

**Anlage 1****Diagnostische Referenzwerte**

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

**Diagnostische Referenzwerte für Röntgenuntersuchungen**

Diagnostische Referenzwerte für Röntgenuntersuchungen sind obere Dosis-Richtwerte, 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, unselektierten 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 ist zur Kontrolle der Einhaltung auch eine geringere Personenanzahl ausreichend, wobei bei Erwachsenen Personen mit einer Masse von etwa 70 kg selektiv 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 bzw. Expositionen des Schwächungskörpers zu messen oder aus Gerätedaten und den jeweils verwendeten Untersuchungs- bzw. Expositionsparemetern zu berechnen. In der Mammografie sind der Ermittlung der mittleren Parenchymdosis aus der gemessenen bzw. berechneten Eingangsdosis die in Tabelle 6 angeführten Prozentsätze zu Grunde 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 <sup>2</sup> ] | Eingangsdosis [mGy] |
|---------------|----------------------------------------------|---------------------|
| Abdomen ap    | 300                                          | 5,6                 |
| Becken ap     | 300                                          | 4,2                 |
| LWS ap        | 200                                          | 7,4                 |
| LWS lat       | 400                                          | 12,0                |
| Schädel ap/pa | 100                                          | 3,0                 |
| Schädel lat   | 100                                          | 2,3                 |
| Thorax pa     | 28                                           | 0,2                 |
| Thorax lat    | 100                                          | 0,9                 |

**Tabelle 2: Diagnostische Referenzwerte für CT-Untersuchungen bei Erwachsenen**

| CT-Untersuchung | Dosis-Längen-Produkt [mGy·cm] |
|-----------------|-------------------------------|
| Abdomen         | 1200                          |
| Becken          | 650                           |
| Hirnschädel     | 1300                          |
| LWS             | 550                           |
| Oberbauch       | 740                           |
| Thorax          | 550                           |

**Tabelle 3: Diagnostische Referenzwerte für Durchleuchtungsuntersuchungen bei Erwachsenen**

| Untersuchung | Dosis-Flächen-Produkt [cGy·cm <sup>2</sup> ] |
|--------------|----------------------------------------------|
| Dünndarm     | 6500                                         |
| Irrigoskopie | 4600                                         |
| Ösophagus    | 1300                                         |
| ERCP         | 4500                                         |

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

| Angiografie / interventioneller Eingriff | Dosis-Flächen-Produkt [cGy·cm <sup>2</sup> ] |
|------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Koronarangiografie                       | 6000                                         |
| PTCA + Stent                             | 13000                                        |
| Becken-Bein-Angiografie                  | 6600                                         |
| Phlebografie                             | 550                                          |

**Tabelle 5: Diagnostische Referenzwerte für die Mammografie**

|             | 45 mm PMMA                    | 50 mm PMMA                    |
|-------------|-------------------------------|-------------------------------|
|             | Mittlere Parenchymdosis [mGy] | 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 %       |
|       |             | 37                         | 27 %       | 25 %       |
| Rh    | Rh – 25 µm  | 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·cm²] | 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 <sup>2</sup> ] |
|----------------|----------------------------------------------|
| 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 <sup>*)</sup> |
| 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,<br>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               |

<sup>\*)</sup> Für Patienten mit Thyrogen-Stimulation; für andere 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<br>[kg] | Klasse<br>A | Klasse<br>B | Klasse<br>C | Gewicht<br>[kg] | Klasse<br>A | Klasse<br>B | Klasse<br>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]<br>(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                                                | 80                     |
| 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                     |
| Ga-67 Citrat                                                                           | B      | 5,6                                                 | 10                     |
| 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                                                                            | A      | 17,0                                                | 15                     |
| Tc-99m DTPA (Pathologische Nierenfunktion)                                             | B      | 14,0                                                | 20                     |
| Tc-99m DTPA (Normale Nierenfunktion)                                                   | A      | 34,0                                                | 20                     |
| Tc-99m ECD (Gehirnperfusion)                                                           | B      | 32,0                                                | 110                    |
| 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<br>(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<br>(Tumordiagnostik)                                      | B      | 63,0                                                | 80                     |
| Tc-99m SestaMIBI/Tetrofosmin<br>(Herzscan in Ruhe – Zweitageprotokoll Minimum)         | B      | 42,0                                                | 80                     |
| Tc-99m SestaMIBI/Tetrofosmin<br>(Herzscan in Ruhe – Zweitageprotokoll Maximum)         | B      | 63,0                                                | 80                     |
| Tc-99m SestaMIBI/Tetrofosmin<br>(Herzscan unter Belastung – Zweitageprotokoll Minimum) | B      | 42,0                                                | 80                     |
| Tc-99m SestaMIBI/Tetrofosmin<br>(Herzscan unter Belastung – Zweitageprotokoll Maximum) | B      | 63,0                                                | 80                     |
| Tc-99m SestaMIBI/Tetrofosmin<br>(Herzscan in Ruhe – Eintagesprotokoll)                 | B      | 28,0                                                | 80                     |
| Tc-99m SestaMIBI/Tetrofosmin<br>(Herzscan unter Belastung – Eintagesprotokoll)         | B      | 84,0                                                | 80                     |
| Tc-99m Milz (denaturierte RBC)                                                         | B      | 2,8                                                 | 20                     |
| Tc-99m TECHNEGAS (Lungenventilation)                                                   | B      | 70,0                                                | 100                    |