

# Inhaltsverzeichnis

---

## I Berufsbild

<b>1</b>	<b>Berufsbild und Berufsgeschichte</b> .....	<b>3</b>
	<i>T. Hartmann</i>	
1.1	Entwicklung des Berufsbildes MTRA.....	4
1.2	Gesetz über die Berufsausübung als technischer Assistent/technische Assistentin in der Medizin (MTA-G).....	8
1.2.1	Die Abschnitte des MTA-Gesetz (MTA-G).....	8
1.3	Ausbildungs- und Prüfungsverordnung für technische Assistenten in der Medizin (MTA-APrV).....	13
1.3.1	Allgemeine Ausbildungsorganisation.....	13
1.3.2	Staatliche Abschlussprüfung.....	14
1.4	Ausbildungsrelevante Gesetze und Verordnungen.....	17
1.4.1	Strahlenschutz.....	18
1.4.2	Infektionsschutz und Hygiene.....	18
1.5	Arbeitsschutz.....	19
1.6	Patientenrechtgesetz.....	21
1.7	Das berufliche Handlungsfeld der MTRA.....	21
	Literatur.....	25

## II Technik

<b>2</b>	<b>Strahlenarten und Strahlenbiologie</b> .....	<b>29</b>
	<i>T. Hartmann, I. Offenhäusser, C. Vockelmann</i>	
2.1	Radioaktivität und deren Wechselwirkungen.....	31
2.1.1	Historischer Hintergrund.....	31
2.1.2	Physikalische Grundlagen.....	32
2.1.3	Physikalische Wechselwirkungsprozesse elektromagnetischer Strahlung mit Materie.....	35
2.2	Röntgenstrahlung.....	39
2.3	Dosisbegriffe.....	41
2.3.1	Kerma = Kinetic energy released in matter.....	41
2.3.2	Ionendosis.....	41
2.3.3	Energiedosis.....	41
2.3.4	Äquivalentdosis.....	42
2.3.5	Einfalldosis.....	42
2.3.6	Oberflächendosis.....	42
2.3.7	Tiefendosis.....	43
2.3.8	Dosisflächenprodukt.....	43
2.3.9	Dosislängenprodukt.....	43
2.3.10	Organdosis.....	44

2.3.11	Effektive Dosis (auch effektive Äquivalentdosis) .....	44
2.3.12	Personendosis und Körperdosis .....	44
2.3.13	Dosimetrische Verfahren in der klinischen Praxis .....	45
2.4	<b>Wirkung ionisierender Strahlung auf den Organismus.</b> .....	48
2.4.1	Zellaufbau .....	49
2.4.2	Strahlenwirkungen .....	49
2.4.3	Phasen der Strahlenwirkung .....	52
2.5	<b>Gesetze, Verordnungen und Richtlinien</b> .....	55
2.5.1	Gesetze .....	55
2.5.2	Röntgenverordnung .....	56
2.5.3	Strahlenschutzverordnung .....	56
2.5.4	Strahlenschutzbereiche .....	56
2.5.5	Beruflich strahlenexponierte Personen .....	58
	Literatur .....	61
<b>3</b>	<b>Konventionelle Röntgendiagnostik</b> .....	63
	<i>T. Doering, Ch. Nowarra</i>	
3.1	<b>Geschichtlicher Rückblick</b> .....	65
3.2	<b>Aufbau und Funktionsweise einer Röntgenanlage.</b> .....	66
3.2.1	Physikalische Grundlagen .....	66
3.2.2	Der Röntgenstrahler .....	68
3.2.3	Der Röntgengenerator .....	71
3.2.4	Strahlenqualität und -quantität, Belichtungsautomatik .....	72
3.2.5	Abbildungsgesetze .....	76
3.2.6	Qualität des Röntgenbildes und qualitätsverbessernde Maßnahmen .....	77
3.2.7	Aufbau eines Bucky-Arbeitsplatzes .....	81
3.2.8	Patientenbetreuung und -lagerung .....	82
3.2.9	Mobile Röntgengeräte .....	83
3.2.10	Besondere Strahlenschutzmaßnahmen .....	83
3.3	<b>Digitale Bildaufnahmeverfahren</b> .....	87
3.3.1	Rückblick – Röntgenfilme .....	87
3.3.2	Verstärkerfolien .....	88
3.3.3	Speicherfolien .....	88
3.3.4	Festkörperdetektoren .....	89
3.3.5	Kennzahlen einer Röntgenanlage/eines Detektorsystems .....	90
3.4	<b>Digitale Bildverarbeitung</b> .....	91
3.4.1	Aufbau eines digitalen Bildes .....	91
3.4.2	Fehlerkorrektur .....	93
3.4.3	Auswahl des Bildausschnittes/Blenden .....	93
3.4.4	Die Look-up-Tabelle (LUT) .....	93
3.4.5	Fensterung .....	96
3.4.6	Rauschreduktion .....	96
3.4.7	Kantenanhebung .....	96
3.4.8	Messungen im Bild .....	96
3.5	<b>Spezialaufnahmegeräte</b> .....	98
3.5.1	Panoramaschichtgeräte .....	98
3.5.2	DVT, CBCT .....	98

3.5.3	DXA (Knochendichtemessung, Osteodensitometrie) .....	99
3.5.4	Ganzbeinaufnahme, Achsenbestimmungen .....	100
3.5.5	Ganzkörperscanner (EOS, Wirbelsäulenbalance) .....	101
	Literatur .....	103
<b>4</b>	<b>Durchleuchtung und Subtraktionsangiographie</b> .....	<b>105</b>
	<i>T. Doering, Ch. Nowarra</i>	
4.1	<b>Bildverstärker inklusive aktueller technischer Entwicklungen</b> .....	<b>106</b>
4.1.1	Aufbau des Bildverstärkers (BV) .....	106
4.1.2	Der Röntgenstrahler einer Durchleuchtungsanlage .....	108
4.1.3	Aufbau eines Durchleuchtungsgerätes .....	108
4.1.4	Aufbau einer Angiographieanlage .....	109
4.1.5	Patientenlagerung .....	110
4.2	<b>DSA-Technik</b> .....	<b>110</b>
4.2.1	Subtraktion .....	111
4.3	<b>Rotationsangiographie/Angio-CT</b> .....	<b>113</b>
4.4	<b>Besondere Strahlenschutzmaßnahmen</b> .....	<b>113</b>
4.4.1	Strahlenschutz für das Personal .....	113
4.4.2	Strahlenschutz durch die Röntgentechnik .....	115
4.5	<b>Allgemeine Qualitätskriterien laut Leitlinien der Bundesärztekammer</b> .....	<b>116</b>
4.5.1	Ärztliche Qualitätsanforderungen .....	116
	Literatur .....	117
<b>5</b>	<b>Computertomographie (CT)</b> .....	<b>119</b>
	<i>K. Kara, Ch. Nowarra</i>	
5.1	<b>Aufbau und Funktionsweise eines Computertomographen</b> .....	<b>120</b>
5.1.1	Allgemeines und Möglichkeiten .....	120
5.1.2	Geschichte .....	120
5.1.3	Aufbau .....	121
5.1.4	Gerätegeneration .....	123
5.1.5	Untersuchungstechniken .....	124
5.2	<b>Bildentstehung</b> .....	<b>132</b>
5.2.1	Post-Processing .....	134
5.2.2	Artefakte .....	138
5.3	<b>Besondere Strahlenschutzmaßnahmen und Dosisreduktion</b> .....	<b>140</b>
5.3.1	Dosisgrößen CTDIvol vs. DLP .....	141
5.4	<b>Allgemeine Qualitätskriterien laut Leitlinien der Bundesärztekammer</b> .....	<b>142</b>
5.4.1	Ärztliche Qualitätsanforderungen .....	142
5.4.2	Aufnahmetechnische Qualitätsanforderungen .....	143
	Literatur .....	144
<b>6</b>	<b>Kernspintomographie</b> .....	<b>145</b>
	<i>Ch. Nowarra, K. Reiter</i>	
6.1	<b>Physikalische Grundlagen der Kernspintomographie</b> .....	<b>147</b>
6.1.1	Magnetresonanztomographie = Kernspintomographie .....	147
6.1.2	Atommodell .....	148
6.1.3	Wasserstoffprotonen im MRT .....	148
6.1.4	Sequenz .....	149

6.1.5	Longitudinalrelaxation (T1-Relaxation)	150
6.1.6	Transversalrelaxation (T2-Relaxation)	151
6.1.7	Transversalrelaxation (T2*-Relaxation)	151
6.1.8	Schichtselektion	151
6.1.9	Schichtdicke	151
6.1.10	Ortskodierung	152
6.1.11	K-Raum	152
6.1.12	Sequenz	153
6.1.13	Repetitionszeit TR und Echozeit TE	154
6.2	<b>Aufbau eines Kernspintomographen</b>	155
6.2.1	Hauptmagnet	155
6.2.2	Gradientenspule	156
6.2.3	Hochfrequenzsystem	156
6.2.4	Bedienungskonsole und Bildrechner	157
6.3	<b>Sicherheit am MRT</b>	158
6.3.1	Hauptmagnetfeld $B_0$	158
6.3.2	Gradientenfelder	158
6.3.3	Hochfrequenzfeld $B_1$	159
6.3.4	Kryogene Flüssigkeiten und Gase	159
6.4	<b>Sequenzen</b>	159
6.4.1	Die Familie der Spin-Echo-Sequenzen	160
6.4.2	Die Familie der Gradienten-Echo-Sequenzen	162
6.5	<b>Bildqualität und Sequenzoptimierung</b>	164
6.5.1	Signal-Rausch-Verhältnis	164
6.5.2	Parallele Akquisitionstechnik (PAT)	165
6.6	<b>Artefakte</b>	165
6.6.1	Patienten-verursachte Artefakte	166
6.6.2	Messmethoden-bedingte Artefakt	167
6.6.3	Durch das System verursachte Artefakte	168
6.7	<b>MR-Angiographie</b>	168
6.8	<b>Allgemeine Qualitätskriterien laut Leitlinien der Bundesärztekammer</b>	170
6.8.1	Allgemeine Qualitätsanforderungen	170
6.8.2	Spezielle Anforderungen an Indikationsstellung, dargestellte Strukturen und Kontraste	171
6.8.3	Allgemeine Anforderung an die Untersuchungstechnik	171
6.8.4	Technisch-physikalische Qualitätsanforderungen	172
	Literatur	173
<b>7</b>	<b>Sonographie</b>	175
	<i>C. Vockelmann</i>	
7.1	<b>Physikalische Grundlagen der Sonographie</b>	176
7.1.1	Ultraschallwellen	176
7.1.2	Verfahren	178
7.2	<b>Aufbau und Funktionsweise eines Sonographiegerätes</b>	180
7.2.1	Schallköpfe	180
7.2.2	Wo muss ich drücken	181
7.3	<b>Möglichkeiten und Grenzen der Ultraschalldiagnostik</b>	182
	Literatur	183

<b>8</b>	<b>Kontrastmittel und Pharmakologie</b> .....	185
	<i>M. Kahl-Scholz, K. Kara</i>	
8.1	<b>Allgemeine Pharmakologie</b> .....	187
8.1.1	Pharmakokinetik.....	187
8.1.2	Pharmakodynamik.....	187
8.1.3	Begriffe rund um ein Medikament.....	188
8.1.4	Wichtige Wirkstoffgruppen im MTRA-Arbeitsalltag.....	190
8.2	<b>Röntgenkontrastmittel</b> .....	192
8.2.1	Einteilung der Röntgen-KM.....	193
8.3	<b>MR-Kontrastmittel</b> .....	200
8.3.1	Gadolinium.....	200
8.3.2	Leberspezifische Kontrastmittel.....	202
8.4	<b>Sonographie-Kontrastmittel</b> .....	202
8.5	<b>Applikationssysteme und Kontrastmittelapplikation</b> .....	202
8.5.1	Patientenvorbereitung.....	204
8.5.2	Einzelkolbensystem.....	205
8.5.3	Doppelkolbensystemen.....	205
8.5.4	KM-Protokolle für CT-Untersuchungen.....	205
8.5.5	Zugänge, Port, ZVK.....	206
8.5.6	Paravasat! Was nun?.....	207
8.6	<b>Kontrastmittelzwischenfall und Notfallmedikation</b> .....	208
8.6.1	Durchführung einer (iodhaltigen) Kontrastmittelapplikation.....	208
8.6.2	Kontraindikationen.....	208
8.6.3	Nebenwirkungen.....	209
8.6.4	Schwangerschaft und Stillzeit.....	212
8.7	<b>Andere Medikamente in der Radiologie und Nuklearmedizin</b> .....	212
8.7.1	Glucagon.....	212
8.7.2	Butylscopolamin (Buscopan®).....	212
8.7.3	Metoclopramid (Paspertin®).....	213
8.7.4	Metamizol (Novalgin®).....	213
8.7.5	Diazepam.....	213
8.7.6	Metoprolol.....	213
8.7.7	Adenosin.....	214
8.7.8	Dobutamin.....	214
8.7.9	Piritramid (Dipidolor®).....	214
8.7.10	Heparin.....	215
8.7.11	Furosemid.....	215
8.7.12	Lidocain.....	215
8.8	<b>Rechtslage</b> .....	215
8.8.1	Kontrastmittelinjektion.....	216
8.8.2	Aufklärung zu medizinischen Untersuchungen und Eingriffen.....	216
	Literatur.....	218
<b>9</b>	<b>Strahlentherapie</b> .....	221
	<i>D. Dohr, C. Marks, J. Thiele</i>	
9.1	<b>Historische Entwicklung</b> .....	223
9.1.1	Die „Neue Art von Strahlen“ und deren Nebenwirkung.....	223

9.1.2	Die Entdeckung der Radioaktivität .....	224
9.1.3	Die Telekobalttherapie .....	224
9.1.4	Der Linearbeschleuniger .....	224
9.1.5	Die Geschichte der Bestrahlungsplanung .....	225
9.2	<b>MTRA in der Strahlentherapie mit speziellem Strahlenschutz</b> .....	225
9.2.1	Aufgaben der MTRA in der Strahlentherapie .....	225
9.2.2	Strahlenschutz in der Strahlentherapie .....	227
9.3	<b>Aufbau und Funktion radioonkologischer Bestrahlungsgeräte</b> .....	230
9.3.1	Linearbeschleuniger .....	230
9.3.2	Dosisverteilung im Gewebe .....	234
9.3.3	Dosisverteilung im Bestrahlungsplan .....	236
9.3.4	Bestrahlungstechniken .....	237
9.3.5	Linearbeschleuniger speziellen Bautyps .....	240
9.3.6	Röntgentherapiegeräte .....	241
9.3.7	Brachytherapie .....	242
9.3.8	Partikeltherapie .....	243
9.4	<b>Tumorpathologie</b> .....	247
9.4.1	Ursprung und Wachstum der Krebszelle .....	247
9.4.2	Histo-pathologische Begutachtung .....	249
9.4.3	Krebsentstehung .....	250
9.4.4	Tumorklassifikationen .....	251
9.4.5	Zellreaktionen bei Strahleneinwirkung .....	253
9.4.6	Wirkung der Bestrahlung auf Krebszellen .....	254
9.4.7	Das linearquadratische Modell zur Beschreibung der Zell-Schädigung bzw. Zell- Erholung nach Bestrahlung .....	256
9.4.8	Wirkung der Bestrahlung auf gesunde Zellen .....	257
9.5	<b>Möglichkeiten und Prinzipien der Radioonkologie</b> .....	258
9.5.1	Therapiekonzepte in der Radioonkologie .....	258
9.5.2	Fraktionierungskonzepte .....	260
9.6	<b>Bestrahlungsplanung</b> .....	261
9.6.1	Diagnose und Vorstellung im Tumorboard .....	261
9.6.2	Information des Patienten, Einschätzung der Durchführbarkeit, spezielle Vorbereitungen ..	261
9.6.3	Bestrahlungsverordnung .....	262
9.6.4	Lagerung des Patienten und Planungs-CT .....	262
9.6.5	3D-CT-Planung .....	263
9.6.6	Weiterverarbeitung des CT: Fusion und Konturierung .....	264
9.6.7	Erstellen des Bestrahlungsplanes .....	265
9.6.8	Beurteilung und Freigabe des Bestrahlungsplanes .....	265
9.6.9	Erste Bestrahlung mit Verifikation .....	266
9.7	<b>Der Patient in der Radioonkologie</b> .....	267
9.7.1	Information der Patienten .....	267
9.7.2	Psychoonkologische Betreuung .....	268
9.7.3	Einschränkungen während der Bestrahlung .....	269
9.7.4	Ängste des Patienten .....	271
9.7.5	Maßnahmen zur Vermeidung/Behandlung radiogener Nebenwirkungen .....	272
9.8	<b>Allgemeine Qualitätskriterien nach Leitlinien</b> .....	274
9.8.1	Richtlinien, Leitlinien und Empfehlungen .....	274

9.8.2	Evidenzbasierte Medizin (EBM) .....	275
9.8.3	Standard Operating Procedure (SOP) .....	275
	Literatur .....	277
<b>10</b>	<b>Nuklearmedizin</b> .....	<b>281</b>
	<i>U. Blum, T. Hartmann, I. Offenhäusser</i>	
10.1	Historische Entwicklung, Abbildungs- und Therapiemöglichkeiten .....	282
10.1.1	Abbildungsmöglichkeiten .....	282
10.1.2	Therapiemöglichkeiten .....	283
10.2	MTRA in der Nuklearmedizin mit speziellem Strahlenschutz .....	286
10.2.1	Heißlabor .....	286
10.2.2	Gammakamera .....	287
10.2.3	Verlassen der Abteilung .....	288
10.3	Detektion von Radioaktivität .....	288
10.3.1	Grundlagen .....	288
10.3.2	Szintillationsdetektoren .....	289
10.3.3	Messsysteme im Strahlenschutz .....	291
10.4	Bildentstehungssysteme .....	293
10.4.1	Gammakamera .....	293
10.4.2	Qualitätskontrolle der Gammakamera .....	301
10.5	Radionukleotide in der medizinischen Anwendung .....	303
10.5.1	Diagnostische Bildgebung .....	304
10.6	Radiopharmakologie .....	305
10.7	Qualitätssicherungsmaßnahmen von Radiopharmaka .....	305
10.7.1	Radioisotopenreinheit .....	306
10.7.2	Chemische Reinheit .....	307
10.7.3	Radiochemische Reinheit .....	307
10.7.4	Spezifische Aktivität .....	309
10.7.5	Stabilität .....	309
10.7.6	Mikrobiologische Reinheit .....	309
10.8	Kontamination und Dekontaminationsmaßnahmen .....	309
10.9	Allgemeine Qualitätskriterien laut Leitlinien .....	311
	Literatur .....	312

### III MTRA im Gesundheitswesen

<b>11</b>	<b>Stellenwert der MTRA im Gesundheitswesen</b> .....	<b>315</b>
	<i>T. Hartmann, M. Kahl-Scholz, Ch. Nowarra, C. Vockelmann</i>	
11.1	Organisation des Gesundheitswesen in Deutschland .....	316
11.2	Finanzierungsmöglichkeiten einer Radiologie .....	317
11.2.1	Ambulanter Sektor .....	317
11.2.2	Stationärer Sektor .....	318
11.3	Arbeiten im interdisziplinären Team .....	319
11.4	Entstehung von Gesundheit und Krankheit .....	322
11.4.1	Das innere Milieu .....	322
11.4.2	Grundbegriffe der Krankheitslehre .....	323

11.4.3	Krankheitsursachen .....	324
11.4.4	Wachstum und Wachstumsstörungen .....	325
11.5	<b>Hygienemaßnahmen</b> .....	327
11.5.1	Übertragungswege von Infektionskrankheiten .....	328
11.5.2	Krankenhausinfektionen .....	328
11.5.3	Verfahren zur Desinfektion .....	329
11.5.4	Umsetzung von Hygienestandards für MTRA .....	330
11.6	<b>Steriles Arbeiten</b> .....	336
11.6.1	Verpackung von Sterilgut .....	337
11.6.2	Lagerung von Sterilgut .....	337
11.6.3	Umgang mit Sterilgut .....	337
11.6.4	Vorbereitung von Injektionen und Infusionen .....	338
11.6.5	Steriles Ankleiden .....	338
11.7	<b>Der Patient im Krankenhaus</b> .....	340
11.8	<b>Gesund bleiben im MTRA-Beruf</b> .....	344
11.8.1	Belastungen im MTRA-Beruf .....	344
11.8.2	Hautschutz .....	345
11.8.3	Rückengerechtes Arbeiten .....	346
11.8.4	Stressbewältigung .....	346
	Literatur .....	348

## IV Diagnostik und medizinische Anwendungen

<b>12</b>	<b>Diagnostik und Therapie – allgemein</b> .....	353
	<i>T. Hartmann, M. Kahl-Scholz</i>	
12.1	Einführung in die medizinische Fachsprache .....	354
12.2	<b>Topographische Anatomie</b> .....	361
12.2.1	Grundlagen .....	362
12.2.2	Obere Extremität/Rumpf .....	364
12.2.3	Untere Extremität .....	377
12.2.4	Situs .....	383
12.2.5	Kopf und Hals .....	391
12.2.6	ZNS .....	397
12.2.7	Wichtige Gefäßbahnen auf einen Blick .....	398
12.3	<b>Voraussetzungen zu Diagnostik und Therapie</b> .....	401
12.3.1	Anamnese .....	402
12.3.2	Klinische Untersuchung .....	402
12.3.3	Aufklärung .....	403
12.3.4	Anleitung des Patienten zur Untersuchung .....	405
12.4	<b>Besonderheiten in der Pädiatrie</b> .....	405
12.4.1	Anatomie und Strahlenempfindlichkeit bei Kindern .....	405
12.4.2	Proportionen und Wachstum .....	405
12.4.3	Dichteverhältnisse .....	405
12.4.4	Strahlensensibilität .....	406
12.4.5	Angewandter Strahlenschutz .....	406
	Literatur .....	408



<b>13</b>	<b>Muskuloskelettales System</b> .....	<b>409</b>
	<i>M. Kahl-Scholz, I. Offenhäusser, C. Vockelmann</i>	
13.1	<b>Allgemeines</b> .....	<b>410</b>
13.1.1	Topographische Anatomie .....	410
13.1.2	Voraussetzungen zu Diagnostik und Therapie .....	410
13.2	<b>Radiologische Diagnostik</b> .....	<b>411</b>
13.2.1	Sonographie .....	411
13.2.2	Konventionelle Röntgendiagnostik .....	411
13.2.3	Durchleuchtung/Angiographie .....	412
13.2.4	Computertomographie (CT) .....	412
13.2.5	Kernspintomographie (MRT) .....	414
13.3	<b>Nuklearmedizinische Diagnostik und Therapie</b> .....	<b>415</b>
13.3.1	Untersuchungen des Knochens .....	415
13.4	<b>Wertigkeit</b> .....	<b>421</b>
13.5	<b>Therapeutische Möglichkeiten</b> .....	<b>421</b>
13.5.1	Radiologische Therapie .....	421
13.5.2	Strahlentherapie .....	422
13.5.3	Nuklearmedizinische Therapie .....	424
13.6	<b>Fallbeispiel</b> .....	<b>425</b>
	Literatur .....	426
<b>14</b>	<b>Herz und Blutgefäße</b> .....	<b>427</b>
	<i>U. Blum, M. Kahl-Scholz, C. Vockelmann</i>	
14.1	<b>Allgemeines</b> .....	<b>428</b>
14.1.1	Topographische Anatomie .....	428
14.1.2	Funktion .....	428
14.2	<b>Radiologische Diagnostik</b> .....	<b>428</b>
14.2.1	Sonographie .....	428
14.2.2	Konventionelle Röntgendiagnostik .....	429
14.2.3	Durchleuchtung/Angiographie .....	430
14.2.4	Computertomographie .....	431
14.2.5	Kernspintomographie .....	433
14.3	<b>Nuklearmedizinische Diagnostik</b> .....	<b>433</b>
14.3.1	Herz-SPECT und -PET .....	433
14.4	<b>Wertigkeit</b> .....	<b>437</b>
14.5	<b>Therapeutische Möglichkeiten</b> .....	<b>437</b>
14.5.1	Angiographie .....	437
14.6	<b>Fallbeispiele</b> .....	<b>438</b>
	Literatur .....	439
<b>15</b>	<b>Diagnostik und Therapie – Neurologie</b> .....	<b>441</b>
	<i>U. Blum, D. Dohr, M. Kahl-Scholz, C. Marks, C. Vockelmann</i>	
15.1	<b>Allgemeines</b> .....	<b>442</b>
15.1.1	Topographische Anatomie .....	442
15.1.2	Funktion .....	442
15.2	<b>Radiologische Diagnostik</b> .....	<b>442</b>
15.2.1	Sonographie .....	442
15.2.2	Konventionelle Röntgendiagnostik .....	442

15.2.3	Durchleuchtung/Angiographie .....	443
15.2.4	Computertomographie .....	443
15.2.5	Kernspintomographie .....	445
15.3	Nuklearmedizinische Diagnostik .....	446
15.3.1	Gehirn .....	446
15.3.2	Liquorraum .....	451
15.4	Wertigkeit .....	451
15.5	Therapeutische Möglichkeiten .....	451
15.5.1	Radiologische Therapie .....	451
15.5.2	Strahlentherapie bei Hirntumoren und -metastasen .....	452
15.6	Fallbeispiele .....	458
	Literatur .....	459
<b>16</b>	<b>Diagnostik und Therapie – Kopf/Hals</b> .....	<b>461</b>
	<i>U. Blum, M. Kahl-Scholz, C. Marks, C. Vockelmann</i>	
16.1	Allgemeines .....	462
16.1.1	Topographische Anatomie .....	462
16.1.2	Funktion .....	462
16.2	Radiologische Diagnostik .....	462
16.2.1	Sonographie .....	462
16.2.2	Konventionelle Röntgendiagnostik .....	462
16.2.3	Durchleuchtung/Angiographie .....	462
16.2.4	Computertomographie (CT) .....	463
16.2.5	Kernspintomographie (MRT) .....	464
16.3	Nuklearmedizinische Diagnostik .....	464
16.3.1	Tränenwegsszintigraphie .....	464
16.3.2	Speicheldrüsenszintigraphie .....	465
16.3.3	HNO-Tumore .....	465
16.4	Wertigkeit .....	466
16.5	Strahlentherapeutische Möglichkeiten .....	466
16.5.1	Kopf-/Halstumore .....	466
16.5.2	Einzelne Tumorentitäten im Überblick .....	468
16.6	Fallbeispiele .....	469
	Literatur .....	469
<b>17</b>	<b>Diagnostik und Therapie – Respiratorisches System</b> .....	<b>471</b>
	<i>J. Thiele, I. Offenhäusser, C. Vockelmann</i>	
17.1	Allgemeines .....	472
17.1.1	Topographische Anatomie .....	472
17.2	Radiologische Diagnostik .....	472
17.2.1	Sonographie .....	472
17.2.2	Konventionelle Röntgendiagnostik .....	472
17.2.3	Durchleuchtung/Angiographie .....	472
17.2.4	Computertomographie .....	473
17.2.5	Kernspintomographie .....	473
17.3	Nuklearmedizinische Diagnostik .....	474
17.3.1	Voraussetzungen zur Diagnostik .....	474
17.3.2	Lungenventilations/-perfusionsszintigraphie .....	474

17.3.3	Bestimmung der postoperativen Lungenfunktion .....	476
17.3.4	Rechts-Links-Shunt .....	476
17.3.5	Pulmonale Hypertonie .....	477
17.3.6	Mukoziliäre Clearance .....	477
17.3.7	Lungen-PET .....	478
17.4	Wertigkeit .....	478
17.5	Therapeutische Möglichkeiten .....	478
17.5.1	Radiologische Therapie .....	478
17.5.2	Strahlentherapie .....	479
17.6	Fallbeispiele .....	481
	Literatur .....	482
<b>18</b>	<b>Diagnostik und Therapie – Gastrointestinales System .....</b>	<b>483</b>
	<i>U. Blum, D. Dohr, M. Kahl-Scholz, C. Vockelmann</i>	
18.1	Allgemeines .....	484
18.1.1	Topographische Anatomie .....	484
18.1.2	Funktion .....	484
18.2	Radiologische Diagnostik .....	485
18.2.1	Sonographie .....	485
18.2.2	Konventionelle Röntgendiagnostik .....	485
18.2.3	Durchleuchtung/Angiographie .....	486
18.2.4	Computertomographie .....	487
18.2.5	Kernspintomographie .....	488
18.3	Nuklearmedizinische Diagnostik .....	490
18.3.1	Oesophagus .....	490
18.3.2	Magen .....	491
18.3.3	Leber .....	491
18.3.4	Darm .....	494
18.3.5	Pankreas .....	496
18.3.6	Resorptionstest .....	497
18.4	Wertigkeit .....	497
18.5	Therapeutische Möglichkeiten .....	497
18.5.1	Radiologische Therapie .....	497
18.5.2	Strahlentherapie .....	498
18.6	Fallbeispiele .....	504
	Literatur .....	505
<b>19</b>	<b>Diagnostik und Therapie – Urogenitales System .....</b>	<b>507</b>
	<i>U. Blum, M. Kahl-Scholz, C. Marks, C. Vockelmann</i>	
19.1	Allgemeines .....	508
19.1.1	Topographische Anatomie .....	508
19.1.2	Funktion .....	508
19.2	Radiologische Diagnostik .....	508
19.2.1	Sonographie .....	508
19.2.2	Konventionelle Röntgendiagnostik .....	508
19.2.3	Durchleuchtung/Angiographie .....	509
19.2.4	Computertomographie .....	509
19.2.5	Kernspintomographie .....	510

19.3	Nuklearmedizinische Diagnostik .....	510
19.3.1	Nierenzintigraphie .....	510
19.3.2	Hodenzintigraphie .....	515
19.4	Wertigkeit.....	515
19.5	Therapeutische Möglichkeiten .....	516
19.5.1	Radiologische Therapie .....	516
19.5.2	Strahlentherapie .....	516
19.6	Fallbeispiele.....	521
	Literatur .....	521
20	Diagnostik und Therapie – Gynäkologie.....	523
	<i>U. Blum, M. Kahl-Scholz, C. Marks, J. Thiele, C. Vockelmann</i>	
20.1	Allgemeines.....	524
20.1.1	Topographische Anatomie .....	524
20.1.2	Funktion.....	524
20.2	Radiologische Diagnostik .....	524
20.2.1	Sonographie .....	524
20.2.2	Konventionelle Röntgendiagnostik.....	524
20.2.3	Computertomographie .....	527
20.2.4	Kernspintomographie .....	527
20.3	Nuklearmedizinische Diagnostik und Therapie .....	528
20.3.1	Mammakarzinom .....	528
20.3.2	Vulvakarzinom .....	529
20.3.3	SLN-Diagnostik bei anderen gynäkologischen Tumoren .....	530
20.3.4	Ovarialkarzinome .....	530
20.4	Wertigkeit.....	530
20.5	Therapeutische Möglichkeiten .....	530
20.5.1	Radiologische Therapie .....	530
20.5.2	Strahlentherapie .....	532
20.6	Fallbeispiele.....	536
	Literatur .....	537
21	Diagnostik und Therapie – Endokrinologisches System .....	539
	<i>D. Dohr, I. Offenhäusser, C. Marks, C. Vockelmann</i>	
21.1	Allgemeines.....	540
21.1.1	Schilddrüse .....	540
21.1.2	Nebenschilddrüsen.....	540
21.1.3	Nebennieren.....	540
21.2	Radiologische Diagnostik .....	541
21.2.1	Sonographie .....	541
21.2.2	Konventionelle Röntgendiagnostik.....	541
21.2.3	Durchleuchtung/Angiographie .....	542
21.2.4	Computertomographie .....	542
21.2.5	Kernspintomographie .....	543
21.3	Nuklearmedizinische Diagnostik .....	544
21.3.1	Schilddrüse (Glandula thyroidea).....	544
21.3.2	Nebenschilddrüsen (Glandulae parathyroideae).....	548
21.3.3	Nebenniere (Glandula suprarenalis) .....	548

21.4	Wertigkeit .....	549
21.5	Therapeutische Möglichkeiten .....	549
21.5.1	Strahlentherapie .....	549
21.5.2	Nuklearmedizinische Therapie .....	550
21.6	Fallbeispiele .....	552
	Literatur .....	553
<b>22</b>	<b>Diagnostik und Therapie – Lymphatisches System .....</b>	<b>555</b>
	<i>M. Kahl-Scholz, I. Offenhäusser, J. Thiele, C. Vockelmann</i>	
22.1	Allgemeines .....	556
22.1.1	Topographische Anatomie .....	556
22.1.2	Funktion .....	556
22.2	Radiologische Diagnostik .....	556
22.2.1	Sonographie .....	556
22.2.2	Konventionelle Röntgendiagnostik .....	556
22.2.3	Durchleuchtung/Angiographie .....	557
22.2.4	Computertomographie .....	557
22.2.5	Kernspintomographie .....	558
22.3	Nuklearmedizinische Diagnostik .....	559
22.3.1	Einführung in die Sentinel-Lymphknoten-Szintigraphie .....	559
22.3.2	Topographische Anatomie am Beispiel des Mammakarzinoms .....	559
22.3.3	Sentinel-Lymphknoten-Szintigraphie am Beispiel des Mammakarzinoms .....	560
22.4	Wertigkeit .....	565
22.5	Therapeutische Möglichkeiten .....	565
22.5.1	Radiologische Therapieverfahren .....	565
22.5.2	Strahlentherapie .....	566
22.5.3	Radioimmuntherapie .....	568
22.6	Fallbeispiele .....	568
	Literatur .....	569
<b>23</b>	<b>Diagnostik und Therapie – Haut und Hautanhangsgebilde .....</b>	<b>571</b>
	<i>U. Blum, D. Dohr C. Vockelmann</i>	
23.1	Allgemeines .....	572
23.2	Radiologische Diagnostik .....	572
23.3	Nuklearmedizinische Diagnostik .....	572
23.3.1	Malignes Melanom .....	572
23.3.2	Kutane Lymphome .....	574
23.3.3	Merkelzellkarzinom .....	574
23.3.4	Weichteilraumforderungen .....	574
23.4	Wertigkeit .....	574
23.5	Therapeutische Möglichkeiten .....	575
23.5.1	Strahlentherapie der Hauttumore .....	575
23.6	Fallbeispiele .....	576
	Literatur .....	578

## V Qualitätsmanagement und Berufspraxis

<b>24</b>	<b>Qualitätssicherung und Management</b> .....	<b>581</b>
	<i>T. Hartmann, Ch. Nowarra, C. Vockelmann</i>	
24.1	<b>Konstanzprüfung in der Radiologischen Diagnostik</b> .....	<b>582</b>
24.1.1	Allgemeine Rechtsvorschriften nach §.16 RöV. ....	582
24.1.2	Messmittel und Prüfkörper. ....	583
24.1.3	Kenngößen .....	583
24.1.4	Aufbewahrungsfristen .....	584
24.1.5	MTRA-relevante Konstanzprüfungen .....	585
24.2	<b>Konstanzprüfung in der Strahlentherapie</b> .....	<b>586</b>
24.2.1	Überprüfung der bildgebenden Verfahren zur Bestrahlungsplanung .....	586
24.2.2	Überprüfung der mechanischen und geometrischen Sicherheit von Bestrahlungsgeräten .....	586
24.2.3	Überprüfung der Dosisverteilung innerhalb des Bestrahlungsfeldes .....	587
24.2.4	Konstanzprüfung am Simulator .....	587
24.2.5	Tägliche Konstanzprüfung am Linearbeschleuniger .....	587
24.2.6	Kontrolle des Bestrahlungsfeldes .....	589
24.2.7	Weitere Konstanzprüfungen .....	589
24.3	<b>Konstanzprüfungen in der Nuklearmedizin</b> .....	<b>589</b>
24.3.1	Gammakamera .....	590
24.3.2	Aktivimeter .....	593
24.3.3	Sondenmessplätze .....	594
24.3.4	Positronenemissionstomographen (PET) .....	595
24.4	<b>RIS/PACS inklusive Datenschutz</b> .....	<b>596</b>
24.5	<b>Qualitätsmanagement</b> .....	<b>598</b>
24.5.1	Historische Entwicklung .....	599
24.5.2	Qualitätsbegriffe im Gesundheitswesen .....	600
24.5.3	Aufbau eines QM-Systems .....	602
	Literatur .....	605
<b>25</b>	<b>Im Beruf</b> .....	<b>607</b>
	<i>T. Hartmann, K. Kara, C. Vockelmann</i>	
25.1	<b>Lebenslanges Lernen</b> .....	<b>608</b>
25.2	<b>Karriereplanung und alternative Berufsfelder</b> .....	<b>610</b>
25.3	<b>Wissenschaftliches Arbeiten</b> .....	<b>612</b>
25.3.1	Notwendigkeit und Definition .....	613
25.3.2	Grundlagen der Evidenz-basierten Praxis .....	614
25.3.3	Diagnostische Genauigkeitsstudien .....	616
25.4	<b>Arbeits- und Tarifrecht</b> .....	<b>618</b>
25.4.1	Arbeitsrecht .....	618
25.4.2	Tarifrecht .....	622
25.5	<b>Extremsituationen</b> .....	<b>624</b>
25.5.1	Polytrauma .....	624
25.5.2	Anaphylaktoide Reaktion .....	624
25.5.3	CT-gesteuerte Punktion .....	624
25.5.4	Krampfanfall während Stentangioplastie .....	625
25.5.5	CT-gesteuerte virtuelle Autopsie/Post-mortem CT .....	625
	Literatur .....	627

**Serviceteil .....629**  
Webquellen und hilfreiche Links .....630  
Glossar technischer und physikalischer Begriffe .....632  
Stichwortverzeichnis .....640