

Leitlinien der Bundesärztekammer zur Qualitätssicherung in der Röntgendiagnostik

Qualitätskriterien röntgendiagnostischer Untersuchungen

Überarbeitete und ergänzte Fassung

Die Leitlinien zur Qualitätssicherung in der Röntgendiagnostik haben 1988 den Standard der radiologischen Basisuntersuchungen beschrieben. Das Ziel ist, die diagnostisch wichtigen Informationen mit einer vertretbar niedrigen Strahlendosis darzustellen. Diese Leitlinien haben auch zwischenzeitlich Eingang in die „Qualitätskriterien für Röntgenuntersuchungen in der medizinischen Diagnostik und für Röntgenaufnahmen in der Pädiatrie“ der Europäischen Kommission gefunden.

Der geforderte Standard wird bei einer großen Zahl von Röntgenuntersuchungen erreicht und hat zu einer Verbesserung der Bildqualität und deutlichen Reduktion der Patientendosen geführt, wie die Ergebnisse der Ärztlichen Stellen zeigen. Die gesammelten Erfahrungen, die technischen Entwicklungen und die Erweiterungen der ärztlichen Fragestellungen haben eine Überarbeitung der Leitlinien notwendig gemacht. Ausführliche Diskussionen in den verschiedenen Arbeits- und Fachkreisen, die Berücksichtigung entsprechender Normen des DIN und der ISO sowie die Richtlinien und Bekanntmachungen des BMA zur Röntgenverordnung haben zu der jetzt vorliegenden überarbeiteten und ergänzten Fassung geführt.

Bei den aufnahmetechnischen Grundlagen wird die Spannungsabhängigkeit der Empfindlichkeit bestimmter Film-Folien-Systeme insbesondere bei Röntgenspannungen < 65 kV hervorgehoben. Die Qualitätsanforderungen an die digitale Radiographie sind aufgeführt. Die einzelnen bildbeeinflussenden Parameter sind genauer gekennzeichnet, und die Notwendigkeit der Bestimmung des Dosisflächenproduktes bei bestimmten Durchleuchtungsuntersuchungen ist aufgezeigt.

Bei den einzelnen Organuntersuchungen sind die Bildmerkmale teils ergänzt oder auch bei den pädiatrischen Untersuchungen präzisiert. Allgemein sind aufgrund der diagnostischen Erfahrungen die Röntgenröhrenspannungen erhöht, und für Aufnahmen am Körperstamm ist die Empfindlichkeitsklasse der Film-Folien-Systeme auf SC400 allgemein angehoben.

Der Katalog der Röntgenuntersuchungen wurde erweitert um die Übersichtsaufnahmen des Abdomens und die Untersuchungen des Dünndarms. Neu aufgenommen sind die Arteriographie mit allgemeinen Kriterien, die Arteriographie der supraaortalen Äste und Hirngefäße, der Bauchaorta und ihrer Äste, des Beckens und der unteren Extremitäten sowie die ascendierende Bein-Becken-Phlebographie.

Die Leitlinien dienen der Realisierung einer aussagefähigen Bildqualität bei einem geeigneten Strahlenschutz. Die Dosisminderung soll ohne Einschränkung der diagnostisch notwendigen Informationen erreicht werden. In Verbindung mit einer kritischen Indikation und fachkundigen Beurteilung bilden die Prinzipien der Leitlinien einen wesentlichen Bestandteil der Qualitätssicherung.

Prof. Dr. H.-St. Stender, Vorsitzender des Arbeitskreises 4 „Radiologie“ des Ausschusses „Qualitätssicherung Ärztlicher Berufsausübung“ der Bundesärztekammer

Präambel

Die Qualität der radiologischen Diagnostik wird bestimmt durch die kritische ärztliche Indikation mit festgelegter Fragestellung, 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 Leitlinien fassen die ärztlichen Qualitätsforderungen, die Empfehlungen für die Aufnahmetechnik und die physikalischen und technischen Parameter des Bilderzeugungssystems zusammen, mit denen eine gute diagnostische Qualität zu erreichen ist. Diese Leitlinien beschreiben den derzeitigen medizinischen Standard und den Stand der Technik der radiologischen Basisuntersuchungen.

I

Ärztliche Qualitätsforderungen

Die ärztlichen Qualitätsforderungen umfassen:

- charakteristische Bildmerkmale,
- wichtige Bilddetails und
- kritische Strukturen.

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

(2) 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 Substrate.

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

II

Aufnahmetechnische Leitlinien

Die technischen Mindestanforderungen an die Röntgeneinrichtung (Generatortyp und -leistung, Brennfleckennwert, Grenzwerte der Schaltzeit, der Dosis und Dosisleistung) sind in der Anlage I der „Richtlinie für Sachverständigenprüfungen nach RöV“, 1994 und in den Qualifikationsvoraussetzungen gem. § 135 Abs. 2 SGB V vom 10. 2. 1993 (Vereinbarung zur Strahlendiagnostik und -therapie) in der jeweils gültigen Fassung festgelegt.

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

Von den Leitlinien darf bei speziellen Fragestellungen und besonderen Voraussetzungen nur begründet abgewichen werden, die Begründung ist zu dokumentieren.

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

Objektangepaßte Filmformate sind zu verwenden. Die Feldeinblendung soll am Bildrand sichtbar sein. Der Gonadenschutz ist besonders zu beachten.

(3) Die Filmidentifikation muß durch dauerhafte Angabe des Namens und der Anschrift der ausführenden Stelle, des Namens, Vornamens und Geburtsdatums des Patienten und des Untersuchungsdatums erfolgen (DIN 6827 Teil 4).

(4) Die Seitenbezeichnung, Aufnahmeeinstellung und Projektionsrichtung müssen auf dem Röntgenbild gekennzeichnet sein (zum Beispiel Angabe des Strahlenganges und der Röntgenröhrenposition, der Körperlage – Stehen oder Liegen –, bei Schrägprojektionen Angabe der filmnahen Körperseite, Funktionsaufnahmen) (DIN 6848 T. 1).

(5) Die Aufnahmespannung wird als Einstellwert der Spitzenspannung der Röntgenröhre bei Einsatz eines 6-Puls- oder 12-Puls-Generators oder eines Konvertergenerators angegeben. Dabei sind die Aufnahmespannungen als Richtwerte genannt.

(6) Die Brennfleckgröße ist als Brennfleckennwert aufgeführt (DIN 6823 Teil 2).

(7) Die Gesamtfilterung umfaßt alle zwischen Fokus und Patient befindlichen Filterschichten. Die Härtinggleichwerte in mm Al sind nach DIN 6815 den Leitlinien zugrunde gelegt. Gesondert werden Zusatzfilterungen insbesondere bei Kindern aufgeführt, dabei soll die Aufnahmespannung aber nicht herabgesetzt werden.

(8) Der Fokus-Film-Abstand wird bei den leistungsfähigen Strahlenerzeugungssystemen mit Übertischröhrenanordnung am Rastertisch oder Rasterwandgerät in der Regel mit 115 cm (100-150) 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 und der Wirbelsäule im Stehen verbessern.

(9) Bei Aufnahmen mit Belichtungsautomatik ist das zu wählende Meßfeld angegeben. Der Abschaltwert der Bildempfängerdosis ist im wesentlichen durch die Aufnahmespannung und die Empfindlichkeit der Film-Folien-Systeme bestimmt. Dabei ist die kürzeste Schaltzeit zu beachten.

(10) Die Expositionszeit wird als oberer Richtwert der Schaltzeit in ms angegeben.

(11) Beim Streustrahlengerät wird der bevorzugte Rastertyp mit Angabe des Schachtverhältnisses r genannt, dabei soll die Lamellenzahl bei bewegtem Raster mindestens 36/cm und bei stehen-

dem mindestens 60/cm betragen. Stehende Viellinienraster weisen bei gleicher Selektivität ein höheres Schachtverhältnis r auf. Spezialraster z.B. bei Mammographie.

(12) Die Wahl der geeigneten Film-Folien-Systeme (FFS) ist für die erforderliche diagnostische Information und die Größe der Strahlenexposition von entscheidender Bedeutung. Die Empfindlichkeit S eines Film-Folien-Systems ist das quantitative Maß des Ansprechvermögens auf die Strahlenwirkung unter vorgegebenen Bedingungen. Die Dosis K_S des FFS wird dabei nach DIN 6867 Teil 1 (neu) bzw. ISO 9236/1 für die Nettodichte 1,0 der belichteten und verarbeiteten Filme für vier Strahlenqualitäten (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 1).

Tabelle 1

Dosis K_S und Grenzwert des visuellen Auflösungsvermögens bei Direkt-Aufnahmen mit Film-Folien-Systemen nach DIN 6868 T 50

Dosisbedarf K_S (μGy)	Empfindlichkeit $S^{1)}$	Grenzwerte des visuellen Auflösungsvermögens R_{Gr} (mm^{-1})
40,00	25	4,8
20,00	50	4,0
10,00	100	3,4
5,0	200	2,8
2,50	400	2,4
1,25	800	2,0

1) Für Zwischenwerte sind die entsprechenden Werte aus $K_S = (1000 \mu\text{Gy} / S)$ zu ermitteln und R_{Gr} entsprechend anzupassen.

Beim Messen mit den verschiedenen Strahlenqualitäten wird die Spannungsabhängigkeit der Empfindlichkeit S er verschiedenen Film-Folien-Systeme deutlich, die vor allem bei niedrigen Spannungen ≤ 65 kV wegen der Abnahme von S beachtet werden muß.

Wenn 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 Spannungen ≤ 65 kV für K_S ein unterer 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 bei der Abnahmeprüfung (DIN 6868 Teil 50) ermittelte Nenndosis KN darf $1,6 \times K_S$ nicht überschreiten.

Die hochempfindlichen dosissparenden Film-Folien-Systeme sind stets einzusetzen, wenn damit die geforderte diagnostische Bildqualität erreicht wird. Die wesentlichen Kenngrößen der Film-Folien-Systeme (S , Dichte/Kurve, 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.

Da das Rauschen bei den einzelnen Film-Folien-Systemen vor allem bei hoher Empfindlichkeit unterschiedlich stark ist und den Informationsgehalt des Bildes deutlich einschränken kann, muß die Höhe des Rauschens (Wiener-Spektrum, visueller Eindruck) bei der Wahl des geeigneten FFS unbedingt berücksichtigt werden.

Wenn in einem Film-Folien-System eine Systemkomponente (Verstärkungsfolie, Film, Filmverarbeitung, Entwicklertyp) geändert wird, muß festgestellt werden, ob die optimale Empfindlichkeitsausnutzung des neuen Systems erreicht (DIN 6868 Teil 2, Teil 55) und die Möglichkeit der Dosisersparnis ausgeschöpft wird.

(13) Die digitale Radiographie mit Speicherfolie und geeigneter Bildverarbeitung muß die diagnostisch wichtigen Informationen darstellen, wie sie in den organotypischen Bildmerkmalen und Details für die einzelnen Körperregionen beschrieben sind. Dabei soll die Einfalldosis diejenige der sonst vorgeschriebenen bei Film-Folien-Kombinationen nicht überschreiten. Es ist zu beachten, daß die direkte Abhängigkeit zwischen optischer Dichte und Dosis nicht besteht.

Wenn in der digitalen Radiographie andere Detektoren wie z. B. Selen angewendet werden, darf die Patientendosis diejenige bei sonst eingesetzten Film-Folien-Kombinationen nicht überschreiten.

(14) Aufnahmen vom Ausgangsschirm des Bildverstärkers werden als Indirektradiographie vor allem bei Kontrastmitteluntersuchungen (Speiseröhre, Magen, Dickdarm, Harnwege, Miktionsurothozystographie bei Säuglingen und Kindern), als Cineradiographie (Herz, Schluckakt) oder als digitale Bildverstärker-Radiographie (DBR) angefertigt. Die Anwendung dieser Techniken hängt von der ärztlichen Fragestellung ab, da die Auflösung der Systeme z. T. deutlich eingeschränkt ist (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2

Dosis K'_s und Grenzwerte des visuellen Auflösungsvermögens bei Aufnahmen vom Ausgangsschirm des Bildverstärkers (Nenndurchmesser 25 cm)

	Dosis K'_s in μGy	Grenzwerte des visuellen Auflösungsvermögens R_{Gr} (mm^{-1})
Bildverstärker- aufnahmen (100 3 100 mm)	$\approx 2,0$	$\approx 2,0$
Kino-Technik	$\approx 0,2$	$\approx 1,0$
Digitale BV-Radiogr. Matrix 1000 X 1000	$\approx 2,5$	$\approx 1,4$

(15) Die Röntgenfernsehdurchleuchtung muß mit einer möglichst niedrigen BV-Eingangsdosisleistung (um $0,2 \mu\text{Gy/s}$) eine ausreichende Erkennbarkeit der diagnostisch wichtigen Strukturen erreichen. Der obere Wert von $0,6 \mu\text{Gy/s}$ darf nur aus zwingenden Gründen überschritten und die Hochkontrastdurchleuchtung nur kurzzeitig eingesetzt werden. Bei digitaler Durchleuchtung sind die Möglichkeiten zur Dosisersparnis wie gepulste Durchleuchtung, „Last image hold“ und die Technik der „gleitend gewichteten Mittelwertbildung“ zu nutzen. Auf die objektangepaßte Einblendung ist besonders zu achten. Die Durchleuchtungszeit ist möglichst kurz zu halten.

(16) Die Strahlenexposition des Patienten muß aus den Aufzeichnungen nach § 28 RöV zu ermitteln sein. Diese Angaben enthalten die Standarddaten, die individuellen Untersuchungsparameter und die personenbezogenen Daten. Die Mitmessung des Dosisflächenproduktes, das vor allem bei längeren Durchleuchtungszeiten bestimmt werden muß, ermöglicht eine relativ zuverlässige Schätzung der Patientexposition. Die Schätzung der Organdosis wird durch die Ermittlung der Kenn-dosis (Energiedosis der Primärstrahlung gemessen in Luft in einem bestimmten Abstand [z. B. 1 m] vom Fokus) oder der Einfalldosis erleichtert, die im Rahmen der Prüfungen nach § 16 RöV gemessen werden kann. Ausgehend von der Einfall-dosis oder dem Dosisflächenprodukt und den vorliegenden organbezogenen Konversionsfaktoren lassen sich die Organdosen und die Patientendosis realistisch schätzen.

(17) Der Strahlenschutz verpflichtet, die geforderte diagnostische Information mit einer vertretbar niedrigen Strahlendosis zu erreichen. Die erforderlichen Strahlenschutzmittel sind in Anlage III zur „Richtlinie für Sachverständigenprüfungen nach Röntgenverordnung“ von 1994 in Anlehnung an DIN 6813 zusammengestellt. Diese Patientenschutzmittel müssen bei jeder röntgendiagnostischen Einrichtung bereitgehalten werden.

Bei standardisierter Lagerung und Einstellung ist eine korrekte objekt- und fragestellungbezogene Einblendung notwendig. Dabei soll nach Möglichkeit die Einblendung am Bildrand erkennbar sein. Eine zusätzliche Bleiabdeckung der an den Rand des Strahlenfeldes angrenzenden Körperabschnitte ist vor allem bei Kindern und jüngeren Patienten wichtig. Bei Männern müssen bei allen Röntgenuntersuchungen des Abdomens, des Harntraktes, des Magen-Darm-Traktes sowie des Beckens und der Lendenwirbelsäule grundsätzlich umschließende Hodenkapseln angewandt werden.

Bei entfernteren Strahlenfeldern genügt eine Gonaden- oder Patientenschutzschürze, hierzu gehören auch die Thoraxuntersuchungen.

Bei weiblichen Personen ist die Anwendung eines Ovarienschutzes als direkte Abdeckung oder als indirekter Ovarienschutz durch Einschleiben 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 strahlensensiblen Mammagewebes der dorso-ventrale Strahlengang gewählt werden. Dieses gilt auch für Betaufnahmen des Thorax, die im Sitzen in aufrechter Haltung des Oberkörpers angefertigt werden können.

III

Ärztliche Qualitätsforderungen bei Neugeborenen, Säuglingen, Kindern und Jugendlichen

(1) Die Fragestellungen in diesen Lebensaltern sind in vielen Fällen andere als bei erwachsenen Patienten. Bei diesen besonderen Indikationen kann durch eine genaue Anpassung der Untersuchungsbedingungen in Planung und Durchführung die Strahlenexposition des Patienten geringer gehalten werden. Außerdem bestehen in den einzelnen Lebensaltern besondere Untersuchungs- und Abbildungsbedingungen, die bei der Qualitätssicherung berücksichtigt werden müssen. Speziell ist für eine korrekte Ruhigstellung Sorge zu tragen.

(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 (DIN 6814 T. 5) 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 (s. Qualitätskriterien für Röntgenaufnahmen in der Pädiatrie, Europäische Kommission 1992). In bezug auf die wichtigen Bilddetails kann, wenn ein entsprechender Hinweis fehlt, eine Verdoppelung der angegebenen unteren Werte toleriert werden.

(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 bezogen auf die jeweils geforderte Röhrenspannung eingesetzt werden (Anlage I Richtlinie Sachverständigen-Prüfungen nach RöV 1994 und ISO 9236). Die Schaltzeiten sollten aufgezeichnet werden.

(5) Streustrahlenraster ($r=8$) sind erst bei Körperdurchmessern größer als 12-15 cm erforderlich und einzusetzen. An Durchleuchtungsgeräten für Kinder sollte das Raster auf einfache Weise entfernt werden können.

(6) Auf exakte Einblendung des Nutzstrahlenfeldes mit erkennbaren Feldgrenzen und Bleiabdeckung der angrenzenden Körperabschnitte und der Gonaden ist besonders zu achten.

(7) Für eine ausreichende Immobilisation und exakte Projektion ist Sorge zu tragen. Bei nicht kooperierenden Kindern sollte das Halten durch Eltern, Pfleger oder Assistenzpersonal nur als Ausnahme und bei besonderen Fragestellungen und unter Verwendung von Strahlenschutzmitteln erfolgen.

IV

Physikalische Größen des Bilderzeugungssystems

(1) Die aufnahmetechnischen Leitlinien, die die Verwirklichung der ärztlichen Qualitätsforderungen 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 DIN-Reihe 6868 und körperregionadäquate Phantome geeignet.

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

(4) Das visuelle Auflösungsvermögen (Erkennbarkeitsgrenze der Ortsfrequenz in Lp/mm) gibt einen Anhalt für die Wahrnehmung kleiner Details. Aussagefähiger sind die Modulationsübertragungsfunktion, das Signal-Rausch-Verhältnis und das Kontrast-Detail-Diagramm.

(5) Der Kontrast innerhalb der Wiedergabe einer Körperregion wird durch den Strahlenkontrast (Objektkontrast) und den Filmkontrast beeinflusst. Da der mögliche Strahlenkontrast 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.

(6) 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 Aufnahmebedingungen auch die Gradation des Filmes und die Art der Filmverarbeitung maßgeblich beteiligt sind.

(7) Der Einfluß des Rauschens und der Körnigkeit auf die Detailerkennbarkeit kann in kritischen Fällen durch die Bestimmung des Wiener-Spektrums oder das Kontrast-Detail-Diagramm geschätzt werden.

(8) Die Bildempfängerdosis (K_B) für eine bestimmte optische Dichte im Bild eines Prüfkörpers beziehungsweise die Bildempfängerdosis für die Nettodichte 1 (K_N = Nenndosis) werden nach DIN 6868 Teil 50 bestimmt. Sie gestatten Rückschlüsse auf die Strahlenexposition des Patienten.

(9) Die in der Röntgenverordnung und in der Richtlinie zur Durchführung der Qualitätssicherung nach § 16 der RöV vorgesehenen Abnahme- und Konstanzprüfungen erfolgen nach der DIN-Reihe 6868. Ihre Ergebnisse sind für die Erfüllung der ärztlichen Qualitätsforderungen und der aufnahme-technischen Leitlinien von wesentlicher Bedeutung.

Grenzwerte der physikalischen Größen für alle Körperregionen

(10) 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 $D < 0,4$ (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. Ausnahme der mittleren optischen Dichte z. B. bei Mammographie.

(11) Der Grenzwert des visuellen Auflösungsvermögens soll in der Regel größer als 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 1). Höherer Wert bei Mammographie.

(12) Strahlenkontrast und Filmkontrast sollen so aufeinander abgestimmt sein, daß die diagnostisch wichtigen Strukturen im Dichtebereich 0,6–2,2 (Bildkontrast 1,6) dargestellt sind. Der Einfluß des Kontrastes kann im Falle der Nicht-erfüllung der ärztlichen Qualitätsforderungen mit einem Testkörper, im Kontrast-Detail-Diagramm oder mit einem patientenäquivalenten Phantom untersucht werden.

(13) 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 Objekumfang 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.

(14) Die mittlere optische Dichte von Aufnahmen einer bestimmten Körperregion, die mit derselben Röntgeneinrichtung angefertigt werden, soll nicht mehr als $D \pm 0,3$ variieren. Bei Verwendung von Standardfilmen bedeutet dies in der Regel, daß die Schwankungen der Exposition durch das strahlenerzeugende 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.

Betrachtungsbedingungen von Röntgenaufnahmen (Durchsichtsbilder)

(15) Ein Betrachtungsgerät zur Befundung von Durchsichtsbildern gehört zu jeder Röntgeneinrichtung. Es muß nachfolgende Anforderungen erfüllen (DIN 6856 Teil 1 und 2).

(16) 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.

(17) Die Helligkeit des Betrachtungsgerätes soll so groß sein, daß die Leuchtdichte des zu betrachtenden Bereiches des Durchsichtsbildes etwa 100 cd/m^2 beträgt. Die Leuchtdichte des Röntgenschaukastens muß daher in der Regel 2000 cd/m^2 betragen. Für optische Dichten $> 2,0$ ist eine Erhöhung auf 4–5000 cd/m^2 und mehr erforderlich. Hohe Leuchtdichten werden auch mit Grelleuchten ($> 10\,000 \text{ cd/m}^2$) erreicht, die in Helligkeit und Blendendurchmesser regulierbar sein sollen.

(18) Die Ausleuchtung der Betrachtungsfläche muß gleichmäßig sein. Die Leuchtdichte soll von der Mitte zum Randbereich höchstens um 30 Prozent abweichen.

(19) Das Licht soll weitgehend diffus sein und eine einheitliche Farbe besitzen.

(20) Die Größe der Betrachtungsfläche muß den Vergleich von mindestens 2 Röntgenaufnahmen des größten verwendeten Formates ermöglichen.

(21) Für die Befundung ist eine Einblendung (Abdunklung) der Betrachtungsfläche auf den einzelnen Röntgenfilm oder einen Ausschnitt durch Jalousien oder Masken erforderlich.

(22) Die Möglichkeit zur Lupenbetrachtung mit zwei- bis vierfacher Vergrößerung oder auch zur Verkleinerung soll gegeben sein.

(23) Der Betrachtungsraum soll bei der Befundung nur schwach ($< 100 \text{ lx}$) beleuchtet sein.

Übersichtsschema zu Qualitätskriterien röntgendiagnostischer Untersuchungen

Unterschieden werden

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

1. Ärztliche Qualitätsforderungen

- 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.

2. Aufnahmetechnische Leitlinien

- 2.1 Anwendungsgerät und Aufnahmeart.
- 2.2 Aufnahmespannung – angegeben als Einstellwert der Spitzenspannung der Röntgenröhre bei 6-Puls- oder 12-Puls-Generator oder Konvertergenerator.
- 2.3 Gesamtfiltration – angegeben als Härtingungsgleichwert in mm Al einschließlich Zusatzfilter.
- 2.4 Brennfleckgröße – angegeben als Nennwert (DIN 6823).
- 2.5 Fokus-Film-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 Film-Folien-System – angegeben in Empfindlichkeit S, beziehungsweise orientierend als Empfindlichkeitsklasse (SC), bei Kindern allgemein als S oder SC im jeweiligen kV-Bereich. (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 von der Aufnahmespannung muß beachtet werden.

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 6867 Teil 1 (neu).
- 3.5 Die Abschaltwerte der Bildempfängerdosis KB werden bei der Abnahmeprüfung (DIN 6868 Teil 50 ff.) für die verwendeten Film-Folien-Systeme und die Empfindlichkeitsstufen der Belichtungsautomatik gemessen und durch die folgenden Konstanzprüfungen (DIN 6868 Teil 3 ff.) kontrolliert.
- 3.6 Im Text mit () aufgeführte Angaben geben abweichende, teils bessere, teils noch vertretbare, Lösungen an.

VI

Katalog diagnostischer Qualitätskriterien und aufnahmetechnischer Hinweise bei Röntgenuntersuchungen

Thorax

1. Thorax pa/ap

Ärztliche Qualitätsforderungen

1.1 Bildmerkmale:

- Symmetrische Darstellung des Thorax in Inspiration
- Abbildung der Gefäße bis in die Lungenperipherie
- Darstellung der kostopleuralen Grenze von der Lungenspitze bis zum Zwerchfell-Rippenwinkel
- Visuell scharfe Abbildung von Gefäßen, Hilus, Herzrand und Zwerchfell
- Einsicht in retrokardiale, paravertebrale Lunge und Mediastinum.

1.2 Pädiatrische Besonderheiten:

- Abbildung der Gefäßzeichnung im Lungenkern
- Darstellung der zervikalen und thorakalen Trachea, der Bifurkation und der zentralen Bronchien
- Abbildung der Wirbelsäule und paraspinaler Strukturen
- Visuell scharfe Darstellung des Zwerchfells und der Zwerchfellrippenwinkel
- Darstellung aller Feldgrenzen, mindestens aber der unteren und der seitlichen.

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.

Aufnahmetechnische Leitlinien

1.6 Aufnahmetechnik:

- Aufnahmeart: Rasterwandgerät
- Aufnahmespannung: 125 (110-150) kV
- Brennfleckennennwert: $\leq 1,3$
- Fokus-Film-Abstand: 180 (150-200) cm
- Belichtungsautomatik: seitl. Meßfeld
- Expositionszeit: < 20 ms
- Streustrahlenraster: r 12 (8)
- Film-Folien-System: (Empfindlichkeitsklasse) 400 (200).

1.7 Pädiatrische Besonderheiten:

- Aufnahmen in aufrechter Position (Hängen, Sitzen, Stehen), nur in Ausnahmefällen im Liegen. Bei kooperierenden Patienten pa-, bei nicht-kooperierenden ap-Richtung
- Aufnahmeart: nur bei älteren Kindern mit Streustrahlenraster
- Aufnahmespannung: 60-80 kV, bei älteren Kindern (ab 7 Jahre) und Jugendlichen mit Raster 100-120 kV
- Zusatzfilterung: 1 mm Al + 0,1-0,2 mm Cu

- Brennfleckennwert: 0,6 (< 1,3)
- Belichtungsautomatik: Freie Einstellung an Hand körperrgewichtbezogener Tabellen ist bei Säuglingen und Kindern vorzuziehen. BLA nur bei größeren Kindern und Jugendlichen mit Streustrahlerraster
- Expositionszeit: ≤ 5 (10) ms
- Streustrahlerraster: nur bei besonderen Fragestellungen und Jugendlichen r 8
- Film-Folien-System: (Empfindlichkeitsklasse) 400-800 (bei Neugeborenen und besonderen Fragestellungen 200-400)
- Strahlenschutz: Bleigummiabdeckung der unmittelbar an die Einblendung des Nutzstrahlenfeldes anschließenden Körperabschnitte.

2. Thorax seitlich

2.1 Bildmerkmale:

- Exakte seitliche Einstellung mit erhobenen Armen
- Sternum „tangential“ und abstandsabhängige Deckung der dorsalen Rippen beider Seiten
- Visuell scharfe Darstellung der großen Lungengefäße und des hinteren Herzrandes
- Erkennbarkeit der Trachea
- Darstellung des Zwerchfells und der Zwerchfell-Rippen-Winkel.

Aufnahmetechnische Leitlinien

2.2 Aufnahmetechnik:

- Aufnahmeart: Rasterwandgerät
- Aufnahmespannung: 125 (110-150) kV
- Brennfleckennwert: ≤ 1,3
- Fokus-Film-Abstand: 180 (150-200) cm
- Belichtungsautomatik: mittleres Meßfeld
- Expositionszeit: < 40 ms
- Streustrahlerraster: r 12 (8)
- Film-Folien-System: (Empfindlichkeitsklasse) 400 (200).

2.3 Pädiatrische Besonderheiten

(wie Thorax ap/pa):

- Seitliche Thoraxaufnahmen nur bei besonderen Fragestellungen und nach Auswertung der ap/pa-Aufnahmen.

Skelett

Extremitäten

1. Ärztliche Qualitätsforderungen

1.1 Bildmerkmale:

- Abbildung in typischen Projektionen und ausreichenden Formaten, in der Regel mit einem angrenzenden Gelenk
- Objektangepaßte mittlere optische Dichte
- Darstellung der regional-typischen Strukturen von Compacta/Spongiosa
- Visuell scharfe Abbildung der gelenknahen Knochenkonturen, auch in Schrägprojektion
- Darstellung der skelettnahen Weichteile, abhängig von der Fragestellung.

1.2 Pädiatrische Besonderheiten:

- Abbildung der skelettnahen Weichteile, „Fettstreifen“.

1.3 Wichtige Bilddetails: 0,3-2 mm

1.4 Kritische Strukturen:

- Spongiosastruktur, Konturen der Compacta, gelenknahe Knochengrenzen.

1.5 Abbildung der Wachstumsfugen

2. Aufnahmetechnische Leitlinien

2.1 Hüftgelenk und Oberschenkel

2.1.1 Aufnahmetechnik:

- Aufnahmeart: Rastertisch oder Rasterwandgerät
- Aufnahmespannung: 70-80 kV
- Brennfleckennennwert: $\leq 1,3$
- Fokus-Film-Abstand: 115 cm
- Belichtungsautomatik: mittleres Meßfeld
- Expositionszeit: < 200 ms
- Streustrahlenraster: r 8 (12)
- Film-Folien-System: (Empfindlichkeitsklasse) 400.

2.1.2 Pädiatrische Besonderheiten:

- Aufnahmeart: bei Neugeborenen und Säuglingen Aufnahmeartisch, bei Körperdurchmesser größer 12-15 cm Rastertisch
- Aufnahmespannung: 65-75 kV
- Zusatzfilterung: 1 mm Al + 0,1-0,2 Cu
- Brennfleckennennwert: 0,6 ($\leq 1,3$)
- Belichtungsautomatik: nur wenn Streustrahlenraster verwendet wird
- Streustrahlenraster: r 8 nur bei Hüftgelenk von Kindern und Jugendlichen, nicht bei Säuglingen
- Film-Folien-System: (Empfindlichkeitsklasse) 400-800
- Strahlenschutz: bei Knaben immer Hodenkapsel; bei Mädchen Ovarienabdeckung oder indirekter Ovarienchutz durch Bleieinschub in die Tiefenblende, wenn diagnostisch möglich.
(Röntgenuntersuchung der Hüftgelenke bei Neugeborenen, Säuglingen und Kleinkindern nur nach vorausgehender Sonographie.)

2.2 Schulter, Oberarm, Rippen, Sternum, Kniegelenk, Unterschenkel

2.2.1 Aufnahmetechnik:

- Aufnahmeart: Rastertisch oder Rasterwandgerät, Knie und Unterschenkel auch ohne Raster
- Aufnahmespannung: 60-75 kV
- Brennfleckennennwert: $\leq 1,3$
- Fokus-Film-Abstand: 115 cm
- Belichtungsautomatik: wenn angewandt, dann mittleres Feld
- Expositionszeit: < 100 ms
- Streustrahlenraster: r 8 (12)
- Film-Folien-System: (Empfindlichkeitsklasse) 200-400.

2.2.2 Pädiatrische Besonderheiten:

- Aufnahmeart: Aufnahmeartisch, abh. vom Alter: Rastertisch
- Zusatzfilterung: 1 mm Al + 0,1 mm Cu
- Brennfleckennennwert: 0,6 ($\leq 1,3$)
- Belichtungsautomatik: ohne
- Film-Folien-System: (Empfindlichkeitsklasse) 400-800
- Strahlenschutz: Bleigummiabdeckung der unmittelbar anschließenden Körperabschnitte.

2.3 Ellenbogen, Unterarm, Sprunggelenk, Fußwurzel

2.3.1 Aufnahmetechnik:

- Aufnahmeart: Aufnahmeartisch
- Aufnahmespannung: 50-60 kV
- Brennfleckennennwert: 0,6 ($\leq 1,3$)
- Fokus-Film-Abstand: 105 cm
- Belichtungsautomatik: ohne
- Streustrahlenraster: ohne
- Expositionszeit: –
- Film-Folien-System: (Empfindlichkeitsklasse) 200.

2.32 Pädiatrische Besonderheiten:

- Aufnahmeart: Aufnahmetisch
- Zusatzfilterung: 1 mm Al + 0,1 mm Cu
- Brennfleckennwert: 0,6 ($\leq 1,3$)
- Belichtungsautomatik: ohne
- Streustrahlenraster: ohne
- Film-Folien-System: (Empfindlichkeitsklasse) 400, bei besonderer Fragestellung 200
- Strahlenschutz: Bleigummiabdeckung der unmittelbar ans Nutzstrahlenfeld anschließenden Körperabschnitte.

2.4 Hand, Finger, Vorfuß, Zehen

2.41 Aufnahmetechnik:

- Aufnahmeart: Aufnahmetisch
- Aufnahmespannung: 45-55 kV
- Brennfleckennwert: 0,6 ($\leq 1,3$)
- Fokus-Film-Abstand: 105 cm
- Belichtungsautomatik: ohne
- Expositionszeit: –
- Streustrahlenraster: ohne
- Film-Folien-System: (Empfindlichkeitsklasse) 200 (bei spezieller Fragestellung hochauflösende FFS).

2.42 Pädiatrische Besonderheiten:

- Aufnahmeart: Aufnahmetisch
- Zusatzfilterung: 1 mm Al + 0,1 mm Cu
- Brennfleckennwert: 0,6
- Belichtungsautomatik: ohne
- Film-Folien-System: (Empfindlichkeitsklasse) 400 (200).

Schädel

1. Ärztliche Qualitätsforderungen

1.1 Bildmerkmale: Schädelaufnahmen pa/ap

- Symmetrische Darstellung beider Schädelhälften mit Kalotte, Orbita und Felsenbein
- Projektion der Pyramidenoberkante in die Mitte der Orbita
- Visuell scharfe Begrenzung der Stirnhöhlen, Siebbeinzellen und Pyramidenoberkante mit innerem Gehörgang
- Darstellung der Lamina externa.

1.2 Bildmerkmale: Schädelaufnahme seitlich

- Weitgehende Deckung der Konturen der vorderen Schädelgrube, der kleinen Keilbeinflügel und der Klinoidfortsätze
- Gute Deckung 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 Abbildung der randbildenden Schädelkalotte.

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:

– Schädelnähte in ihrem ganzen Verlauf und Fontanelle je nach Alter erkennbar, Nasennebenhöhlen soweit entwickelt.

2. Aufnahmetechnische Leitlinien

2.1 Aufnahmetechnik:

- Aufnahmeart: Rastertisch, Rasterwandgerät, Spezialgerät
- Aufnahmespannung: ap/pa 70-85 kV, seitl. 70-80 kV
- Brennfleckennwert: 0,6 ($\leq 1,3$)
- Fokus-Film-Abstand: 115 (90-150) cm
- Belichtungsautomatik: mittleres Meßfeld
- Expositionszeit: < 100 ms
- Streustrahlenraster: r 8 (12)
- Film-Folien-System: (Empfindlichkeitsklasse) 200-400.

2.2 Pädiatrische Besonderheiten:

- Streustrahlenraster: r 8 (12)
- Zusatzfilterung: 1 mm Al + 0,1-0,2 mm Cu
- Film-Folien-System: (Empfindlichkeitsklasse) 400-800.

Wirbelsäule

1. Ärztliche Qualitätsforderungen

1.1 Bildmerkmale:

- Strichförmige Darstellung der Deck- und Bodenplattenflächen im Zentralstrahlbereich
- Guter Einblick in die Zwischenwirbelräume
- Weitgehende Deckung der strichförmigen dorsalen Wirbelkanten
- Abgrenzung der ovalen Bogenwurzeln
- Wirbellöcher mit kleinen Wirbelgelenken regionabhängig einsehbar und abgrenzbar
- Abgrenzung der Spinalfortsätze
- Abbildung der Transversal- und Kostotransversalfortsätze
- Visuell scharfe Darstellung der regional typischen Kortikalis und Spongiosa
- Abbildung der paraspinale Weichteile.

1.2 Wichtige Bilddetails: 0,5 mm

1.3 Kritische Strukturen:

- Konturen der Wirbelkörper, der Spinal- und Transversalfortsätze und die Strukturen der regionaltypischen Spongiosa.

2. Aufnahmetechnische Leitlinien

2.1 Aufnahmeart:

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

2.2 Pädiatrische Besonderheiten:

- Wirbelsäulenganzaufnahmen nur bei strenger Indikation. Verlaufskontrollen auch ohne Raster. Bei Mädchen pa Strahlenrichtung vorzuziehen, bei seitlicher Darstellung strenge Ausblendung und/oder Bleiabdeckung der Mammae bzw. der Brustanlage des Kleinkindes.

2.3 Halswirbelsäule

2.31 Aufnahmetechnik:

- Aufnahmespannung: a.p. und seitlich 65-75 kV
- Brennfleckennwert: $\leq 1,3$
- Fokus-Film-Abstand: 115 (150) cm

- Belichtungsautomatik: mittleres Meßfeld
- Expositionszeit: < 100 ms
- Streustrahlenraster: r 12 (8)
- Film-Folien-System: (Empfindlichkeitsklasse) 200-400.

2.32 Pädiatrische Besonderheiten:

- Aufnahmeart: Aufnahmetisch, Rastertisch
- Zusatzfilterung: 1 mm Al + 0,1-0,2 mm Cu
- Streustrahlenraster: r 8 (12)
- Film-Folien-System: (Empfindlichkeitsklasse) 400, bei besonderen Fragestellungen 200.

2.4 Brustwirbelsäule

2.41 Aufnahmetechnik:

- Aufnahmespannung: 70-85 kV
- Brennfleckennennwert: $\leq 1,3$
- Fokus-Film-Abstand: 115 (150) cm
- Belichtungsautomatik: in der Regel mittleres Meßfeld
- Expositionszeit: < 200 ms
- Streustrahlenraster: r 12 (8)
- Film-Folien-System: (Empfindlichkeitsklasse) 400
- evtl. Ausgleichsfilter oder Verlaufsfolie.

2.42 Pädiatrische Besonderheiten:

- Aufnahmeart: Aufnahmetisch, Rastertisch
- Zusatzfilterung: 1 mm Al + 0,1-0,2 mm Cu
- Streustrahlenraster: r 8 (12)
- Film-Folien-System: (Empfindlichkeitsklasse) 400-800
- Strahlenschutz: Bleigummiabdeckung der unmittelbar anschließenden Körperabschnitte.

2.5 Lendenwirbelsäule ap

2.51 Aufnahmetechnik:

- Aufnahmespannung: 75-85 kV
- Brennfleckennennwert: $\leq 1,3$
- Fokus-Film-Abstand: 115 (150) cm
- Belichtungsautomatik: mittleres Meßfeld
- Expositionszeit: < 500 ms
- Streustrahlenraster: r 12 (8)
- Film-Folien-System: (Empfindlichkeitsklasse) 400
- bei spezieller Fragestellung unter Einbeziehung des Kreuzbeins.

2.52 Pädiatrische Besonderheiten:

- Aufnahmeart: Aufnahmetisch, Rastertisch
- Aufnahmespannung: 70-80 kV
- Zusatzfilterung: 1 mm Al + 0,1-0,2 mm Cu
- Streustrahlenraster: r 8 (12)
- Film-Folien-System: (Empfindlichkeitsklasse) 400-800
- Strahlenschutz: bei Knaben Hodenkapsel, Bleiabdeckung der unmittelbar angrenzenden Körperabschnitte.

2.6 Lendenwirbelsäule seitlich

2.61 Aufnahmetechnik:

- Aufnahmespannung: 85-95 kV
- Brennfleckennennwert: $\leq 1,3$
- Fokus-Film-Abstand: 115 (150) cm
- Belichtungsautomatik: in der Regel mittleres Meßfeld
- Expositionszeit: < 1,0 s
- Streustrahlenraster: r 12 (8)
- Film-Folien-System: (Empfindlichkeitsklasse) 400-800

- Bei spezieller Fragestellung mit Steißbein (Ausschnittsaufnahme).

2.62 Bemerkung:

Je nach Aufnahmebedingungen Keilfilter oder Verlaufsfolien, Aufnahmen im Stehen möglichst in 150 cm Abstand, soweit die Leistung der Röntgeneinrichtung es erlaubt.
Bei Funktionsaufnahmen eingeschränkte Qualitätsforderungen.

2.63 Pädiatrische Besonderheiten:

- Aufnahmeart: Aufnahmetisch, Rastertisch
- Aufnahmespannung: 70-85 kV
- Zusatzfilterung: 1 mm Al + 0,1-0,2 mm Cu
- Streustrahlenraster: r 8 (12)
- Film-Folien-System: (Empfindlichkeitsklasse) 400-800
- Strahlenschutz: bei Knaben Hodenkapsel, Einblenden
- Keilfilter anstelle von Verlaufsfolien.

Becken und Sacrum

1. Ärztliche Qualitätsforderungen

1.1 Bildmerkmale:

- Symmetrische Darstellung beider Beckenhälften
- Seitengleiche Abbildung der Hüftpfannenkonturen
- Einblick in die Iliosakralgelenke
- Unverkürzte Darstellung der Schenkelhälse
- Abbildung der regionaltypischen Spongiosa und Kortikalis mit Begrenzung der großen und kleinen Trochanteren.

1.2 Pädiatrische Besonderheiten:

- Vollständiger Einblick in die Y-Fuge (Vermeidung von Beckenkipfung um eine Querachse)
- Symmetrische Lagerung der Oberschenkel in standardisierter Mittelposition oder bei Funktionsaufnahmen in standardisierten Positionen
- Erkennbarkeit der periartikulären Weichteile.

1.3 Wichtige Bilddetails: 0,5 mm

1.4 Kritische Strukturen:

- Konturen der Beckenknochen, des Femurkopfes und des Iliosakralgelenkes, Strukturen der regionaltypischen Spongiosa
- Projektion der Schenkelhälse.

2. Aufnahmetechnische Leitlinien

2.1 Becken

2.11 Aufnahmetechnik:

- Aufnahmeart: Rastertisch
- Aufnahmespannung: 75-90 kV
- Brennfleckennwert: $\leq 1,3$
- Fokus-Film-Abstand: 115 cm
- Belichtungsautomatik: mittleres oder beide seitlichen Meßfelder
- Expositionszeit: < 200 ms
- Streustrahlenraster: r 12 (8)
- Film-Folien-System: (Empfindlichkeitsklasse) 400
- Strahlenschutz: Hodenkapsel, bei Frauen in gebärfähigem Alter und abh. von Fragestellung direkten Ovarienschutz oder indirekten Ovarienschutz durch Bleieinschub in Tiefenblende.

2.12 Pädiatrische Besonderheiten:

- Aufnahmeart: bei Säuglingen und Kleinkindern Aufnahmetisch, bei Körperdurchmesser größer 12-15 cm Rastertisch
- Aufnahmespannung: 70-80 kV
- Zusatzfilterung: 1 mm Al + 0,1-0,2 mm Cu
- Belichtungsautomatik: nur wenn Streustrahlenraster verwendet wird
- Streustrahlenraster: r 8 (12)
- Film-Folien-System: (Empfindlichkeitsklasse) 400-800
- Strahlenschutz: bei Knaben immer Hodenkapsel; bei Mädchen Ovarienschutz oder indirekter Ovarienschutz durch Bleieinschub in Tiefenblende.

2.2 Sacrum seitlich

2.21 Aufnahmetechnik:

- Aufnahmespannung: 80-90 kV
- Film-Folien-System: (Empfindlichkeitsklasse) 400 (800).

2.22 Pädiatrische Besonderheiten:

- Aufnahmespannung: 65-75 kV
- Zusatzfilterung: 1 mm Al + 0,1-0,2 mm Cu
- Film-Folien-System: (Empfindlichkeitsklasse) 400-800
- Strahlenschutz: bei Knaben Hodenkapsel, Einblenden.

Gallenblase und Gallenwege

1. Ärztliche Qualitätsforderungen

1.1 Bildmerkmale Übersichtsaufnahme:

- Möglichst überlagerungsfreie Abbildung der Gegend der Gallenblase und der großen Gallenwege.

1.2 Bildmerkmale nach oraler Kontrastmittelgabe:

- Darstellung der kontrastierten Gallenblase
- Gute Verteilung des kontrastmittelhaltigen Gallenblaseninhalts (Zielaufnahmen im Liegen und Stehen)
- Visuell scharfe Begrenzung des Gallenblasenrandes
- Funktionsprüfung nach Reizmittelgabe.

1.3 Bildmerkmale nach intravenöser Kontrastmittelgabe:

- Richtige zeitliche Anpassung an die Kontrastmittelanreicherung in den großen Gallengängen
- Gute Kontrastierung der extrahepatischen Gallengänge und der Gallenblase
- Scharfe Begrenzung der Gallengänge zur Umgebung
- Erkennbarkeit schwacher Kontraste
- Darstellung des distalen Ductus choledochus
- Gute Erfassung des Kontrastgalleabflusses ins Duodenum.

1.4 Wichtige Bilddetails: 1-2 mm

1.5 Kritische Strukturen:

- Ausreichend kontrastierte Gallenblase und Gallengänge
- Erkennbarkeit schwacher Kontraste und von Kontrastmittelaussparungen
- Scharfe Randkonturen.

2. Aufnahmetechnische Leitlinien

2.1 Aufnahmetechnik

2.11 Aufnahmeart: Rastertisch

- Aufnahmespannung: 70-80 kV
- Brennfleckennennwert: $\leq 1,3$
- Fokus-Film-Abstand: 115 cm

- Belichtungsautomatik: mittleres Meßfeld
- Expositionszeit: < 100 ms
- Streustrahlenraster: r 12 (8)
- Film-Folien-System: (Empfindlichkeitsklasse) 400.

2.12 Aufnahmeart: Zielaufnahmen am Untersuchungsgerät

- Aufnahmespannung: 70-80 kV
- Brennfleckennennwert: $\leq 1,3$
- Objekt-Film-Abstand: möglichst gering
- Belichtungsautomatik: mittleres Meßfeld
- Expositionszeit: < 100 ms
- Streustrahlenraster: r 8
- Film-Folien-System: (Empfindlichkeitsklasse) 400.

2.2 Bemerkungen:

Anstelle der Direktradiographie mit FFS kann die Indirekttechnik oder die digitale BV-Radiographie eingesetzt werden.

Magen und Duodenum

1. Ärztliche Qualitätsforderungen

1.1 Bildmerkmale:

- Gute Entfaltung aller Magenabschnitte in Doppelkontrasttechnik mit speziellem Kontrastmittel in Hypotonie
- Ausreichend dichter, noch transparenter Kontrastmittelbeschlag
- Abbildung 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 Duode-nums im Doppelkontrast bei entsprechender Fragestellung.

1.2 Pädiatrische Besonderheiten:

- Im wesentlichen nur Beurteilung von Form, Lage, Größe und Entleerungsfunktion im Monokontrast erforderlich, nur bei bestimmten Fragestellungen Bildmerkmale wie bei erwachsenen Patienten.

1.3 Wichtige Bilddetails: 1-2 mm

1.4 Kritische Strukturen:

- Schleimhautoberfläche mit Einsenkungen und Erhabenheiten (Areae gastricae, Erosionen, Ulcerationen, Infiltrationen).

2. Aufnahmetechnische Leitlinien

2.1 Aufnahmetechnik:

- Aufnahmeart: Durchleuchtungsgezielte Aufnahmen am Zielgerät. Einblenden. Kurze DL-Zeiten
- Aufnahmespannung: > 100 kV
- Brennfleckennennwert: $\leq 1,3$ (0,6)
- Objekt-Film-Abstand: möglichst gering oder Spezialgerät
- Belichtungsautomatik: mittleres Meßfeld
- Expositionszeit: < 100 ms
- Streustrahlenraster: r 8
- Film-Folien-System: (Empfindlichkeitsklasse) 400.

2.2 Bemerkung:

Die Indirekttechnik oder die digitale BV-Radiographie kann anstelle der Direktradiographie mit FFS eingesetzt werden.

2.3 Pädiatrische Besonderheiten:

- Einführung des Kontrastmittels falls erforderlich mit besonderen Hilfsmitteln, meist Monokontrast
- Aufnahmespannung: ≥ 80 kV
- Zusatzfilterung: 1 mm Al + 0,1-0,2 mm Cu
- Brennfleckennennwert: 0,6 ($\leq 1,3$)
- Objekt-Film-Abstand: möglichst gering
- Belichtungsautomatik: mittleres Meßfeld, dabei Vermeidung größerer Überdeckungen der Dominante durch Kontrastmittel
- Streustrahlenraster: im allgemeinen entbehrlich
- Film-Folien-System: (Empfindlichkeitsklasse) 400-800 oder Bildverstärker-Aufnahmetechnik
- Einhaltung kleiner angepaßter Feldgrößen.

Dünndarm

1. Ärztliche Qualitätsforderungen

1.1 Bildmerkmale:

- Gute Entfaltung und Füllung aller Dünndarmabschnitte
- Darstellung in Doppelkontrasttechnik in ausreichender Transparenz und gleichmäßigem Wandbeschlag
- Abbildung in übersichtlichen Projektionen
- Abbildung der Kontrastmittelpassage der letzten Ileumschlinge und des Übertrittes ins Coecum.

1.2 Wichtige Bilddetails: 1-3 mm

1.3 Kritische Strukturen:

- Schleimhautoberfläche, Wanddehnbarkeit.

2. Aufnahmetechnische Leitlinien

2.1 Aufnahmetechnik:

- Aufnahmegerät mit BV-TV-Durchleuchtung
- Verfolgung der Dünndarmpassage mit intermittierender Durchleuchtung und Zielaufnahmen
- Aufnahmespannung: ≥ 100 kV
- Brennfleckennennwert: $\leq 1,3$
- Belichtungsautomatik: mittlere Kammer, KM-Überlagerung berücksichtigen
- Expositionszeit: < 100 ms
- Streustrahlenraster: r 8
- Film-Folien-System: (Empfindlichkeitsklasse) ≥ 400
- Strahlenschutz: Hodenkapsel, Einblenden.

2.2 Bemerkungen:

- Doppelkontrastdarstellung mit Barium-Luft, Barium-Wasser, Barium-Methylzellulose, Barium-Guaranpulver
- Günstige Auffüllung über Sonde, plziert im Bereich der Flexura duodenojejunalis
- Die einfache oder fraktionierte Kontrastmittelpassage des Dünndarms ist diagnostisch meist unzureichend und nur ausnahmsweise gerechtfertigt!

2.3 Die Indirekttechnik oder die digitale BV-Radiographie kann anstelle der Direktradiographie mit FFS eingesetzt werden.

Kolon

1. Ärztliche Qualitätsforderungen

1.1 Bildmerkmale:

- Gute Kolonreinigung
- Entfaltung aller Dickdarmabschnitte
- Ausreichend dichter, gleichmäßiger Kontrastmittelbeschlag
- Doppelkontrast mit speziellem Kontrastmittel in Hypotonie
- Abbildung aller Abschnitte in unterschiedlichen Projektionen
- Scharfe Darstellung der Konturen und feinen Details.

1.2 Pädiatrische Besonderheiten:

- Im wesentlichen nur Beurteilung von Form, Lage, Größe und Funktion erforderlich. Nur bei bestimmten Fragestellungen Bildmerkmale wie bei erwachsenen Patienten.

1.3 Wichtige Bilddetails: 1-3 mm

1.4 Kritische Strukturen:

- Schleimhautoberfläche mit Einsenkungen und Erhabenheiten (Polypen, Ulcera).

2. Aufnahmetechnische Leitlinien

2.1 Aufnahmetechnik:

- Aufnahmeart: Durchleuchtungsgezielte Aufnahmen am Zielgerät und Übersichtsaufnahmen
- Aufnahmespannung: ≥ 100 kV
- Brennfleckennwert: $\leq 1,3$
- Objekt-Film-Abstand: möglichst gering oder Spezialgerät
- Belichtungsautomatik: mittleres Meßfeld
- Expositionszeit: < 100 ms
- Streustrahlenraster: r 8
- Film-Folien-System: (Empfindlichkeitsklasse) 400
- Strahlenschutz: Hodenkapsel, Einblenden.

2.11 Pädiatrische Besonderheiten:

- Bei nichtkooperierenden Kindern ausreichende Immobilisation, die eine schnelle und exakte Durchführung der Untersuchung gewährleistet. Bei den speziellen Fragestellungen meist Monokontrast zur Darstellung von Kalibersprüngen und des anorektalen Überganges in verschiedenen Funktionsphasen
- Aufnahmespannung: 75-90 kV
- Zusatzfilterung: 1 mm Al + 0,1-0,2 mm Cu
- Objekt-Film-Abstand: möglichst gering
- Belichtungsautomatik: mittleres Meßfeld, dabei Vermeidung größerer Überdeckungen der Dominante durch Kontrastmittel
- Streustrahlenraster: im allgemeinen entbehrlich
- Film-Folien-System: (Empfindlichkeitsklasse) 400-800 oder Bildverstärker-Aufnahmetechnik
- Strahlenschutz: bei Knaben Hodenkapsel, Einblenden.

2.2 Aufnahmeart: Übersichtsaufnahme am Rastertisch oder Rasterwandgerät

- Aufnahmespannung: ≥ 100 kV
- Brennfleckennwert: $\leq 1,3$
- Fokus-Film-Abstand: 115 cm
- Belichtungsautomatik: Meßfeld abhängig von Aufnahmeposition
- Expositionszeit: < 100 ms
- Streustrahlenraster: r 8 (12)
- Film-Folien-System: (Empfindlichkeitsklasse) 400.

2.21 Pädiatrische Besonderheiten:

- Bei nichtkooperierenden Kindern ausreichende Immobilisation
- Aufnahmespannung: 80-90 kV
- Zusatzfilterung: 1 mm Al + 0,1-0,2 mm Cu
- Brennfleckennwert: $\leq 1,3$
- Belichtungsautomatik: Meßfeld abhängig von Aufnahmeposition, Überdeckung der Dominante durch Kontrastmittel vermeiden, im Zweifelsfall freie Belichtung vorzuziehen
- Streustrahlenraster: r 8
- Film-Folien-System: (Empfindlichkeitsklasse) 400-800
- Strahlenschutz: Bleigummiabdeckung der unmittelbar anschließenden Körperabschnitte, vor allem des Sternums und der Rippen. Bei Knaben Hodenkapsel.

2.3 Bemerkung:

Die Indirekttechnik und digitale Bildverstärker-Radiographie kann anstelle der Direktradiographie mit FFS eingesetzt werden.

Harntrakt

1. Ärztliche Qualitätsforderungen

1.1 Bildmerkmale ohne Kontrastmittelgabe:

- Darstellung des gesamten Bereichs der Nieren und ableitenden Harnwege vom oberen Nierenpol bis zum Blasenboden
- Abgrenzbare Nierenkontur
- Abgrenzung des seitlichen Psoasrandes
- Abbildung feiner Verkalkungen
- Visuell scharfe Konturen der mitabgebildeten Knochen.

1.2 Bildmerkmale nach Kontrastmittelgabe:

- Dichtezunahme des Nierenparenchyms durch nephrographischen Effekt
- Nierenbecken mit Kelchen gut differenzierbar
- Fornices gut abgrenzbar
- Harnabfluß durch die Ureteren gut zu verfolgen
- Auffüllung und Darstellung der ganzen Harnblase.

1.3 Pädiatrische Besonderheiten:

- Planung und Durchführung der Untersuchung nur in Kenntnis und nach Auswertung der entsprechenden sonographischen Befunde in verschiedenen Funktionsphasen.

1.4 Wichtige Bilddetails: 1 mm

1.5 Kritische Strukturen:

- Kleine Verkalkungen, Abgrenzung der Nierenränder und der Fornices.

2. Aufnahmetechnische Leitlinien

2.1 Aufnahmetechnik:

- Bestimmung der Aufnahmefolge durch den beaufsichtigenden Arzt
- Aufnahmeart: Rastertisch (Rasterwandgerät bei spezieller Fragestellung)
- Aufnahmespannung: 70-90 kV
- Brennfleckennwert: $\leq 1,3$
- Fokus-Film-Abstand: 115 cm
- Belichtungsautomatik: Meßfelder je nach Fragestellung
- Expositionszeit: < 100 ms
- Streustrahlenraster: r 12 (8)
- Film-Folien-System: (Empfindlichkeitsklasse) < 400 .

2.2 Bemerkungen:

- Aufnahme im Stehen: Aufnahmespannung: 80-100 kV

- Zur überlagerungsfreien Darstellung der Nieren Schichtaufnahmen, besser Zonographie Schichtabstand 2 cm
- Bei Schwangeren: Aufnahme nur bei unabweisbarer Indikation
- Aufnahmespannung: > 100 kV
- Film-Folien-System: (Empfindlichkeitsklasse) 800.

2.3 Pädiatrische Besonderheiten:

- Dosierte Kompression des Oberbauchs zur Unterdrückung der Bewegungsunschärfe und Herabsetzung der Strahlendosis
- Festlegung der zeitlichen Abfolge der Aufnahmen nach Kontrastmittelgabe und Lagerung des Patienten nur nach Auswertung der vorausgehenden Aufnahmen durch Anordnung des die Untersuchung ständig und unmittelbar beaufsichtigenden Arztes
- Aufnahmeart: Aufnahmetisch, Rastertisch
- Aufnahmespannung: 65-80 kV
- Zusatzfilterung: 1 mm Al + 0,1-0,2 mm Cu
- Brennfleckennwert: 0,6 ($\leq 1,3$)
- Belichtungsautomatik: Meßfelder je nach Durchstrahlungsbedingungen
- Expositionszeit: ≤ 50 ms
- Streustrahlenraster: r 8 (12)
- Film-Folien-System: (Empfindlichkeitsklasse) 400-800
- 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.

Bemerkungen:

- Retrograde Darstellung von Harnröhre, Blase, Harnleiter und Nierenbecken sowie Miktionscystoureterographie mit durchleuchtungsgezielter Untersuchung, auch Aufnahmen mit Indirekttechnik und digitaler Bildverstärker-Radiographie.
- Strahlenschutzoptimierung.

Abdomen

1. Ärztliche Qualitätsforderungen

1.1 Bildmerkmale:

- Darstellung des Abdomens vom Zwerchfell bis zum Beckenboden
- Abbildung der Weichteilschatten und lumbalen Fettlinien
- Abbildung des seitlichen Psoasrandes
- Abbildung der Nierenkonturen
- Erkennbarkeit des unteren Leberrandes
- Erkennbarkeit der Verteilung von Gas und Flüssigkeit im Magen-Darmkanal, Peritonealraum sowie retro- und extraperitoneal
- Verhalten der Darmwand und Nachbarorgane
- Ausreichende Darstellung der mitabgebildeten Knochen.

1.2 Pädiatrische Besonderheiten:

- Abbildung der Fettlinien, Nierenkonturen und der Psoaskonturen je nach Alter und Darmgasverteilung.

2. Aufnahmetechnische Leitlinien

2.1 Aufnahme-technik

2.11 Aufnahmeart: Übersichtsaufnahme in Rückenlage, Rastertisch

- Aufnahmespannung: 80-90 kV
- Brennfleckennwert: $\leq 1,3$
- Fokus-Film-Abstand: 115 cm

- Belichtungsautomatik: mittleres oder beide seitlichen Meßfelder
- Expositionszeit: ≤ 100 ms
- Streustrahlenraster: r 12 (8)
- Film-Folien-System: (Empfindlichkeitsklasse) 400

2.12 Aufnahmeart:

Aufnahme in linker Seitenlage auf Aufnahmetisch mit horizontalem Strahlengang vor Rasterstativ oder Viellinienraster.

- Aufnahmespannung: 100-125 kV
- sonst wie 2.11

Bemerkungen: Aufnahme im Stehen vor Rasterstativ nur bei besonderer Fragestellung.

2.2 Pädiatrische Besonderheiten:

- Aufnahmeart: Aufnahmetisch, Rastertisch in Rücken- oder Bauchlage, selten Aufnahme in Seitenlage
- Aufnahmespannung: 65-85 kV (Seitenlage 100 kV)
- Zusatzfilterung: 1 mm Al + 0,1-0,2 mm Cu
- Brennfleckennwert: $\leq 1,3$
- Expositionszeit: 20 (40) ms
- Streustrahlenraster: r 8
- Film-Folien-System: (Empfindlichkeitsklasse) 400-800
- Strahlenschutz: angrenzenden Thorax mit Bleigummi abdecken, Hodenkapsel, Ovarienchutz abhängig von Fragestellung.

Mamma

1. Ärztliche Qualitätsforderungen

1.1 Bildmerkmale:

- Darstellung in zwei Ebenen
- Tolerable Mammakompression
- Mamille parallel zum Film
- Vollständige Erfassung des Drüsenparenchyms von der Haut bis zur Brustwand
- Kontrastreiche Abbildung des Mammagewebes
- Scharfe Darstellung feiner linearer Strukturen
- Begrenzung rundlicher Details
- Erkennbarkeit von Mikroverkalkungen
- Erkennbarkeit der Kutis und Subkutis bei Grellicht.

1.2 Wichtige Bilddetails: $\leq 0,2$ mm

1.3 Kritische Strukturen:

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

2. Aufnahmetechnische Leitlinien

2.1 Aufnahmetechnik:

- Aufnahmeart: Spezialeinrichtung
- Aufnahmespannung: 25-35 kV – bezogen auf Dicke und Dichte
- Brennfleckennwert: $\leq 0,4$
- Fokus-Film-Abstand: ≥ 60 cm , bei Spezialeinrichtung ≥ 55 cm
- Vergrößerungstechnik zur Klärung spezieller Fragestellungen (z. B. Mikrokalk)
- Belichtungsautomatik: Meßfeldlage speziell einstellbar, gute Anpassung an Dicke, Dichte und Röhrenspannung. Mittlere optische Bruttodichte $D=1,2-1,6$
- Expositionszeit: < 2 s

- Streustrahlenraster: bewegtes Spezialraster r 4, 27 L/cm; r 5, 30 L/cm
- Film-Folien-System: (Empfindlichkeitsklasse) 25 (12) (Iso 9236/3 E)
- Separate Konstanzprüfung der Verarbeitung der Mammographie-Filme (DIN 6868 Teil 2).

Zähne

1. Ärztliche Qualitätsforderungen

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, interdentales Septum, Knochenstruktur des Kiefers.

2. Aufnahmetechnische Leitlinien

2.1 Aufnahmetechnik:

- Aufnahmeart: Intraorale Aufnahme
- Aufnahmespannung: ≥ 60 kV
- Brennfleckennwert: $\leq 1,5$
- Fokus-Film-Abstand: ≥ 20 cm
- Filme: Hochempfindliche Zahnfilme, Bildempfängerdosis: $< 300 \mu\text{Gy}$ ($500 \mu\text{Gy}$), Einsatz digitaler Systeme bei Reduktion der Strahlenexposition
- Ergänzende Untersuchungen: Übersichten und Vergleichsaufnahmen beider Seiten mit der Direkt-radiographie, der Pantomographie und Panoramazonographie unter Verwendung von empfindlichen Film-Folien-Systemen ($S \geq 200$)
- Strahlenschutz: Patientenschutzschürze am Hals anschließend oder Patientenschutzschild.

Angiographie

Arteriographie - Allgemeine Kriterien

1. Ärztliche Qualitätsforderungen

1.1 Bildmerkmale:

- Übersichtliche Darstellung der Gefäße des untersuchten Stromgebietes
 - Kontrastreiche Abbildung des Gefäßverlaufes
 - Darstellung der Gefäßverzweigungen in geeigneten Projektionen
 - Visuell scharfe Darstellung von Gefäßkonturen, Stenosen und umschriebenen Ausweitungen in der Regel in zwei Projektionen
 - Abbildung der feinen arteriellen Verzweigungen und von Kollateralen
 - Abbildung der Besonderheiten der Gefäßregion und der Ein- und Ausstrombahn der parenchymatösen Organe, des Schädels und der Extremitäten.
- Eine spezielle Fragestellung bei der Arteriographie kann methodische Erweiterungen oder Vereinfachungen bedingen.

1.2 Wichtige Bilddetails: 1-2 mm (im Hochkontrast 0,3 mm)

1.3 Kritische Strukturen:

- Abbildung des gesamten Gefäßverlaufes
- Konturen der Gefäße, Weite der Gefäße, Aufzweignungsverhalten, Kurzschlüsse, Kollateralen.

2. Aufnahmetechnische Leitlinien

2.1 Aufnahmetechnik:

- Aufnahmetisch, Tischtransport, Stativtransport, BV-TV-Einrichtung mit C/U-Bogen, Blattfilmwechsler, 100-mm-Kamera, Digitale BV-Radiographie oder DSA $\geq 512^2$ mit BV-Eingangsdurchmesser ≥ 25 cm
- Aufnahmespannung: 70-80 kV
- Brennfleckennennwert: $\leq 1,2$
- Fokus-Film-Abstand: ≥ 70 cm
- Film-Folien-System: Empfindlichkeitsklasse ≥ 400
- Expositionszeit: ≤ 150 ms (DSA ≤ 300 ms)
- Streustrahlenraster: r 8-12
- Zahl der Bilder: 2 B/s, gefäßregionbezogene Frequenzvariation
- Szenendauer: In Abhängigkeit von der Fragestellung so kurz wie möglich
- Dosis/Dosisleistung pro Bild:
 - Blattfilm $\leq 2,5 \mu\text{Gy}$
 - BV-Bild $\leq 2 \mu\text{Gy}$
 - Kino: $\leq 0,4 \mu\text{Gy/B}$
 - DSA: Puls mode $\leq 10 \mu\text{Gy}$
 - Fluoroscopic mode $\leq 4 \mu\text{Gy/s}$
- Bei BV-Technik immer bezogen auf Eingangsnennendurchmesser 25 cm
- Dosisflächenproduktanzeiger sind bei allen Angiographien und PTA erforderlich
- Strahlenschutz: Bleigummiabdeckung der an das diagnostische Feld angrenzenden Körperteile.

Bemerkungen:

Wahl geeigneter Katheter angepaßt an Fragestellung und Gefäßgebiet mit Möglichkeit zur selektiven Darstellung.

Ausreichende Kontrastmittelmenge und KM-Konzentration sowie geeigneter KM-Flow.

Bei DSA Verwendung von Dichteausgleich, halbtransparenten Blenden und Filtern.

Angiographie der supraortalen Äste und Hirngefäße

1. Ärztliche Qualitätsforderungen

1.11 Bildmerkmale:

Aortenbogen:

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

1.12 Bildmerkmale:

Intracranielle Gefäße:

- Abbildung der intracraniellen Arterien, ihres Verlaufs und ihrer Verzweigungen in mindestens 2 Projektionen
- Selektive Darstellung diagnostisch relevanter Gefäße und Gefäßprovinzen in Abhängigkeit von Fragestellung (Voruntersuchungen: Dopplersono, CT, MRT).

1.2 Wichtige Bilddetails: 1-2 mm (Hochkontrast 0,3 mm)

1.3 Kritische Strukturen:

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

2. Aufnahmetechnische Leitlinien

2.1 Aufnahmetechnik:

- Aufnahmetisch, Rotation von Röntgenröhre und BV (C-/U-Bogen) Aufnahmen in zwei Ebenen
- Blattfilmwechsler, digitale BV-Radiographie oder DSA $\geq 512^2$, BV-Durchmesser: mindestens 17 cm
- Aufnahmespannung: 65-80 kV
- Brennfleckennennwert: $\leq 1,2$
- Fokus-Film-Abstand: ≥ 70 cm
- Film-Folien-System: Empfindlichkeitsklasse ≥ 400
- Streustrahlenraster: r 8
- Zahl der Bilder: 2 B/s mit Frequenzvariationen
- Dosis/Dosisleistung pro Bild:
 - Blattfilm $\leq 2,5 \mu\text{Gy}$
 - BV-Bild: $\leq 2 \mu\text{Gy}$
 - DSA: Puls mode $\leq 10 \mu\text{Gy/Bild}$
 - Fluoroscopic mode: $\leq 4 \mu\text{Gy/s}$
- Dosisflächenproduktanzeiger.

Arterien des Beckens und der unteren Extremitäten

1. Ärztliche Qualitätsforderungen

1.1 Bildmerkmale:

- Darstellung der Bauchaorta (mit Nierenarterien), der Arterien des Beckens und der Beine bis zum Sprunggelenk
- Überlagerungsfreie Darstellung der Iliaca-Gabel, evtl. 30° Schrägprojektion
- Abbildung der Femoralisverzweigung, evtl. Schrägprojektion
- Kontrastreiche Darstellung der Hauptarterien mit ihren Ästen einschließlich vorhandener Kollateralen
- Visuell scharfe Darstellung der Gefäßkonturen mit Erweiterungen und Stenosen
- Bei spezieller insbesondere prae-operativer Fragestellung Darstellung der Arterien der Füße.

1.2 Wichtige Bilddetails: 1-2 mm (im Hochkontrast 0,3 mm)

1.3 Kritische Strukturen:

- Abbildung des gesamten Gefäßverlaufes
- Übersichtliche Darstellung der Gefäßverzweigungen, Gefäßkonturen und Erweiterungen sowie Kollateralen.

2. Aufnahmetechnische Leitlinien

2.1 Aufnahmetechnik:

- Aufnahmetisch mit Tischtransport, Stativtransport, Röhrenkipfung und BV-TV/C-Bogen-Transport
- Blattfilmwechsler, Digitale BV-Radiographie oder DSA $\geq 512^2$, BV-Durchmesser: ≥ 28 cm
- Aufnahmespannung: 70-90 kV
- Brennfleckennennwert: $\leq 1,0$
- Fokus-Film-Abstand: 70-100 cm
- Film-Folien-System: Empfindlichkeitsklasse ≥ 400 (Dickenausgleich)
- Streustrahlenraster: r 8
- Bildfolge, abhängig von Kontrastmittelfluß, 1 B/s
- Dosis/Dosisleistung pro Bild:
 - Blattfilm $\leq 2,5 \mu\text{Gy}$
 - BV-Bild: $\leq 2,0 \mu\text{Gy}$
 - DSA Pulse mode: $\leq 10 \mu\text{Gy}$
 - Fluoroscopic mode: $\leq 4 \mu\text{Gy/s}$

- Dosisflächenproduktanzeiger
- Strahlenschutz: Männer: Hodenkapsel. Einblenden, Abdecken.

Arteriographie der Bauchaorta und ihrer Äste

1. Ärztliche Qualitätsforderungen

1.1 Bildmerkmale:

- Darstellung der Aorta von BWK 10 bis unterhalb der Aortenbifurkation
- Möglichst überlagerungsfreie Darstellung der Abgänge des Tr. coeliacus, der A. mesenterica sup. und der Aa. renales einschließlich der erforderlichen Schrägprojektionen
- Visuell scharfe Abbildung der visceralen und renalen Arterien und ihrer Verzweigungen bis in den Parenchyembereich
- Abbildung des venösen Rückflusses bis in die V. cava inferior beziehungsweise 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.

1.2 Wichtige Bilddetails: 1-2 mm (Hochkontrast 0,3 mm)

1.3 Kritische Strukturen:

- Abbildung 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.).

2. Aufnahmetechnische Leitlinien

2.1 Aufnahmetechnik:

- Aufnahmetisch (Tischtransport), BV-TV evtl. an C/U-Bogen
- Blattfilmwechsler, Digitale BV-Radiographie, DSA $\geq 512^2$, BV-Durchmesser: ≥ 25 cm
- Aufnahmespannung: 70-85 kV
- Brennfleckennennwert: $\leq 1,2$
- Fokus-Film-Abstand: 80-100 cm
- Film-Folien-System: Empfindlichkeitsklasse ≥ 400
- Streustrahlenraster: r 8-12
- Zahl der Bilder: 2 B/s mit Frequenzvariation
- Dosis/Dosisleistung pro Bild:
 - Blattfilm $\leq 2,5 \mu\text{Gy}$
 - BV-Bild: $\leq 2 \mu\text{Gy}$
 - DSA Pulse mode: $\leq 10 \mu\text{Gy}$
 - Fluoroscopic mode: $\leq 4 \mu\text{Gy/s}$
- Dosisflächenproduktanzeiger
- Strahlenschutz: Männer: Hodenkapsel. Frauen: Bleigummiabdeckung, allgemein Bleigummiabdeckung der an das diagnostische Feld angrenzenden Körperbereiche.

Ascendierende Bein-Becken-Phlebographie

1. Ärztliche Qualitätsforderungen

1.1 Bildmerkmale:

- Möglichst überlagerungsfreie Darstellung der Leitvenen des Unterschenkels, der V. poplitea, V. femoralis superficialis in zwei Projektionen
- Abbildung der Venen vom Knöchel bis zur V. cava inferior
- Übersichtliche Darstellung des Beckenvenenabflusses
- Verhalten der Klappen der Leitvenen, der Vv. perforantes und der Krossen 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 postthrombotischen Syndroms
- Indikationsabhängig können bestimmte Venenregionen gezielt dargestellt werden.

1.2 Wichtige Bilddetails: 2-3 mm

1.3 Kritische Strukturen:

- Abbildung der tiefen Venen und ihres Zu- und Abflusses sowie der Vv. perforantes
- Venenwand, Venenweite, Perforansinsuffizienzen
- Mündungsklappen der V. saphena magna, veränderte Blutflußrichtung.

2. Aufnahmetechnische Leitlinien

2.1 Aufnahmetechnik:

- Kipptischlagerung in 30-50°
- BV-Durchleuchtung mit Zielaufnahmen oder Kassettenteknik mit Formatunterteilung, Indirekttechnik, digitale BV-Radiographie
- Überlappende Bilddokumentation
- Aufnahmespannung: 70-80 kV
- Fokus-Film-Abstand bei Übertischanordnung 1,0-1,5 m
bei Untertischanordnung 0,75 m (kleiner Brennfleck 0,6)
- Film-Folien-System: Empfindlichkeitsklasse ≥ 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.