

# Inhaltsverzeichnis

---

|             |                                                                                                               |           |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>    | <b>Einführung</b> .....                                                                                       | <b>1</b>  |
|             | <i>Wolfgang Mohnike, Matthias Lampe</i>                                                                       |           |
| <b>1.1</b>  | <b>Überblick</b> .....                                                                                        | <b>2</b>  |
| <b>1.2</b>  | <b>PET/CT in der nationalen und internationalen Versorgungslandschaft</b> .....                               | <b>2</b>  |
| <b>1.3</b>  | <b>PET + CT = PET/CT?</b> .....                                                                               | <b>3</b>  |
|             | <b>Literatur</b> .....                                                                                        | <b>4</b>  |
| <b>2</b>    | <b>Physikalisch-technische Grundlagen</b> .....                                                               | <b>5</b>  |
|             | <i>Ivo Rausch, Thomas Beyer</i>                                                                               |           |
| <b>2.1</b>  | <b>Positronenemissionstomographie (PET)</b> .....                                                             | <b>6</b>  |
| <b>2.2</b>  | <b>Kombinierte PET/CT</b> .....                                                                               | <b>13</b> |
| <b>2.3</b>  | <b>Fazit</b> .....                                                                                            | <b>32</b> |
|             | <b>Literatur</b> .....                                                                                        | <b>32</b> |
| <b>3</b>    | <b>Radiochemie/Tracer</b> .....                                                                               | <b>35</b> |
|             | <i>Frank Rösch, Markus Piel</i>                                                                               |           |
| <b>3.1</b>  | <b>Einleitung</b> .....                                                                                       | <b>36</b> |
| <b>3.2</b>  | <b>Markierungen mit kurzlebigen Positronenemittern</b> .....                                                  | <b>36</b> |
| <b>3.3</b>  | <b>Sauerstoff-15 und Stickstoff-13</b> .....                                                                  | <b>40</b> |
| <b>3.4</b>  | <b>Kohlenstoff-11</b> .....                                                                                   | <b>42</b> |
| <b>3.5</b>  | <b>Fluor-18</b> .....                                                                                         | <b>48</b> |
| <b>3.6</b>  | <b>Gallium-68</b> .....                                                                                       | <b>54</b> |
| <b>3.7</b>  | <b>Weitere relevante Positronenemitter</b> .....                                                              | <b>60</b> |
| <b>3.8</b>  | <b>Klinisch relevante Tracer</b> .....                                                                        | <b>62</b> |
|             | <b>Literatur</b> .....                                                                                        | <b>68</b> |
| <b>4</b>    | <b>Strahlentherapie/Technik</b> .....                                                                         | <b>75</b> |
|             | <i>Stefan Käßlinger</i>                                                                                       |           |
| <b>4.1</b>  | <b>Grundlagen für die Einbeziehung von PET/CT-Daten in die Strahlentherapie – Bits, Bytes und DICOM</b> ..... | <b>76</b> |
|             | <b>Literatur</b> .....                                                                                        | <b>80</b> |
| <b>5</b>    | <b>Molekulare Onkologie</b> .....                                                                             | <b>81</b> |
|             | <i>Bernd Joachim Krause, Florian C. Gärtner, Ken Herrmann, Andreas Hertel</i>                                 |           |
| <b>5.1</b>  | <b>Einleitung</b> .....                                                                                       | <b>82</b> |
| <b>5.2</b>  | <b>Prostatakarzinom</b> .....                                                                                 | <b>82</b> |
| <b>5.3</b>  | <b>AS-PET bei Hirntumoren</b> .....                                                                           | <b>84</b> |
| <b>5.4</b>  | <b>[<sup>18</sup>F]FLT-PET/CT-Bildgebung von Proliferation</b> .....                                          | <b>85</b> |
| <b>5.5</b>  | <b>[<sup>18</sup>F]Fluorid-PET/CT-Bildgebung von Knochenmetastasen</b> .....                                  | <b>86</b> |
| <b>5.6</b>  | <b>[<sup>18</sup>F]Fluoro-DOPA-PET-Bildgebung des Aminosäurestoffwechsels</b> .....                           | <b>87</b> |
| <b>5.7</b>  | <b>PET mit somatostatinanalogen Tracern bei neuroendokrinen Tumoren</b> .....                                 | <b>88</b> |
| <b>5.8</b>  | <b>Hypoxie</b> .....                                                                                          | <b>90</b> |
| <b>5.9</b>  | <b>RGD-basierte Peptide zur Bildgebung der Integrin-<math>\alpha_v\beta_3</math>-Expression</b> .....         | <b>92</b> |
| <b>5.10</b> | <b>Ausblick</b> .....                                                                                         | <b>93</b> |
|             | <b>Literatur</b> .....                                                                                        | <b>94</b> |

|             |                                                                     |     |
|-------------|---------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>6</b>    | <b>Lungentumoren</b> . . . . .                                      | 99  |
|             | <i>Wolfgang Mohnike, Gustav Hör, Andreas Hertel</i>                 |     |
| <b>6.1</b>  | <b>Lungenkarzinome</b> . . . . .                                    | 101 |
| <b>6.2</b>  | <b>Andere Lungentumoren und Tumoren der Pleura</b> . . . . .        | 107 |
| <b>6.3</b>  | <b>Zusammenfassung</b> . . . . .                                    | 109 |
| <b>6.4</b>  | <b>Fallbeispiele</b> . . . . .                                      | 109 |
|             | <b>Literatur</b> . . . . .                                          | 165 |
| <b>7</b>    | <b>Gynäkologische und Brusttumoren</b> . . . . .                    | 167 |
|             | <i>Wolfgang Mohnike, Gustav Hör, Matthias Lampe</i>                 |     |
| <b>7.1</b>  | <b>Einleitung</b> . . . . .                                         | 168 |
| <b>7.2</b>  | <b>Mammakarzinom</b> . . . . .                                      | 168 |
| <b>7.3</b>  | <b>Ovarialkarzinom</b> . . . . .                                    | 174 |
| <b>7.4</b>  | <b>Zervixkarzinom</b> . . . . .                                     | 176 |
| <b>7.5</b>  | <b>Fallbeispiele</b> . . . . .                                      | 177 |
|             | <b>Literatur</b> . . . . .                                          | 241 |
| <b>8</b>    | <b>Urologische Tumoren</b> . . . . .                                | 247 |
|             | <i>Wolfgang Mohnike, Gustav Hör, Matthias Lampe</i>                 |     |
| <b>8.1</b>  | <b>Einleitung</b> . . . . .                                         | 248 |
| <b>8.2</b>  | <b>Nierenmalignome</b> . . . . .                                    | 248 |
| <b>8.3</b>  | <b>Nebennierentumoren</b> . . . . .                                 | 249 |
| <b>8.4</b>  | <b>Blasenkarzinom</b> . . . . .                                     | 249 |
| <b>8.5</b>  | <b>Prostatakarzinom</b> . . . . .                                   | 250 |
| <b>8.6</b>  | <b>Keimzelltumoren</b> . . . . .                                    | 256 |
| <b>8.7</b>  | <b>Peniskarzinom</b> . . . . .                                      | 258 |
| <b>8.8</b>  | <b>Fallbeispiele</b> . . . . .                                      | 258 |
|             | <b>Literatur</b> . . . . .                                          | 321 |
| <b>9</b>    | <b>Tumoren des Skelettsystems</b> . . . . .                         | 327 |
|             | <i>Wolfgang Mohnike, Gustav Hör, Matthias Lampe</i>                 |     |
| <b>9.1</b>  | <b>Einleitung</b> . . . . .                                         | 328 |
| <b>9.2</b>  | <b>Stellenwert der PET</b> . . . . .                                | 328 |
| <b>9.3</b>  | <b>Fallbeispiele</b> . . . . .                                      | 330 |
|             | <b>Literatur</b> . . . . .                                          | 343 |
| <b>10</b>   | <b>Dermatologische Tumoren</b> . . . . .                            | 345 |
|             | <i>Wolfgang Mohnike, Gustav Hör, Andreas Hertel</i>                 |     |
| <b>10.1</b> | <b>Einleitung</b> . . . . .                                         | 346 |
| <b>10.2</b> | <b>Fallbeispiele</b> . . . . .                                      | 350 |
|             | <b>Literatur</b> . . . . .                                          | 367 |
| <b>11</b>   | <b>Lymphome</b> . . . . .                                           | 369 |
|             | <i>Wolfgang Mohnike, Gustav Hör, Andreas Hertel</i>                 |     |
| <b>11.1</b> | <b>Einleitung</b> . . . . .                                         | 371 |
| <b>11.2</b> | <b>Epidemiologie, Ätiologie und Inzidenz</b> . . . . .              | 371 |
| <b>11.3</b> | <b>Diagnostik</b> . . . . .                                         | 371 |
| <b>11.4</b> | <b>Hodgkin-Lymphome/Morbus Hodgkin</b> . . . . .                    | 372 |
| <b>11.5</b> | <b>Non-Hodgkin-Lymphome (NHL)</b> . . . . .                         | 374 |
| <b>11.6</b> | <b>FDG-PET bei Lymphomen von Kindern und Jugendlichen</b> . . . . . | 375 |
| <b>11.7</b> | <b>PET/CT-Pitfalls</b> . . . . .                                    | 376 |
| <b>11.8</b> | <b>Zusammenfassung</b> . . . . .                                    | 376 |
| <b>11.9</b> | <b>Fallbeispiele</b> . . . . .                                      | 377 |
|             | <b>Literatur</b> . . . . .                                          | 413 |

|           |                                                                                                                       |     |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>12</b> | <b>Pädiatrische Hodgkin-Lymphome</b> . . . . .                                                                        | 415 |
|           | <i>Lars Kurch, Dieter Körholz, Regine Kluge</i>                                                                       |     |
| 12.1      | Überblick . . . . .                                                                                                   | 416 |
| 12.2      | Wichtige Veröffentlichungen auf dem Gebiet des Pädiatrischen Hodgkin-Lymphoms<br>in Verbindung mit PET/(CT) . . . . . | 417 |
| 12.3      | Pitfalls . . . . .                                                                                                    | 418 |
| 12.4      | Kostenerstattung durch die gesetzlichen Krankenkassen . . . . .                                                       | 419 |
| 12.5      | Fallbeispiele . . . . .                                                                                               | 420 |
|           | Literatur . . . . .                                                                                                   | 433 |
| <b>13</b> | <b>Pädiatrische Tumoren</b> . . . . .                                                                                 | 435 |
|           | <i>Peter Vorwerk, Antje Redlich, Klaus Mohnike</i>                                                                    |     |
| 13.1      | Einführung . . . . .                                                                                                  | 436 |
| 13.2      | Kongenitaler Hyperinsulinismus . . . . .                                                                              | 436 |
| 13.3      | Adrenokortikales Karzinom . . . . .                                                                                   | 436 |
| 13.4      | Medulläres Schilddrüsenkarzinom . . . . .                                                                             | 437 |
| 13.5      | Phäochromozytom/Paragangliom . . . . .                                                                                | 438 |
| 13.6      | Neuroendokrine Tumoren . . . . .                                                                                      | 439 |
| 13.7      | Fallbeispiele . . . . .                                                                                               | 441 |
|           | Literatur . . . . .                                                                                                   | 462 |
| <b>14</b> | <b>Neuroendokrine Tumoren</b> . . . . .                                                                               | 465 |
|           | <i>Oliver Blankenstein, Marianne Pavel</i>                                                                            |     |
| 14.1      | Endokrine Tumoren . . . . .                                                                                           | 467 |
| 14.2      | Medulläres Schilddrüsenkarzinom . . . . .                                                                             | 469 |
| 14.3      | Phäochromozytom . . . . .                                                                                             | 469 |
| 14.4      | NET im Kindes und Jugendalter . . . . .                                                                               | 470 |
| 14.5      | Fallbeispiele . . . . .                                                                                               | 472 |
|           | Literatur . . . . .                                                                                                   | 504 |
| <b>15</b> | <b>Gastroenterologische Tumoren</b> . . . . .                                                                         | 507 |
|           | <i>Wolfgang Mohnike, Gustav Hör, Andreas Hertel</i>                                                                   |     |
| 15.1      | Einleitung . . . . .                                                                                                  | 509 |
| 15.2      | Ösophaguskarzinom und Karzinom des gastroösophagealen Übergangs (AEG) . . . . .                                       | 509 |
| 15.3      | Malignome des Magens . . . . .                                                                                        | 511 |
| 15.4      | Kolorektales Karzinom . . . . .                                                                                       | 512 |
| 15.5      | Leber- und Gallenwegskarzinome . . . . .                                                                              | 515 |
| 15.6      | Gastrointestinale Stromatumoren (GIST) . . . . .                                                                      | 516 |
| 15.7      | Pankreaskarzinom . . . . .                                                                                            | 516 |
| 15.8      | Neuroendokrine Tumoren (NET) des Gastrointestinaltrakts . . . . .                                                     | 517 |
| 15.9      | Fallbeispiele . . . . .                                                                                               | 518 |
|           | Literatur . . . . .                                                                                                   | 587 |
| <b>16</b> | <b>Hirntumoren</b> . . . . .                                                                                          | 593 |
|           | <i>Wolf-Dieter Heiss, Lutz Kracht</i>                                                                                 |     |
| 16.1      | Einführung . . . . .                                                                                                  | 595 |
| 16.2      | Tracer für Hirntumoren . . . . .                                                                                      | 595 |
| 16.3      | Malignitätsgrad und Prognose . . . . .                                                                                | 595 |
| 16.4      | Auswahl des Biopsieortes und Differenzierung zwischen Rezidiv und Strahlungsnekrose . . . . .                         | 599 |
| 16.5      | Therapiemonitoring . . . . .                                                                                          | 599 |
| 16.6      | Funktionszustand des umgebenden Hirngewebes . . . . .                                                                 | 601 |
| 16.7      | Perspektiven von multimodaler molekularer Bildgebung bei Hirntumoren . . . . .                                        | 601 |
| 16.8      | Zusätzliche Fallbeispiele im Kopfbereich . . . . .                                                                    | 602 |
|           | Literatur . . . . .                                                                                                   | 626 |

|           |                                                                                                               |     |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>17</b> | <b>Kopf-Hals-Tumoren</b> . . . . .                                                                            | 631 |
|           | <i>Wolfgang Mohnike, Gustav Hör, Matthias Lampe</i>                                                           |     |
| 17.1      | Einleitung . . . . .                                                                                          | 633 |
| 17.2      | Kopf-Hals-Tumoren im Überblick . . . . .                                                                      | 633 |
| 17.3      | Schilddrüsenkarzinome . . . . .                                                                               | 637 |
| 17.4      | Fallbeispiele . . . . .                                                                                       | 639 |
|           | Literatur . . . . .                                                                                           | 670 |
| <b>18</b> | <b>CUP-Tumoren</b> . . . . .                                                                                  | 673 |
|           | <i>Wolfgang Mohnike, Gustav Hör, Matthias Lampe</i>                                                           |     |
| 18.1      | Einleitung . . . . .                                                                                          | 674 |
| 18.2      | Diagnostik . . . . .                                                                                          | 674 |
| 18.3      | Fallbeispiele . . . . .                                                                                       | 675 |
|           | Literatur . . . . .                                                                                           | 687 |
| <b>19</b> | <b>PET/CT in der Strahlentherapie</b> . . . . .                                                               | 689 |
|           | <i>Matthias Lampe, Robert Krempien, Marc Münster</i>                                                          |     |
| 19.1      | Überblick . . . . .                                                                                           | 690 |
| 19.2      | Bestrahlungsplanung . . . . .                                                                                 | 692 |
| 19.3      | Bestrahlungsplanung mit Hybridbildgebung . . . . .                                                            | 697 |
| 19.4      | Klinischer Einfluss der Hybridbildgebung auf die Strahlentherapie . . . . .                                   | 700 |
| 19.5      | Zusammenfassung . . . . .                                                                                     | 714 |
|           | Literatur . . . . .                                                                                           | 714 |
| <b>20</b> | <b>Die PET/CT in der Planung minimal-invasiver Eingriffe:<br/>die interstitielle Brachytherapie</b> . . . . . | 725 |
|           | <i>Konrad Mohnike, Peter Hass, Jens Ricke</i>                                                                 |     |
| 20.1      | Lokale Verfahren und das Konzept der Oligometastasierung . . . . .                                            | 726 |
| 20.2      | Lokale Ablation ohne Grenzen: die interstitielle Brachytherapie . . . . .                                     | 726 |
| 20.3      | Therapieplanung mit der PET/CT . . . . .                                                                      | 727 |
| 20.4      | Fallbeispiele . . . . .                                                                                       | 728 |
| 20.5      | Fazit . . . . .                                                                                               | 733 |
|           | Literatur . . . . .                                                                                           | 733 |
| <b>21</b> | <b>PET/CT und PET/MR in der Radionuklidtherapie</b> . . . . .                                                 | 735 |
|           | <i>Charlotte Henrike Boldt</i>                                                                                |     |
| 21.1      | Radiojodtherapie . . . . .                                                                                    | 736 |
| 21.2      | Fallbeispiele . . . . .                                                                                       | 738 |
|           | Literatur . . . . .                                                                                           | 745 |
| <b>22</b> | <b>Neuroendokrine Tumoren in der Therapiekontrolle</b> . . . . .                                              | 747 |
|           | <i>Stefan Dresel</i>                                                                                          |     |
| 22.1      | Einleitung . . . . .                                                                                          | 748 |
| 22.2      | Funktionelle Bildgebung in der Diagnostik . . . . .                                                           | 748 |
| 22.3      | Beurteilung des Therapieansprechens . . . . .                                                                 | 750 |
| 22.4      | Fallbeispiele . . . . .                                                                                       | 750 |
|           | Literatur . . . . .                                                                                           | 758 |
| <b>23</b> | <b>Kongenitaler Hyperinsulinismus</b> . . . . .                                                               | 759 |
|           | <i>Winfried Barthlen, Emine Varol, Susann Empting, Klaus Mohnike</i>                                          |     |
| 23.1      | Kongenitaler Hyperinsulinismus – die Erkrankung . . . . .                                                     | 760 |
| 23.2      | Evidenz . . . . .                                                                                             | 760 |
| 23.3      | Fallstricke . . . . .                                                                                         | 760 |

|           |                                                                |            |
|-----------|----------------------------------------------------------------|------------|
| 23.4      | Fallbeispiele . . . . .                                        | 762        |
| 23.5      | Schlussfolgerung . . . . .                                     | 763        |
|           | Literatur . . . . .                                            | 763        |
| <b>24</b> | <b>Neurologische und dementielle Erkrankungen . . . . .</b>    | <b>765</b> |
|           | <i>Wolf-Dieter Heiss, Lutz Kracht</i>                          |            |
| 24.1      | Einführung . . . . .                                           | 766        |
| 24.2      | Tracer für Hirnuntersuchungen . . . . .                        | 766        |
| 24.3      | Normalwerte . . . . .                                          | 767        |
| 24.4      | Demenzen . . . . .                                             | 769        |
| 24.5      | Degenerative neurologische Erkrankungen . . . . .              | 777        |
| 24.6      | Zerebrovaskuläre Erkrankungen . . . . .                        | 781        |
| 24.7      | Epilepsie . . . . .                                            | 784        |
| 24.8      | Andere neurologische Erkrankungen . . . . .                    | 785        |
| 24.9      | Perspektiven für die Zukunft . . . . .                         | 787        |
|           | Literatur . . . . .                                            | 789        |
| <b>25</b> | <b>Entzündungsdiagnostik . . . . .</b>                         | <b>795</b> |
|           | <i>Andreas Hertel, Heinrich Schelbert, Wolfgang Mohnike</i>    |            |
| 25.1      | Einleitung . . . . .                                           | 797        |
| 25.2      | Wichtige PET/CT-Indikationen . . . . .                         | 797        |
| 25.3      | Weitere Indikationen . . . . .                                 | 802        |
| 25.4      | Neue Tracer und zukünftige Perspektiven . . . . .              | 803        |
| 25.5      | Zusammenfassung . . . . .                                      | 804        |
| 25.6      | Potenzielle Verknüpfung mit Therapie (»Theranostik«) . . . . . | 804        |
| 25.7      | Fallbeispiele . . . . .                                        | 805        |
|           | Literatur . . . . .                                            | 828        |
| <b>26</b> | <b>Kardiovaskuläre PET/CT in den USA . . . . .</b>             | <b>831</b> |
|           | <i>Heinrich Schelbert</i>                                      |            |
| 26.1      | Einleitung . . . . .                                           | 832        |
| 26.2      | Erkrankungen der Koronararterien . . . . .                     | 832        |
| 26.3      | Myokardiale Viabilität . . . . .                               | 854        |
| 26.4      | Kardiovaskuläre Infektionen und Entzündungen . . . . .         | 864        |
| 26.5      | Zukünftige Entwicklungen . . . . .                             | 883        |
|           | Literatur . . . . .                                            | 883        |
| <b>27</b> | <b>Zukunftstendenzen . . . . .</b>                             | <b>893</b> |
|           | <i>Wolfgang Mohnike</i>                                        |            |
| 27.1      | Einführung . . . . .                                           | 894        |
| 27.2      | Technische Entwicklung . . . . .                               | 894        |
| 27.3      | Weitere klinische Etablierung . . . . .                        | 895        |
| 27.4      | Theranostik . . . . .                                          | 895        |
|           | Literatur . . . . .                                            | 896        |
|           | <b>Serviceteil . . . . .</b>                                   | <b>897</b> |
|           | Stichwortverzeichnis . . . . .                                 | 898        |