

Von den Qualitätsanforderungen sollte nur mit Begründung bei speziellen Fragestellungen und besonderen Voraussetzungen abgewichen werden; die Begründung ist zu dokumentieren. Arbeitsanweisungen (engl. SOP), die regelmäßig an den technischen Fortschritt angepasst werden sollten, sind für alle Verfahren zu erstellen, auch für seltene Untersuchungen – s. (StrlSchV 2018). Diese sollen auch für Untersuchungsarten außerhalb der Routine Anwendungsfehler vermeiden.

- Als Aufnahmeeinrichtung gelten: Rastertisch/Rasterwandgerät mit Streustrahlenraster oder anderen Techniken zur Streustrahlenreduktion, Aufnahmetisch ohne Verwendung eines Streustrahlenrasters, mobile Röntgengeräte, Durchleuchtungsgeräte, Angiographiegeräte zur Diagnostik und zu Interventionen oder Spezialeinrichtungen wie z. B. Mammographiegeräte ohne oder mit Tomosynthese, Geräte zur Tomosynthese an Körperstamm und Extremitäten, Digitale Volumetomographiegeräte im Hals-Nasen-Ohren (HNO) Bereich oder für Extremitätenaufnahmen, Systeme mit Digitaler Volumetomographie-Funktion, auch als Cone-Beam-Computertomographie (CBCT) benannt. Arbeitsplätze für Ganzwirbelsäulen- oder Ganzbeinaufnahmen verfügen teilweise über eine sogenannte Stitching-Funktion, dabei werden mehrere überlappende Aufnahmen erstellt, die zu einer Übersichtsaufnahme zusammengesetzt werden. Der überlappende Bereich sollte aus Gründen der Dosisoptimierung so klein wie möglich gehalten werden. Aufnahmeeinstellungen erfolgen in Standardprojektionen, Projektionsänderungen sind abhängig von der Fragestellung möglich. Objektangepasste Formate des Bildempfängers (insbesondere bei Film-Folien-Systemen und Speicherfolien) sind zu verwenden. Die objektangepasste Einblendung ist zu gewährleisten und die Feldeinblendung der physikalischen Blenden sollen möglichst regelhaft an allen Bildrändern sichtbar sein, Expositionen über das gewählte Bildformat hinaus sollten vermieden werden (Ausnahmen sind intraorale Tubusaufnahmen). Elektronische Blenden sollen (z. B. bei digitaler Nachbearbeitung) die physikalischen Blenden nicht überlagern. Es soll auf eine gute Zentrierung zum optimalen Einsatz der Belichtungsautomatik (Strahlendivergenz) und der Einblendung geachtet werden. Es soll nur jeweils eine Einzelaufnahme pro Bildempfänger erfolgen. Die sog. Zweiteilung darf bei digitalen Systemen nicht angewendet werden, da dies den Dosisindikator verfälschen kann. Durch die Weiterentwicklung der digitalen Mammographie steht mit der Digitalen Brust-Tomosynthese (DBT) eine Technologie zur Verfügung, die durch die Berechnung dreidimensionaler Datensätze Gewebeüberlagerungen in der Brust reduziert. Bisherige Studiendaten zeigen für die Kombination von 2D-Mammographie und DBT eine signifikante Erhöhung der Detektionsrate von Raumforderungen, besonders in dichtem Drüsengewebe. Aus der DBT werden regelhaft synthetische 2D-Aufnahmen erstellt. Diese sind nur zum Vergleich mit den 3D-Daten und ggf. Voraufnahmen zur Diagnostik geeignet. Mobile Durchleuchtungsgeräte werden zunehmend nicht nur für den intraoperativen Bereich der Chirurgie und Orthopädie, sondern auch für Interventionen (z. B. Endoskopische retrograde Cholangiopankreatikographie (ERCP)) und Angiographien (z. B. Digitale Subtraktionsangiographie

(DSA)) eingesetzt. Für diese Geräte gelten die gleichen technischen Mindestanforderungen wie für stationäre Durchleuchtungs- und Angiographieanlagen nach Tabelle 5a der Sachverständigenprüfrichtlinie (SV-RL 2021)

- Auf den korrekten Einsatz von Strahlenschutzmitteln ist zu achten, insbesondere bei Kindern und Schwangeren (Hinweis auf Strahlenschutzmittel gemäß der Sachverständigen-Richtlinie und Empfehlungen der Strahlenschutzkommission (SSK) (SV-RL 2021), (Empfehlung der Strahlenschutzkommission Patienten-Strahlenschutzmittel 2018(2022)). Typische Schutzmittel in der Röntgendiagnostik sind Schilddrüsenschutz, Hodenschutz und Ovarialschutz, Brustschutz und Gonadenschutz. Bei Schwangeren sollte kann bei Untersuchungen oberhalb des Zwerchfells eine umschließende Bleiabdeckung des Abdomens erfolgen. Auf Strahlenschutzmittel, die im Strahlengang der Untersuchungsregion zu liegen kommen, sollte aber i. d. R. bis auf begründete Ausnahmen verzichtet werden (bspw. Ovarialschutz, wenn keine relevanten Strukturen – z. B. Os sakrum bei Trauma – verdeckt werden). Bei Kindern, Jugendlichen und Schwangeren ist hinsichtlich der Entscheidung zum Einsatz von Strahlenschutzmitteln das mit einer Strahlenexposition verbundene höhere Risiko zu berücksichtigen. Der praktische Nutzen von Strahlenschutzmitteln, insbesondere der Gonadenschutz, wird zum Zeitpunkt der Verabschiedung der Leitlinie international kontrovers diskutiert und in mehreren Ländern nicht mehr oder deutlich eingeschränkt empfohlen (BIR – Guidance on using shielding 2020), (SGSMP – Patient shielding 2021), (Nordic position statement bismuth shielding 2015), (AAPM – Patient Shielding 2019), (KSR – Strahlenschutzausbildung in der Schweiz 2021), (NVMBR – Richtlijn Gonadenafscherming 2017), (Hiles, et al. 2021). Die in dieser Leitlinie verwendeten Vorgaben zu Strahlenschutzmitteln orientieren sich an den jeweils aktuellen Empfehlungen der SSK. Diese wurden zuletzt am 22.09.2022 aktualisiert und verwenden jetzt ein dreifarbiges Ampelsystem zum Einsatz von Strahlenschutzmitteln.

- Grün: Die Verwendung wird empfohlen, Abweichungen sind zu begründen.
- Weiß: Sie können eingesetzt werden, wenn keine praktischen Gründe dagegensprechen.
- Rot: Der Einsatz wird nicht empfohlen, außer nach individueller Abwägung.

Es gibt für die Röntgendiagnostik keine positive Empfehlung (Grün) für die Anwendung von Strahlenschutzmitteln.

Unabhängig hiervon kann der Einsatz von Strahlenschutzmitteln auch aus psychologischen Gründen sinnvoll sein, wenn die Untersuchungsqualität durch ihre Anwendung nicht beeinflusst wird und die zu untersuchende Person dies ausdrücklich wünscht, oder die Untersuchung bei Kindern und Jugendlichen, Schwangeren oder Personen mit Strahlenangst ohne Erschwernisse durchzuführen ist.

Untersuchungsart	Strahlenschutzmittel
Schädel Schulter Thorax ap/pa u. lateral BWS, LWS Abdomen Extremitäten Mammographie	Kein Schutz für Erwachsene notwendig

<p>Becken und Hüftgelenk</p>	<p>Männliche Patienten: Hodenschutz, wenn keine störenden Artefakte auftreten, die Belichtungsautomatik nicht beeinflusst wird, es auf Grund des Alters sinnvoll ist und vom Patienten akzeptiert wird.</p> <p>Bei Patientinnen: Ovarialabdeckung, nur, wenn keine zu befundenden Strukturen verdeckt werden und eine Belichtungsautomatik nicht beeinflusst wird.</p> <p>Der Einsatz ist besonders bei Kindern und Jugendlichen sinnvoll.</p>
<p>Fluoroskopie: bei dosisintensiven radiologischen und kardiologischen Maßnahmen</p>	<p>Bleiabdeckung, wenn möglich und sinnvoll verwenden, aber vermeiden, dass Strahlenschutzmittel im Strahlengang liegen und es durch die automatische Dosisleistungsregelung zu einer Erhöhung der Patientenexposition kommt.</p> <p>Hinweis: Schutzmittel an der zu untersuchenden Person außerhalb des Strahlenfeldes können auch für den Schutz des Personals sinnvoll sein.</p>

Tab.1 (Auszug, modifiziert) aus „Verwendung von Patienten Strahlenschutzmitteln bei der diagnostischen Anwendung von Röntgenstrahlung am Menschen“ (Empfehlung der Strahlenschutzkommission Patienten-Strahlenschutzmittel 2018):

4. Die Bildidentifikation, ggf. auch die Beschriftung eines zur Weitergabe verwendeten Mediums, muss den Anforderungen der Strahlenschutzgesetzgebung und des untergesetzlichen Regelwerks inkl. Normen (z. B. (DIN 6862–2 2019) und (SV-RL 2021)) entsprechen sowie an-dere Dokumentationsvorgaben erfüllen, z. B. dauerhafte Angabe des Namens und der Anschrift der Institution (Klinik, Praxis etc.), des Namens, Vornamens, Geburtsdatums und Geschlechts der zu untersuchenden Person und des Untersuchungsdatums, einschließlich Uhrzeit. Bei Verwendung digitaler Aufnahmesysteme sind diese Parameter eindeutig mit den digitalen Bilddaten basierend auf dem DICOM-Standard zu speichern (SV-RL 2021), (Orientierungshilfe SSK 2019).
5. Die Dokumentation der Projektionsrichtung und anatomische Seitenbezeichnung (möglichst während bzw. zeitnah vor oder nach Erstellung der Aufnahme) ist zu gewährleisten. Grundsätzlich wird bei geeignetem Ablauf für digitale Aufnahmesysteme eine elektronische Kennzeichnung akzeptiert, wenn sie durch die durchführende Person zeitnah zur Untersuchung angebracht wird und der Ablauf in SOPs und anhand von DICOM-Einträgen nachvollziehbar ist. Die Seitenbezeichnung darf nach Speicherung in PACS nicht mehr verändert werden bzw. muss als Korrekturen sichtbar sein.
Eine regelhafte Patientenbefragung nach der zu untersuchenden Körperregion und Seite sollte ebenfalls so weit als möglich erfolgen.
Weitere Angaben zur Aufnahmeeinstellung bzw. Patientenorientierung sollen auf dem Röntgenbild bzw. im digitalen Bilddatensatz (vorzugsweise unter Verwendung des DICOM-Standards) gekennzeichnet sein (z. B. Angabe des Strahlenganges und der Strahlerposition, der Körperlage – Stehen oder Liegen –, bei Seit- und Schrägprojektionen Angabe der bildempfängernahen Körperseite, Funktionsaufnahmen, siehe insb. (DIN 6862–3 2020).
6. Die Aufnahmespannungen werden als Richtwerte genannt und sollten nur in begründeten Ausnahmefällen über- oder unterschritten werden. Über- oder Unterschreitungen sind nur zulässig, wenn eine entsprechende Dosisreduktion ohne Beeinträchtigung der diagnostischen Bildqualität möglich ist. Abweichungen sind individuell oder in SOPs zu begründen.
7. Die Gesamtfilterung umfasst alle zwischen Fokus und zu untersuchenden Person befindlichen Filterschichten. Die Härtingungswerte in Filterdicke und -material sind nach DIN 6815 den Leitlinien zugrunde gelegt (DIN 6815 2013). Gesondert werden Zusatzfilterungen, insbesondere bei Kindern und Jugendlichen sowie bei Durchleuchtungen und Interventionen aufgeführt.
8. Der Abschaltwert der Belichtungsautomatik ist vor allem durch das untergesetzliche Regelwerk (Richtlinien, Normen) zu höheren Werten begrenzt sowie darüber hinaus durch die zu erreichende Bildqualität. Die zulässigen oberen Grenzwerte für die Bildempfängerdosis gelten in gleicher Weise für digitale Radiographie-Systeme wie für Film-Folien-Systeme (siehe Tabelle im Anhang zu Film-Folien-Systeme). Für digitale Detektoren mit einer höheren Detektiven Quantenausbeute (engl.: Detective Quantum Efficiency, DQE) sollte die Bildempfängerdosis bei gleicher Bildqualität gegenüber Tabelle 2 im Anhang zu Film-Folien-Systeme möglichst erniedrigt werden (DIN EN 62220–1 2005).
In der Pädiatrie und fragestellungsabhängig (z. B. für Stellungskontrollen und Wirbelsäulenganztaufnahmen zu Messzwecken) sollte die Abschaltdosis deutlich niedriger gewählt werden.
Typischerweise verfügen (auch ältere) Röntgenanlagen über die Anwahl mehrerer Dosisstufen, die möglichst mit mindestens 2 oder 3 Abschaltdosen (z. B. $\leq 5 \mu\text{Gy}$, $\leq 2,5 \mu\text{Gy}$ und $\leq 1,25 \mu\text{Gy}/\text{Bild}$) programmiert sein sollten (Tabelle 1+2 Anhang Film-Folien-Systeme).
Bei neueren Anlagen kann die Abschaltdosis über die Programmauswahl sowie über die manuelle Änderung der Abschaltdosis angepasst werden.
9. Die Expositionszeit wird als oberer Richtwert der Schaltzeit in ms angegeben. Die Angabe der Expositionszeit bezieht sich auf durchschnittliche Zeiten, die bei normalgewichtigen Patientinnen und Patienten anfallen. Kurze Zeiten sind anzustreben, um Bewegungsartefakte zu reduzieren.
10. Beim Streustrahlenraster wird auf das geeignete Raster (Viellinienraster) und den Bildverbesserungsfaktor (Q-Faktor) nach DIN ES 60627 verwiesen (DIN EN 60627 2016). In SOPs sollte festgelegt werden, wann in Abhängigkeit der Röhrenspannung, des Film-Fokus-Abstands, der Patientenabmessungen und der Art der Anwendung, welche Raster zu verwenden sind.
Die Parameter des Streustrahlenrasters sollten so gewählt werden, dass die Lamellen sich bei bewegten oder festen Streustrahlenrastern auf dem Bild nicht darstellen. Bei der digitalen Radiographie kann unter bestimmten Voraussetzungen auf ein Streustrahlenraster verzichtet werden, um die Strahlenexposition der zu untersuchenden Person zu reduzieren. Dies ist auch durch die Entwicklung “virtueller Raster” möglich, die den Beitrag von Streustrahlung mathematisch weitgehend eliminieren können. Hierdurch können kV und/oder mAs gesenkt werden.
11. Als Abbildungssysteme für die radiologische Bildgebung sind zugelassen:
 - a. Film-Folien-Systeme, Digitale Radiographiesysteme mit Speicherfolie (Computer Radiography – CR), Flachdetektoren (Digital Radiography – DR), CCD-Systeme und Abtastverfahren, soweit die physikalischen und technischen Grenzwerte eingehalten und die ärztlichen Qualitätsanforderungen erfüllt werden.
 - b. Bildverstärker-Systeme und Systeme mit dynamischen Festkörperdetektoren, soweit die physikalischen und technischen Grenzwerte eingehalten werden und die ärztlichen Qualitätsanforderungen erfüllt werden.
 - c. Andere Abbildungssysteme, soweit sie die technischen Mindestanforderungen der SV-RL, die diagnostischen Referenzwerte und die in Teil B spezifizierten technischen und ärztlichen Anforderungen erfüllen.

- a. Eine praktische Kontrolle der Einfalldosisleistung bietet die Dosisanzeige bezogen auf den interventionellen Referenzpunkt nach DIN EN 60601–2–43 (Patient Entrance Reference Point, (DIN EN 60601–2–43 2019)). Der Punkt befindet sich, in der Regel, röhrenseitig 15 cm entfernt vom Isozentrum. Die angezeigte Dosis in Luft ohne Rückstreuung wird angegeben in Gy. Die jeweilige gerätespezifische Referenzpunktposition kann den Begleitpapieren der Röntgeneinrichtung entnommen werden.
 - b. Bei höheren Zoom-Stufen ohne stärkere Einblendung kommt es zu einer Erhöhung des Dosisflächenprodukts (DFP), daher sollten diese nur, wenn notwendig und zeitlich begrenzt, eingesetzt werden. Auf die objektangepasste Einblendung ist besonders zu beachten, wobei das Messfeld der Belichtungsautomatik nicht durch die Tiefenblende abgedeckt werden darf.
 - c. Hochkontrastdurchleuchtung soll nur kurzzeitig und aus zwingenden Gründen eingesetzt werden (z. B. Darstellung feinsten Katheter, Führungsdrähte oder Stents bei Interventionen).
15. Die Patientenexposition muss nach § 114 StrlSchV aufzeichnet bzw. zu ermitteln sein (StrlSchV 2018). Diese Angaben enthalten ergänzend zur Anforderung und Rechtfertigung, die individuellen Untersuchungsparameter und die personenbezogenen Daten. Die Messung bzw. Berechnung des Dosisflächenproduktes ermöglicht eine relativ zuverlässige Schätzung der Patientenexposition. Anzeigeräte für das Dosis-Flächen-Produkt sollen daher in allen Geräten vorhanden sein. Ausnahmen und Übergangsfristen regelt die Sachverständigenrichtlinie ((SV-RL 2021); Anlage I).
Ausgehend von der Einfalldosis oder dem Dosisflächenprodukt und den vorliegenden organbezogenen Konversionsfaktoren lassen sich Organdosen und die Patientendosis realistisch abschätzen.
16. Die vom Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) erstellten und publizierten diagnostischen Referenzwerte für radiologische und nuklearmedizinische Untersuchungen müssen berücksichtigt werden (BfS – diagnostischen Referenzwerte für diagnostische und interventionelle Röntgenuntersuchungen [2016/2022](#)), (BfS – diagnostische Referenzwerte für interventionelle Röntgenanwendungen 2018), (BfS – diagnostische Referenzwerte für nuklearmedizinische Untersuchungen 2021). Die erforderlichen Patientenschutzmittel sind in Anlage III zur Richtlinie für die technische Prüfung von Röntgeneinrichtungen und genehmigungsbedürftigen Störstrahlern zusammengestellt (SV-RL 2021). Diese Patientenschutzmittel müssen in jeder röntgendiagnostischen Einrichtung in verschiedenen Größen verfügbar sein und sollen je nach Untersuchungsart genutzt werden (Orientierungshilfe SSK 2019). Es dürfen keine diagnoserelevanten Strukturen überlagert werden.
17. Neben einer korrekten Lagerung und Einstellung ist eine objekt- und fragestellungsbezogene Einblendung notwendig. Dies ist besonders bei Kindern zu beachten, da der prozentuale Feldgrößenzuwachs umso höher ist, je klei-

ner das Ausgangsformat ist, also insbesondere in der neonatologischen Radiologie bei Früh- und Neugeborenen. Eine zusätzliche Bleiabdeckung der an den Rand des Strahlenfeldes angrenzenden Abschnitte des Körperstamms ist vor allem bei Kindern und jüngeren Patienten wichtig.

Bei kooperationsfähigen zu untersuchenden Personen sollen Aufnahmen des Thorax im Stehen wegen der Abbildungsgeometrie und der Eigenabschirmung des strahlungssensiblen Mammagewebes im dorsoventralen Strahlengang durchgeführt werden. Thorax-Aufnahmen in anterior-posteriorem Strahlengang sollen nur bei nicht kooperationsfähigen zu untersuchenden Personen (z. B. Intensivstation) oder zu untersuchenden Personen, die eine aufrechte Position nicht einnehmen können oder bei denen eine Beobachtung der Atemexkursion durch den Untersuchenden anders nicht möglich ist (z. B. bettlägerig oder Kleinkinder) durchgeführt werden.

Der Gesetzgeber schreibt den Röntgenpass nicht mehr vor. Fachgesellschaften wie die Gesellschaft für Pädiatrische Radiologie (GPR) und das BfS empfehlen den Pass für Bildgebung im Kindes- und Jugendalter, der neben Untersuchungen mit Röntgenstrahlung auch nuklearmedizinische Untersuchungen und Verfahren mit nichtionisierender Strahlung (MRT) und die Kontrastmittelapplikation erfasst.¹

III *Besondere aufnahmetechnische und ärztliche Qualitätsanforderungen bei Neugeborenen, Säuglingen, Kindern und Jugendlichen*

Die Optimierung pädiatrischer Röntgenuntersuchungen setzt detaillierte Kenntnisse der von Lebensalter und Entwicklungsstatus des Kindes abhängigen Anthropometrie, Anatomie und Physiologie voraus, da diese neben einer guten Vorbereitung und Durchführung der Untersuchung zur Erzielung einer optimalen Bildqualität bei minimaler Strahlenexposition der zu untersuchenden Personen sowie zur Erhebung eines aussagefähigen radiologischen Befundes unabdingbar sind. Darüber hinaus wird die Untersuchungstechnik wesentlich durch die klinische Fragestellung bedingt; so kann beispielsweise eine Beurteilung einer Abdomenaufnahme in Linksseitenlage im horizontalen Strahlengang zur Frage nach freier Luft mit sehr geringerer Dosis und somit minimierter Strahlenexposition erfolgen, während der Nachweis kleiner metaphysärer Frakturen bei Verdacht auf Kindesmisshandlung eine detailreiche Darstellung erfordert.

Mehr noch als in der Erwachsenenradiologie ist in der pädiatrischen Radiologie nicht zuletzt aufgrund der besonderen psychischen Situation des Kindes eine Durchführung der Untersuchung in kindgerechter Umgebung durch einfühlsames Personal und rasches und zielgerichtetes Arbeiten unabdingbar. Insbesondere ist zu beachten:

1. Die Fragestellungen in der Pädiatrie sind in vielen Fällen – bedingt durch altersspezifische Krankheitsbilder – andere als bei erwachsenen Personen. Durch eine genaue Anpassung der Untersuchungsbedingungen in Planung und Durchführung kann dem ALARA-Prinzip entsprechend die Strahlenexposition der zu untersuchenden Per-

¹ <https://www.kinder-radiologie.org/de-DE/6402/pass-fuer-bildgebung-im-kindes-und-jugendalter/>; buero@kinder-radiologie.org

2. Aufnahmetechnische Qualitätsanforderungen				
2.1 Untersuchungstechnik				
2.1.1 Durchleuchtung (mit Last Image Hold und Last Image Run Technik)	LIH (LIR empfohlen)	LIH (LIR empfohlen)	LIH (LIR empfohlen)	
2.1.1.1 Aufnahmespannung und Röhrenstrom, automatische Dosisleistungsregelung	70–95 kV mA in Abhängigkeit der Pulsbreite und Filterung	70–95 kV mA in Abhängigkeit der Pulsbreite und Filterung	70–95 kV mA in Abhängigkeit der Pulsbreite und Filterung	
2.1.1.2 Dosisleistung am Bildempfänger	≤ 0,6 (≤ 0,3) µGy/s	≤ 0,6 (≤ 0,3) µGy/s	≤ 0,6 (≤ 0,3) µGy/s	
2.1.1.3 Auflösung der Durchleuchtung	Möglichst ≥ 1,2 LP/mm (min. 1,0 LP/mm aus DIN 6868–150 Tab 6 für Bildverstärker-Systeme – Umrechnung vom Nenndurchmesser)	Möglichst ≥ 1,2 LP/mm (min. 1,0 LP/mm aus DIN 6868–150 Tab 6 für Bildverstärker-Systeme – Umrechnung vom Nenndurchmesser)	Möglichst ≥ 1,2 LP/mm (min. 1,0 LP/mm aus DIN 6868–150 Tab 6 für Bildverstärker-Systeme – Umrechnung vom Nenndurchmesser)	
2.1.1.4 Dosisleistungsabhängigkeit vom Zoomformat (maximaler Zoom-Dosisfaktor pro Format)	Messung bei Abnahmeprüfung bzw. Herstellerangabe Begleitpapiere Information für den Anwendenden in Arbeitsanweisung aufnehmen	Messung bei Abnahmeprüfung bzw. Herstellerangabe Information für den Anwendenden in Arbeitsanweisung aufnehmen	Messung bei Abnahmeprüfung bzw. Herstellerangabe Information für den Anwendenden in Arbeitsanweisung aufnehmen	Messung bei Abnahmeprüfung bzw. Herstellerangabe Information für den Anwendenden in Arbeitsanweisung aufnehmen
2.1.1.5 Minimale und maximale Pulsfrequenz/Pulsbreite	3–15 P/s ≤ 15 ms	3–15 P/s ≤ 15 ms	3–15 P/s ≤ 15 ms	
2.1.2 Serienaufnahme(n), DSA, LIR Siehe auch Tabelle 5 a der SV-RL	Serienaufnahme empfohlen siehe auch Tabelle 5 a der SV-RL	Serienaufnahme empfohlen siehe auch Tabelle 5 a der SV-RL	Serienaufnahme empfohlen siehe auch Tabelle 5 a der SV-RL	Serienaufnahme empfohlen siehe auch Tabelle 5 a der SV-RL
2.1.2.1 Aufnahmespannung und Röhrenstrom (Belichtungsautomatik)	70–95 kV	70–95 kV	70–95 kV	70–95 kV
2.1.2.2 Detektordosis der Untersuchungsarten pro Aufnahme Bildfrequenz (1/s), Aufnahmezeit (ms), Dauer einer Aufnahmeserie	Serienaufnahme ≤ 10 B/s ≤ 2 (≤ 1) µGy/B	Serienaufnahme: ≤ 10 B/s ≤ 2 (≤ 1) µGy/B	Serienaufnahme ≤ 10 B/s ≤ 2 (≤ 1) µGy/B	
2.1.2.3 Detektordosis pro Aufnahme (einzelne Aufnahme = Serienaufnahme S2 für vormals BV Radiographie) Einzelaufnahme E1, E2 Digitale Radiographie bzw. Film-Folien-Systeme	Einzelne Aufnahme (S2) ≤ 2 (≤ 1) µGy/B Einzelaufnahme (E1, E2) Detektoraufnahmetechnik/ Kassettenaufnahmetechnik ≤ 2,5 (≤ 5) µGy/B Messkammer: R, L, M Expositionszeit: 100 ms	Einzelne Aufnahme (S2) ≤ 2 (≤ 1) µGy/B Einzelaufnahme (E1, E2) Detektoraufnahmetechnik/ Kassettenaufnahmetechnik ≤ 2,5 (≤ 5) µGy/B Messkammer: R, L, M Expositionszeit: 100 ms	Einzelne Aufnahme (S2) ≤ 2 (≤ 1) µGy/B Einzelaufnahme (E1, E2) Detektoraufnahmetechnik/ Kassettenaufnahmetechnik ≤ 2,5 (≤ 5) µGy/B Messkammer: R, L, M Expositionszeit: 100 ms	Einzelnaufnahme (E1, E2) Detektoraufnahmetechnik/ Kassettenaufnahmetechnik ≤ 2,5 (≤ 5) µGy/B Messkammer: R, L, M Expositionszeit: 100 ms
2.1.2.4 Auflösung der Aufnahme- und Serientechniken	Möglichst ≥ 1,4 LP/mm (min. 1,2 LP/mm nach DIN 6868–150) Auflösung der Radiographie (gesonderte Tabelle): 2,4 LP/mm	Möglichst ≥ 1,4 LP/mm (min. 1,2 LP/mm nach DIN 6868–150) Auflösung der Radiographie (gesonderte Tabelle): 2,4 LP/mm	Möglichst ≥ 1,4 LP/mm (min. 1,2 LP/mm nach DIN 6868–150) Auflösung der Radiographie (gesonderte Tabelle): 2,4 LP/mm	Auflösung der Radiographie (gesonderte Tabelle): 2,4 LP/mm
2.1.2.5 Dosisabhängigkeit von Detektordosis pro Aufnahme für alle verwendeten Programme und Zoomformate	Informationen aus Abnahmeprüfung bzw. Begleitpapieren Hersteller zu Zoom-Dosis-Faktor	Informationen aus Abnahmeprüfung bzw. Begleitpapieren Hersteller zu Zoom-Dosis-Faktor	Informationen aus Abnahmeprüfung bzw. Begleitpapieren Hersteller zu Zoom-Dosis-Faktor	
2.1.2.6 Minimale und maximale Bildfrequenz	3 – 15	3 – 15	3 – 15	
2.2 Fokus-Detektor-Abstand (Fokus-Bildverstärker-Abstand)	≥ 115 cm mobile C-Bögen ≥ 80 cm	≥ 115 cm mobile C-Bögen ≥ 80 cm	≥ 115 cm mobile C-Bögen ≥ 80 cm	≥ 115 cm
2.3 Detektorformate FD (längste) Kantenlänge BV Nenndurchmesser	25 (30) cm 27(36) cm (SV-RL Übergangsfrist)	25 (30) cm 27(36) cm (SV-RL Übergangsfrist)	20 cm 23 cm	25 (30) cm 27(36) cm (SV-RL Übergangsfrist)
2.4 Brennfleckennennwert	≤ 1,3	≤ 1,3	≤ 1,3	≤ 1,3

Arbeitsgruppe Digitale Volumentomographie

Vorsitz: Dr. rer. nat. Hugo de las Heras Gala (BfS) und Prof. Dr. med. Dr. rer. nat. Reinhard Loose (DRG)

Dr. Tim Abt	Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie (DGOOC)
Dr. med. Werner Betz	Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK)
Prof. Dr. med. Alessandro Bozzato	Deutsche Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie (DGHNO-KHC)
Prof. Dr. med. Mathias Cohnen	Deutsche Röntgengesellschaft – Gesellschaft für medizinische Radiologie (DRG)
Prof. Dr. med. Florian Dammann	Deutsche Röntgengesellschaft – Gesellschaft für medizinische Radiologie (DRG)
Dr. rer. nat. Hugo de las Heras Gala	Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)
Prof. Dr. rer. medic. Martin Fiebich	Deutsche Gesellschaft für Medizinische Physik (DGMP)
Dr. med. Axel Goldmann	Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie (DGOOC)
Prof. Dr. med. Christian Güldner	Deutsche Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie (DGHNO-KHC)
Dr. med. Wolfram Höche, M. A.	Zentraler Erfahrungsaustausch der Ärztlichen Stellen gemäß Röntgenverordnung und Strahlenschutzverordnung (ZÄS)
Benjamin Josten	Dachverband für Technologen/-innen und Analytiker/-innen in der Medizin Deutschland (DVTA)
Dipl.-Ing. Horst Lenzen	Deutsche Gesellschaft für Medizinische Physik (DGMP)
Prof. Dr. med. Dr. rer. nat. Reinhard Loose	Deutsche Röntgengesellschaft – Gesellschaft für medizinische Radiologie (DRG)
Bärbel Madsack	Vereinigung Medizinisch-Technischer Berufe in der Deutschen Röntgengesellschaft (VMTB)
Prof. Dr. med. Hans-Joachim Mentzel	Gesellschaft für Pädiatrische Radiologie (GPR)
Gerlinde Ott	Dachverband für Technologen/-innen und Analytiker/-innen in der Medizin Deutschland (DVTA)
Prof. Dr. med. Peter Reimer	Deutsche Röntgengesellschaft – Gesellschaft für medizinische Radiologie (DRG)
Dipl.-Physiker Bernhard Renger	Deutsche Röntgengesellschaft – Gesellschaft für medizinische Radiologie (DRG)
Dr. med. dent. Christian Scheifele	Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK)
Prof. Dr. med. Peter Schramm	Deutsche Gesellschaft für Neuro-radiologie (DGNR)

PD Dr. med. dent. Dirk Schulze	Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK)
Prof. Dr. med. dent. Ralf Schulze	Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK)
PD Dr. rer. biol. Michael Seidenbusch	Gesellschaft für Pädiatrische Radiologie (GPR)
Berndt Unnasch	Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie (ZVEI)
PD Dr. med. Michael van Kampen	Deutsche Gesellschaft für Radio-onkologie (DEGRO)
Dipl.-Ing. (FH) Johannes Voigt	Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie (ZVEI)
PD Dr. med. Thekla von Kalle	Gesellschaft für Pädiatrische Radiologie (GPR)

Anhang III: Literaturverzeichnis

2019. „AAPM – Patient Shielding.“ AAPM – Patient Gonadal and Fetal Shielding in Diagnostic Imaging. https://www.aapm.org/org/policies/documents/CARES_FAQs_Patient_Shielding.pdf.

2006. „Aufzeichnungsrichtlinie.“ Richtlinie zu Aufzeichnungspflichten nach den §§ 18, 27, 28 und 36 der Röntgenverordnung und Bekanntmachung zum Röntgenpass.

2018. BfS – diagnostische Referenzwerte für interventionelle Röntgenanwendungen. https://www.bfs.de/DE/themen/ion/anwendung-medizin/diagnostik/referenzwerte/referenzwerte_node.html.

2021. „BfS – diagnostische Referenzwerte für nuklearmedizinische Untersuchungen.“ BfS – Bekanntmachung der aktualisierten diagnostischen Referenzwerte für nuklearmedizinische Untersuchungen. https://www.bfs.de/SharedDocs/Downloads/BfS/DE/fachinfo/ion/drw-nuklearmedizin.pdf;jsessionid=0D6BC2E618A6FC4099AE10B330C1DFE0.1_cid374?blob=publicationFile&v=5.

2016/2022. „BfS – diagnostischer Referenzwerte für diagnostische und interventionelle Röntgenuntersuchungen.“ Bekanntmachung der aktualisierten diagnostischen Referenzwerte für diagnostische und interventionelle Röntgenuntersuchungen. https://www.bfs.de/SharedDocs/Downloads/BfS/DE/fachinfo/ion/drw-roentgen.pdf;jsessionid=92BAAD735C9EA65912524C62C4D71C99.1_cid365?blob=publicationFile&v=9.

2021. „BfS – Leitfaden Einweisung medizinisches Personal.“ Leitfaden zur Einweisung und Schulung medizinischen Personals in die sachgerechte Handhabung von Geräten der Radiologie und Nuklearmedizin. <http://doris.bfs.de/jspui/handle/urn:nbn:de:0221-2021020925433>.

2020. „BIR – Guidance on using shielding.“ British Institute of – Guidance on using shielding on patients for diagnostic radiology applications. https://www.bir.org.uk/media/416143/final_patient_shielding_guidance.r1.pdf.

2013. „DIN 6815.“ DIN 6815:2013-06 – Medizinische Röntgenanlagen bis 300 kV – Regeln für die Prüfung des Strahlenschutzes nach Errichtung, Instandsetzung und wesentlicher Änderung.

2004. „DIN 6827-5.“ DIN 6827-5:2004-04 – Protokollierung bei der medizinischen Anwendung ionisierender Strahlung – Teil 5: Radiologischer Befundbericht.

2003. „DIN 6848-1.“ DIN 6848-1:2003-02 – Kennzeichnung von Untersuchungsergebnissen in der Radiologie – Teil 1: Patientenorientierung bei bildgebenden Verfahren.

2007. „DIN 6856-1.“ DIN 6856-1:2007-10 – Radiologische Betrachtungsgeräte und -bedingungen – Teil 1: Anforderungen und qualitätssichernde Maßnahmen in der medizinischen Diagnostik.

2007. „DIN 6856-3.“ DIN 6856-3:2007-05 – Radiologische Betrachtungsgeräte und -bedingungen – Teil 3: Betrachtungsgeräte für die Zahnheilkunde.

2019. „DIN 6862-2.“ DIN 6862-2:2019-09 – Identifizierung und Kennzeichnung von Bildaufzeichnungen in der medizinischen Diagnostik – Teil 2: Weitergabe von Röntgenaufnahmen und zugehörigen Aufzeichnungen in der digitalen Radiographie, digitalen Durchleuchtung, DVT und CT.

2019. „DIN 6862-2.“ DIN 6862-2:2019-09 – Identifizierung und Kennzeichnung von Bildaufzeichnungen in der medizinischen Diagnostik – Teil 2: Weitergabe von Röntgenaufnahmen und zugehörigen Aufzeichnungen in der digitalen Radiographie, digitalen Durchleuchtung, DVT und CT.

Röntgendiagnostik.

2020. „DIN 6862–3.“ DIN 6862–3:2020–08 – Identifizierung und Kennzeichnung von Bildaufzeichnungen in der medizinischen Diagnostik – Teil 3: Patientenorientierung bei bildgebenden Verfahren.
2020. „DIN 6868–150.“ DIN 6868–150:2020–12 – Entwurf – Sicherung der Bildqualität in röntgendiagnostischen Betrieben – Teil 150: Abnahmeprüfung an medizinischen Röntgeneinrichtungen für Aufnahme und Durchleuchtung.
2014. „DIN 6868–157.“ DIN 6868–157:2014–11 – Sicherung der Bildqualität in röntgendiagnostischen Betrieben – Teil 157: Abnahme- und Konstanzprüfung nach RÖV an Bildwiedergabesystemen in ihrer Umgebung.
2013. „DIN 6868–162.“ DIN 6868–162:2013–06 – Sicherung der Bildqualität in röntgendiagnostischen Betrieben – Teil 162: Abnahmeprüfung nach RÖV an Röntgeneinrichtungen für digitale Mammographie.
2013. „DIN 6878–1.“ DIN 6878–1:2013–01 – Digitale Archivierung in der medizinischen Radiologie – Teil 1: Allgemeine Anforderungen an die Archivierung von Bildern.
2019. „DIN EN 60601–2–43.“ DIN EN 60601–2–43:2019–04 – Medizinische elektrische Geräte – Teil 2–43: Besondere Festlegungen für die Sicherheit und wesentlichen Leistungsmerkmale von Röntgeneinrichtungen für interventionelle Verfahren; Deutsche Fassung EN 60601–2–43:2010 + A1:2018.
2016. „DIN EN 60627.“ DIN EN 60627:2016–08 – Bildgebende Geräte für die Röntgendiagnostik – Kenngrößen von Streustrahlenrastern für die allgemeine Anwendung und für die Mammographie (IEC 60627:2013); Deutsche Fassung EN 60627:2015.
2001. „DIN EN 61223–3–1.“ DIN EN 61223–3–1:2001–05 – Bewertung und routinemäßige Prüfung in Abteilungen für medizinische Bildgebung – Teil 3–1: Abnahmeprüfungen; Bildgebungsleistung der Röntgeneinrichtung bei radiographischen und Durchleuchtungs-Systemen (IEC 61223–3–1:1999).
2005. „DIN EN 62220–1.“ DIN EN 62220–1:2005–01 – Medizinische elektrische Geräte – Merkmale digitaler Röntgenbildgeräte – Teil 1: Bestimmung der detektiven Quanten-Ausbeute (IEC 62220–1:2003); Deutsche Fassung EN 62220–1:2004.
2010. „DIN EN 62494–1.“ DIN EN 62494–1:2010–05 – Medizinische elektrische Geräte – Dosisindikator digitaler Röntgenbildsysteme – Teil 1: Definitionen und Anforderungen für die allgemeine Radiographie (IEC 62494–1:2008); Deutsche Fassung EN 62494–1:2008.
2007. „DIN ISO 9236–1.“ DIN ISO 9236–1:2007–08 – Fotografie – Sensitometrie an Film-Folien-Systemen für die medizinische Radiographie – Teil 1: Ermittlung des Verlaufs der sensitometrischen Kurve, der Empfindlichkeit und des mittleren Gradienten (ISO 9236–1:2004).
1996. „DIN V 6868–55.“ DIN V 6868–55:1996–10 – Sicherung der Bildqualität in röntgendiagnostischen Betrieben – Teil 55: Abnahmeprüfung an medizinischen Röntgen-Einrichtungen; Funktionsprüfung der Filmverarbeitung.
2001. „DIN V 6868–57.“ DIN V 6868–57:2001–02 – Sicherung der Bildqualität in röntgendiagnostischen Betrieben – Teil 57: Abnahmeprüfung an Bildwiedergabegeräten.
2019. „EFOMP CBCT Protocol.“ EFOMP CBCT Protocol – Quality control in cone-beam computed tomography (CBCT) EFOMP-ESTRO-IAEA protocol. https://www.efomp.org/uploads/2d23d153-b77c-4161-802c-5b8422d15e29/EFOMP_IAEA_ESTRO_%20CBCT_2019_05_27.pdf.
2021. „Einordnungshilfe.“ Einordnungshilfe zu Tabelle E.5a und E.5b der Sachverständigen-Richtlinie 2020. <https://www.apr.drg.de/de-DE/9207/einordnungshilfe-zur-sv-rl-veroeffentlicht/>.
- 2018/2022. „Empfehlung der Strahlenschutzkommission Patienten-Strahlenschutzmittel.“ Verwendung von Patienten-Strahlenschutzmitteln bei der diagnostischen Anwendung von Röntgenstrahlung am Menschen. https://www.ssk.de/Shared_Docs/Beratungsergebnisse_PDF/2018/2018-12-13Patienten.pdf?blob=publicationFile
https://www.ssk.de/Shared_Docs/Beratungsergebnisse/2022/2022-09-22_Empf_Patienten-Strahlenschutzmittel.html?nn=2332186.
2018. „Empfehlung der Strahlenschutzkommission Patienten-Strahlenschutzmitteln.“ Verwendung von Patienten-Strahlenschutzmitteln bei der diagnostischen Anwendung von Röntgenstrahlung am Menschen. https://www.ssk.de/Shared_Docs/Beratungsergebnisse_PDF/2018/2018-12-13Patienten.pdf?blob=publicationFile.
- Hiles, Peter, Patrick Giligan, John Damilakis, Eric Briers, Cristian CandelaJuan, Dario Faj, Shane Foley, et al. 2021. „European consensus on patient contact.“ Insights into Imaging, 12: 194.
2003. „IEC62220–1.“ IEC62220–1 – Medical electrical equipment – Characteristics of digital X-ray imaging devices – Part 1: Determination of the detective quantum efficiency.
2021. „KSR – Strahlenschutzausbildung in der Schweiz.“ Empfehlung der Eidgenössischen Kommission für Strahlenschutz zur Strahlenschutzausbildung in der Schweiz. https://www.bag.admin.ch/dam/bag/de/dokumente/str/kommission-strahlenschutz/stellungnahmen-medizin/20210603_ausbildung.pdf.download.pdf/2021-06-03_Empfehlungen%20KSR-Strahlenschutzausbildung.pdf.
2007. „LL Röntgen alt.“ Leitlinie der Bundesärztekammer zur Qualitätssicherung in der