

Inhaltsverzeichnis

Allgemeiner Teil

1

Physikalisch-technische und apparative Grundlagen der radiologischen Diagnostik

3

1	Historischer Überblick	3
1.1.	Entdeckung der Röntgenstrahlen	3
1.2.	Wesentliche Daten zur Geschichte der radiologischen Diagnostik	4
2	Aufbau eines Instituts für diagnostische Radiologie	11
2.1.	Röntgenanlagen und Aufnahmeplätze	11
2.2.	Organisation	12
2.3.	Personal	12
2.4.	Der Patientenkontakt	12
2.5.	Risiken der Röntgendiagnostik	13
3	Physikalisch-technische und apparative Grundlagen der radiologischen Diagnostik	15
3.1.	Physikalische Grundlagen	15
3.1.1.	Allgemeiner Atomaufbau und Radioaktivität	15
3.1.2.	Elektromagnetische Wellen und Korpuskularstrahlen	17
3.1.3.	Röntgenbremsstrahlung / Kontinuierliches Röntgenspektrum / Charakteristische Röntgenstrahlung	17
3.1.4.	Wechselwirkung von elektromagnetischer Strahlung mit Materie Klassische Streuung / Photoeffekt / Comptoneffekt / Paarbildung	18
3.2.	Röntgenstrahler / Röntgenröhre	20
3.2.1.	Aufbau und allgemeine Merkmale eines Röntgenstrahlers	20
3.2.2.	Kathode und Fokussierungseinrichtung	21
3.2.3.	Anode und Brennfleck (Anodenmaterial und -arten)	22
3.2.4.	Filterung	25
3.3.	Der Röhrengenerator	25
3.3.1.	Hochspannungstransformator / Gleichrichter / Heizstromerzeuger	25
3.3.2.	Schalttisch und Belastungsautomatik der Generatoren	27
3.3.3.	Programmierte Aufnahmetechnik / Multimatik-System / Organautomatik	27
4	Belichtung / Belichtungsautomatik	28
4.1.	Komponenten der Belichtung	28
4.1.1.	Spannung / Stromstärke / Zeit	28
4.1.2.	Einflüsse auf die Expositionsdaten: Dicke / Dichte / Ordnungszahl Aufzeichnungssystem / Raster / Blenden / Fokus-Film-Abstand	29
4.2.	Prinzip der Belichtungsautomatik	29
4.2.1.	Wahl der Meßfelder für die Untersuchungen	29
4.2.2.	Richtlinien beim Arbeiten mit der Belichtungsautomatik / Fehlermöglichkeiten	30
4.2.3.	Dosis	31

5	Geometrische Abbildungsgesetze	33
5.1.	Zentralprojektion / Schrägprojektion	33
5.2.	Projektionsgesetze / Vergrößerungsaufnahmen	33
5.3.	Das Abstandsquadratgesetz / Fernaufnahmen / Parallaxe	34
6	Radiologische Aufzeichnungssysteme / Filme / Folien / Filmverarbeitung	35
6.1.	Klassifizierung radiologischer Aufzeichnungssysteme	35
6.1.1.	Grundlagen der Bildentstehung.....	35
6.2.	Röntgenfilme	36
6.2.1.	Aufbau	36
6.2.2.	Bildentstehung	36
6.2.3.	Filmentwicklung	37
6.2.4.	Fixierung und Wässerung	37
6.2.5.	Kenngößen	37
6.3.	Verstärkungsfolien	39
6.3.1.	Einteilung, Aufbau und Eigenschaften	39
6.3.2.	Folienarten	40
6.3.3.	Empfindlichkeit der Film-Folien-Systeme (FFS)	40
6.4.	Kontrast	42
6.5.	Das Auflösungsvermögen	43
6.6.	Das Rauschen	44
7	Qualität des Röntgenbildes	44
7.1.	Bezeichnung und Kennzeichnung der Röntgenaufnahmen	44
7.2.	Unschärfefaktoren	45
7.2.1.	Geometrische Unschärfe	45
7.2.2.	Bewegungsunschärfe	46
7.2.3.	Beziehung zwischen den einzelnen Unschärfefaktoren.....	46
7.3.	Kontrastübergangszone und Kontrastgradient	46
7.4.	Kontrast	47
7.4.1.	Strahlenkontrast und Bildkontrast	48
7.4.2.	Quantenrauschen	48
7.4.3.	Modulationsübertragungsfunktion	49
7.4.4.	Kontrastbeeinflussung	50
7.5.	Maßnahmen zur Verringerung der Streustrahlung	50
7.6.	Streustrahlenraster (SSR)	51
7.6.1.	Wirkungsweise.....	51
7.6.2.	Aufbau und Kenngößen	51
7.6.3.	Rastertypen.....	52
7.6.4.	Streustrahlenreduktion	53
8	Apparative Grundausrüstung eines Institutes für diagnostische Radiologie	54
8.1.	Röntgenröhrenstative	54
8.2.	Rasteraufnahmetisch / Rasterwandstativ	55
8.3.	Fahrbare Röntgenapparate	56
8.4.	Röntgendurchleuchtungsgeräte	57
8.4.1.	Allgemeines.....	57
8.4.2.	Aufbau	57

8.4.3.	Aufbau und Funktion der Bildverstärker-Fernsehanlage	58
8.4.4.	Durchleuchtungsregelung	60
8.4.5.	Elektronische Bildspeicherung	60
8.4.6.	Digitale Aufnahmetechniken und gepulste Durchleuchtung	61
8.4.7.	Modulationsübertragungsfunktion (MTF) des Bildverstärkers und des Fernsehübertragungssystems	62
8.4.8.	Mittelformatkameratechnik	63
8.4.9.	Röntgenkinematographie	63
8.4.10.	Vergleich der Dosis bzw. Dosisleistung der Bildwiedergabesysteme (FFS/BV)	63
9	Spezialaufnahmegeräte und spezielle diagnostische Techniken	64
9.1.	Tomographie	64
9.1.1.	Prinzip und Funktionsweise / Verwischungsfiguren / Einstellung	64
9.2.	Weichstrahltechnik-Mammographie	66
9.2.1.	Anatomie	66
9.2.2.	Aufbau und Eigenschaften von Mammographiegeräten	66
9.2.3.	Lagerung und Aufnahmetechniken	68
9.2.4.	Strahlenbelastung	70
9.2.5.	Spezielle Anwendungsgebiete und Einsatztechniken	70
9.2.6.	Bildanalyse	72
9.2.7.	Weitere Untersuchungsverfahren zur Mammadiagnostik	74
9.3.	Hartstrahltechnik und ihre Anwendung	75
9.4.	Slot-Technik	77
9.5.	Angiographie-Einrichtungen	77
9.5.1.	Einleitung	77
9.5.2.	Möglichkeiten der Gefäßdarstellung	78
9.5.3.	Komponenten des Angiographie - Arbeitsplatzes	78
9.5.3.1.	Röntgenerators und Röntgenröhre	79
9.5.3.2.	Der Bildverstärker	80
9.5.3.3.	Die Hochdruckspritze	80
9.5.3.4.	Der Patientenlagerungstisch	80
9.5.3.5.	Aufzeichnungssysteme	81
9.5.3.6.	Bildverarbeitung und Archivierung	81
9.6.	Neuroradiologische Aufnahmegeräte	82
10	Digitale Radiographie (DR)	83
10.1.	Einleitung	83
10.1.1.	Einteilung digitaler Detektionssysteme	83
10.1.2.	Grundbegriffe	84
10.1.3.	Digitalisierung der Bildinformation	84
10.1.4.	Digitale Bildverarbeitung / Prozessing	86
10.1.4.1.	Kontrast- und Helligkeitsveränderungen (Grauwerttransformation)	86
10.1.4.2.	Kantenanhebung und Dynamikkompensation	87
10.1.4.3.	Bildsubtraktion	88
10.1.4.4.	Vergrößerung	89
10.2.	Digitale Bildverstärkerradiographie	89
10.3.	Digitale Lumineszenz Radiographie (DLR)	90
10.3.1.	Speicherfolienradiographie	90
10.3.2.	Selendetektorradiographie	91

10.3.3.	Digitale Direktradiographie	91
10.4.	Technische Parameter und Qualitätsmerkmale digitaler Systeme	93
10.4.1.	Ortsauflösung	93
10.4.2.	Dynamikbereich	94
10.4.3.	Quanteneffizienz	94
10.4.4.	Vergleich digitaler - analoger Bildaufzeichnungssysteme	94
11	Computertomographie (CT)	96
11.1.	Einführung	96
11.2.	Indikationen und Vergleich mit anderen Schnittbildtechniken	97
11.3.	Dosis bei CT-Untersuchungen	97
11.4.	Aufbau eines CT / Funktionsbestandteile	98
11.4.1.	Abtasteinheit / Lagerungstisch	98
11.4.2.	Detektorsysteme	99
11.4.3.	Rechnereinheit	100
11.4.4.	Bedieneinheit	101
11.5.	Auflösungsvermögen / Bildmatrix	101
11.6.	Elektronische Fenstertechnik / Bildanalyse / Artefakte	103
11.7.	Spiral-CT	106
11.7.1.	Einführung und Bildrekonstruktion	106
11.7.2.	Technische Durchführung und Fehlermöglichkeiten	107
11.7.3.	Vorteile und Einsatzmöglichkeiten	108
11.8.	Mehrschicht - Spiral - CT (MSCT)	109
11.8.1.	Einführung	109
11.8.2.	Aufbau des Detektorsystems	109
11.8.3.	Untersuchungsparameter	111
11.8.4.	Bildberechnung	112
11.8.5.	Neue Anwendungen bei der MSCT	112
11.8.5.	Untersuchungsregionen	114
12	Magnetresonanztomographie (MRT)	115
12.1.	Geschichtlicher Hintergrund	115
12.2.	Einführung	115
12.3.	Indikationen	116
12.4.	Aufbau eines MRT	117
12.4.1.	Magnetsystem	117
12.4.2.	Gradientenspulen	118
12.4.3.	Hochfrequenzsystem	119
12.4.4.	Bedien- und Auswertekonsole / Computer	120
12.5.	Sicherheitsaspekte / Patientenvorbereitung	120
12.5.1.	Umgebungssicherheit	120
12.5.2.	Sicherheit des Patienten	121
12.6.	Kernspineffekt / Präzession	122
12.6.1.	Wasserstoff / Längsmagnetisierung	123
12.6.2.	Lamorfrequenz / Quermagnetisierung	123
12.6.3.	Relaxation T1 / T2	125
12.6.3.1.	Längsrelaxation T1 (Spin - Gitter)	125
12.6.3.2.	Querrelaxation T2 (Spin - Spin)	126
12.6.4.	Kodierung des MR-Signals / K-Raum	127

12.6.5.	Bildparameter	128
12.6.5.1	T1 - Kontrast	129
12.6.5.2	T2 - Kontrast	129
12.6.5.3	Protonendichte	132
12.6.5.4	Vorpulse	132
12.7.	Techniken und Sequenzen	133
12.7.1.	Spin-Echo-Sequenz (SE-Sequenz)	133
12.7.2.	Multislice-Methode	134
12.7.3.	Turbo-Spin-Echo-Sequenz (TSE)	134
12.7.4.	Echo-Planar-Imaging (EPI)	135
12.7.5.	Gradientenecho-Pulssequenz	135
12.7.6.	Gradienten- und Spin-Echo-Sequenz (GRASE)	136
12.7.7.	Erweiterte Basissequenzen	137
12.7.7.1.	Turbo Field Echo (TFE)	137
12.7.8.	Volumenakquisition (3D-Technik)	138
12.7.9.	Diffusionswichtung	138
12.7.10.	MR-Angiographie	138
12.8.	Artefakte	142
13	Sonographie	148
13.1.	Prinzip: Verhalten der Schallwellen	148
13.2.	Erzeugung und Empfang von Schallwellen	148
13.3.	Begriffsdefinitionen	149
13.4.	Eigenschaften von Schallwellen	150
13.5.	Bildbeeinflussende Größen	150
13.6.	Artefakte	151
13.7.	Aufbau eines Schallkopfes	152
13.8.	Bildverarbeitung	153
13.9.	Dopplersonographie	154
14	Archivierungssysteme	155
14.1.	Konventionelle Archivierung	155
14.2.	Elektronische Archivierungs- und Vernetzungssysteme	155
14.2.1.	Digitale Speicherung / Archivierung	155
14.2.2.	Digitale Filmdokumentation	158
14.2.3.	Digitale Vernetzung und Kommunikation	159
15	Qualitätssicherung in der radiologischen Diagnostik	160
15.1.	Allgemeines	160
15.2.	Röntgendiagnostik	161
15.2.1.	Ärztliche Qualitätsanforderungen in der allgemeinen Röntgendiagnostik	161
15.2.2.	Ärztliche Qualitätsanforderungen in der Computertomographie	162
15.2.3.	Betrachtungsbedingungen	163
15.3.	Qualitätssicherung nach §16 der RÖV	164
15.3.1.	Abnahmeprüfung	164
15.3.2.	Konstanzprüfung	166
15.3.3.	Ärztliche Stelle	167
15.4.	Aufzeichnungs- und Aufbewahrungspflicht nach §28 RÖV	167
15.5.	Richtlinien Fachkunde und Strahlenschutzkenntnisse nach RÖV	168

15.5.1.	Fachkunde im Strahlenschutz	168
15.5.2.	Kenntnisse im Strahlenschutz	169
15.5.3.	Organisation Strahlenschutz	169
15.6.	Dosismessgeräte und Strahlenschutz	170
15.6.1.	Dosismessgeräte	170
15.6.2.	Strahlenschutz	170
16	Konstanzprüfung in der Bildgebenden Diagnostik (Dipl.-Ing. B. Hering)	171
16.1.	Allgemeines / Rechtliche Grundlagen	171
16.2.	Konstanzprüfung an Aufnahme- und Durchleuchtungseinrichtungen	171
16.2.1.	Filmverarbeitung (Minimaldichte, Empfindlichkeits- und Kontrastindex	171
16.2.2.	Dunkelkammerprüfung	172
16.2.3.	Kassettenprüfung	172
16.2.4.	Betrachtungsgeräte und -bedingungen	173
16.2.5.	Artefaktprüfung	173
16.3.	Konstanzprüfung bei der Direktradiographie	174
16.3.1.	Durchführung und Dokumentation	174
16.4.	Konstanzprüfung bei Durchleuchtung, RBV	175
16.4.1.	Grenzwerte	175
16.5.	Konstanzprüfung in der Mammographie	176
16.5.1.	Prüfverfahren	177
16.5.2.	Grenzwerte der Prüfungen	178
16.6.	Konstanzprüfung in der zahnärztlichen Röntgenaufnahmetechnik	179
16.7.	Konstanzprüfung bei CT-Einrichtungen	180
16.8.	Konstanzprüfung bei Einrichtungen zur digitalen Subtraktionsangiographie	181
16.9.	Konstanzprüfung an Betrachtungsgeräten und Bilddokumentationssystemen	182
16.10.	Konstanzprüfung an Bildwiedergabegeräten für die Befundung in der Heilkunde	182
16.11.	Konstanzprüfung an Bildwiedergabegeräten für die Befundung in der Zahnheilkunde	184
16.12.	Konstanzprüfung bei der Projektionsradiographie mit digitalem Bildempfänger-System	184
16.12.1.	Grenzwerte	185

Spezieller Teil 187

Bildgebende Diagnostik des Skelettsystems 189

17	Stellenwert bildgebender Verfahren	189
17.1.	Übersichtsaufnahmen	189
17.2.	Spezialaufnahmen	189
17.2.1.	Gehaltene Aufnahmen	189
17.2.2.	Funktionsaufnahmen	190
17.2.3.	Detailaufnahmen-Zielaufnahmen	190
17.2.4.	Durchleuchtung	190
17.3.	Tomographie	191
17.4.	Kontrastmitteluntersuchungen am Skelettsystem	191
17.4.1.	Arthrographie	191
17.5.	Computertomographie (CT)	191
17.6.	Magnetresonanztomographie	193

17.7.	Sonographie	194
17.8.	Nuklearmedizin	195
18	Knochenveränderungen	197
18.1.	Osteoporose	198
18.2.	Osteosklerose	199
18.3.	Osteonekrose	200
18.4.	Osteolyse	201
18.5.	Osteodystrophie	202
19	Spezielle Knochenerkrankungen	203
19.1.	Anomalien und Fehlbildungen	203
19.2.	Degenerative Veränderungen	204
19.3.	Traumatische Veränderungen	204
19.3.1.	Anatomischer Sitz und Ausdehnung	205
19.3.2.	Bruchtyp / Richtung der Frakturlinie	205
19.3.3.	Fragmentstellung	207
19.3.4.	Besondere Frakturmerkmale / Begleitveränderungen / Luxation	207
19.3.5.	Sonderformen	208
19.3.6.	Frakturheilung	210
19.3.6.1.	Geschlossene, konservative Frakturheilung	210
19.3.6.2.	Operative, primäre Frakturheilung	210
19.4.	Entzündliche Veränderungen	212
19.4.1.	Bakterielle Veränderungen	212
19.4.2.	Nicht infektiöse Knochenveränderungen	213
19.5	Primäre und sekundäre Knochengeschwülste	214
19.5.1.	Benigne Knochentumoren	215
19.5.2.	Semimaligne Knochentumoren	217
19.5.3.	Maligne Knochentumoren	217
19.5.4.	Tumorähnliche Knochenveränderungen	217
19.5.5.	Metastasierung	218
Grundlagen der Röntgenanatomie		219
20	Allgemeines	219
20.1.	Ebenen des Körpers	219
20.2.	Gliederung des menschlichen Körpers	221
20.3.	Einteilung in Funktionseinheiten / Organsysteme:	221
20.4.	Bewegungsapparat (Knochenverbindungen und Gelenke)	222
20.4.1.	Knochenverbindungen	222
20.4.1.1.	Knochenverbindungen (gering oder nicht beweglich)	222
20.4.1.2.	Bewegliche Knochenverbindungen (Gelenke)	222
20.4.1.2.1.	Aufbau	222
20.4.1.2.2.	Gelenkformen	223
20.4.2.	Spezielle Erkrankungen der Gelenke	224
20.5.	Knochengewebe	226
20.5.1.	Aufbau	226
20.5.2.	Form und Makroskopischer Bau	227

Spezielle bildgebende Diagnostik der Organsysteme	228
21 Obere Extremitäten	228
21.1. Schultergürtel	228
21.1.1. Schulterblatt (Scapula)	228
21.1.2. Schlüsselbein (Clavicula)	229
21.1.3. Brustbein (Sternum)	229
21.2. Freie obere Extremität	229
21.2.1. Oberarm (Humerus)	229
21.2.1.1. Schultergelenk (Articulatio humeri)	229
21.2.2. Ellenbogengelenk (Articulatio cubiti)	229
21.2.3. Unterarm (Elle-Ulna / Speiche-Radius)	232
21.2.4. Handwurzelknochen (Ossa carpalia)	232
21.2.5. Mittelhandknochen (Ossa metacarpalia) / Finger (Digiti)	234
21.3. Sichtbare Veränderungen traumatischer-entzündlicher-degenerativer Genese	235
21.4. Einstelltechnik und Leitlinien der Bundesärztekammer: Obere Extremität	239
22 Untere Extremität	244
22.1. Becken (Pelvis)	244
22.1.1. Kreuzbein (Os sacrum) / Steißbein (Os coccygis)	244
22.1.2. Becken (Pelvis) / Hüftbein (Os coxae)	245
22.2. Freie untere Extremität	247
22.2.1. Oberschenkel (Femur) / Hüftgelenk (Articulatio coxae)	247
22.2.2. Kniegelenk (Articulatio genus)	248
22.2.3. Unterschenkel (Schienbein-Tibia / Wadenbein-Fibula) / Oberes Sprunggelenk	249
22.2.4. Fußskelett	250
22.3. Sichtbare Veränderungen traumatischer-entzündlicher-degenerativer Genese	251
22.4. Einstelltechnik und Leitlinien der Bundesärztekammer: Untere Extremität	256
23 Knöcherner Thorax	263
23.1. Brustbein (Sternum)	263
23.2. Rippen (Costae)	263
23.3. Anmerkungen	265
23.4. Einstelltechnik und Leitlinien der Bundesärztekammer: Knöcherner Thorax	266
24 Wirbelsäule - Columna Vertebralis	268
24.1. Allgemeine Bemerkungen	268
24.2. Aufbau eines Wirbels	268
24.3. Wirbelverbindungen	271
24.4. Hauptbewegungsrichtungen	272
24.5. Halswirbelsäule (HWS)	272
24.6. Brustwirbelsäule (BWS)	274
24.7. Lendenwirbelsäule (LWS) und Kreuzbein (Os sacrum)	275
24.8. Traumatologie	276
24.9. Sichtbare Veränderungen an der Wirbelsäule	281
24.10. Einstelltechnik und Leitlinien der Bundesärztekammer: Wirbelsäule	287
25 Schädel	290
25.1. Allgemeine Bemerkungen	290

25.2.	Gehirnschädel (Neurocranium)	291
25.2.1.	Os frontale = Stirnbein	292
25.2.2.	Os parietale = Scheitelbein	292
25.2.3.	Os occipitale = Hinterhauptsbein	292
25.2.4.	Os sphenoidale = Keilbein	292
25.2.4.1.	Fossa pterygopalatina = Flügelgaumengrube	293
25.2.5.	Os temporale = Schläfenbein	293
25.3.	Gesichtsschädel (Splanchnocranium)	296
25.3.1.	Maxilla = Oberkiefer	296
25.3.2.	Os palatinum = Gaumenbein	296
25.3.3.	Os zygomaticum = Jochbein	296
25.3.4.	Os lacrimale = Tränenbein	297
25.3.5.	Os nasale = Nasenbein	297
25.3.6.	Vomer = Pflugscharbein	297
25.3.7.	Conchae nasales = Nasenmuscheln	297
25.3.8.	Os ethmoidale = Siebbein	298
25.3.9.	Mandibula = Unterkieferknochen	298
25.4.	Aufbau des Schädeldachs	299
25.4.1.	Kopfschwarte	299
25.4.2.	Schädeldach = Calvaria = Kalotte	299
25.4.3.	Cavum subdurale	300
25.4.4.	Arachnoidea = Spinnenhaut	300
25.4.5.	Pia mater	300
25.5.	Schädelbasis	301
25.5.1.	Vordere Schädelgrube = Fossa cranii anterior	301
25.5.2.	Mittlere Schädelgrube = Fossa cranii media	302
25.5.3.	Hintere Schädelgrube = Fossa cranii posterior	302
	Synopsis Hirnnerven	303
25.6.	Augenhöhle (Orbita)	309
25.7.	Nasennebenhöhlen (Sinus paranasales = NNH)	310
25.7.1.	Sinus maxillaris = Oberkieferhöhle (KH)	310
25.7.2.	Sinus frontalis = Stirnhöhle (SH)	311
25.7.3.	Sinus sphenoidalis = Keilbeinhöhle (KBH)	311
25.7.4.	Cellulae ethmoidales = Siebbeinzellen	312
25.8.	Zähne (Dentes)	312
25.9.	Stellenwert der bildgebenden Verfahren	313
25.10.	Sichtbare Veränderungen	314
25.10.1.	Variationen und Fehlbildungen	314
25.10.2.	Traumatische Veränderungen	316
25.10.2.1.	Kalottenfrakturen	316
25.10.2.2.	Gesichtsschädel- und Schädelbasisverletzungen	317
25.10.3.	Entzündungen und Tumoren	318
25.10.4.	Tumoröse Veränderungen des knöchernen Schädels	324
25.11.	Einstelltechnik und Leitlinien der Bundesärztekammer: Schädel	326
26	Atmungsorgane	329
26.1.	Röntgenanatomie und Physiologie	329
26.1.1.	Funktion der Atmung	329
26.1.2.	Atemwege	329

26.1.3.	Begrenzung und Einteilung der Lunge	330
26.1.3.1.	Einteilung der Lungenlappen	331
26.1.4.	Das Lungenparenchym, Gefäße und Hilus	332
26.1.5.	Mediastinum und Herz	334
26.1.6.	Zwerchfell	336
26.1.7.	Pleura	337
26.2.	Stellenwert der bildgebenden Verfahren	338
26.2.1.	Standardaufnahmen	338
26.2.2.	Die Thoraxdurchleuchtung	339
26.2.3.	Tomographie / Bronchographie / Angiographie	339
26.2.4.	Computertomographie / MRT	340
26.2.5.	Nuklearmedizinische Untersuchungsverfahren	340
26.3.	Sichtbare Veränderungen	341
26.3.1.	Aufhellungen und Verschattungen	341
26.3.2.	Atelektase	343
26.4.	Spezielle Erkrankungen: Fehlbildungen / Traumatische, entzündliche und tumoröse Veränderungen	344
26.4.1.	Fehlbildungen	344
26.4.2.	Traumatische Veränderungen	346
26.4.3.	Entzündliche Veränderungen	347
26.4.3.1.	Die Pneumonie	347
26.4.3.2.	Pneumonische Komplikationen / Lungenabszesse	349
26.4.3.3.	Die Lungentuberkulose (Morbus Koch)	350
26.4.3.4.	Die Sarkoidose	353
26.4.3.5.	Autoimmunerkrankungen	354
26.4.4.	Chronisch obstruktive Lungenerkrankungen	355
26.4.1.4.	Inhalationsschäden und Staublungenerkrankung (Pneumokoniose)	358
26.4.6.	Tumoröse Veränderungen	359
26.4.7.	Pleura	363
26.4.8.	Mediastinale Veränderungen	365
26.4.8.1.	Mediastinale Raumforderungen	366
26.4.9.	Zwerchfell (Hernien)	367
26.4.10.	Bildgebung bei intensivmedizinischen Fragestellungen	368
26.5.	Einstelltechnik und Qualitätsleitlinien: Thoraxdiagnostik	371
27	Kontrastmitteluntersuchungen des Verdauungstraktes	373
27.1.	Allgemeine Bemerkungen	373
27.2.	Anatomie / Physiologie	373
27.2.1.	Mundhöhle / Pharynx	373
27.2.2.	Ösophagus	373
27.2.3.	Magen	375
27.2.4.	Duodenum / Dünndarm	375
27.2.5.	Dickdarm	376
27.3.	Patientenvorbereitung / Untersuchungsgang	377
27.3.1.	Ösophagus	377
27.3.2.	Magen	377
27.3.3.	Dünndarm	378
27.3.4.	Colon	379
27.3.5.	CT-Vorbereitung	381

27.4.	Sichtbare Veränderungen / Erkrankungen	381
27.4.1.	Ösophagus	381
27.4.2.	Magen	385
27.4.3.	Duodenum / Dünndarm	387
27.4.4.	Colon	391
27.4.5.	Ileus	395
28	Bildgebende Diagnostik von Leber / Gallensystem / Milz / Pankreas / Akutes Abdomen	398
28.1.	Anatomic und Physiologie	398
28.1.1.	Die Leber	398
28.1.2.	Das Pankreas	399
28.1.3.	Das Gallensystem	401
28.1.4.	Die Milz	402
28.1.5.	Die Peritonealhöhle	402
28.2.	Stellenwert der bildgebenden Verfahren	404
28.2.1.	CT-Diagnostik	404
28.2.2.	Kernspintomographie	406
28.2.3.	Gallenwege	407
28.3.	Sichtbare Veränderungen bzw. Erkrankungen	408
28.3.1.	Gutartige und bösartige primäre und sekundäre Lebertumoren / portale Hypertension / Cystische Leberveränderungen	408
28.3.1.1.	Diffuse pathologische Veränderungen der Leber	409
28.3.1.2.	Fokale pathologische Veränderungen der Leber	411
28.3.2.	Sichtbare Veränderungen der Gallenblase und der Gallengänge	419
28.3.2.1.	Cholelithiasis	419
28.3.2.2.	Cholecystitis / Cholecystolithiasis	420
28.3.2.3.	Choledocholithiasis	421
28.3.2.4.	Cholangitis	421
28.3.2.5.	Tumoren	422
28.3.3.	Sichtbare Veränderungen bzw. Erkrankungen des Pankreas	423
28.3.3.1.	Die Entzündung der Bauchspeicheldrüse (Pankreatitis)	423
28.3.3.2.	Primäre und sekundäre Pankreastumoren	424
28.3.4.	Sichtbare Veränderungen bzw. Erkrankungen der Milz	426
	Organvergrößerung bei Stoffwechsel- und Bluterkrankung / Zysten / Trauma	426
28.3.5.	Sichtbare Veränderungen bzw. Erkrankungen des Peritonealraums	427
28.4.	Das akute Abdomen	429
29	Harn- und Geschlechtsorgane	434
29.1.	Anatomic / Physiologie	434
29.1.1.	Niere	434
29.1.2.	Harnleiter	435
29.1.3.	Harnblase / Harnröhre	435
29.1.4.	Nebenniere	435
29.1.5.	Weibliche Geschlechtsorgane	436
29.1.6.	Männliche Geschlechtsorgane / Prostata	437
29.1.7.	Der Retroperitonealraum	437
29.2.	Untersuchungsmethoden	438
29.2.1.	Abdomenübersichtsaufnahme (Leeraufnahme)	438

29.2.2.	Patientenvorbereitung vor KM-Untersuchungen	438
29.2.3.	Ausscheidungsurogramm	438
29.2.4.	Retrograde Uretero- und Pyelographie	439
29.2.5.	Hystero-graphie / Hysterosalpingographie	440
29.2.6.	Ultraschalluntersuchung	440
29.2.7.	Computertomographie	441
29.2.8.	Kernspintomographie	442
29.2.9.	Angiographie	442
29.2.10.	Nuklearmedizin	443
29.3.	Sichtbare Veränderungen / Fehlbildungen	443
29.3.1.	Fehlbildungen	443
29.3.2.	Benigne Raumforderungen (RF) der Nieren	445
29.3.3.	Maligne Nierentumoren / Urothelkarzinom	447
29.3.4.	Nebennierentumoren	449
29.3.5.	Harnstauung / Urolithiasis	451
29.3.6.	Nephritis	452
29.3.7.	Gefäßerkrankungen	454
29.3.8.	Organverletzungen	455
29.3.9.	Veränderungen des Retroperitoneums	456
29.3.10.	Männliche Geschlechtsorgane / Prostata	457
29.3.11.	Weibliche Geschlechtsorgane	459
30	Fisteldarstellung	461
31	Gehirn und Rückenmark	462
31.1.	Anatomie und Physiologie	462
31.1.1.	Das Nervengewebe	462
31.1.2.	Einteilung	462
31.1.3.	Rückenmark und Spinalkanal	463
31.1.4.	Das Gehirn	464
31.1.5.	Hirnstamm (Medulla oblongata / Pons / Mittelhirn)	469
31.1.5.1.	Exkurs: Hirnnerven (s. a. Kap. 25.5.)	470
31.1.6.	Diencephalon (Zwischenhirn)	470
31.1.6.1.	Epithalamus / Thalamus dorsalis / Subthalamus und Hypothalamus	471
31.1.7.	Telencephalon (Endhirn)	471
31.1.8.	Liquor cerebrospinalis	473
31.2.	Stellenwert der bildgebenden Verfahren	475
31.3.	Sichtbare Veränderungen	479
31.3.1.	Mißbildungen und Malformationen von Gehirn und Rückenmark	479
31.3.2.	Phakomatosen	482
31.3.3.	Traumatische cerebrale und spinale Veränderungen	484
31.3.4.	Vaskuläre Erkrankungen	486
31.3.4.1.	Gefäßveränderungen	486
31.3.4.2.	Cerebrale Ischämie	490
31.3.4.3.	Hirnödem	494
31.3.4.4.	Blutung	495
31.3.5.	Metabolische und degenerative Veränderungen des Gehirns und Rückenmarks	498
31.3.5.1.	Gehirn	498
31.3.5.2.	Rückenmark / Spinalkanal	501

31.3.6.	Entzündliche Veränderungen an Hirn und Rückenmark	503
31.3.6.1.	Meningen	503
31.3.6.2.	Bakterielle Encephalitis (diffus-fokal) / Hirnabszeß	504
31.3.6.3.	Virale Encephalitiden	506
31.3.6.4.	Multiple Sklerose / Entmarkungskrankheiten	508
31.3.6.5.	Entzündliche Veränderungen in Spinalkanal und Rückenmark	509
31.3.7.	Tumoröse Veränderungen	510
31.3.7.1.	Hirntumoren	510
31.3.7.2.	Tumoröse Raumforderungen des Spinalkanals und Rückenmarks	521
32	Herz- und Gefäßsystem	524
32.1.	Anatomie und Physiologie	524
32.1.1.	Der Kreislaufapparat	524
32.1.2.	Das Herz	524
32.1.3.	Arterien	526
32.1.4.	Venen	529
32.1.5.	Die Funktion der Blutgefäße	531
32.1.6.	Das Lymphgefäßsystem	531
32.2.	Stellenwert der bildgebenden Verfahren	532
32.3.	Fehlbildungen und spezielle Erkrankungen	536
32.3.1.	Herz	536
32.3.1.1.	Angeborene Herzfehler	536
32.3.1.2.	Herzmuskelerkrankungen (Kardiomyopathie-KMP)	537
32.3.1.3.	Koronare Herzerkrankung (KHK)	538
32.3.1.4.	Entzündliche Herzerkrankungen	539
32.3.1.5.	Traumatische Herzschäden	539
32.3.1.6.	Herztumoren	539
32.3.2.	Arterien und Venen	540
32.3.2.1.	Arterien	540
32.3.2.2.	Venen	546
32.3.3.	Lymphsystem	548
	Bildgebende Diagnostik in radiologischen Spezialgebieten	549
33	Traumatologische Diagnostik	549
34	Bildgebende Diagnostik in der pädiatrischen Radiologie	550
35	Bildgebende Diagnostik in der Neuroradiologie	557
35.1.	Standardröntgenaufnahmen	557
35.2.	Computertomographie	557
35.3.	Angiographie	558
35.4.	Myelographie	558
35.5.	Kernspintomographie	560
36	Navigation - computer- bzw. bildgestützte Chirurgie	560
36.1.	Bildgestützte Chirurgie am Beispiel der Neuronavigation	560

36.2.	Historischer Überblick	561
36.3.	Kabellose Navigation mit VectorVision®	561
36.4.	Eingriffsplanung an der VectorVision® Planungsstation	562
36.5.	Positionserfassung über Infrarotkameras	563
36.6.	Neue 3D-Darstellung	563
36.7.	Ein typischer Behandlungsablauf mit dem VectorVision® Navigationssystem	564
36.8.	Zeitplan-Beispiel für einen bildgestützten neurochirurgischen Eingriff	566
	Verbesserte Kontrolle der Tumorresektion durch intraoperative Kernspintomographie	566
36.9.	Weitere Anwendungsbereiche der computergestützten Chirurgie	566
36.9.1.	Wirbelsäule	566
36.9.2.	HNO	567
36.10.	Diskussion	568
36.11.	Ausblick	568
37	Interventionelle Radiologie	569
37.1.	Interventionelle Verfahren in der Angiographie	569
37.1.1.	Allgemeines	569
37.1.2.	Perkutane transluminale Angioplastie (PTA)	571
37.1.2.1.	Becken-Bein-Gefäße	572
37.1.2.2.	Nierenarterien	575
37.1.2.3.	Aorta und supraaortale Gefäße	575
37.1.3.	Selektive Katheterlyse und PAT	576
37.1.4.	Stent	579
37.1.5.	Embolisation	580
37.2.	CT-gestützte perkutane Biopsien und Drainagen	583
37.2.1.	Allgemeines	583
37.2.2.	Transthorakale Biopsien von Lunge und Mediastinum	586
37.2.3.	Biopsien der Leber	588
37.2.4.	Biopsien des Pankreas	589
37.2.5.	Biopsien der Nebenniere	589
37.2.6.	Biopsien der Niere	590
37.2.7.	Biopsien des Retroperitonealraums	590
37.2.8.	Biopsien der Beckenregion	590
37.2.9.	CT-gesteuerte Drainagen	591
37.2.10.	CT-gesteuerte Biopsien des Skelettsystems	593
37.2.11.	CT-gesteuerte Schmerztherapie	594
37.2.12.	Weitere interventionelle Verfahren	598
37.2.12.1.	Perkutane Gastrostomie (PG)	598
37.2.12.2.	Sympathikolyse	599
37.2.12.3.	Vertebroplastie	600
37.2.12.4.	Radiofrequenzablation	602
37.2.12.5.	Transjugulärer intrahepatischer portosystemischer Stentshunt (TIPPS)	602
37.2.12.6.	Portsystem	604
37.3.	Medikamentöse Begleittherapie bei Interventionen in der Radiologie	605
37.3.1.	Antiallergische Medikation	605
37.3.2.	Antibiotikatherapie	606
37.3.3.	Motilitätshemmung	606
37.3.4.	Antiemetika	607
37.3.5.	Lokalanästhesie / Analgosedierung	607

37.3.6. Vasodilatation 608

37.3.7. Antikoagulation 609

38 Kontrastmittel in der bildgebenden Diagnostik 612

38.1. Juristische Aspekte 612

38.2. Allgemeines 612

38.3. Wasserlösliche Kontrastmittel 612

38.3.1. Nephrotrope Kontrastmittel 614

38.3.2. Hepatotrope Kontrastmittel 614

38.4. Wasserunlösliche Kontrastmittel 615

38.5. Nebenwirkungen und Risiken 615

38.5.1. Die Kontrastmittelnephropathie 616

38.5.2. Der Kontrastmittelzwischenfall 616

38.5.3. Die Aufklärungspflicht 619

38.6. Kontrastmittel für die Magnetresonanztomographie 619

38.6.1. Wirkmechanismus 619

38.6.2. Gadoliniumchelatverbindungen 620

38.6.2.1. Struktur / Pharmakologie 620

38.6.3. Superparamagnetische Eisenoxidpartikel 621

38.6.4. Hepatobiliäre Kontrastmittel 622

38.6.5. Anwendungen und Risiken 622

38.6.6. Gravidität und Stillen 623

38.7. Kontrastmittel für die Ultraschalldiagnostik 623

Anhang

Glossar 627

Fragenkatalog bildgebende Diagnostik und Röntgenanatomie 679

Lehrinhaltskatalog des dvta 713

Sachverzeichnis 723