer Bifurkation und der zentralen Bronchien
- ⇒ Darstellung der Wirbelsäule, der paraspinalen Strukturen, Schlüsselbeine und der Rippen
- ⇒ Visuell scharfe Darstellung des Zwerchfells und der Zwerchfellrippenwinkel
- ⇒ Darstellung aller Feldgrenzen

1.3 Wichtige Bilddetails:

- ⇒ rundlich: 0,7 - 1,0 mm
- ⇒ streifig: 0,3 mm breit

1.4 Kritische Strukturen

- ⇒ Kleine rundliche Details in Lungenperipherie und Lungenkern
- ⇒ Gefäßstruktur und lineare Elemente in der Lungenperipherie
- ⇒ Visuell scharf begrenzte Lungengefäße
- ⇒ Ausreichende Erkennbarkeit der retrokardialen Lunge und des Mediastinums
- ⇒ Flächige Niedrigkontrastveränderungen

2 Aufnahmetechnische Qualitätsanforderungen

2.1 Aufnahmetechnik

- ⇒ Aufnahmeart: Rasterwandgerät
- ⇒ Aufnahmespannung: 125 (110 - 150) kV
- ⇒ Brennflecknennwert: $\leq 1,3$
- ⇒ Fokus- Detektor-Abstand: 180 (150 - 200) cm
- ⇒ Belichtungsautomatik: seitliches Messfeld
- ⇒ Expositionszeit: < 20 ms
- ⇒ Streustrahlenraster: r 12 (8), ohne
- ⇒ Bildempfängerdosis: $\leq 5 \mu\text{Gy}$, SC 400

2.2 Besonderheiten bei Aufnahme im Liegen

- ⇒ nur, wenn Aufnahme im Stehen nicht möglich ist

- ⇒ Aufnahmespannung: 70 - 110 kV
- ⇒ Brennfleckennennwert: $\leq 1,3$
- ⇒ Fokus-Detektor-Abstand: 90 – 120 cm
- ⇒ Expositionszeit: < 20 ms
- ⇒ Streustrahlenraster bei Adipositas, kann bei digitaler Radiographie entfallen
- ⇒ Bildempfängerdosis: $\leq 5 \mu\text{Gy}$, SC 400, der empfohlene Bereich des Stromzeitprodukts ist 1 – 5 mAs

2.3 Pädiatrische Besonderheiten

- ⇒ Aufnahmen in aufrechter Position (Hängen, Sitzen, Stehen)
Bei Neugeborenen und nicht kooperierenden Patienten im Liegen. Bei kooperierenden Patienten Aufnahmen in aufrechter Position pa-, bei nicht kooperierenden ap-Richtung
- ⇒ Aufnahmeart: Rasterwandgerät, Thoraxstativ, Aufnahmetisch
- ⇒ Aufnahmespannung: 60 - 80 kV, ab dem 8. Lebensjahr 100 - 120 kV
- ⇒ Zusatzfilterung: 1 mm Al + mindestens 0,1 mm Cu
- ⇒ Brennfleckennennwert: 0,6 ($\leq 1,3$)
- ⇒ Belichtungsautomatik: Freie Einstellung an Hand körpergewichtsbezogener Tabellen ist bei Säuglingen und Kindern vorzuziehen. BLA nur bei größeren Kindern (ab dem 8. Lebensjahr) und Jugendlichen mit Streustrahlenraster.
- ⇒ Expositionszeit: ≤ 5 (10) ms
- ⇒ Streustrahlenraster: r 8, ohne
- ⇒ Bildempfängerdosis:
Frühgeborene (bis 1000 g Gewicht): $\leq 5 \mu\text{Gy}$, SC 400
Säuglinge, Kinder und Jugendliche: $\leq 2,5$ (5) μGy , SC 800 (400)
- ⇒ Strahlenschutz: Bleigummiabdeckung der unmittelbar an die Einblendung des Nutzstrahlungsfeldes anschließenden Abschnitte des Körperstamms

Thorax seitlich

1. Ärztliche Qualitätsanforderungen

1.1 Bildmerkmale

- ⇒ Exakte seitliche Einstellung mit erhobenen Armen
- ⇒ Sternum "tangential" und abstandsabhängige Deckung der dorsalen Rippen beider Seiten
- ⇒ Visuell scharfe Darstellung von Gefäßen, Hilus, Herz und Zwerchfell
- ⇒ Darstellung der Trachea und der Stammbronchien
- ⇒ Darstellung des Zwerchfells und der Zwerchfell-Rippen-Winkel

2. Aufnahmetechnische Qualitätsanforderungen

2.1 Aufnahmetechnik

- ⇒ Aufnahmeart: Rasterwandgerät
- ⇒ Aufnahmespannung: 125 (110 - 150) kV
- ⇒ Brennfleckennennwert: $\leq 1,3$
- ⇒ Fokus- Detektor-Abstand: 180 (150 - 200) cm
- ⇒ Belichtungsautomatik: mittleres Messfeld
- ⇒ Expositionszeit: < 40 ms
- ⇒ Streustrahlenraster: r 12 (8)
- ⇒ Bildempfängerdosis: $\leq 5 \mu\text{Gy}$, SC 400

2.2 Pädiatrische Besonderheiten

- ⇒ (wie Thorax ap/pa)
- ⇒ seitliche Thoraxaufnahmen nur bei besonderen Fragestellungen und nach Auswertung der ap/pa-Aufnahmen
- ⇒ bei Säuglingen und nicht kooperierenden Patienten seitliche Aufnahmen im Liegen, horizontaler Strahlengang mit angestellter Kassette/Detektor

Skelett/Extremitäten

1. Ärztliche Qualitätsanforderungen

1.1 Bildmerkmale

- ⇒ Darstellung in typischen Projektionen bei Standardlagerung mit einem angrenzenden Gelenk, in der Regel in 2 Ebenen, ggf. zusätzlich Schrägprojektion
- ⇒ Darstellung der regionaltypischen Strukturen von Kortikalis/Spongiosa
- ⇒ Visuell scharfe, überlagerungsfreie Darstellung der gelenknahen Knochenkonturen
- ⇒ Darstellung der skelettnahen Weichteile, abhängig von der Fragestellung

1.2 Pädiatrische Besonderheiten

- ⇒ Darstellung der Wachstumsfugen mit Epiphysen- und Apophysenkernen

1.3 Wichtige Bilddetails: 0,3 - 2 mm

1.4 Kritische Strukturen

- ⇒ Spongiosastruktur, Konturen der Kortikalis, gelenknahe Knochengrenzen

2. Aufnahmetechnische Qualitätsanforderungen

Hüftgelenk und Oberschenkel

2.1.1 Aufnahmetechnik

- ⇒ Aufnahmeart: Rastertisch oder Rasterwandgerät
- ⇒ Aufnahmespannung: 70 - 80 kV
- ⇒ Brennfleckennennwert: $\leq 1,3$
- ⇒ Fokus- Detektor-Abstand: 115 cm

- ⇒ Belichtungsautomatik: mittleres Messfeld
- ⇒ Expositionszeit: < 200 ms
- ⇒ Streustrahlenraster: r 8 (12)
- ⇒ Bildempfängerdosis: $\leq 5 \mu\text{Gy}$, SC 400
- ⇒ Strahlenschutz: Ovarialabdeckung, Hodenkapsel

2.1.2 Pädiatrische Besonderheiten

- ⇒ Aufnahmeart: Aufnahme Tisch, Rastertisch nur bei größeren Kindern
- ⇒ Aufnahmespannung: 70 - 75 kV; bei Neugeborenen und Säuglingen 60 – 65 kV
- ⇒ Zusatzfilterung: 1 mm Al + mindestens 0,1 mm Cu
- ⇒ Brennfleckennennwert: 0,6 ($\leq 1,3$)
- ⇒ Belichtungsautomatik: nur wenn Streustrahlenraster verwendet wird
- ⇒ Streustrahlenraster: r 8 nur bei Hüftgelenk von Kindern über 8 Jahren und Jugendlichen
- ⇒ Bildempfängerdosis: 2,5 (5) μGy , SC 800 (400)
- ⇒ Strahlenschutz: bei Knaben immer Hodenkapsel; bei Mädchen Ovarienabdeckung oder indirekter Ovarien-schutz durch Bleieinschub in die Tiefenblende, wenn diagnostisch möglich

Schulter, Oberarm, Klavikula, Rippen, Sternum

2.2.1 Aufnahmetechnik

- ⇒ Aufnahmeart: Rastertisch oder Rasterwandgerät
- ⇒ Aufnahmespannung: 60 - 75 kV
- ⇒ Brennfleckennennwert: $\leq 1,3$
- ⇒ Fokus- Detektor-Abstand: 115 cm
- ⇒ Belichtungsautomatik: mittleres Feld
- ⇒ Expositionszeit: < 100 ms
- ⇒ Streustrahlenraster: r 8 (12)
- ⇒ Bildempfängerdosis: $\leq 5 \mu\text{Gy}$, SC 400

- ⇒ Strahlenschutz: Gonadenschutzschürze, wenn möglich
Schilddrüsenschutz

2.2.2 Pädiatrische Besonderheiten

- ⇒ Aufnahmeart: Aufnahme-tisch, Rastertisch
- ⇒ Aufnahmespannung: 60 - 70 kV
- ⇒ Zusatzfilterung: 1 mm Al + mindestens 0,1 mm Cu
- ⇒ Brennfleck-nennwert: 0,6 ($\leq 1,3$)
- ⇒ Belichtungsautomatik: ohne
- Streustrahlenraster: r 8, bei Aufnahmen der Rippen und des Sternums bei Säuglingen über 6 Monaten, Kindern und Jugendlichen
- ⇒ Bildempfänger-dosis: $\leq 2,5$ (5) μGy , SC 800 (400)
- ⇒ Strahlenschutz: Bleigummiabdeckung der unmittelbar anschließenden Abschnitte des Körperstamms

Kniegelenk, Unterschenkel

2.3.1 Aufnahme-technik

- ⇒ Aufnahmeart: ohne Raster(bei größeren Objektdurch-messern mit Raster r 8)
- ⇒ Aufnahmespannung: 60 - 75 kV
- ⇒ Brennfleck-nennwert: $\leq 1,3$
- ⇒ Fokus- Detektor-Abstand: 105 cm (115 cm)
- ⇒ Belichtungsautomatik: ohne (mittleres Feld)
- ⇒ Expositionszeit: < 100 ms
- ⇒ Streustrahlenraster: ohne
- ⇒ Bildempfänger-dosis: ≤ 5 μGy , SC 400

2.3.2 Pädiatrische Besonderheiten

- ⇒ Aufnahmeart: Aufnahme-tisch
- ⇒ Zusatzfilterung: 1 mm Al + mindestens 0,1 mm Cu
- ⇒ Brennfleck-nennwert: 0,6 ($\leq 1,3$)
- ⇒ Belichtungsautomatik: ohne

- ⇒ Bildempfängerdosis: $\leq 2,5$ (5) μGy , SC 800 (400)
- ⇒ Strahlenschutz: Bleigummiabdeckung der unmittelbar anschließenden Abschnitte des Körperstamms

Ellenbogen, Unterarm, Sprunggelenk

2. 4.1 Aufnahmetechnik

- ⇒ Aufnahmeart: Aufnahmetisch
- ⇒ Aufnahmespannung: 50 - 60 kV
- ⇒ Brennfleckennennwert: 0,6 ($\leq 1,3$)
- ⇒ Fokus- Detektor-Abstand: 105 cm
- ⇒ Belichtungsautomatik: ohne
- ⇒ Streustrahlenraster: ohne
- ⇒ Bildempfängerdosis: ≤ 10 μGy , SC 200

2.4.2 Pädiatrische Besonderheiten

- ⇒ Aufnahmeart: Aufnahmetisch
- ⇒ Zusatzfilterung: 1 mm Al + mindestens 0,1 mm Cu
- ⇒ Brennfleckennennwert: 0,6 ($\leq 1,3$)
- ⇒ Belichtungsautomatik: ohne
- ⇒ Streustrahlenraster: ohne
- ⇒ Bildempfängerdosis: ≤ 5 μGy , SC 400
- ⇒ Strahlenschutz: Bleigummiabdeckung der unmittelbar anschließenden Abschnitte des Körperstamms

Hand, Finger, Fußwurzel, Vorfuß, Zehen

2.5.1 Aufnahmetechnik

- ⇒ Aufnahmeart: Aufnahmetisch
- ⇒ Aufnahmespannung: 50 - 60 kV
- ⇒ Brennfleckennennwert: 0,6 ($\leq 1,3$)
- ⇒ Fokus- Detektor-Abstand: 105 cm
- ⇒ Belichtungsautomatik: ohne
- ⇒ Streustrahlenraster: ohne

⇒ Bildempfängerdosis: $\leq 10 \mu\text{Gy}$, SC 200

2.5.2 Pädiatrische Besonderheiten

⇒ Bildempfängerdosis: $\leq 5 \mu\text{Gy}$, SC 400

⇒ Strahlenschutz: Bleigummiabdeckung der unmittelbar anschließenden Abschnitte des Körperstamms

Schädel

1. Ärztliche Qualitätsanforderungen

1.1 Bildmerkmale: Schädelaufnahmen pa/ap

- ⇒ Symmetrische Darstellung beider Schädelhälften mit Kalotte, Orbitae und Felsenbeinen
- ⇒ Projektion der Pyramidenoberkanten in die Mitte bei ap Projektion in das untere Drittel der Orbitae
- ⇒ Visuell scharfe Darstellung der Stirnhöhlen, Siebbeinzellen und Pyramidenoberkanten mit innerem Gehörgang
- ⇒ Darstellung der Lamina externa

1.2 Bildmerkmale: Schädelaufnahme seitlich

- ⇒ Weitgehende Deckung der Konturen der vorderen Schädelgrube, der kleinen Keilbeinflügel, der Klinoidfortsätze, der Kieferwinkel und der aufsteigenden Unterkieferäste
- ⇒ Visuell scharfe Darstellung des Sellabodens und der Klinoidfortsätze
- ⇒ Visuell scharfe Darstellung der Gefäßkanäle und der Spongiosastruktur des anliegenden Knochens
- ⇒ Visuell scharfe Darstellung der randbildenden Schädelkalotte
- ⇒ Visuell scharfe Darstellung des kraniozervikalen Überganges bis zum 2. Halswirbel

1.3 Wichtige Bilddetails: 0,3 - 0,5 mm

1.4 Kritische Strukturen

- ⇒ Begrenzung der Stirnhöhle und der Siebbeinzellen sowie der Pyramidenkanten, der Konturen der Sella und der Gefäßkanäle

1.5 Pädiatrische Besonderheiten

- ⇒ Darstellung der Fontanellen, Schädelnähte und Synchronosen in ihrem ganzen Verlauf, Zahnkeime, Zähne
- ⇒ Darstellung der Nasennebenhöhlen, soweit entwickelt
- ⇒ Aufnahme bei ventilversorgtem Hydrozephalus muss den Halsabschnitt einschließen

2. Aufnahmetechnische Qualitätsanforderungen

2.1 Aufnahmetechnik

- ⇒ Aufnahmeart: Rastertisch, Rasterwandgerät, Spezialgerät
Aufnahme seitlich in Rückenlage bei angestellter Rasterkassette
Die pa Projektion ist, falls möglich, der ap Projektion vorzuziehen
- ⇒ Aufnahmespannung: pa/ap 70 - 85 kV, seitl. 70 - 80 kV
- ⇒ Brennfleckennennwert: 0,6 ($\leq 1,3$)
- ⇒ Fokus- Detektor-Abstand: 115 (90 - 150) cm
- ⇒ Belichtungsautomatik: mittleres Messfeld
- ⇒ Expositionszeit: < 100 ms
- ⇒ Streustrahlenraster: r 8 (12)
- ⇒ Bildempfängerdosis: $\leq 5 \mu\text{Gy}$, SC 400
- ⇒ Strahlenschutz: wenn möglich Schilddrüsenschutz

2.2 Pädiatrische Besonderheiten

- ⇒ Aufnahmespannung: pa/ap 65 – 75 kV
- ⇒ Streustrahlenraster: r 8
- ⇒ Zusatzfilterung: 1 mm Al + mindestens 0,1mm Cu
- ⇒ Strahlenschutz: Bleigummiabdeckung der unmittelbar anschließenden Abschnitte des Körperstamms
- ⇒ Bildempfängerdosis: $\leq 2,5$ (5) μGy , SC 800 (400)

Wirbelsäule

1. Ärztliche Qualitätsanforderungen

1.1 Bildmerkmale

- ⇒ Strichförmige Darstellung der Deck- und Bodenplattenflächen im Zentralstrahlbereich
- ⇒ Guter Einblick in die Zwischenwirbelräume
- ⇒ Weitgehende Deckung der strichförmigen dorsalen Wirbelkanten
- ⇒ Darstellung der ovalen Bogenwurzeln
- ⇒ Wirbellöcher mit kleinen Wirbelgelenken regionabhängig einsehbar und abgrenzbar
- ⇒ Darstellung der Dornfortsätze
- ⇒ Darstellung der Transversal- und Kostotransversalfortsätze
- ⇒ Visuell scharfe Darstellung der regionaltypischen Kortikalis und Spongiosa
- ⇒ Darstellung der paraspinalen Weichteile

1.2 Wichtige Bilddetails: 0,5 mm

1.3 Kritische Strukturen

- ⇒ Konturen der Wirbelkörper, der Dorn- und Querfortsätze und die Strukturen der regionaltypischen Spongiosa

2. Aufnahmetechnische Qualitätsanforderungen

2.1 Aufnahmeart:

- ⇒ Rastertisch oder Rasterwandgerät. Zentrierung abhängig von der Fragestellung. Schräg- und Funktionsaufnahmen exakt beschriften und kennzeichnen

2.2 Pädiatrische Besonderheiten

- ⇒ Wirbelsäulenganzaufnahmen nur bei strenger Indikation. Verlaufskontrollen auch ohne Raster. Bei Mädchen pa Strahlenrichtung vor-

zuziehen, bei seitlicher Darstellung strenge Ausblendung und/ oder Bleiabdeckung der Mammae bzw. der Brustanlagen

Halswirbelsäule ap/seitlich

2.3.1 Aufnahmetechnik

- ⇒ Aufnahmeart: Rastertisch, Rasterwandgerät, Spezialgerät
Aufnahme seitlich in Rückenlage bei angestellter Rasterkassette
- ⇒ Aufnahmespannung: 65 - 75 kV
- ⇒ Brennfleckennwert: $\leq 1,3$
- ⇒ Fokus- Detektor-Abstand: 115 (seitlich 150) cm
- ⇒ Belichtungsautomatik: mittleres Messfeld
- ⇒ Expositionszeit: < 100 ms
- ⇒ Streustrahlenraster: r 12 (8)
- ⇒ Bildempfängerdosis: ≤ 5 μ Gy, SC 400

2.3.2 Pädiatrische Besonderheiten

- ⇒ Aufnahmeart: Aufnahmetisch, Rastertisch
- ⇒ Aufnahmespannung: 60 - 75 kV
- ⇒ Zusatzfilterung: 1 mm Al + mindestens 0,1 mm Cu
- ⇒ Streustrahlenraster: r 8 , kein Raster bei Säuglingen
- ⇒ Bildempfängerdosis: $\leq 2,5$ (5) μ Gy, SC 800 (400)
- Strahlenschutz: Bleigummiabdeckung der unmittelbar anschließenden Abschnitte des Körperstamms

Brustwirbelsäule ap/seitlich

2.4.1 Aufnahmetechnik

- ⇒ Aufnahmespannung: 70 - 85 kV
- ⇒ Brennfleckennwert: $\leq 1,3$
- ⇒ Fokus- Detektor-Abstand: 115 (150) cm
- ⇒ Belichtungsautomatik: in der Regel mittleres Messfeld
- ⇒ Expositionszeit: < 200 ms
- ⇒ Streustrahlenraster: r 12 (8)

- ⇒ Bildempfängerdosis: $\leq 5 \mu\text{Gy}$, SC 400
- ⇒ evtl. Keilfilter

2.4.2 Pädiatrische Besonderheiten

- ⇒ Aufnahmeart: Aufnahmetisch, Rastertisch, Rasterwandgerät im Stehen
- ⇒ Zusatzfilterung: 1 mm Al + mindestens 0,1 mm Cu
- ⇒ Aufnahmespannung: 65 kV bei Säuglingen unter 6 Monaten
- ⇒ Streustrahlenraster: r 8 , kein Raster bei Säuglingen unter 6 Monaten und bei digitaler Radiographie
- ⇒ Strahlenschutz: Bleigummiabdeckung der unmittelbar anschließenden Abschnitte des Körperstamms
- ⇒ Bildempfängerdosis: $\leq 2,5$ (5) μGy , SC 800 (400)

Lendenwirbelsäule ap

2.5.1 Aufnahmetechnik

- ⇒ Aufnahmespannung: 75 - 85 kV
- ⇒ Brennfleckennennwert: $\leq 1,3$
- ⇒ Fokus- Detektor-Abstand: 115 (150) cm
- ⇒ Belichtungsautomatik: mittleres Messfeld
- ⇒ Expositionszeit: < 500 ms
- ⇒ Streustrahlenraster: r 12 (8)
- ⇒ Bildempfängerdosis: $\leq 5 \mu\text{Gy}$, SC 400
- ⇒ bei spezieller Fragestellung unter Einbeziehung des Kreuzbeins
Strahlenschutz: Ovarialabdeckung, wenn diagnostisch möglich, Hodenkapsel

2.5.2 Pädiatrische Besonderheiten

- ⇒ Aufnahmeart: Aufnahmetisch, Rastertisch, Rasterwandgerät im Stehen

- ⇒ Aufnahmespannung: 70 - 85 kV, bei Säuglingen unter 6 Monaten 65 kV
- ⇒ Zusatzfilterung: 1 mm Al + mindestens 0,1 mm Cu
- ⇒ Streustrahlenraster: r 8 , kein Raster bei Säuglingen unter 6 Monaten
- ⇒ Bildempfängerdosis: $\leq 2,5$ (5) μGy , SC 800 (400)
- ⇒ Strahlenschutz: Ovarialabdeckung wenn diagnostisch möglich, Hodenkapsel, Bleiabdeckung der unmittelbar angrenzenden Abschnitte des Körperstamms

Lendenwirbelsäule seitlich

2.6.1 Aufnahmetechnik

- ⇒ Aufnahmespannung: 85 - 95 kV
- ⇒ Brennfleckennennwert: $\leq 1,3$
- ⇒ Fokus- Detektor-Abstand: 115 (150) cm
- ⇒ Belichtungsautomatik: in der Regel mittleres Messfeld
- ⇒ Expositionszeit: $< 1,0$ s
- ⇒ Streustrahlenraster: r 12 (8)
- ⇒ Bildempfängerdosis: ≤ 5 μGy , SC 400
- ⇒ evtl. Keilfilter

2.6.3 Pädiatrische Besonderheiten

- ⇒ Aufnahmeart: Aufnahmetisch, Rastertisch
- ⇒ Aufnahmespannung: 70 - 85 kV
- ⇒ Zusatzfilterung: 1 mm Al + mindestens 0,1 mm Cu
- ⇒ Streustrahlenraster: r 8 , kein Raster bei Säuglingen
- ⇒ Bildempfängerdosis: $\leq 2,5$ (5) μGy , SC 800 (400)
- ⇒ Strahlenschutz: Ovarialabdeckung wenn diagnostisch möglich, Hodenkapsel, Bleigummiabdeckung der unmittelbar anschließenden Abschnitte des Körperstamms

Wirbelsäulenganzaufnahme anterior-posterior

2.7.1 Ärztliche Qualitätsanforderungen

- ⇒ Darstellung der Wirbelsäule fragestellungsabhängig vom occipito-cervicalen oder cervico-thorakalen bis lumbosacralen Übergang im Stehen, evtl. einschließlich Schultergürtel und Beckenkamm
- ⇒ Darstellung der Bogenwurzeln, der Dorn- und Querfortsätze

2.7.2 Wichtige Bilddetails: 1 mm

2.7.3 Kritische Strukturen:

- ⇒ Darstellung der ganzen Wirbelsäule, insbesondere auch des lumbo-sacralen Übergangs (Wirbelsäulenstatik)
- ⇒ Form und Stellung der Wirbel mit Bögen und Dornfortsätzen

2.7.4 Aufnahmetechnik

- ⇒ Aufnahme ap im Stehen, Stellung des Rückens zum Stativ, Beine gestreckt (evtl. Beinlängenausgleich durch Unterlage)
- ⇒ Bildempfängerformat 20/60, 30/90, bei Teilaufnahmen lückenlose Darstellung, inklusive Skalierung
- ⇒ Aufnahmespannung: mit Raster 90 – 100 kV, ohne Raster 80 - 85 kV
- ⇒ Brennflecknennwert $\leq 1,3$
- ⇒ Fokus-Detektor-Abstand: 300 cm, bei Durchleuchtungstechnik 100 cm
- ⇒ Zentralstahl senkrecht auf Kassettenmitte/Feldmitte
- ⇒ Streustrahlenraster: Rasterkassette (Viellinienraster), Kontrollaufnahmen fragestellungsabhängig auch ohne Raster
- ⇒ Bildempfängerdosis: $\leq 5 \mu\text{Gy}$, SC 400 bei Einzelaufnahmen, $\leq 1,0 \mu\text{Gy}$ bei Durchleuchtung

- ⇒ Strahlenschutz: Hodenkapsel, bei Frauen focusnaher Ovarienschutz, Mammaabdeckung

2.7.5 Pädiatrische Besonderheiten:

- ⇒ Aufnahmespannung 70 – 90 kV
- ⇒ Zusatzfilterung: 1 mm Al + mindestens 0,1 mm Cu
- ⇒ Bildempfängerdosis: $\leq 2,5 \mu\text{Gy}$, SC 800
- ⇒ Strahlenschutz: Hodenkapsel, focusnaher Ovarienschutz, Abdeckung der Brustdrüsenanlage/Mamma, alternativ pa Strahlengang, bei LBH-Aufnahmen (LWS-Becken-Hüftgelenk-Aufnahme) Abdeckung der diagnostisch nicht interessierenden Teile des Abdomens

Wirbelsäulenganzaufnahme seitlich

- ⇒ Nur bei entsprechender Indikation als Ergänzung
- ⇒ Allgemein rechtsanliegende Stellung, bei starker Linkskonvexität linke Seite anliegend
- ⇒ Aufnahmespannung: 80 – 110 kV
- ⇒ Ausblendung und/oder Bleiabdeckung der Mamma bzw. der Brustdrüsenanlage des Mädchens

Spinalkanal (Myelographie)

1. Ärztliche Qualitätsanforderungen

1.1 Bildmerkmale:

- ⇒ Darstellung des Spinalkanals und dessen Inhaltes
- ⇒ Darstellung des Rückenmarks in mindestens zwei Projektionen
- ⇒ Darstellung der Wurzeln in zusätzlich zwei Schrägprojektionen
- ⇒ Nachvollziehbare Angabe der Seite und Segmenthöhe pathologischer Prozesse

1.2 Wichtige Bilddetails: 1 – 2 mm

1.3 Kritische Strukturen:

- ⇒ Visuell scharfe Darstellung der Konturen des Rückenmarks, des Duralsackes, der Wurzeln und Wurzelaschen

1.4 Myelographie darf in der Regel nur in Kombination mit einer CT- Myelographie erfolgen

2. Aufnahmetechnik

- ⇒ Aufnahmeart: Durchleuchtungsgerät
- ⇒ Zentrierung abhängig von der Fragestellung
- ⇒ Einblenden auf die Wirbelsäule
- ⇒ Bei Funktionsaufnahmen eingeschränkte Qualitätsanforderungen
- ⇒ Aufnahmespannung: ap in Abhängigkeit von der Körperregion 65 – 85 kV, seitlich 65 – 95 kV
- ⇒ Brennfleckennennwert: 0,6 – 1,3
- ⇒ Fokus- Detektor-Abstand: 70 – 100 cm
- ⇒ Belichtungsautomatik: mittleres Messfeld
- ⇒ Expositionszeit: je nach Körperregion 100 – 1000 ms
- ⇒ Streustrahlenraster: r 12 (8)
- ⇒ Bildempfängerdosis: $\leq 2,5 \mu\text{Gy}$, SC 800, bei Indirekttechnik $\leq 1,0 \mu\text{Gy}$

Becken und Sacrum

1. Ärztliche Qualitätsanforderungen

1.1 Bildmerkmale

- ⇒ Symmetrische Darstellung beider Beckenhälften und Schenkelhälse
- ⇒ Seitengleiche Darstellung der Hüftpfannenkonturen

- ⇒ Symmetrische Darstellung der Foramina des Sacrum
- ⇒ Darstellung der regionaltypischen Spongiosa und Kortikalis mit Begrenzung der großen und kleinen Trochanteren
- ⇒ tief eingestellte Übersichtsaufnahme bei Hüftimplantaten
- ⇒ Trochanteren randständig

1.2 Pädiatrische Besonderheiten

- ⇒ Vollständige Darstellung der Y-Fuge (Vermeidung von Beckenkipfung und -drehung um eine Quer- und/oder Längsachse)
- ⇒ Symmetrische Lagerung der Oberschenkel in standardisierter Mittelposition oder bei Funktionsaufnahmen in standardisierten Positionen
- ⇒ Darstellung der periartikulären Weichteile

1.3 Wichtige Bilddetails: 0,5 mm

1.4 Kritische Strukturen

- ⇒ Konturen der Beckenknochen, der Femurköpfe und der Iliosakralgelenke,, Strukturen der regionaltypischen Spongiosa

2. Aufnahmetechnische Qualitätsanforderungen

Becken

2.1.1 Aufnahmetechnik

- ⇒ Aufnahmeart: Rastertisch
- ⇒ Aufnahmespannung: 75 - 90 kV
- ⇒ Brennflecknennwert: $\leq 1,3$
- ⇒ Fokus- Detektor-Abstand: ≥ 115 cm (150 cm)
- ⇒ Belichtungsautomatik: mittleres oder beide seitlichen Messfelder
- ⇒ Expositionszeit: < 200 ms
- ⇒ Streustrahlenraster: r 12 (8)
- ⇒ Bildempfängerdosis: ≤ 5 μ Gy, SC 400

- ⇒ Strahlenschutz: Hodenkapsel, bei Frauen in gebärfähigem Alter und abh. von Fragestellung direkten Ovarienschutz oder indirekten Ovarienschutz durch Bleieinschub in Tiefenblende. Nach Möglichkeit Kompression des Abdomens

2.1.2 Pädiatrische Besonderheiten

- ⇒ Aufnahmeart: bei Säuglingen und Kleinkindern Aufnahmeartisch, bei Körperdurchmesser größer 12-15 cm Rastertisch
- ⇒ Aufnahmespannung: 70 - 80 kV, bei Säuglingen unter 6 Monaten 65 kV
- ⇒ Zusatzfilterung: 1 mm Al + mindestens 0,1mm Cu
- ⇒ Streustrahlenraster: r 8, kein Raster bei Säuglingen
- ⇒ Darmreinigung durch Klistir/Einlauf, nicht bei Säuglingen unter 6 Monaten
- ⇒ Strahlenschutz: Hodenkapsel bzw. Ovarienschutz oder indirekter Ovarienschutz durch Bleieinschub in Tiefenblende

Sacrum seitlich

2.2.1 Aufnahmetechnik

- ⇒ Aufnahmespannung: 80 - 90 kV
- ⇒ Bildempfängerdosis: $\leq 5 \mu\text{Gy}$, SC 400

2.2.2 Pädiatrische Besonderheiten

- ⇒ Aufnahmespannung: 70 - 90 kV, bei Säuglingen unter 6 Monaten 65 – 70 kV
- ⇒ Zusatzfilterung: 1 mm Al + mindestens 0,1 mm Cu
- ⇒ Streustrahlenraster: r 8, kein Raster bei
- ⇒ Bildempfängerdosis $\leq 2,5 \mu\text{Gy}$, SC 800
- ⇒ Strahlenschutz: bei Knaben Hodenkapsel

Abdomen

1. Ärztliche Qualitätsanforderungen

1.1 Bildmerkmale

- ⇒ Darstellung des Abdomens vom Zwerchfell bis zum Beckenboden, evtl. in zwei Aufnahmen
- ⇒ Darstellung der Weichteilschatten und lumbalen Fettlinien.
- ⇒ Darstellung des seitlichen Psoasrandes
- ⇒ Darstellung der Nierenkonturen
- ⇒ Darstellung des unteren Leberrandes
- ⇒ Darstellung der Verteilung von Gas und Flüssigkeit im Magen-Darmkanal inclusive der Darmwand, Peritonealraum sowie retro- und extraperitoneal
- ⇒ Darstellung von verkalkten Strukturen
- ⇒ Ausreichende Darstellung der mitabgebildeten Knochen

1.2 Pädiatrische Besonderheiten

- ⇒ Darstellung der Fettlinien, Nierenkonturen und der Psoaskonturen je nach Alter und Darmgasverteilung

2. Aufnahmetechnische Qualitätsanforderungen

2.1 Aufnahmetechnik

2.1.1 Aufnahmeart: Übersichtsaufnahme in Rückenlage, Rastertisch,

- ⇒ Aufnahmespannung: 80 - 100 kV
- ⇒ Brennflecknennwert: $\leq 1,3$
- ⇒ Fokus- Detektor-Abstand: 115 cm
- ⇒ Belichtungsautomatik: mittleres oder beide seitlichen Messfelder
- ⇒ Expositionszeit: ≤ 100 ms
- ⇒ Streustrahlenraster: r 12 (8)
- ⇒ Bildempfängerdosis: ≤ 5 μ Gy, SC 400

2.1.2 Aufnahmeart: Aufnahme in linker Seitenlage auf Aufnahmetisch mit horizontalem Strahlengang vor Rasterstativ oder angestellter Rasterkassette

- ⇒ Aufnahmespannung: 100 - 125 kV
- ⇒ sonst wie 2.1.1

2.2 Pädiatrische Besonderheiten

- ⇒ Aufnahmeart: Zusätzliche Aufnahme in Bauchlage/Bauchhängelage bei anorektalen Malformationen
- ⇒ Aufnahmespannung: 65 - 85 kV (Seitenlage 100 kV)
- ⇒ Zusatzfilterung: 1 mm Al + mindestens 0,1 mm Cu
- ⇒ Brennfleckennennwert: $\leq 0,6$ (1,3)
- ⇒ Expositionszeit: 20 (40) ms
- ⇒ Streustrahlenraster: r 8, ab dem 8. Lebensjahr
- ⇒ Bildempfängerdosis: 2,5 (5) μGy , SC 800 (400)
- ⇒ Strahlenschutz: angrenzenden Thorax mit Bleigummiabdeckung, Hodenkapsel

Gallenwege und Pankreas

1. Ärztliche Qualitätsanforderungen

Gallenwege

Die invasive Untersuchung der Gallenwege mittels Kontrastmittelinjektion in die Gallenwege kann durch endoskopisch-retrograde Cholangiographie (ERC) oder durch perkutan-transhepatische Cholangiographie (PTC) erfolgen. Planung und Durchführung dieser Untersuchungen sollte in Kenntnis von vorhergehenden Gallengangsdarstellungen erfolgen, welche durch Sonographie, CT, MRT, MRCP oder vorhergehende ERC durchgeführt worden sein können.

1.1 Bildmerkmale des biliären Systems nach Kontrastmittelgabe:

- Selektive Darstellung der extrahepatischen Gallenwege (Ductus hepatocholedochus, Hilusbifurkation, D. hepaticus major beid-

seits) und der intrahepatischen Gallenwege bis zu den Segmentgallenwegen in ihrer Kontinuität

- Scharfe Begrenzung der Gallenwege zur Umgebung
- Anflutung und Ablaufdynamik des Kontrastmittels schrittweise beobachten
- Darstellung kritischer Strukturen in einer zweiten Ebene
- Darstellung der Gallenblase nicht regelmäßig erforderlich

1.2 Wichtige Bilddetails:

- Darstellung von Gallenwegen ab 0,9 mm Gangdurchmesser

1.3 Kritische Strukturen

- Erkennbarkeit schwacher intraduktaler Kontraste und von Kontrastmittelaussparungen
- Darstellung der Hilusbifurkation in der planaren Ebene
- Ablauf des Kontrastmittels aus dem Ductus hepatocholedochus über die Papille in den Dünndarm
- Abgrenzung des Ductus hepatocholedochus, Ductus zysticus und des Ductus hepaticus major beidseits

Pankreas

Die invasive Untersuchung der Pankreasgänge mittels direkter Kontrastmittelinjektion (ERP) kann durch die endoskopisch-retrograde Pankreatikographie (ERP) erfolgen. Planung und Durchführung dieser Untersuchungen sollte in Kenntnis von vorhergehenden Pankreasgangdarstellungen erfolgen, welche durch Sonographie, CT, MRT, MRCP oder vorhergehende ERP durchgeführt worden sein können.

1.1 Bildmerkmale des Gangsystems nach Kontrastmittelgabe:

- Selektive Darstellung des Pankreashauptgangs in seiner Kontinuität bis in die Schwanzregion
- Scharfe Begrenzung der Pankreasgänge zur Umgebung

- Anflutung und Ablaufdynamik des Kontrastmittels schrittweise beobachten
- Darstellung kritischer Strukturen in einer zweiten Ebene
- Vermeidung eines Kontrastmittelübertritts in das Pankreasparenchym bzw. Vermeidung einer Parenchymographie

1.2 Wichtige Bilddetails

- Darstellung von Pankreasgängen ab 0,9 mm Durchmesser

1.3 Kritische Strukturen

- Erkennbarkeit schwacher intraduktaler Kontraste und von Kontrastmittelaussparungen
- Darstellung der Pankreashauptgangs in der planaren Ebene
- Ablauf des Kontrastmittels aus dem Pankreashauptgang über die Papille in den Dünndarm
- Abgrenzung des D. wirsungianus im Bereich des Pankreaskopfes, - corpus und des Schwanzbereichs
- Bei Pankreas divisum Darstellung des Ductus santorini

2. Aufnahmetechnische Qualitätsanforderungen

2.1 Aufnahmetechnik

- ⇒ Aufnahmespannung: 70 - 80 kV
- ⇒ Brennfleckennennwert: $\leq 1,3$
- ⇒ Objekt- Detektor-Abstand: möglichst gering
- ⇒ Belichtungsautomatik: mittleres Messfeld
- ⇒ Expositionszeit: < 100 ms
- ⇒ Streustrahlenraster: r 8
- ⇒ Bildempfängerdosis: ≤ 5 μ Gy, SC 400, bei Indirekttechnik $\leq 1,0$ μ Gy

Ösophagus, Magen und Duodenum

1. Ärztliche Qualitätsanforderungen

1.1 Bildmerkmale

1.1.1 Doppelkontrast

- ⇒ Ausreichend dichter, noch transparenter Kontrastmittelbeschlag
- ⇒ Darstellung aller Abschnitte in unterschiedlichen Projektionen einschließlich der Kardia, des Pylorus und des Bulbus duodeni
- ⇒ Visuell scharfe Darstellung feiner Details und der Randkonturen
- ⇒ Darstellung des gesamten Duodenums bei entsprechender Fragestellung
- ⇒ Darstellung des gesamten Ösophagus einschließlich des gastroösophagealen Übergangs bei entsprechender Fragestellung

1.1.2 Monokontrast

- ⇒ Darstellung von Form, Lage, Größe und Entleerungsfunktion des Ösophagus und Magens sowie überlagerungsfreie Darstellung des gesamten Duodenums in zwei Ebenen

1.2 Wichtige Bilddetails: 1 - 2 mm

1.3 Kritische Strukturen, Doppelkontrast

- ⇒ Schleimhautoberfläche mit Einsenkungen und Erhabenheiten

2. Aufnahmetechnische Qualitätsanforderungen

2.1 Aufnahmetechnik

- ⇒ Aufnahmeart: Durchleuchtungsgezielte Aufnahmen
- ⇒ Aufnahmespannung: ≥ 100 kV
- ⇒ Brennfleckennennwert: $\leq 1,3$ (0,6)
- ⇒ Objekt- Detektor-Abstand: möglichst gering
- ⇒ Belichtungsautomatik: mittleres Messfeld
- ⇒ Expositionszeit: 50 (100) ms

- ⇒ Streustrahlenraster: r 8
- ⇒ Bildempfängerdosis: $\leq 5 \mu\text{Gy}$, SC 400

2.2 Pädiatrische Besonderheiten

- ⇒ Vermeidung von Bildserien bei Untersuchungen des Schluckaktes, Ersatz durch digitale Videoloops mit gepulster Durchleuchtung
- ⇒ Bei nicht kooperierenden Kindern ausreichende Immobilisation
- ⇒ Einführung des Kontrastmittels falls erforderlich mit besonderen Hilfsmitteln (Spezialsauger, -sonde)
- ⇒ Aufnahmespannung: 70 - 90 kV
- ⇒ Zusatzfilterung: 1 mm Al + mindestens 0,1 mm Cu
- ⇒ Brennfleckennennwert: 0,6 ($\leq 1,3$)
- ⇒ Belichtungsautomatik: mittleres Messfeld, dabei Vermeidung größerer Überdeckungen der Dominante durch Kontrastmittel.
- ⇒ Streustrahlenraster: keines
- ⇒ Bildempfängerdosis: $\leq 2,5 \mu\text{Gy}$, SC 800, bei Indirekttechnik $\leq 1,0 \mu\text{Gy}$

Dünndarm

1. Ärztliche Qualitätsanforderungen

1.1 Bildmerkmale

1.1.1. Doppelkontrast

- ⇒ Gute Entfaltung und Füllung aller Dünndarmabschnitte
- ⇒ Ausreichend dichter, noch transparenter Kontrastmittelbeschlag
- ⇒ Scharfe Darstellung feiner Details und der Randkonturen
- ⇒ Scharfe Darstellung der Kontrastmittelpassage der letzten Ileumschlinge und des Übertrittes ins Coecum

1.1.2. Monokontrast

- ⇒ Darstellung von Form, Lage, Größe und Transportfunktion des Dünndarms sowie überlagerungsfreie Darstellung des terminalen Ileums und des Übertrittes ins Coecum

1.2 Wichtige Bilddetails: 1 - 3 mm

1.3 Kritische Strukturen: Doppelkontrast

- ⇒ Schleimhautoberfläche mit Einsenkungen und Erhabenheiten (Stenosen und Fisteln)

2. Aufnahmetechnik

- ⇒ Verfolgung der Dünndarmpassage mit intermittierender Durchleuchtung und Dokumentation
- ⇒ Aufnahmespannung: ≥ 100 kV
- ⇒ Brennfleckennennwert: $\leq 1,3$
- ⇒ Belichtungsautomatik: mittlere Kammer, KM-Überlagerung berücksichtigen
- ⇒ Expositionszeit: < 100 ms
- ⇒ Streustrahlenraster: r 8
- ⇒ Bildempfängerdosis: ≤ 5 μ Gy, SC 400
- ⇒ Strahlenschutz: Hodenkapsel

Kolon, Rektum

1. Ärztliche Qualitätsanforderungen

1.1 Bildmerkmale, Doppelkontrast

- ⇒ Entfaltung aller Dickdarmabschnitte
- ⇒ Ausreichend dichter, gleichmäßiger Kontrastmittelbeschlag
- ⇒ Darstellung aller Abschnitte in unterschiedlichen Projektionen
- ⇒ Scharfe Darstellung der Konturen und feinen Details

1.2 Bildmerkmale, Monokontrast

⇒ Darstellung von Form, Lage und Größe des gesamten Kolons

1.3 Wichtige Bilddetails: 1 - 3 mm

1.4 Kritische Strukturen, Doppelkontrast

⇒ Schleimhautoberfläche mit Einsenkungen und Erhabenheiten (Polypen, Divertikel, Fisteln und Stenosen)

1.5 ⇒ Pädiatrische Besonderheiten:

Nachweis des Lumensprunges bei M. Hirschsprung

Darstellung von Fisteln bei anorektalen Malformationen

2.1 Aufnahmetechnik

⇒ Aufnahmeart: Durchleuchtungsgezielte Aufnahmen und Übersichtsaufnahmen

⇒ Aufnahmespannung: ≥ 100 kV

⇒ Brennfleckennennwert: $\leq 1,3$

⇒ Objekt- Detektor-Abstand: möglichst gering

⇒ Belichtungsautomatik: mittleres Messfeld

⇒ Expositionszeit: < 100 ms

⇒ Streustrahlenraster: r 8

⇒ Bildempfängerdosis: ≤ 5 μ Gy, SC 400

⇒ Strahlenschutz: Hodenkapsel

2.2 Pädiatrische Besonderheiten

⇒ Keine Abführmaßnahmen bei Säuglingen unter 6 Monaten

⇒ Bei nicht kooperierenden Kindern ausreichende Immobilisation

⇒ Aufnahmespannung: 70 - 90 kV

⇒ Zusatzfilterung: 1 mm Al + mindestens 0,1 mm Cu

⇒ Belichtungsautomatik: mittleres Messfeld, dabei Vermeidung größerer Überdeckungen der Dominante durch Kontrastmittel

⇒ Streustrahlenraster: keins

⇒ Bildempfängerdosis: 2,5 μ Gy, SC 800

⇒ Strahlenschutz: Hodenkapsel

Harntrakt, Nieren und ableitende Harnwege

1. Ärztliche Qualitätsanforderungen

Festlegung der zeitlichen Abfolge der Aufnahmen nach Kontrastmittelgabe und Lagerung des Patienten nur nach Auswertung der vorausgehenden Leeraufnahme durch Anordnung des die Untersuchung beaufschlagenden Arztes.

1.1 Bildmerkmale ohne Kontrastmittelgabe:

- ⇒ Darstellung des gesamten Bereichs der Nieren und ableitenden Harnwege vom oberen Nierenpol bis zum Perineum
- ⇒ Abgrenzbare Nierenkonturen
- ⇒ Abgrenzung der seitlichen Psoasränder
- ⇒ Darstellung von verkalkten Strukturen
- ⇒ Darstellung der regionaltypischen Morphologie und Kontraste, einschließlich der ossären Strukturen

1.2 Bildmerkmale nach Kontrastmittelgabe:

- ⇒ Dichtezunahme des Nierenparenchyms durch nephrographischen Effekt
- ⇒ Lage, Konfiguration und Anzahl der Nieren sowie der kontrastmittegefüllten Harnblase und des harnableitenden Systems
- ⇒ Darstellung des zeitlichen Verlaufs von Ausscheidung und Abfluss (Spätaufnahmen)
- ⇒ Darstellung der Harnblase und distalen Harnleiterregion nach Entleerung

1.3 Wichtige Bilddetails: 1 mm

1.4 Kritische Strukturen

- ⇒ Verkalkungen in Größe, Form und Anordnung sowie Abgrenzung der Nierenkonturen und Abgrenzung der Fornices

2. Aufnahmetechnische Qualitätsanforderungen

2.1 Aufnahmetechnik

- ⇒ Aufnahmeart: Rastertisch, (Rasterwandgerät bei spezieller Fragestellung)
- ⇒ Aufnahmespannung: 70 - 90 kV
- ⇒ Brennfleckennennwert: $\leq 1,3$
- ⇒ Fokus- Detektor-Abstand: 115 cm
- ⇒ Belichtungsautomatik: Messfelder je nach Fragestellung
- ⇒ Expositionszeit: < 100 ms
- ⇒ Streustrahlenraster: r 12 (8)
- ⇒ Bildempfängerdosis: ≤ 5 μ Gy, SC 400
- Strahlenschutz: Hodenkapsel

2.2 Bemerkungen:

- ⇒ Aufnahme im Stehen: Aufnahmespannung: 80 - 100 kV
- ⇒ Bei Schwangeren: Aufnahme nur bei unabweisbarer Indikation, Zusatzfilterung: zusätzlich mindestens 0,1 mm Cu
Aufnahmespannung: > 100 kV
- ⇒ Retrograde und antegrade Darstellung – auch intraoperativ und interventionell - von Harnröhre, Blase, Harnleiter und Nierenbecken sowie Miktionscysturothographie mit durchleuchtungsgezielter Untersuchung, auch Aufnahmen mit Indirekttechnik und digitaler Bildverstärker-Radiographie

2.3 Pädiatrische Besonderheiten

- ⇒ Aufnahmeart: Aufnahme Tisch, Rastertisch
- ⇒ Aufnahmespannung: 70 - 80 kV
- ⇒ Zusatzfilterung: 1 mm Al + mindestens 0,1 mm Cu
- ⇒ Brennfleckennennwert: 0,6 ($\leq 1,3$)
- ⇒ Belichtungsautomatik: Messfelder je nach Größe der Patienten

- ⇒ Streustrahlenraster: r 8
- ⇒ Bildempfängerdosis: $\leq 2,5 \mu \text{ Gy}$, SC 800
- ⇒ Strahlenschutz: Bleigummiabdeckung der unmittelbar anschließenden Körperabschnitte, vor allem des Sternums und der Rippen, bei Frühaufnahmen der Nieren nach Kontrastmittelgabe auch Bleigummiabdeckung des Unterbauchs, bei Knaben Hodenkapsel

2.4 Pädiatrische Besonderheiten bei der Miktionscysturethrographie (MCU)

- ⇒ Aufnahmeart: Untersuchung an einem kippbaren Durchleuchtungsgerät
- ⇒ Aufnahmespannung: 70 – 90 kV für Zielaufnahmen
- ⇒ Zusatzfilterung: mindestens 0,1 mm Cu
- ⇒ Gepulste Durchleuchtung: Pulsraten 3 - 15 Pulse/s
- ⇒ Speicherung von Last-image-hold-Bildern aus dem Durchleuchtungsbetrieb
- ⇒ Eingblendete Zielaufnahmen zur Darstellung pathologischer Befunde
- ⇒ Streustrahlenraster: ohne; nur in Einzelfällen und bei Kindern > 8 Jahre
- ⇒ Einblendung je Befund auf die Harnleitermündung, Blasenhalshals/Urethra, Nierenregion
- ⇒ Füllungsphase gewöhnlich in Rückenlage
- ⇒ Miktion bei kooperierenden männlichen Patienten stehend oder wie bei Mädchen im Sitzen auf dem Miktionsstuhl
- ⇒ Strahlenfeld (FOV) abhängig vom Lebensalter (möglichst keine elektronische Vergrößerung)
- ⇒ Vermeidung von unnötigen Schräg- und Lateralprojektionen
- ⇒ Enge Einblendung während der Untersuchung
- ⇒ Strahlenschutz: bei Knaben Hodenkapsel (nicht möglich bei Anomalien der Urethra)

Mamma

1. Ärztliche Qualitätsanforderungen

1.1 Bildmerkmale

Darstellung in zwei Ebenen

Medio-lateral-oblique Aufnahme:

- Brust einschließlich Cutis, Subcutis, Parenchym und Fettgewebe vollständig abgebildet
- Pectoralmuskel relaxiert und bis in Höhe der Mamille abgebildet
- Inframammäre Falte dargestellt
- Mamille im Profil abgebildet

Cranio-caudale Aufnahme:

- Brust einschließlich Cutis, Subcutis, Parenchym und Fettgewebe vollständig abgebildet
- Pectoralmuskel relaxiert und am Bildrand abgebildet
- Mamille im Profil abgebildet
- Mamille mittig oder leicht nach medial oder lateral zeigend
- Axillärer Drüsenkörperanteil bis auf weit laterale Anteile vollständig abgebildet

Gute Kompression

Kontrastreiche Darstellung der Drüsenkörperstrukturen

Adäquates Aufspreizen des Drüsengewebes

Scharfe Darstellung feiner linearer Strukturen

Begrenzung rundlicher Details

Erkennbarkeit von Mikroverkalkungen

1.2 Wichtige Bilddetails: 0,2 mm

1.3 Kritische Strukturen

- ⇒ Mikroverkalkungen in Größe, Form und Anordnung
- ⇒ Rundliche Details und Art ihrer Begrenzung
- ⇒ Schärfe und Gestalt linearer Strukturen

2. Aufnahmetechnische Qualitätsanforderungen

2.1 Aufnahmetechnik

- ⇒ Aufnahmeart: Spezialeinrichtung
- ⇒ Aufnahmespannung: 25 – 35 kV bezogen auf Dicke und Dichte
- ⇒ Wahl verschiedener Anodentarget- und Filterkombinationen in Abhängigkeit von Dicke und Dichte
- ⇒ Brennfleckennennwert: FFS \leq 0,3, digital \leq 0,4
- ⇒ Fokus-Detektor-Abstand: \geq 60 cm, bei Spezialeinrichtung \geq 55 cm
- ⇒ Kompression \geq 10 kp
- ⇒ Vergrößerungstechnik zur Klärung spezieller Fragestellungen (z.B. Mikrokalk)
- ⇒ Belichtungsautomatik: Messfeldlage speziell einstellbar, gute Anpassung an Dicke, Dichte und Röhrenspannung
- ⇒ Mittlere optische Bruttodichte $D = 1,2$ bis $1,6$ bei Film-Folien-System
- ⇒ Expositionszeit: < 2 s
- ⇒ Streustrahlenraster: bewegtes Spezialraster r 4, 27 L/cm; r 5, 30 L/cm
- ⇒ Nenndosis: analog $K_N \leq 100 \mu\text{Gy}$, digital werden Grenzwerte für die mittlere Parenchymdosis (D_{PD}) in Abhängigkeit von der Kompressionsdicke der Brust festgelegt
- ⇒ Bei Film-Folien-Radiographie separate Konstanzprüfung der Filmverarbeitung der Mammographie-Filme

Zähne

1. Ärztliche Qualitätsanforderungen

1.1 Bildmerkmale

- ⇒ Intraorale Aufnahme eines oder mehrerer Zähne
- ⇒ Vollständige Abbildung der einzelnen Zähne mit Krone und apikaler Region
- ⇒ Größengerechte und überlagerungsfreie Darstellung

- ⇒ Visuell scharfe Grenze der Alveoleninnencorticalis
- ⇒ Darstellung der regionaltypischen Knochenstruktur des Kiefers

1.2 Wichtige Bilddetails: 0,3 - 0,8 mm

1.3 Kritische Strukturen

- ⇒ Apikale Region, Approximalwände der Zahnkrone, Alveolenrand, interdentes Septum, Knochenstruktur des Kiefers

2. Aufnahmetechnische Qualitätsanforderungen

2.1 Aufnahmetechnik

- ⇒ Aufnahmeart: Intraorale Aufnahme
- ⇒ Aufnahmespannung: ≥ 60 kV
- ⇒ Brennfleckennennwert: $\leq 1,5$
- ⇒ Fokus- Detektor-Abstand: ≥ 20 cm
- ⇒ Nenn- bzw. Bildempfänger-Dosis:
Analog $K_N \leq 360$ μ Gy bzw. digital $K_B \leq 200$ μ Gy

Es sind ferner die „Durchführungsempfehlungen zur Qualitätssicherung in der Zahnärztlichen Radiologie“ der Bundeszahnärztekammer in der jeweils gelten Fassung zu beachten!

Gefäße, allgemeine Kriterien

1. Ärztliche Qualitätsanforderungen

1.1 Bildmerkmale:

- ⇒ Übersichtliche Darstellung der Gefäße des untersuchten Stromgebietes, bei parenchymatösen Organen, (z. B. Gehirn) und Eingeweiden in der Regel mit Abbildung der arteriellen, kapillaren und venösen Phase
- ⇒ Kontrastreiche Darstellung des Gefäßverlaufes

- ⇒ Darstellung der Gefäßverzweigungen in geeigneten Projektionen
- ⇒ Visuell scharfe Darstellung von Gefäßkonturen, Stenosen und umschriebenen Ausweitungen in der Regel in zwei Projektionen
- ⇒ Darstellung des anatomischen Hintergrunds in mindestens einem Bild pro Aufnahmeserie

Eine spezielle Fragestellung bei der Arteriographie kann methodische Erweiterungen oder Vereinfachungen bedingen.

1.2 Wichtige Bilddetails: 1 - 2 mm (im Hochkontrast bzw. bei selektiver Angiographie 0,3 mm)

1.3 Kritische Strukturen:

- ⇒ gesamter Gefäßverlauf
- ⇒ Konturen der Gefäße, Weite der Gefäße, Aufzweigungsverhalten, Kurzschlüsse, Kollateralen

2. Aufnahmetechnische Qualitätsanforderungen

2.1 Aufnahmetechnik:

- ⇒ Digitale Durchleuchtungssysteme mit Subtraktionsmöglichkeit
- ⇒ Aufnahmetisch, Tischtransport, Einrichtung mit verfahrbarem C/U-Bogen, Digitale Durchleuchtungs- und Aufnahmetechnik, Matrix $\geq 1024^2$ mit Eingangsdurchmesser ≥ 33 cm (Bildfeld umschaltbar auf kleinere Durchmesser)
- ⇒ Aufnahmespannung: 65 - 85 kV
- ⇒ Brennfleckennennwert: $\leq 1,2$
- ⇒ Fokus-Detektor-Abstand: ≥ 70 cm
- ⇒ Expositionszeit: ≤ 150 ms (DSA ≤ 300 ms)
- ⇒ Streustrahlenraster: Viellinienraster z.B. r 17
- ⇒ Zahl der Bilder: 1 - 8 B/s, gefäßregion-, fragestellungs- und befundbezogene Frequenzvariation

- ⇒ Szenendauer: In Abhängigkeit von der Fragestellung so kurz wie möglich
 - ⇒ Gepulste Durchleuchtung
 - ⇒ Last-image-hold
 - ⇒ Röhrenstromsteuerung in Abhängigkeit vom Fokus-Detektor-Abstand
 - ⇒ Bildempfängerdosis pro Bild /Dosisleistung:
 - Einzelbild: $\leq 2 \mu\text{Gy}$
 - Bildserie: $\leq 0,2 \mu\text{Gy/B}$
 - DSA: $\leq 5 \mu\text{Gy}$
- (Dosiswerte immer bezogen auf Bildverstärker- Eingangsnenn-durchmesser $\leq 25 \text{ cm.}$)
- ⇒ Dosisflächenproduktanzeige bei allen Angiographien und Interventionen erforderlich, bei Interventionen gem. IEC 60601-2-43 alternativ Anzeige der Einfalldosis
 - ⇒ Strahlenschutz: Hodenkapsel bzw. Ovarienschutz oder Beckenabdeckung

Bemerkungen:

- ⇒ Wahl geeigneter Katheter und Katheterpositionen angepasst an Fragestellung und Gefäßgebiet mit Möglichkeit zur selektiven Darstellung
 - ⇒ Ausreichende Kontrastmittelmenge und KM-Konzentration sowie geeigneter KM-Flow
 - ⇒ Einblenden auf die diagnostisch interessierenden Abschnitte
 - ⇒ Verwendung von Dichteausgleich, halbtransparenten Blenden und Filtern
- Vermeidung von Peristaltikartefakten (Gabe von Anticholinergica o. ä.)

Aortenbogen, supraaortale Äste und Hirngefäße

1. Ärztliche Qualitätsanforderungen

1.1 Bildmerkmale:

1.1.1 Aortenbogen und supraaortale Äste in DSA-Technik:

- ⇒ Aortenbogen in LAO aufgedreht und übersichtlich dargestellt
- ⇒ Überlagerungsfreie Darstellung von Tr. brachiocephalicus, A. carotis communis, A. subclavia, A. vertebralis
- ⇒ Übersichtliche Darstellung der Carotisbifurkation beiderseits und A. carotis interna und externa mit ihren Ästen in mindestens zwei Projektionen
- ⇒ Darstellung der A. vertebralis beiderseits mit der A. basilaris

1.1.2 Hirngefäße in DSA-Technik:

- ⇒ Darstellung der intracraniellen Arterien, Kapillaren und Venen, ihres Verlaufs und ihrer Verzweigungen in mindestens 2 Projektionen
- ⇒ Selektive Darstellung diagnostisch relevanter Gefäße und Gefäßprovinzen in Abhängigkeit von Fragestellung (Voruntersuchungen: Doppler/Duplexsono, CT, MRT)

1.2 Wichtige Bilddetails: 1 - 2 mm (in Hochkontrast bzw. bei selektiver Angiographie 0,3 mm)

1.3 Kritische Strukturen

- ⇒ Darstellung des gesamten Gefäßverlaufs, Gefäßkonturen, Erweiterungen, Einengungen und Verschlüsse,
- ⇒ zeitliche Änderungen der Kontrastmittelpassage,
- ⇒ Kollateralgefäße und ihre Haemodynamik,
- ⇒ pathologische Gefäße

Arterien des Beckens und der unteren Extremitäten

1. Ärztliche Qualitätsanforderungen

1.1 Bildmerkmale:

- ⇒ Darstellung der Bauchaorta (mit Nierenhauptarterien), der Arterien des Beckens und der Beine einschl. der Füße
- ⇒ Überlagerungsfreie Darstellung der Iliaca-Gabel und der Femoralisverzweigung mit adäquaten Schrägprojektionen
- ⇒ Kontrastreiche Darstellung der Hauptarterien mit ihren Ästen einschließlich vorhandener Kollateralen
- ⇒ Visuell scharfe Darstellung der Gefäßkonturen mit Erweiterungen und Stenosen
- ⇒ Bei spezieller insbesondere praeoperativer Fragestellung selektive Darstellung der diagnostisch wichtigen Arterienabschnitte ggf. einschl. des Vorfußes

1.2 Wichtige Bilddetails: 1 - 2 mm (im Hochkontrast bzw. bei selektiver Angiographie 0,3 mm)

1.3 Kritische Strukturen:

- ⇒ Darstellung des gesamten Gefäßverlaufes,
- ⇒ übersichtliche Darstellung der Gefäßverzweigungen, Gefäßkonturen und Erweiterungen sowie Kollateralen

Bauchaorta und ihre Äste

1. Ärztliche Qualitätsanforderungen

1.1 Bildmerkmale:

- ⇒ Darstellung der Aorta von BWK 10 bis unterhalb der Aortenbifurkation

- ⇒ Möglichst überlagerungsfreie Darstellung der Abgänge des Truncus coeliacus, der Aa. mesentericae und der Aa. renales einschließlich der erforderlichen Spezialprojektionen
- ⇒ Visuell scharfe Darstellung der visceralen und renalen Arterien und ihrer Verzweigungen bis in den Parenchymbereich
- ⇒ Darstellung des venösen Rückflusses bis in die V. cava inferior bzw. der visceralen Venen und V. portae
- ⇒ Erfassung der Kollateralgefäße, Kurzschlüsse, Stromumkehr und pathologischen Gefäße
- ⇒ Selektive Darstellung der diagnostisch wichtigen Äste der visceralen und renalen Arterien sowie der übrigen Äste der Bauchaorta und Abbildung der visceralen Venen und der V. portae
- ⇒ Reduktion von Peristaltikartefakten (Gabe von Anticholinergica o. ä.)

1.2 Wichtige Bilddetails: 1 - 2 mm (Hochkontrast bzw. bei selektiver Angiographie 0,3 mm)

1.3 Kritische Strukturen:

- ⇒ Darstellung des gesamten Gefäßverlaufes der diagnostisch interessierenden Gefäße,
- ⇒ Gefäßwandveränderungen, Stenosen, Erweiterungen, Aneurysmen,
- ⇒ pathologische Gefäße, Kollateralen sowie Änderungen der Stromrichtung
- ⇒ Beurteilung des Gesamtorgans je nach Fragestellung (Leber, Pankreas, Niere u. a.)

Venen der Beine und des Beckens

1. Ärztliche Qualitätsanforderungen

1.1 Bildmerkmale:

- ⇒ Möglichst überlagerungsfreie Darstellung der Leitvenen des Unterschenkels, der Vena poplitea, V. femoralis superficialis in zwei Projektionen
- ⇒ Darstellung der Venen vom Knöchel bis zur Vena cava inferior
- ⇒ Übersichtliche Darstellung des Beckenvenenabflusses
- ⇒ Verhalten der Klappen der Leitvenen, der Venae perforantes und der Crossen der Saphena-Stammvenen im Valsalva-Preßversuch
- ⇒ Darstellung der Mündungsklappen der V. saphena magna
- ⇒ Darstellung der Perforansinsuffizienzen, epifascialen Venen und ihrer varikösen Erweiterung
- ⇒ Restfüllung der Leitvenen, Muskelvenen und epifascialen Venen und Varizen
- ⇒ Differenzierung von Flußartefakten und Thrombosezeichen
- ⇒ Erfassung thrombotischer Veränderungen und des post-thrombotischen Syndroms
- ⇒ Indikationsabhängig können bestimmte Venenregionen gezielt dargestellt werden

1.2 Wichtige Bilddetails: 2 - 3 mm

1.3 Kritische Strukturen:

- ⇒ Darstellung der tiefen Venen und ihres Zu- und Abflusses sowie der Venae perforantes,
- ⇒ Venenwand, Venenweite, Perforansinsuffizienzen,
- ⇒ Mündungsklappen der V. saphena magna, veränderte Blutflussrichtung

2. Aufnahmetechnische Qualitätsanforderungen

2.1 Aufnahmetechnik

- ⇒ Kipptischlagerung in 30 - 50°
- ⇒ Durchleuchtung mit Zielaufnahmen oder Kassettentechnik mit Formatunterteilung, digitale Radiographie

- ⇒ Überlappende Bilddokumentation
- ⇒ Aufnahmespannung: 70 - 80 kV
- ⇒ Fokus- Detektor-Abstand bei Übertischanordnung 1,0 - 1,5 m, bei Untertischanordnung 0,75 m (kleiner Brennfleck 0,6)
- ⇒ Bildempfängerdosis: $\leq 5 \mu\text{Gy}$, SC 400
- ⇒ Kompression oberhalb des Knöchels mit Stauschlauch und kontinuierliche Kontrastmittelinjektion in eine Fußvene
- ⇒ Darstellung der tiefen Unterschenkelvenen in Innenrotation oder verschiedene Projektionen, der V. poplitea seitlich, der Venen des Oberschenkels in Außenrotation oder sagittal
- ⇒ Kontrolle der Abflussverhältnisse und Abflussrichtung der oberflächlichen Venen (Flussartefakte)
- ⇒ Gezielte Darstellung von Perforansinsuffizienzen
- ⇒ Kontrolle der Klappenfunktion des V. Saphena-magna-Systems im Valsalva-Preßversuch
- ⇒ gezielte ergänzende Varikographie nach Fragestellung.
- ⇒ Strahlenschutz: Männer: Hodenkapsel. Frauen: Ovarienschutz oder Beckenabdeckung

Herz

1. Ärztliche Qualitätsanforderungen

1.1 Bildmerkmale:

1.1.1 Linker Ventrikel

- ⇒ Die Lävokardiographie sollte in RAO-Projektion (30°), ggf. zusätzlich simultan in LAO (60°) erfolgen
- ⇒ Eine zweite LAO-Projektion ist bei echokardiographisch unklaren Verhältnissen, lateralen und/oder anteroseptalen Hypo- und Akinesien, subvalvulären hypertrophisch obstruktiven Kardiomyopathien und Septumdefekten sinnvoll

- ⇒ RAO-Projektion (30°/0°) mit längeren Sequenzen bei echokardiographischer Mitralinsuffizienz \geq II°
- ⇒ Darstellung der linksventrikulären Globalfunktion (zur Quantifizierung des enddiastolischen Volumens und der linksventrikulären Ejektionsfraktion)
- ⇒ Darstellung des aortalen Ausflusstrakts

1.1.2 Koronararterien, Bypassgrafts und A. mammaria

- ⇒ Mindestens 3 Projektionen für die linke und zwei für die rechte Kranzarterie
- ⇒ Überlagerungen durch die Wirbelsäule und das Zwerchfell sollten vermieden werden
- ⇒ Aufnahme vor und nach Nitro-Gabe

1.2 Bildmerkmale:

- Wichtige Bilddetails: 0,2 - 0,5 mm

1.3 Kritische Strukturen:

1.1.1 Linker Ventrikel

- ⇒ Vollständige Darstellung aller Abschnitte des linken Ventrikels, der Aortenwurzel und der Aorta ascendens
- ⇒ Darstellung und Quantifizierung einer Mitral- und Aorteninsuffizienz
- ⇒ Erkennung von Kontrastmittelaussparungen (Thrombus)

1.1.2 Koronararterien, Bypassgrafts und A. mammaria

- ⇒ Darstellung der Gefäße in ihrem gesamten Verlauf
- ⇒ Verlaufsscharakteristik (geschlängelt, gerade verlaufend)
- ⇒ Weite der Gefäße
- ⇒ Vorhandensein von Kollateralen
- ⇒ Darstellung von Stenosen, Erkennung des Stenosetyps und Quantifizierung des Stenosegrades

- ⇒ Darstellung der Geschwindigkeit des Kontrastmittelabflusses („slow flow“ Phänomen, ‚blush grade‘ oder TIMI-I-III)
- ⇒ Darstellung von Kalzifikationen, Thromben, Dissektionen, Spasmen, Aneurysmen und Muskelbrücken

2. Aufnahmetechnische Qualitätsanforderungen

2.1 Aufnahmetechnik:

- ⇒ Digitale Durchleuchtungssysteme mit Aufnahmebetrieb („Cine-Modus“)
- ⇒ Aufnahmetisch mit schwimmender Tischplatte, Tischtransport
- ⇒ Einrichtung mit verfahrbarem C/U-Bogen (Projektionen)
- ⇒ Digitale Durchleuchtungs- und Aufnahmetechnik,
- ⇒ Bildmatrix $\geq 512^2$ mit Eingangsdurchmesser von mindestens 23 cm (BV) und 25 cm Flachdetektor (Bildfeld umschaltbar auf kleinere Durchmesser)
- ⇒ Aufnahmespannung: 65 – 125 kV
- ⇒ Brennfleckennennwert: $\leq 1,2$
- ⇒ Fokus-Detektor-Abstand: ≥ 70 cm
- ⇒ Expositionszeit: ≤ 10 ms
- ⇒ Streustrahlenraster: Viellinienraster z.B. r 10/60 L/cm
- ⇒ Aufnahme-Bildfrequenz: 15 B/s (Coronarien) – 30 B/s (Ventrikel)
befundbezogene Frequenzvariation
- ⇒ Szenendauer: In Abhängigkeit von der Fragestellung so kurz wie möglich
- ⇒ Gepulste Durchleuchtung
- ⇒ Zusatzfilterung: 0,2 mm Cu (0,4 mm Cu)
- ⇒ Last-image-hold
- ⇒ Röhrenstromsteuerung in Abhängigkeit vom Fokus-Detektor-Abstand
- ⇒ Dosis pro Bild /Dosisleistung:

Digitaler Aufnahmebetrieb (Cine):	$\leq 0,2 \mu\text{Gy/B}$
Durchleuchtung:	$\leq 0,6 \mu\text{Gy/s}$

(Dosiswerte immer bezogen auf Bildverstärker- Eingangsnenn-
durchmesser ≤ 25 cm.)

- ⇒ Bildspeicherung: komplette Untersuchungen eines Tages, circa
30 000 Bilder
- ⇒ Dosisflächenproduktanzeige bei allen Angiographien und Inter-
ventionen, möglichst im Sichtfeld des Untersuchers

2.2 Pädiatrische Besonderheiten:

- ⇒ Subtraktionsmöglichkeit
- ⇒ Aufnahmespannung: 65 – 85 kV

C Anhang

1 Begriffsbestimmungen, Erläuterungen

Anodentarget: Einsatz im Anodenteller aus speziellem Material z.B. Molybdän, das vom Basismaterial der Anode abweicht

BWG: Bildwiedergabegerät: Bildschirm, Monitor (Cathode Ray Tube, CRT- oder Liquid Crystal Display/Thin Film Transistor, LCD/TFT-Gerät) zur Darstellung digitaler Bilder, unterschiedliche Anforderungen an Befund- bzw. Betrachtungsmonitor (s. QS-RL)

CCD: Charge Coupled Device

CIE: Commission International de L'Éclairage

CR: Computed Radiography

Dichtekurve, sensitometrische Kurve: graphische Darstellung der optischen Dichte eines verarbeiteten photographischen Films in Abhängigkeit vom Zehnerlogarithmus der Exposition (DIN ISO 9236-1)

Diagnostische Referenzwerte: Dosiswerte für typische Untersuchungen mit Röntgenstrahlung, bezogen auf Standardphantome oder auf Patientengruppen mit Standardmaßen, mit für die jeweilige Untersuchungsart geeigneten Röntgeneinrichtungen und Untersuchungsverfahren. Als Dosiswerte können das Dosisflächenprodukt, die Einfalldosis oder die Oberflächendosis angegeben werden

DICOM Grayscale Standard Display Function / CIE-Kurve: Charakteristische Korrekturkurven um ein Bildwiedergabegerät an die Gleichabständigkeit der Helligkeitsempfindung des menschlichen visuellen Systems möglichst gut anzugleichen

DICOM-Standard: Digital Imaging & Communication in Medicine

Dominante: diagnosewichtiger Bereich des Röntgenbildes, Position der Messkammer der Belichtungsautomatik

Dosisflächenprodukt : Produkt aus Fläche des Strahlenfeldes und Einfalldosis

Dosisindikator: Ein vom digitalen Bildempfängersystem zu jedem Bild angegebener herstellerepezifischer Wert, der unter gleichen Aufnahmebedingungen mit der Bildempfängerdosis korreliert

DRG: Deutsche Röntgen-Gesellschaft

Dynamikumfang: Verhältnis zwischen höchstem und niedrigstem erfassbarem Intensitätswert z. B. eines Detektors, eines Bildes usw.

DQE: Detective Quantum Efficiency, detektive Quantenausbeute, informationsbezogener Quantenwirkungsgrad eines Bildempfängers

Einfalldosis: Dosis frei Luft ohne Rückstreuung

Filmkontrast siehe Objektkontrast

FOV: Field of View, Strahlenfeld, wie durch die Einblendung festgelegt wird

G: mittlerer Gradient, Anstieg ($\tan \alpha$) der Dichtekurve im mittleren (bildwirksamen) Bereich eines Film-Foliensystems

IHE: Integrated Healthcare Enterprise, Beschreibung der wichtigen Arbeitsabläufe unter Einbeziehung unterschiedlicher Geräte in einer bildgebenden Abteilung unter Verwendung des DICOM Standards

K_B: Bildempfängerdosis, für Film-Folien-Systeme gilt $K_B \leq 2 \times K_S$ (DIN 6815), Abschaltwert der Belichtungsautomatik

K_N: Nenndosisbedarf eines Film-Folien-Systems für Nettodichte 1,0 mit den Verarbeitungsbedingungen vor Ort, $K_N \leq 1,6 \times K_S$

K_S: Systemdosis eines Film-Foliensystems für Nettodichte 1,0, Kenngröße eines Film-Foliensystems

Kontrast: Allgemeine Definition, Differenz der Intensität (Helligkeit) eines Objektes zur Umgebung geteilt durch die Intensität der Umgebung

Kontrastauflösung: kleinster gerade noch darstellbarer Kontrast = Minimalkontrast

Kontrast-Detail-Diagramm: Abbildung eines Prüfkörpers mit unterschiedlich großen Objekten, die jeweils einen unterschiedlichen Kontrast zur Umgebung aufweisen

Leuchtdichte: Maß für die Helligkeit eines Bildschirms, gemessen in der Einheit Candela/Quadratmeter, cd/m^2

LIH: Last Image Hold, digitale Speicherung des letzten Durchleuchtungsbildes

Maximalkontrast: Bei Bildwiedergabegeräten Verhältnis von höchster zu niedrigster Leuchtdichte.

Modulation: Differenz der Intensität zweier Bildbereiche geteilt durch die Summe der Intensitäten beider Bereiche

MÜF: Modulationsübertragungsfunktion, Darstellung der durch das Abbildungssystem dargestellten Modulation für verschiedene Ortsfrequenzen, praktisch: Kontrast, mit dem unterschiedlich große Objekte dargestellt werden

Nyquistfrequenz: Höchste darstellbare Ortsfrequenz bei einem digitalen (Bild-) Aufnahmesystem, reziprok zum Abstand der Bildelemente(Pixel) = $1/(2 \times \text{Pixelgröße})$, praktisch: entspricht der kleinsten gerade noch darstellbaren Objektgröße

Objektumfang: Verhältnis zwischen höchster und niedrigster Absorption der Röntgenstrahlung im Objekt

Objektkontrast: Differenz der maximalen und minimalen optischen Dichte, mit der ein Detail auf Film abgebildet wird

Pixel: picture element = Bildelement

Presentation LUT: dt.: Darstellungskennlinie; Tabelle zur Umsetzung der Pixelwerte in Grauwerte basierend auf der DICOM bzw. CIE Kurve

SC: Speed-Class, Empfindlichkeitsklasse eines Film-Folien-Systems

Signal-Rausch-Verhältnis: Verhältnis der Effektivwerte der Signal- und Rauschverteilung.

Strahlenkontrast: Durch unterschiedliche Absorption der verschiedenen Gewebe und Organe entstehendes Strahlenrelief auf der Austrittsseite

Umgebungsbeleuchtungsstärke: Raumhelligkeit, gemessen in Lux (lx)

Visuelles Auflösungsvermögen (Ortsauflösung): Gerade noch sichtbare Strichgruppe eines Bleistrichrasters, angegeben als Ortsfrequenz mit der Einheit Linienpaare/mm, (Normbegriff mm^{-1})

Wiener-Spektrum: Spektrale Darstellung der Stärke des Rauschens in Abhängigkeit der einzelnen Ortsfrequenzen oder Ortsfrequenzbereiche

2 Literatur

Verordnung über den Schutz vor Schäden durch Röntgenstrahlen (Röntgenverordnung – RÖV), in der Fassung vom 18. Juni 2002

Europäische Leitlinien über Qualitätskriterien für Röntgenaufnahmen in der medizinischen Diagnostik

Europäische Leitlinien über Qualitätskriterien für Röntgenaufnahmen an Kindern in der medizinischen Diagnostik

Europäische Leitlinien über Qualitätskriterien in der Mammographie

DIN 4848-1

Kennzeichnung von Darstellungen in der medizinischen Diagnostik

DIN 6815

Medizinische Röntgenanlagen bis 300 kV – Regeln für die Prüfung des Strahlenschutzes nach Errichtung, Instandsetzung und Änderung

DIN 6827

Protokollierung bei der medizinischen Anwendung ionisierender Strahlen

DIN 6827-5

Protokollierung bei der medizinischen Anwendung ionisierender Strahlen-Teil 5: Radiologischer Befundbericht

DIN 6856-1

Betrachtungsgeräte und –bedingungen Teil 1:
Anforderungen für die Herstellung und den Betrieb von Betrachtungsgeräten zur Befundung von Durchsichtsbildern in der medizinischen Diagnostik

DIN 6856-3

Radiologische Betrachtungsgeräte und –bedingungen Teil 3:
Betrachtungsgeräte für die Zahnheilkunde

DIN 6862-2

Identifizierung und Kennzeichnung von Bildaufzeichnungen in der medizinischen Diagnostik:
Bildgebung mit digitaler Radiographie, digitaler Subtraktionsangiographie und Computertomographie

DIN V 6868-55

Sicherung der Bildqualität in röntgendiagnostischen Betrieben - Teil 55:
Abnahmeprüfung an medizinischen Röntgeneinrichtungen; Funktionsprüfung der Filmverarbeitung

DIN V 6868-57

Sicherung der Bildqualität in röntgendiagnostischen Betrieben - Teil 57:
Abnahmeprüfung an Bildwiedergabegeräten

DIN V 6868-58

Sicherung der Bildqualität in röntgendiagnostischen Betrieben- Teil 58:
Abnahmeprüfungen an medizinischen Röntgeneinrichtungen der Projektionsradiographie mit digitalen Bildempfängersystemen

DIN EN 60336

Medical electric equipment – X-ray tube assemblies for medical diagnosis – characteristics of focal spots

DIN EN 60580

Medizinische elektrische Geräte: Dosisflächenproduktmessgeräte

DIN EN 60601-2-43

Medical electric equipment Part 2-43:
Particular requirements for the safety of X-ray equipment for interventional procedures

DIN EN 60627

Diagnost X-ray imaging equipment –Characteristics of general purpose and mammographic antiscatter grids

DIN EN 62220-1

Medical electric equipment –Characteristics of digital X-ray imaging devices- Part 1: Determination of the detective quantum efficiency

DIN EN 61223-3-1

Bewertung und routinemäßige Prüfung in Abteilungen für medizinische Bildgebung-Teil 3-1:

Abnahmeprüfungen; Bildgebungsleistung der Röntgeneinrichtungen bei radiographischen und Durchleuchtungssystemen

DIN EN 61331-3

Strahlenschutz in der medizinischen Röntgendiagnostik-Teil 3: Schutzkleidung und Gonadenschutz

ISO 9236-1

Photographie-Sensitometrie an Filmfoliensystemen für die medizinische Radiographie-Teil 1: Ermittlung des Verlaufs der sensitometrischen Kurve, der Empfindlichkeit und des mittleren Gradienten

PAS 1054

Anforderungen und Prüfverfahren für digitale Mammographie-Einrichtungen
Erläuterungen zur Anwendung der PAS 1054 (www.nar.din.de)

Richtlinie für die technische Prüfung von Röntgeneinrichtungen und genehmigungsbedürftigen Störstrahlern

Richtlinie für Sachverständigenprüfungen nach der Röntgenverordnung (SV-RL) – vom 27.08.2003, zuletzt geändert durch Rundschreiben vom 11.05.2007)

Richtlinie zur Durchführung der Qualitätssicherung bei Röntgeneinrichtungen zur Untersuchung oder Behandlung von Menschen nach den § 16 und 17 der RöV- Qualitätssicherungs-Richtlinie (QS-RL) vom 20.11.2003, zuletzt geändert durch Rundschreiben vom 11.05.2007

3 Mitwirkende Organisationen und Personen

Deutsche Röntgengesellschaft, Gesellschaft für Medizinische Radiologie e.V.
Prof. Dr. med. Hans-Ulrich Kauczor

Gesellschaft für Pädiatrische Radiologie e.V. - Prof. Dr. med. Karl Schneider

Deutsche Gesellschaft für Neuroradiologie - Prof. Dr. med. H. Becker

Deutsche Gesellschaft für Innere Medizin e.V. – Prof. Dr. med. Bertram Wiedenmann

Deutsche Gesellschaft für Urologie e.V. - Priv.-Doz. Dr. med. T. Loch

Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie
Prof. Dr. med. R. Krauspe

Deutsche Gesellschaft für Chirurgie - Prof. Dr. med. Tilman Mischkowsky

Deutsche Gesellschaft für Kardiologie und Deutsche Gesellschaft für Kinderkardiologie

Zentralverband Elektrotechnik- und Elektroindustrie e. V. – ZVEI
Karl-Friedrich Kamm

Ärztlichen Stellen gemäß § 17 a RöV (ZÄS) - Dr. Dieter Saure

Kassenärztliche Bundesvereinigung/Dezernat 2 - Dr. rer. nat. habil. R. Pfandzelter

Bundesärztekammer – Manfred Brüggemann
