

---

# Inhaltsverzeichnis

---

<b>1 Einführung</b>	<b>1</b>
<hr/>	
<b>2 Physikalische Grundlagen</b>	<b>3</b>
<hr/>	
<b>Der Begriff „Strahlung“</b>	<b>4</b>
<b>Kernphysikalische Grundlagen und Stabilität</b>	
<b>der Atomkerne, Radioaktivität</b>	<b>7</b>
<b>Das Zerfallsgesetz</b>	<b>11</b>
<b>Spezifische Aktivität</b>	<b>13</b>
<b>Grundlagen der Nuklearmedizin</b>	<b>13</b>
<b>Wechselwirkung ionisierender Strahlung</b>	
<b>mit Materie</b>	<b>14</b>
Photonen	14
Schwächung von Photonenstrahlung	16
Korpuskeln	17
Wechselwirkungen und Schwächung von Korpuskeln	17
<b>Das Abstandsquadratgesetz</b>	<b>19</b>
<b>Erzeugung von Röntgenstrahlen</b>	<b>19</b>
Röntgenröhre	20
Einflüsse auf das Röntgenspektrum	21
Charakteristische Röntgenstrahlung	22
Erzeugung der Hochspannung (Röntengenerator)	22
Anodenbrennfleck	24
Homogenitätsgrad	25
Einstellparameter einer Röntgenröhre	26
<b>3 Röntgenbilderzeugung und Röntgenbildqualität</b>	<b>29</b>
<hr/>	
<b>Prinzip der Röntgendiagnostik</b>	<b>29</b>
<b>Strahlenrelief</b>	<b>29</b>
<b>Aufzeichnungsmedien</b>	<b>30</b>
<b>Filmmaterial und Filmcharakteristik</b>	<b>30</b>
Definition der Filmschwärzung	31
Verstärkerfolien	32
Speicherfolien	33
<b>Entwicklungsprozess</b>	<b>35</b>
<b>Einfluss der Spannung auf die Gradationskurve</b>	<b>36</b>
<b>Streustrahlung und ihre Beseitigung</b>	<b>37</b>
<b>Abbildungsgesetz</b>	<b>38</b>
<b>4 Untersuchungsgeräte und -methoden</b>	<b>40</b>
<hr/>	
<b>Untersuchungsgeräte</b>	<b>40</b>
Röntgenaufnahmen am Vertikalstativ	40
Röntgenaufnahmen am Bucky-Tisch	41
Röntgenuntersuchungen mit Spezialgeräten	41
Untersuchungsgeräte für Spezialuntersuchungen	41
Technischer Aufbau	41
<b>Untersuchungsmethoden</b>	<b>42</b>
Panoramaaufnahme des Ober- und Unterkiefers	42
Tomographie/Zonographie	42
Tomographie	42
Zonographie	43
Belichtung	44
Pantomographie	44
Computertomographie	44
Ganzkörper-CT	46
Weitere Entwicklungen im CT-Bereich	50
Röntgenuntersuchungen mit Durchleuchtungsgeräten	51

Konventionelle Durchleuchtungsgeräte . . . . .	51	Heel- Effekt . . . . .	56
Elektronischer Bildverstärker . . . . .	53	Ergänzende Untersuchungen zur	
Untersuchungsmethoden mit Durch-		Mammographie . . . . .	57
leuchtungsgeräten . . . . .	54		
Mammographie – Darstellung der weiblichen			
Brust . . . . .	55		

**5 Dosimetrie** 59

<b>Dosisbegriff</b> . . . . .	59	Messgrößen für äußere Strahlung bei	
Äquivalentdosis . . . . .	61	der Ortsdosimetrie . . . . .	67
Effektive Dosis . . . . .	62	Messgrößen für äußere Strahlung bei	
<b>Messgeräte und Methoden</b> . . . . .	63	der Personendosimetrie . . . . .	67
Absolute Methoden . . . . .	63	<b>Dosimetrie und Messtechnik bei der</b>	
Kalorimetrie . . . . .	63	<b>Anwendung radioaktiver Nuklide</b> . . . . .	68
Ionisationsdosimetrie . . . . .	63	Zählrohre . . . . .	68
Chemische Dosimetrie . . . . .	64	Aktivimeter . . . . .	69
Relative Methoden . . . . .	65	Kollimatoren . . . . .	70
Filmdosimetrie . . . . .	65	Messplätze . . . . .	70
Thermolumineszenzdosimetrie (TLD) . . . . .	65	Gammakamera . . . . .	70
Radiophotolumineszenzdosimetrie . . . . .	65	Emissionstomographie . . . . .	72
<b>Speziell in der Medizin gebräuchliche</b>		SPECT . . . . .	72
<b>Dosisbegriffe</b> . . . . .	66	PET . . . . .	73
Dosisbegriffe des Strahlenschutzes . . . . .	67		

**6 Qualitätskontrolle** 74

<b>Röntgenstrahlen</b> . . . . .	74	Konstanzprüfung am Röntgengerät –	
Einleitung . . . . .	74	Direktradiographie . . . . .	77
Filmverarbeitungskontrolle . . . . .	75	Materialien . . . . .	78
Materialien . . . . .	75	Messmethode . . . . .	78
Messmethode . . . . .	75	Konstanzprüfung an Durchleuchtungs-	
Filmmaterial . . . . .	76	arbeitsplätzen . . . . .	82
Grenzwerte . . . . .	77	Qualitätssicherung bei der Mammographie . . . . .	82
Häufigkeit . . . . .	77	<b>Nuklearmedizin</b> . . . . .	83

**7 Natürliche und zivilisatorische Strahlenexpositionen** 85

<b>Einleitung</b> . . . . .	85	Strahlenexpositionen von Patienten	
<b>Natürliche Strahlenexposition</b> . . . . .	86	und Personal . . . . .	90
<b>Zivilisatorische Strahlenexposition</b> . . . . .	88	Röntgenuntersuchungen . . . . .	90
Beispiele für verantwortungslosen Umgang		Nuklearmedizin . . . . .	91
mit ionisierender Strahlung . . . . .	89		
Strahlenunfälle . . . . .	89		

<b>8 Organisatorische und rechtliche Maßnahmen</b>	<b>93</b>
<b>Grundsätze des Strahlenschutzes</b> . . . . .	93
Grundsatz der Notwendigkeit und Rechtfertigung . . . . .	93
Grundsatz der Optimierung des Strahlenschutzes . . . . .	93
Grundsatz der Überwachung individueller Dosisgrenzwerte . . . . .	93
<b>Strahlenschutzbereiche</b> . . . . .	94
Sperrbereich . . . . .	94
Kontrollbereich . . . . .	95
Überwachungsbereich . . . . .	95
<b>Strahlenschutzmaßnahmen</b> . . . . .	95
Strahlenschutz an Geräten . . . . .	95
Organisatorische Maßnahmen zum Strahlenschutz . . . . .	96
Unterweisung . . . . .	96
Strahlenschutzverantwortlicher . . . . .	96
Strahlenschutzbeauftragter . . . . .	96
Strahlenschutz durch Qualitätssicherung . . . . .	97
Personenbezogener Strahlenschutz . . . . .	97
Weitere Maßnahmen zum Strahlenschutz . . . . .	98
Strahlenschutz für Beschäftigte durch organisatorische Maßnahmen . . . . .	98
Strahlenschutz durch bauliche Maßnahmen . . . . .	99
<b>Strahlenschutztechnik beim Umgang mit radioaktiven Stoffen</b> . . . . .	100
Praktischer Strahlenschutz . . . . .	100
<b>9 Strahlenbiologische Wirkungen</b>	<b>101</b>
<b>Strahlenwirkung auf biologische Systeme, insbesondere auf Zellen und Zellkern</b> . . . . .	101
Der zeitliche Verlauf der Strahlenwirkung . . . . .	101
Direkte und indirekte Wirkungen . . . . .	101
Zellzyklus und Strahlensensibilität . . . . .	101
Stochastische und deterministische (nicht-stochastische) Wirkung . . . . .	103
Stochastische Wirkungen . . . . .	103
Deterministische Wirkungen . . . . .	103
<b>Akute Strahlenkrankheiten</b> . . . . .	104
Neurale Strahlenkrankheiten . . . . .	104
Intestinale Strahlenkrankheit . . . . .	105
Knochenmarksbedingte Strahlenkrankheit . . . . .	105
Beeinflussung der Strahlensensibilität . . . . .	105
<b>10 Praktischer Teil</b>	<b>106</b>
<b>Festgelegte, normierte Röntgenaufnahmen in der Einstelltechnik</b> . . . . .	107
Aufnahmen der verschiedenen Organregionen . . . . .	108
<b>11 Anhang – Kommentare zu den Verordnungen</b>	<b>121</b>
<b>Die Strahlenschutzverordnung</b> . . . . .	121
<b>Die novellierte Röntgenverordnung</b> . . . . .	122
<b>Auszüge aus den Verordnungen</b> . . . . .	126
Grenzwerte und deren Überwachung (Auszüge aus der Röntgenverordnung) . . . . .	126
§ 31a Dosisgrenzwerte bei beruflicher Strahlenexposition . . . . .	126
§ 31b Berufslebensdosis . . . . .	127
§ 31c Dosisbegrenzung bei Überschreitung . . . . .	127
§ 32 Begrenzung der Strahlenexposition der Bevölkerung . . . . .	127
§ 35 Zu überwachende Personen und Ermittlung der Körperdosis . . . . .	127
Schutz von Mensch und Umwelt vor natürlichen Strahlenquellen (Auszüge aus der Strahlenschutzverordnung) . . . . .	129
§ 93 Dosisbegrenzung . . . . .	129
§ 94 Dosisreduzierung . . . . .	129
§ 95 Natürlich vorkommende radioaktive Stoffe an Arbeitsplätzen . . . . .	129
§ 96 Dokumentation und weitere Schutzmaßnahmen . . . . .	131

§ 103 Schutz des fliegenden Personals vor Exposition durch kosmische Strahlung . . . . .	131	1. Ärztliche Qualitätsforderungen . . . . .	139
<b>Diagnostische Referenzwerte (DRW)</b> . . . . .	133	2. Aufnahmetechnische Leitlinien . . . . .	139
<b>Leitlinien der Bundesärztekammer zur Qualitätssicherung in der Röntgen- diagnostik</b> . . . . .	134	3. Physikalische Parameter des Bild- erzeugungssystems . . . . .	140
Präambel . . . . .	134	VI. Katalog diagnostischer Qualitätskriterien und aufnahmetechnischer Hinweise bei Röntgen-Untersuchungen . . . . .	140
I. Ärztliche Qualitätsforderungen . . . . .	134	Thorax . . . . .	140
II. Aufnahmetechnische Leitlinien . . . . .	134	Skelett . . . . .	141
III. Ärztliche Qualitätsforderungen bei Neugeborenen, Säuglingen, Kindern und Jugendlichen . . . . .	137	Gallenblase und Gallenwege . . . . .	145
IV. Physikalische Größen des Bilder- zeugungssystems . . . . .	138	Magen und Duodenum . . . . .	146
Grenzwerte der physikalischen Größen für alle Körperregionen . . . . .	138	Dünndarm . . . . .	146
Betrachtungsbedingungen von Röntgen- aufnahmen (Durchsichtsbilder) . . . . .	139	Kolon . . . . .	147
V. Übersichtsschema zu Qualitätskriterien röntgendiagnostischer Untersuchungen . . . . .	139	Harntrakt . . . . .	148
		Abdomen . . . . .	149
		Mamma . . . . .	149
		Zähne . . . . .	150
		Angiographie . . . . .	150
		<b>Periodensysteme der Elemente</b> . . . . .	154
		<b>Diagnostische Referenzwerte</b> . . . . .	155
<b>Sachverzeichnis</b>			157