

# Inhaltsverzeichnis

---

## I Berufsbild

|                    |  |    |
|--------------------|--|----|
| <b>1</b>           | <b>Berufsbild und Berufsgeschichte</b>   | 3  |
| <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                | Patientenrechtegesetz  | 21 |
| 1.7                | Das berufliche Handlungsfeld der MTRA  | 21 |
|                    | Literatur  | 25 |

## II Technik

|  |   |    |
|--|---|----|
| <b>2</b>   | <b>Strahlenarten und Strahlenbiologie</b>                                       | 29 |
| <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  | Einfaldosis   | 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 |

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

|          |   |            |
|----------|---|------------|
| 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      | Bildverstärker inklusive aktueller technischer Entwicklungen .....        | 106        |
| 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      | DSA-Technik.....  | 110        |
| 4.2.1    | Subtraktion .....   | 111        |
| 4.3      | Rotationsangiographie/Angio-CT .....                                      | 113        |
| 4.4      | Besondere Strahlenschutzmaßnahmen .....                                   | 113        |
| 4.4.1    | Strahlenschutz für das Personal .....                                     | 113        |
| 4.4.2    | Strahlenschutz durch die Röntgentechnik .....                             | 115        |
| 4.5      | Allgemeine Qualitätskriterien laut Leitlinien der Bundesärztekammer ..... | 116        |
| 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      | Aufbau und Funktionsweise eines Computertomographen.....                  | 120        |
| 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      | Bildentstehung.....   | 132        |
| 5.2.1    | Post-Processing .....   | 134        |
| 5.2.2    | Artefakte .....   | 138        |
| 5.3      | Besondere Strahlenschutzmaßnahmen und Dosisreduktion.....                 | 140        |
| 5.3.1    | Dosisgrößen CTDvol vs. DLP.....   | 141        |
| 5.4      | Allgemeine Qualitätskriterien laut Leitlinien der Bundesärztekammer ..... | 142        |
| 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      | Physikalische Grundlagen der Kernspintomographie.....                     | 147        |
| 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      | Allgemeine Pharmakologie .....                                   | 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      | Röntgenkontrastmittel .....                                      | 192 |
| 8.2.1    | Einteilung der Röntgen-KM .....                                  | 193 |
| 8.3      | MR-Kontrastmittel .....  | 200 |
| 8.3.1    | Gadolinum .....  | 200 |
| 8.3.2    | Leberspezifische Kontrastmittel .....                            | 202 |
| 8.4      | Sonographie-Kontrastmittel .....                                 | 202 |
| 8.5      | Applikationssysteme und Kontrastmittelapplikation .....          | 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      | Kontrastmittelzwischenfall und Notfallmedikation .....           | 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      | Andere Medikamente in der Radiologie und Nuklearmedizin .....    | 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      | Rechtslage .....   | 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      | Historische Entwicklung .....                                    | 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      | <b>Historische Entwicklung, Abbildungs- und Therapiemöglichkeiten .....</b> | <b>282</b> |
| 10.1.1    | <b>Abbildungsmöglichkeiten .....</b>  | <b>282</b> |
| 10.1.2    | <b>Therapiemöglichkeiten .....</b>  | <b>283</b> |
| 10.2      | <b>MTRA in der Nuklearmedizin mit speziellem Strahlenschutz .....</b>       | <b>286</b> |
| 10.2.1    | <b>Heißlabor .....</b>  | <b>286</b> |
| 10.2.2    | <b>Gammakamera .....</b>  | <b>287</b> |
| 10.2.3    | <b>Verlassen der Abteilung .....</b>  | <b>288</b> |
| 10.3      | <b>Detektion von Radioaktivität .....</b>                                   | <b>288</b> |
| 10.3.1    | <b>Grundlagen .....</b>   | <b>288</b> |
| 10.3.2    | <b>Szintillationsdetektoren .....</b>                                       | <b>289</b> |
| 10.3.3    | <b>Messsysteme im Strahlenschutz .....</b>                                  | <b>291</b> |
| 10.4      | <b>Bildentstehungssysteme .....</b>   | <b>293</b> |
| 10.4.1    | <b>Gammakamera .....</b>  | <b>293</b> |
| 10.4.2    | <b>Qualitätskontrolle der Gammakamera .....</b>                             | <b>301</b> |
| 10.5      | <b>Radionuklide in der medizinischen Anwendung .....</b>                    | <b>303</b> |
| 10.5.1    | <b>Diagnostische Bildgebung .....</b>                                       | <b>304</b> |
| 10.6      | <b>Radiopharmakologie .....</b>   | <b>305</b> |
| 10.7      | <b>Qualitätssicherungsmaßnahmen von Radiopharmaka .....</b>                 | <b>305</b> |
| 10.7.1    | <b>Radioisotopenreinheit .....</b>  | <b>306</b> |
| 10.7.2    | <b>Chemische Reinheit .....</b>   | <b>307</b> |
| 10.7.3    | <b>Radiochemische Reinheit .....</b>  | <b>307</b> |
| 10.7.4    | <b>Spezifische Aktivität .....</b>  | <b>309</b> |
| 10.7.5    | <b>Stabilität .....</b>   | <b>309</b> |
| 10.7.6    | <b>Mikrobiologische Reinheit .....</b>                                      | <b>309</b> |
| 10.8      | <b>Kontamination und Dekontaminationsmaßnahmen .....</b>                    | <b>309</b> |
| 10.9      | <b>Allgemeine Qualitätskriterien laut Leitlinien .....</b>                  | <b>311</b> |
|           | 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      | <b>Organisation des Gesundheitswesens in Deutschland .....</b> | <b>316</b> |
| 11.2      | <b>Finanzierungsmöglichkeiten einer Radiologie .....</b>       | <b>317</b> |
| 11.2.1    | <b>Ambulanter Sektor .....</b>                                 | <b>317</b> |
| 11.2.2    | <b>Stationärer Sektor .....</b>                                | <b>318</b> |
| 11.3      | <b>Arbeiten im interdisziplinären Team .....</b>               | <b>319</b> |
| 11.4      | <b>Entstehung von Gesundheit und Krankheit .....</b>           | <b>322</b> |
| 11.4.1    | <b>Das innere Milieu .....</b>                                 | <b>322</b> |
| 11.4.2    | <b>Grundbegriffe der Krankheitslehre .....</b>                 | <b>323</b> |

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 11.4.3 | Krankheitsursachen .....                          | 324 |
| 11.4.4 | Wachstum und Wachstumsstörungen .....             | 325 |
| 11.5   | Hygienemaßnahmen .....                            | 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   | Steriles Arbeiten .....                           | 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   | Der Patient im Krankenhaus .....                  | 340 |
| 11.8   | Gesund bleiben im MTRA-Beruf .....                | 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

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| 12     | Diagnostik und Therapie – allgemein .....              | 353 |
|        | <i>T. Hartmann, M. Kahl-Scholz</i>                     |     |
| 12.1   | Einführung in die medizinische Fachsprache .....       | 354 |
| 12.2   | Topographische Anatomie .....                          | 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   | Voraussetzungen zu Diagnostik und Therapie .....       | 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   | Besonderheiten in der Pädiatrie .....                  | 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>                           | 409 |
|           | <i>M. Kahl-Scholz, I. Offenhäusser, C. Vockelmann</i>            |     |
| 13.1      | Allgemeines.....   | 410 |
| 13.1.1    | Topographische Anatomie .....                                    | 410 |
| 13.1.2    | Voraussetzungen zu Diagnostik und Therapie.....                  | 410 |
| 13.2      | Radiologische Diagnostik .....                                   | 411 |
| 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      | Nuklearmedizinische Diagnostik und Therapie .....                | 415 |
| 13.3.1    | Untersuchungen des Knochens .....                                | 415 |
| 13.4      | Wertigkeit.....  | 421 |
| 13.5      | Therapeutische Möglichkeiten .....                               | 421 |
| 13.5.1    | Radiologische Therapie .....                                     | 421 |
| 13.5.2    | Strahlentherapie .....   | 422 |
| 13.5.3    | Nuklearmedizinische Therapie .....                               | 424 |
| 13.6      | Fallbeispiel.....  | 425 |
|           | Literatur .....  | 426 |
| <b>14</b> | <b>Herz und Blutgefäße .....</b>                                 | 427 |
|           | <i>U. Blum, M. Kahl-Scholz, C. Vockelmann</i>                    |     |
| 14.1      | Allgemeines.....   | 428 |
| 14.1.1    | Topographische Anatomie .....                                    | 428 |
| 14.1.2    | Funktion .....   | 428 |
| 14.2      | Radiologische Diagnostik .....                                   | 428 |
| 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      | Nuklearmedizinische Diagnostik .....                             | 433 |
| 14.3.1    | Herz-SPECT und -PET .....  | 433 |
| 14.4      | Wertigkeit.....  | 437 |
| 14.5      | Therapeutische Möglichkeiten .....                               | 437 |
| 14.5.1    | Angiographie .....   | 437 |
| 14.6      | Fallbeispiele.....   | 438 |
|           | Literatur .....  | 439 |
| <b>15</b> | <b>Diagnostik und Therapie – Neurologie .....</b>                | 441 |
|           | <i>U. Blum, D. Dohr, M. Kahl-Scholz, C. Marks, C. Vockelmann</i> |     |
| 15.1      | Allgemeines.....   | 442 |
| 15.1.1    | Topographische Anatomie .....                                    | 442 |
| 15.1.2    | Funktion .....   | 442 |
| 15.2      | Radiologische Diagnostik .....                                   | 442 |
| 15.2.1    | Sonographie .....  | 442 |
| 15.2.2    | Konventionelle Röntgendiagnostik.....                            | 442 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>15.2.3 Durchleuchtung/Angiographie .....</b>                      | 443 |
| <b>15.2.4 Computertomographie .....</b>                              | 443 |
| <b>15.2.5 Kernspintomographie .....</b>                              | 445 |
| <b>15.3 Nuklearmedizinische Diagnostik .....</b>                     | 446 |
| <b>15.3.1 Gehirn .....</b>   | 446 |
| <b>15.3.2 Liquorraum .....</b>                                       | 451 |
| <b>15.4 Wertigkeit .....</b>   | 451 |
| <b>15.5 Therapeutische Möglichkeiten .....</b>                       | 451 |
| <b>15.5.1 Radiologische Therapie .....</b>                           | 451 |
| <b>15.5.2 Strahlentherapie bei Hirntumoren und -metastasen .....</b> | 452 |
| <b>15.6 Fallbeispiele .....</b>                                      | 458 |
| Literatur .....  | 459 |
| <br>   |     |
| <b>16 Diagnostik und Therapie – Kopf/Hals .....</b>                  | 461 |
| <i>U. Blum, M. Kahl-Scholz, C. Marks, C. Vockelmann</i>              |     |
| <b>16.1 Allgemeines .....</b>  | 462 |
| <b>16.1.1 Topographische Anatomie .....</b>                          | 462 |
| <b>16.1.2 Funktion .....</b>   | 462 |
| <b>16.2 Radiologische Diagnostik .....</b>                           | 462 |
| <b>16.2.1 Sonographie .....</b>                                      | 462 |
| <b>16.2.2 Konventionelle Röntgendiagnostik .....</b>                 | 462 |
| <b>16.2.3 Durchleuchtung/Angiographie .....</b>                      | 462 |
| <b>16.2.4 Computertomographie (CT) .....</b>                         | 463 |
| <b>16.2.5 Kernspintomographie (MRT) .....</b>                        | 464 |
| <b>16.3 Nuklearmedizinische Diagnostik .....</b>                     | 464 |
| <b>16.3.1 Tränenwegszintigraphie .....</b>                           | 464 |
| <b>16.3.2 Speicheldrüsenszintigraphie .....</b>                      | 465 |
| <b>16.3.3 HNO-Tumore .....</b>                                       | 465 |
| <b>16.4 Wertigkeit .....</b>   | 466 |
| <b>16.5 Strahlentherapeutische Möglichkeiten .....</b>               | 466 |
| <b>16.5.1 Kopf-/Halstumore .....</b>                                 | 466 |
| <b>16.5.2 Einzelne Tumorentitäten im Überblick .....</b>             | 468 |
| <b>16.6 Fallbeispiele .....</b>                                      | 469 |
| Literatur .....  | 469 |
| <br>   |     |
| <b>17 Diagnostik und Therapie – Respiratorisches System .....</b>    | 471 |
| <i>J. Thiele, I. Offenhäusser, C. Vockelmann</i>                     |     |
| <b>17.1 Allgemeines .....</b>  | 472 |
| <b>17.1.1 Topographische Anatomie .....</b>                          | 472 |
| <b>17.2 Radiologische Diagnostik .....</b>                           | 472 |
| <b>17.2.1 Sonographie .....</b>                                      | 472 |
| <b>17.2.2 Konventionelle Röntgendiagnostik .....</b>                 | 472 |
| <b>17.2.3 Durchleuchtung/Angiographie .....</b>                      | 472 |
| <b>17.2.4 Computertomographie .....</b>                              | 473 |
| <b>17.2.5 Kernspintomographie .....</b>                              | 473 |
| <b>17.3 Nuklearmedizinische Diagnostik .....</b>                     | 474 |
| <b>17.3.1 Voraussetzungen zur Diagnostik .....</b>                   | 474 |
| <b>17.3.2 Lungenventilations/-perfusionsszintigraphie .....</b>      | 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 Diagnostik und Therapie – Gastrointestinales System .....</b> | <b>483</b> |
| <i>U. Blum, D. Dahr, 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 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        |

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

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

## V Qualitätsmanagement und Berufspraxis

|           |   |     |
|-----------|---|-----|
| <b>24</b> | <b>Qualitätssicherung und Management .....</b>  | 581 |
|           | <i>T. Hartmann, Ch. Nowarra, C. Vockelmann</i>  |     |
| 24.1      | <b>Konstanzprüfung in der Radiologischen Diagnostik .....</b>                           | 582 |
| 24.1.1    | Allgemeine Rechtsvorschriften nach § 16 RöV .....                                       | 582 |
| 24.1.2    | Messmittel und Prüfkörper .....   | 583 |
| 24.1.3    | Kenngrößen .....  | 583 |
| 24.1.4    | Aufbewahrungsfristen .....  | 584 |
| 24.1.5    | MTRA-relevante Konstanzprüfungen .....  | 585 |
| 24.2      | <b>Konstanzprüfung in der Strahlentherapie .....</b>                                    | 586 |
| 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>                                    | 589 |
| 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>   | 596 |
| 24.5      | <b>Qualitätsmanagement .....</b>  | 598 |
| 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>   | 607 |
|           | <i>T. Hartmann, K. Kara, C. Vockelmann</i>  |     |
| 25.1      | <b>Lebenslanges Lernen .....</b>  | 608 |
| 25.2      | <b>Karriereplanung und alternative Berufsfelder .....</b>                               | 610 |
| 25.3      | <b>Wissenschaftliches Arbeiten .....</b>  | 612 |
| 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>  | 618 |
| 25.4.1    | Arbeitsrecht .....  | 618 |
| 25.4.2    | Tarifrecht .....  | 622 |
| 25.5      | <b>Extremsituationen .....</b>  | 624 |
| 25.5.1    | Polytrauma .....  | 624 |
| 25.5.2    | Anaphylaktoid 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 |

|   |            |
|---|------------|
| <b>Serviceteil .....</b>                              | <b>629</b> |
| Webquellen und hilfreiche Links .....                 | 630        |
| Glossar technischer und physikalischer Begriffe ..... | 632        |
| Stichwortverzeichnis .....                            | 640        |