

Anlage 1**Diagnostische Referenzwerte**

Diagnostische Referenzwerte sind keine Grenzwerte für die Patientendosis und gelten nicht für einzelne individuelle Untersuchungen.

Diagnostische Referenzwerte für Röntgenuntersuchungen und interventionelle Eingriffe

Diagnostische Referenzwerte für Röntgenuntersuchungen und interventionsradiologische Eingriffe sind obere Dosiswerte, die im Mittel nicht beständig überschritten werden dürfen.

Zur Kontrolle der Einhaltung der diagnostischen Referenzwerte sind – ausgenommen Mammografie – die Mittelwerte der Dosis von mindestens zehn nicht selektierten Personen heranzuziehen.

Bei Erwachsenen kann die Auswahl auf Personen mit einer Masse von etwa 50 bis 90 kg eingeschränkt werden. Bei Kindern können auch Dosiswerte von Kindern herangezogen werden, deren Alter nicht einem der in den Tabellen 7 bis 9 angeführten Alter entspricht. Diese Werte sind dann jeweils zur Kontrolle der Einhaltung des für das nächsthöhere Alter festgelegten diagnostischen Referenzwertes heranzuziehen.

Bei selten durchgeführten Untersuchungen oder Eingriffen ist zur Kontrolle der Einhaltung auch eine geringere Personenanzahl ausreichend, wobei bei Erwachsenen Personen mit einer Masse von etwa 75 kg auszuwählen sind. Bei Kindern ist in solchen Fällen anstatt des Alters die Masse als Zuordnungskriterium heranzuziehen. Dabei ist bei Kindern mit Massen, die zwischen den durchschnittlichen Massen für bestimmte Alter gemäß Tabelle 10 liegen, als diagnostischer Referenzwert jener für das nächsthöhere Alter heranzuziehen.

Für die Mammografie hat die Kontrolle der Einhaltung unter Verwendung eines Schwächungskörpers (45 mm oder 50 mm PMMA) mit den routinemäßigen Aufnahmeparametern für eine auf 53 mm bzw. 60 mm komprimierte Brust zu erfolgen.

Die Dosiswerte sind entweder direkt bei den Untersuchungen oder Eingriffen beziehungsweise Expositionen des Schwächungskörpers zu messen oder anhand von Gerätedaten und den jeweils verwendeten Expositionsparametern zu berechnen. In der Mammografie sind der Ermittlung der mittleren Parenchymdosis aus der gemessenen beziehungsweise berechneten Eingangsdosis die in Tabelle 6 angeführten Prozentsätze zugrunde zu legen. Werden in Tabelle 6 nicht angeführte Anoden-Filter-Kombinationen verwendet, sind die entsprechenden Prozentsätze zu ermitteln und zur Berechnung der mittleren Parenchymdosis zu verwenden.

Für Röntgenaufnahmen ist die Kontrolle der Einhaltung für eine der beiden in den Tabellen 1 und 7 angeführten Dosisgrößen ausreichend.

Die Kontrollen der Einhaltung der diagnostischen Referenzwerte sind für alle verwendeten Röntgeneinrichtungen durchzuführen.

Tabelle 1: Diagnostische Referenzwerte für Röntgenaufnahmen bei Erwachsenen

Aufnahme	Dosis-Flächen-Produkt [cGy·cm ² bzw. µGy·m ²]	Eingangsdosis [mGy]
Abdomen/Nieren nativ ap/pa	210	3,90
Becken ap	210	2,90
LWS ap	200	7,40
LWS lat	320	9,60
Schädel ap/pa	60	1,80
Schädel lat	50	1,10
Thorax pa	15	0,11
Thorax lat	50	0,45

Tabelle 2: Diagnostische Referenzwerte für Durchleuchtungsuntersuchungen bei Erwachsenen

Untersuchung	Dosis-Flächen-Produkt [cGy·cm ² bzw. µGy·m ²]
Kolon Doppelkontrast/Irrigoskopie	2500
Kolon Monokontrast	2000
Videoschluckakt	940

Tabelle 3: Diagnostische Referenzwerte für CT-Untersuchungen bei Erwachsenen

CT-Untersuchung	Dosis-Längen-Produkt [mGy·cm]
Hirnschädel (pro Scanserie)	1100
NNH (Sinusitis)	90
Thorax (Entzündung, Raumforderung, Pulmonalembolie; eine Kontrastmittelserie)	400
Abdomen (Raumforderung Leber/Niere; pro Scanserie)	400
Becken (pro Scanserie)	500
Abdomen und Becken (Staging/Metastasen, akutes Abdomen; pro Scanserie)	650
Thorax, Abdomen und Becken (Staging/Metastasen; pro Scanserie)	800

Tabelle 4: Diagnostische Referenzwerte für angiografische Untersuchungen und interventionsradiologische Eingriffe bei Erwachsenen

Angiografie / interventionsradiologischer Eingriff	Dosis-Flächen-Produkt [cGy·cm ² bzw. µGy·m ²]
Mechanische Thrombektomie nach Schlaganfall	19000
Diagnostische Koronarangiografie	4500
Perkutane koronare Intervention	13000
Perkutane transluminale Angioplastie/Stent iliaca	10000
ERCP und Intervention (Stent/Stein)	2200
Ureterorenoskopie mit Steinentfernung	900
Monosegmentale lumbale Spondylodese (PLIF/TLIF)	2600
Osteosynthetische Versorgung der pertrochantären Femurfraktur	1000

Tabelle 5: Diagnostische Referenzwerte für die Mammografie

	45 mm PMMA – Mittlere Parenchymdosis [mGy]	50 mm PMMA – Mittlere Parenchymdosis [mGy]
Mammografie	2,5	3,0

Tabelle 6: Mittlere Parenchymdosis für 45 mm und 50 mm PMMA als Prozentsatz der Eingangsdosis für verschiedene Anoden-Filter-Kombinationen und Röntgenröhrenspannungen

Anode	Filter	Röntgenröhrenspannung [kV]	45 mm PMMA	50 mm PMMA
Mo	Mo – 30 µm	25	18 %	17 %
		28	20 %	18 %
		31	21 %	19 %
Mo	Rh – 25 µm	25	22 %	20 %
		28	23 %	21 %
		31	24 %	22 %
		34	26 %	24 %
Rh	Rh – 25 µm	37	27 %	25 %
		25	22 %	20 %
		28	25 %	23 %
		31	27 %	25 %
W	Rh – 50 µm	25	29 %	27 %
		28	30 %	28 %
		31	31 %	29 %
		34	33 %	30 %
W	Al – 450 µm	25	18 %	17 %
		28	21 %	19 %
		31	24 %	22 %
		34	27 %	24 %
		37	29 %	26 %

Tabelle 7: Diagnostische Referenzwerte für Röntgenaufnahmen bei Kindern

Aufnahme	Alter [Monate]	Dosis-Flächen-Produkt [cGy·cm ² bzw. µGy·m ²]	Eingangsdosis [mGy]
Abdomen ap	0	6	0,20
	12	9	0,30
	60	20	0,40
	120	50	0,75
	180	70	1,00
Schädel ap/pa	0	15	0,35
	12	25	0,60
	60	35	0,75
	120	45	0,90
	180	50	1,00
Schädel lat	0	10	0,30
	12	20	0,40
	60	25	0,50
	120	30	0,55
	180	35	0,60
Thorax pa	0	1,7	0,05
	12	2,3	0,06
	60	2,6	0,07
	120	3,7	0,09
	180	7,3	0,11

Tabelle 8: Diagnostische Referenzwerte für die Miktions-Cysto-Urografie (MCU) bei Kindern

Alter [Monate]	Dosis-Flächen-Produkt [cGy·cm ² bzw. µGy·m ²]
0	50
12	70
60	120
120	200

Tabelle 9: Diagnostische Referenzwerte für CT-Untersuchungen bei Kindern

CT-Untersuchung	Alter [Monate]	Dosis-Längen-Produkt [mGy·cm]
Schädel	0	300
	12	400
	60	600
	120	750
	180	900
Thorax	0	80
	12	100
	60	150
	120	180
	180	200

Tabelle 10: Mittlere Masse von Kindern für verschiedene Alter

Alter [Monate]	Masse [kg]
0	3,5
12	10
60	20
120	36
180	58

Diagnostische Referenzwerte für nuklearmedizinische Untersuchungen

Diagnostische Referenzwerte für nuklearmedizinische Untersuchungen sind als an erwachsene Personen mit Standardmaßen zu verabreichende Aktivitäten festgelegt. Die für pädiatrische Untersuchungen zu verabreichenden Aktivitäten sind nach dem unten angeführten Dosierungsschema zu ermitteln.

Tabelle 11: Diagnostische Referenzwerte für nuklearmedizinische Untersuchungen bei Erwachsenen

Organ / Verfahren	Radiopharmakon	Aktivität [MBq]
Schilddrüse	Tc-99m-Perthchnetat	110
	I-123-Natriumiodid	20
	I-131-Natriumiodid	370 ^{*)}
Skelett	Tc-99m-DPD, -MDP, -HDP	740
Nieren	Tc-99m-MAG3, -DMSA	110
	Tc-99m-DTPA	185
Herz	Tl-201-Chlorid	110
	Tc-99m-Isonitrile (Zweitagesprotokoll)	740
	Tc-99m-Isonitrile (Eintagesprotokoll)	1200
RNV	Tc-99m-Erythrozyten	740
Lunge	Tc-99m-MAA, -HAS	150
Gehirn	Tc-99m-HMPAO	740
	Tc-99m-DTPA, -Perthchnetat	740
	I-123-Benzamid, -β-CIT	185
Entzündungen, Tumordiagnostik	Tc-99m-HIG, -MAK, -Granulozyten	740
	Tc-99m-Nanokoll	500
	Tc-99m-Isonitrile	740
	Ga-67-Citrat	185
Nebennieren	I-123-MIBG	200
	I-131-Norcholesterol	40
Nebenschilddrüse	Tc-99m-Isonitrile	740
Speicheldrüsen	Tc-99m-Perthchnetat	110
Lymphabfluss	Tc-99m-Nanokoll	2 x 60
Leber	Tc-99m-markierte Tracer (IDA, ...)	200
Magen	Tc-99m markierter Brei	110
Blutung, Blutpool	Tc-99m-markierte Erythrozyten	740
Rezeptoren	In-111-Octreotide	200
PET	F-18-FDG	400

^{*)} Für Patientinnen/Patienten mit Thyrogen-Stimulation; für andere Patientinnen/Patienten sind niedrigere Aktivitäten ausreichend

Dosierungsschema für pädiatrische Untersuchungen

Grundsätzlich ergibt sich die für eine pädiatrische Untersuchung zu verabreichende Aktivität als Produkt einer Grundaktivität und eines Multiplikators.

Für die Ermittlung sind der dem Gewicht des Kindes und der Klasse des verwendeten Radiopharmakons entsprechende Multiplikator der Tabelle 12, die Klasse und die Grundaktivität für das verwendete Radiopharmakon sowie die betreffende Untersuchung der Tabelle 13 zu entnehmen.

Ist die so ermittelte Aktivität geringer als die in Tabelle 13 angeführte Mindestaktivität, dann ist diese Mindestaktivität zu verabreichen. Liegt die ermittelte Aktivität über dem für die betreffende Untersuchung in Tabelle 11 festgelegten Referenzwert für Erwachsene, dann ist die Erwachsenen-Aktivität zu verabreichen.

Tabelle 12: Multiplikatoren für die Grundaktivität

Gewicht [kg]	Klasse A	Klasse B	Klasse C	Gewicht [kg]	Klasse A	Klasse B	Klasse C
3	1	1	1	32	3,77	7,29	14,00
4	1,12	1,14	1,33	34	3,88	7,72	15,00
6	1,47	1,71	2,00	36	4,00	8,00	16,00
8	1,71	2,14	3,00	38	4,18	8,43	17,00
10	1,94	2,71	3,67	40	4,29	8,86	18,00
12	2,18	3,14	4,67	42	4,41	9,14	19,00
14	2,35	3,57	5,67	44	4,53	9,57	20,00
16	2,53	4,00	6,33	46	4,65	10,00	21,00
18	2,71	4,43	7,33	48	4,77	10,29	22,00
20	2,88	4,86	8,33	50	4,88	10,71	23,00
22	3,06	5,29	9,33	52 - 54	5,00	11,29	24,67
24	3,18	5,71	10,00	56 - 58	5,24	12,00	26,67
26	3,35	6,14	11,00	60 - 62	5,47	12,71	28,67
28	3,47	6,43	12,00	64 - 66	5,65	13,43	31,00
30	3,65	6,86	13,00	68	5,77	14,00	32,33

Tabelle 13: Grund- und Mindestaktivität sowie Klassenzuteilung für verschiedene Radiopharmaka und Untersuchungen

Radiopharmakon	Klasse	Grundaktivität [MBq] (nur für Berechnungszwecke)	Mindestaktivität [MBq]
I-123 (Schilddrüse)	C	0,6	3
I-123 Amphetamin (Gehirn)	B	13,0	18
I-123 HIPPURAN (Pathologische Nierenfunktion)	B	5,3	10
I-123 HIPPURAN (Normale Nierenfunktion)	A	12,8	10
I-123 mIBG	B	28,0	37
I-131 mIBG	B	5,6	35
F-18 FDG (2D)	B	25,9	26
F-18 FDG (3D), für Kinder empfohlen	B	14,0	14
F-18 Natriumfluorid	B	10,5	14
Ga-67 Citrat	B	5,6	10
Ga-68-markierte Peptide	B	12,8	14
Tc-99m ALBUMIN (Herz)	B	56,0	80
Tc-99m COLLOID (gastritischer Reflux)	B	2,8	10
Tc-99m COLLOID (Leber/Milz)	B	5,6	15
Tc-99m COLLOID (Knochenmark)	B	21,0	20
Tc-99m DMSA	B	6,8	18,5
Tc-99m DTPA (Pathologische Nierenfunktion)	B	14,0	20
Tc-99m DTPA (Normale Nierenfunktion)	A	34,0	20
Tc-99m ECD	B	51,8	100
Tc-99m HMPAO (Gehirn)	B	51,8	100
Tc-99m HMPAO (WBC)	B	35,0	40
Tc-99m IDA (Galle)	B	10,5	20
Tc-99m MAA oder Mikrosphären	B	5,6	10
Tc-99m MAG3	A	11,9	15
Tc-99m MDP	B	35,0	40
Tc-99m Pertechnetat (Miktionszystografie)	B	1,4	20
Tc-99m Pertechnetat (Meckel-Divertikel, ektope Magenschleimhaut)	B	10,5	20
Tc-99m Pertechnetat (Myocard First Pass)	B	35,0	80
Tc-99m Pertechnetat (Schilddrüse)	B	5,6	10
Tc-99m RBC (Blut-Pool)	B	56,0	80
Tc-99m SestaMIBI/Tetrofosmin (Tumordiagnostik)	B	63,0	80
Tc-99m SestaMIBI/Tetrofosmin (Herzscan in Ruhe – Zweitageprotokoll Minimum)	B	42,0	80
Tc-99m SestaMIBI/Tetrofosmin (Herzscan in Ruhe – Zweitageprotokoll Maximum)	B	63,0	80
Tc-99m SestaMIBI/Tetrofosmin (Herzscan unter Belastung – Zweitageprotokoll Minimum)	B	42,0	80
Tc-99m SestaMIBI/Tetrofosmin (Herzscan unter Belastung – Zweitageprotokoll Maximum)	B	63,0	80
Tc-99m SestaMIBI/Tetrofosmin (Herzscan in Ruhe – Eintagesprotokoll)	B	28,0	80
Tc-99m SestaMIBI/Tetrofosmin (Herzscan unter Belastung – Eintagesprotokoll)	B	84,0	80
Tc-99m Milz (denaturierte RBC)	B	2,8	20
Tc-99m TECHNEGAS (Lungenventilation)	B	49,0	100

Anlage 2**Strahlenschutz Ausbildung für anwendende Fachkräfte und die an den praktischen Aspekten medizinisch-radiologischer Verfahren beteiligten Personen gemäß § 9 Abs. 2****1. Grundausbildung in der Dauer von mindestens zwei Stunden**

- Strahlenbiologie und Strahlenrisiko
- Rechtliche Grundlagen
- Überweisungsleitlinien für die medizinische Bildgebung
- Klinische Kontrollen
- Röntgeneinrichtungen
- Bildqualität
- Dosisgrößen
- Schutzmaßnahmen für Personal und Patientinnen/Patienten unter Berücksichtigung von Kindern, Erwachsenen und Schwangeren

Die Grundausbildung ist Voraussetzung für eine spezielle Ausbildung nach Z 2, 3, 4, 5 oder 6.

2. Ausbildung für Röntgenaufnahmen in der Dauer von mindestens zwei Stunden, davon eine Stunde praktische Demonstrationen

- Grundlagen von radiografischen Bildgebungssystemen
- Optimierung von Bildqualität und Dosis
- Qualitätssicherung
- Diagnostische Referenzwerte für Röntgenaufnahmen
- Demonstration der Abhängigkeit der Bildqualität von der Dosis

3. Ausbildung für Durchleuchtungen in der Dauer von mindestens vier Stunden, davon zwei Stunden praktische Demonstrationen

- Grundlagen von Durchleuchtungssystemen
- Strahlengeometrie
- Strahlenschutzfunktionen von Durchleuchtungsgeräten
- Qualitätssicherung
- Diagnostische Referenzwerte für Durchleuchtungen
- Demonstration der Auswirkung von Untersuchungsparametern und Schutzmaßnahmen auf die Dosis von Patientinnen/Patienten und Personal

4. Ausbildung für interventionelle Eingriffe in der Dauer von mindestens sechs Stunden, davon drei Stunden praktische Demonstrationen

- Grundlagen von Durchleuchtungssystemen
- Strahlengeometrie
- Strahlenschutzfunktionen von Durchleuchtungsgeräten
- Qualitätssicherung
- Diagnostische Referenzwerte für interventionelle Eingriffe
- Optimale Untersuchungsprotokolle für verschiedene interventionelle Eingriffe
- Grenzwerte für die Haut- und Augenlinsendosis sowie Messung dieser Dosen
- Demonstration der Auswirkung von Untersuchungsparametern und komplexen spezifischen Schutzmaßnahmen auf die Dosis von Patientinnen/Patienten und Personal

5. Ausbildung für CT-Untersuchungen und CT-Interventionen in der Dauer von mindestens vier Stunden, davon zwei Stunden praktische Demonstrationen

- Grundlagen von CT-Geräten
- CT-Dosisbegriffe
- Qualitätssicherung
- Diagnostische Referenzwerte für CT-Untersuchungen
- Optimale Untersuchungsprotokolle für verschiedene CT-Untersuchungen und CT-Interventionen
- Demonstration der Abhängigkeit der Bildqualität von der Dosis
- Demonstration der Auswirkung von Untersuchungsparametern und Schutzmaßnahmen auf die Dosis von Patientinnen/Patienten und Personal sowie die Bildqualität

6. Ausbildung für Zahnröntgenaufnahmen in der Dauer von mindestens zwei Stunden, davon eine Stunde praktische Demonstrationen

- Grundlagen von zahnmedizinischen Röntgeneinrichtungen
- Optimierung von Bildqualität und Dosis
- Qualitätssicherung
- Demonstration der Abhängigkeit der Bildqualität von der Dosis

Anlage 3**Höchstzulässige Ortsdosis außerhalb von Strahlenanwendungsräumen und Räumen, in denen mit radioaktiven Stoffen umgegangen wird**

Ort	Höchstzulässige Ortsdosis
Orte, an denen sich längere Zeit nur strahlenexponierte Arbeitskräfte aufhalten können	20 μ Sv pro Woche ^{1,2}
Orte, an denen sich nicht strahlenexponierte Arbeitskräfte im Rahmen ihrer Arbeit und durch die BewilligungsinhaberIn/den Bewilligungsinhaber kontrollierbar aufhalten können	20 μ Sv pro Woche ²
Orte, an denen sich Einzelpersonen der Bevölkerung dauernd oder durch die BewilligungsinhaberIn/den Bewilligungsinhaber nicht kontrollierbar aufhalten können	20 μ Sv pro Woche

¹⁾ Die zuständige Behörde kann im Einzelfall unter Berücksichtigung des Optimierungsprinzips Ausnahmen davon zulassen.

²⁾ Bei Mehrschichtbetrieb sind entsprechend höhere Ortsdosen zulässig, sofern die Arbeitskräfte sich im Jahresmittel jeweils nur während einer Schicht am betreffenden Ort aufhalten.

Für die Ermittlung der erforderlichen Abschirmungen können entsprechende technische Normen verwendet werden.