

Inhaltsverzeichnis

Einleitung (V. Strnad, R. Pötter, G. Kovács)	21
Geschichte der Brachytherapie (R. Fietkau)	23
Radiobiologische Grundlagen (C. S. Djuzenova, M. Flentje)	29
3.1. Literatur	32
Physikalische Grundlagen - Strahler, Dosimetrie, Dosisspezifikation (M. Lotter, Ch. Kirisits)	34
4.1. Strahler	34
4.1.1. Radionuklide in der BT	34
4.1.1.1. Gamma- und charakteristische Röntgenstrahlung	34
4.1.1.2. Betastrahler	34
4.1.2. Charakterisierung der Quellstärke	35
4.2. Dosimetrie	35
4.2.1. Kontrolle der Kenndosisleistung	35
4.2.1.1. Die Messung mit Schachtionisationskammern	35
4.2.1.2. Die Messung mit Kompaktkammern in Festkörperphantomen	35
4.2.2. Kontrolle der Strahlerposition	35
4.2.3. Berechnung von Dosisverteilungen	36
4.2.3.1. Dosisverteilungen von Einzelquellen	36
4.2.3.2. Rekonstruktion der Strahlerverteilung	37
4.2.3.2.1. Individuelle Rekonstruktionsverfahren	37
4.2.3.3. Optimierung und Darstellung von Dosisverteilungen	39
4.3. Dosisspezifikation	40
4.3.1. Dosisspezifikation bei der intraluminalen und intrakavitären Therapie	41
4.3.1.1. Linienquelle (z.B. Vaginalzylinder, Ösophagus-, Bronchusapplikator, Gefäße)	41
4.3.1.2. Nichtoperiertes Zervixkarzinom	42
4.3.1.3. Nichtoperiertes Corpuskarzinom	42
4.3.2. Dosisspezifikation in der interstitiellen Brachytherapie	43
4.3.2.1. Das (original) "Paris-System"	43
4.3.2.2. Dosisspezifikation "in Anlehnung an das Paris-System"	43
4.3.2.3. Dosis-Volumen-Histogramme (DVH), relevante Volumina, Qualitätsindizes	45
4.3.2.3.1. Dokumentation relevanter Volumen- und Dosiswerte	45
4.3.2.3.2. Implantatanalyse	46
4.3.2.3.3. Qualitätsindizes	46
4.4. Literatur	47
Medizinische Bestrahlungsplanung und bildgebende Verfahren (R. Pötter, G. Kovács, Ch. Kirisits)	48
5.1. Medizinische Bestrahlungsplanung	48
5.1.1. Indikationsstellung	48
5.1.1.1. Definitive Behandlung	48
5.1.1.2. Adjuvante Behandlung	48
5.1.2. Tumorvolumen und Zielvolumen	49
5.1.3. Auswahl der Technik, vorläufige und definitive Therapieplanung	49
5.1.3.1. Interstitielle Brachytherapie	50
5.1.3.2. Intrakavitäre Brachytherapie	51

5.1.3.3.	Intraluminale Brachytherapie	53
5.1.4.	Dosierung, Fraktionierung, Dosisleistung	53
5.1.5.	Infrastruktur und personelle Planung	53
5.1.6.	Literatur	54
5.2.	Moderne bildgebende Verfahren in der Brachytherapie	54
5.2.1.	Einleitung	54
5.2.2.	Verfahren zur bildgebenden Lokalisation in der Brachytherapie	55
5.2.3.	Grundlagen der bildgestützten Brachytherapie	56
5.2.4.	Bildgestützte "Vorläufige Therapieplanung"	59
5.2.4.1.	Interstitielle Brachytherapie	59
5.2.4.2.	Intraluminale Brachytherapie	60
5.2.4.3.	Intrakavitäre Brachytherapie	61
5.2.4.4.	Kontaktbrachytherapie	61
5.2.5.	Bildgeführte Applikation	61
5.2.6.	Bildgestützte "Definitive Therapieplanung"	62
5.2.7.	Literatur	64

Instrumentarium und Geräte (V. Strnad, G. Kovács, M. Lotter)

65

6.1.	Instrumente für die interstitielle Brachytherapie	65
6.1.1.	Temporäre Implantationen	65
6.1.1.1.	Nadeln, Katheter (Tubes)	65
6.1.1.2.	Schablonen	66
6.1.1.3.	Hilfsinstrumente	68
6.1.2.	Permanente Implantation	69
6.2.	Instrumente für die intrakavitäre Brachytherapie	71
6.2.1.	Uterovaginale Applikatoren	71
6.2.2.	Vaginale Applikatoren	72
6.2.3.	Endometriumpplikatoren	72
6.2.4.	Intraluminale Applikatoren für Tumore im Oesophagus, Bronchus, Trachea, Choledochus und Nasopharynx und für die intravasale Brachytherapie	73
6.2.5.	Moulagen für Nasennebenhöhlen- oder Orbitakarzinome	73
6.3.	Oberflächenapplikatoren	74
6.3.1.	Hautapplikatoren	74
6.3.2.	Augenapplikatoren	74
6.4.	Afterloadinggeräte	75
6.4.1.	Das Bestrahlungsgerät	75
6.4.2.	Das Bediengerät	76
6.4.3.	Strahlenschutzrelevante Anforderungen und Auflagen	76
6.5.	Literatur	77

Intraoperative Brachytherapie (G. Kovács, P. Lukas)

78

7.1.	Indikationen, Patientenauswahlkriterien	78
7.2.	Zielvolumina, Dosispezifikation, Dosis	79
7.2.1.	Physikalische Bestrahlungsplanung	80
7.2.1.1.	Einzeitbestrahlung	80
7.2.1.2.	Fraktionierte Bestrahlung	81
7.2.2.	Qualitätskontrolle	81
7.2.2.1.	Einzeitbestrahlung	81
7.2.2.2.	Fraktionierte Bestrahlung	81
7.3.	Technik, Durchführung und praktische Tipps	81
7.3.1.	Einzeitbestrahlung	81

7.3.2.	Fraktionierte Bestrahlung	82
7.4.	Ergebnisse	83
7.5.	Nebenwirkungen	85
7.6.	Literatur	85

Interstitielle Hyperthermie (G. Klautke) 87

8.1.	Einleitung	87
8.2.	Interstitielle Hyperthermietechniken	87
8.3.	Planung, Durchführung und Dokumentation der interstitiellen Hyperthermie	87
8.4.	Ergebnisse der interstitiellen Hyperthermie und Brachytherapie	88
8.4.1.	Glioblastome	88
8.4.2.	Lokalrezidive und lokoregionäre Rezidive von Kopf-Hals-Tumoren	89
8.4.3.	Mammakarzinom	89
8.4.4.	Prostatakarzinom	89
8.4.5.	Tumoren im kleinen Becken	90
8.5.	Literatur	90

Supportive Therapie in der Brachytherapie (M. Geiger) 91

9.1.	Notwendigkeit supportiver Maßnahmen in der Brachytherapie	91
9.2.	Allgemeiner Teil	91
9.2.1.	Schmerztherapie	91
9.2.2.	Antinfektive Therapie	92
9.3.	Spezieller Teil	92
9.3.1.	Brachytherapie in der Kopf-Hals-Region	92
9.3.2.	Interstitielle Brachytherapie der Brustdrüse	93
9.3.3.	Interstitielle Brachytherapie in der Beckenregion	93
9.4.	Literatur	93

Zervixkarzinom (R. Pötter) 94

10.1.	Indikationen	94
10.2.	Medizinisch-physikalische Bestrahlungsplanung	94
10.2.1.	Zielvolumen	94
10.2.2.	Berechnung der Dosis und Therapieplanung (Dosispezifikation)	95
10.2.3.	Dosis, Dosisleistung, Fraktionierung	103
10.3.	Praktische Durchführung und Technik	104
10.4.	Ergebnisse	105
10.4.1.	Lokal begrenzte Tumoren	105
10.4.2.	Lokal fortgeschrittene Tumoren	105
10.4.3.	Konkomitante Radiochemotherapie	105
10.5.	Nebenwirkungen	105
10.6.	Literatur	106

Endometriumkarzinom (T.-H. Knoch-Abulesz) 108

11.1.	Indikationen, Patientenauswahlkriterien	108
11.1.1.	Intrakavitäre Brachytherapie beim primären Endometriumkarzinom	108
11.1.2.	Adjuvante intravaginale Brachytherapie	108
11.1.3.	Intrakavitäre und interstitielle Brachytherapie bei Rezidiven	109

11.2.	Medizinisch-physikalische Therapieplanung	109
11.2.1.	Zielvolumina	109
11.2.1.1.	Primäre Radiotherapie	109
11.2.1.2.	Adjuvante Brachytherapie	110
11.2.1.3.	Interstitielle Brachytherapie	110
11.2.2.	Dosisspezifikation	110
11.2.2.1.	Primäre Radiotherapie	110
11.2.2.2.	Adjuvante Brachytherapie	110
11.2.2.3.	Interstitielle Brachytherapie	110
11.2.3.	Dosis, Dosisleistung, Fraktionierung	111
11.3.	Praktische Durchführung und Technik	111
11.3.1.	Primäre Radiotherapie	111
11.3.2.	Adjuvante Brachytherapie	111
11.3.3.	Interstitielle Brachytherapie	111
11.4.	Ergebnisse	112
11.5.	Nebenwirkungen	112
11.6.	Literatur	113
	Vaginalkarzinom (R. Pötter)	114
12.1.	Indikationen	114
12.2.	Medizinisch-physikalische Bestrahlungsplanung	114
12.2.1.	Zielvolumen	114
12.2.2.	Berechnung der Dosis und Therapieplanung (Dosisspezifikation)	115
12.2.3.	Dosis, Dosisleistung und Fraktionierung	118
12.3.	Praktische Durchführung und Technik	119
12.3.1.	Vaginale Brachytherapie	119
12.3.2.	Vaginale und interstitielle Brachytherapie	119
12.4.	Ergebnisse	120
12.5.	Nebenwirkungen	120
12.6.	Literatur	121
	Vulvakarzinom (V. Strnad)	122
13.1.	Indikationen, Patientenauswahlkriterien	122
13.1.1.	Interstitielle Brachytherapie als Boost	122
13.1.2.	Alleinige interstitielle Brachytherapie	122
13.2.	Medizinisch-physikalische Therapieplanung	122
13.2.1.	Zielvolumina	122
13.2.2.	Dosisspezifikation	122
13.2.3.	Dosis, Dosisleistung, Fraktionierung	123
13.3.	Praktische Durchführung und Technik	123
13.4.	Ergebnisse	125
13.5.	Nebenwirkungen	125
13.6.	Literatur	125
	Weibliches Urethrakarzinom (V. Strnad)	127
14.1.	Indikationen, Patientenauswahlkriterien	127
14.2.	Medizinisch-physikalische Therapieplanung	127
14.2.1.	Zielvolumina	127
14.2.2.	Dosisspezifikation	127

14.2.3.	Dosis, Dosisleistung, Fraktionierung	128
14.3.	Praktische Durchführung und Technik	128
14.4.	Ergebnisse	128
14.5.	Nebenwirkungen	129
14.6.	Literatur	129

Prostatakarzinom (G. Kovács, U. Maurer) 131

15.1.	Indikationen, Patientenauswahlkriterien	131
15.1.1.	Permanente Implantation	131
15.1.2.	Temporäre Implantation	131
15.1.3.	Kontraindikationen der Implantation	131
15.2.	Medizinisch-physikalische Therapieplanung	132
15.2.1.	Zielvolumina	132
15.2.2.	Dosisspezifikation, Fraktionierung	133
15.2.2.1.	Permanente (LDR)-Brachytherapie	133
15.2.2.2.	Temporäre (HDR)-Brachytherapie	133
15.3.	Praktische Durchführung und Technik	133
15.3.1.	Permanente Brachytherapie (Seeds)	134
15.3.2.	Temporäre Brachytherapie (HDR-Afterloading)	136
15.4.	Ergebnisse	138
15.4.1.	Permanente Brachytherapie (Seeds)	138
15.4.2.	Temporäre Brachytherapie (HDR)	138
15.5.	Nebenwirkungen	138
15.5.1.	Permanente Brachytherapie (Seeds)	139
15.5.2.	Temporäre Brachytherapie (HDR)	139
15.6.	Literatur	140

Peniskarzinom (G. Kovács) 141

16.1.	Indikationen, Patientenauswahlkriterien	141
16.2.	Zielvolumina, Dosisspezifikation, Dosis	141
16.3.	Technik, Durchführung und praktische Tipps	141
16.3.1.	Oberflächentherapie	141
16.3.2.	Interstitielle Therapie	142
16.4.	Ergebnisse	143
16.5.	Nebenwirkungen	143
16.5.1.	Akute Nebenwirkungen	143
16.5.2.	Spätnebenwirkungen	143
16.6.	Literatur	143

HNO-Tumoren (V. Strnad, H. Jacobs) 145

17.1.	Lippenkarzinom	145
17.1.1.	Indikationen, Patientenauswahlkriterien	145
17.1.2.	Medizinisch-physikalische Therapieplanung	145
17.1.2.1.	Zielvolumina	145
17.1.2.2.	Dosisspezifikation	145
17.1.2.3.	Dosis, Dosisleistung, Fraktionierung	145
17.1.3.	Praktische Durchführung, Technik	145
17.1.4.	Ergebnisse	146
17.1.5.	Nebenwirkungen	146

17.2.	Mundhöhle: Mundbodenkarzinom, Zungenkörperkarzinom	146
17.2.1.	Indikationen, Patientenauswahlkriterien	146
17.2.2.	Medizinisch-physikalische Bestrahlungsplanung	147
17.2.2.1.	Zielvolumina	147
17.2.2.2.	Dosispezifikation	147
17.2.2.3.	Dosis, Dosisleistung, Fraktionierung	147
17.2.3.	Praktische Durchführung, Technik	148
17.2.4.	Ergebnisse	150
17.2.5.	Nebenwirkungen	150
17.3.	Oropharynx	150
17.3.1.	Indikationen, Patientenauswahlkriterien	150
17.3.2.	Medizinisch-physikalische Therapieplanung	150
17.3.2.1.	Zielvolumina	150
17.3.2.2.	Dosispezifikation	150
17.3.2.3.	Dosis, Dosisleistung, Fraktionierung	151
17.3.3.	Praktische Durchführung, Technik	151
17.3.4.	Ergebnisse	152
17.3.5.	Komplikationen	152
17.4.	Wange	153
17.4.1.	Indikationen, Patientenauswahlkriterien	153
17.4.2.	Medizinisch-physikalische Therapieplanung	153
17.4.2.1.	Zielvolumina	153
17.4.2.2.	Dosispezifikation	153
17.4.2.3.	Dosis, Dosisleistung, Fraktionierung	153
17.4.3.	Praktische Durchführung, Technik	153
17.4.4.	Ergebnisse	153
17.4.5.	Komplikationen	153
17.5.	Nasopharynx	153
17.5.1.	Indikationen, Patientenauswahlkriterien	153
17.5.2.	Medizinisch-physikalische Therapieplanung	154
17.5.2.1.	Zielvolumina	154
17.5.2.2.	Dosispezifikation	154
17.5.2.3.	Dosis, Dosisleistung, Fraktionierung	154
17.5.3.	Praktische Durchführung, Technik	154
17.5.4.	Ergebnisse	155
17.5.5.	Nebenwirkungen	155
17.6.	Literatur	155

Mammakarzinom (J. Hammer, V. Strnad)

157

18.1.	Indikationen, Patientenauswahlkriterien	157
18.1.1.	Interstitielle Brachytherapie als Boost	157
18.1.2.	Alleinige postoperative interstitielle Brachytherapie	157
18.1.3.	Postoperative Oberflächen-/ interstitielle Brachytherapie der Thoraxwand nach einem Thoraxwandrezidiv bei vorbestrahlten Patientinnen	158
18.2.	Medizinisch-physikalische Therapieplanung	158
18.2.1.	Zielvolumina	158
18.2.1.1.	Interstitielle Brachytherapie	158
18.2.1.2.	Zielvolumen bei Oberflächenbrachytherapie	160
18.2.2.	Dosispezifikation	160
18.2.2.1.	Interstitielle Brachytherapie	160
18.2.2.2.	Oberflächenbrachytherapie	161
18.2.3.	Dosis, Dosisleistung, Fraktionierung	161

18.3.	Praktische Durchführung und Technik.....	161
18.3.1.	Interstitielle Brachytherapie	161
18.3.2.	Moulage (Oberflächenbrachytherapie).....	164
18.4.	Ergebnisse	164
18.4.1.	Boost	164
18.4.2.	Alleinige interstitielle Brachytherapie	165
18.4.3.	Oberflächenbrachytherapie der vorbestrahlten Thoraxwand	165
18.5.	Nebenwirkungen	165
18.5.1.	Boost	165
18.5.2.	Alleinige interstitielle Brachytherapie	166
18.5.3.	Oberflächenbrachytherapie bei vorbestrahlten Patientinnen	166
18.6.	Literatur.....	166

Bronchuskarzinom (R. H. Greiner, Ch. von Briel) 168

19.1.	Indikationen, Patientenauswahlkriterien.....	168
19.1.1.	Radikale endobronchiale Brachytherapie als alleinige kurative Maßnahme.....	168
19.1.2.	Endobronchiale Brachytherapie als Boost	168
19.1.3.	Der palliative Einsatz der endobronchialen Brachytherapie	169
19.2.	Medizinisch-physikalische Therapieplanung.....	169
19.2.1.	Zielvolumina	169
19.2.1.1.	Das Zielvolumen bei kurativer Zielsetzung	169
19.2.1.2.	Das Zielvolumen bei palliativem Einsatz	170
19.2.2.	Dosis-spezifikation	170
19.2.2.1.	Die Dosis-spezifikation bei kurativer Zielsetzung	170
19.2.2.2.	Die Dosis-spezifikation bei palliativem Einsatz	170
19.2.3.	Dosis, Dosisleistung, Fraktionierung	170
19.3.	Praktische Durchführung und Technik.....	171
19.4.	Ergebnisse	171
19.4.1.	Ergebnisse alleiniger kurativer endobronchialer HDR-Brachytherapie	171
19.4.2.	Ergebnisse endobronchialer Boost-Therapie bei kurativer Zielsetzung	172
19.4.3.	Ergebnisse bei palliativer Indikation	172
19.5.	Nebenwirkungen	172
19.6.	Literatur.....	173

Ösophaguskarzinom (B. F. Schmidt) 174

20.1.	Indikationen, Patientenauswahlkriterien.....	174
20.2.	Medizinisch-physikalische Therapieplanung.....	174
20.2.1.	Zielvolumina	174
20.2.2.	Dosis-spezifikation	175
20.2.3.	Dosis, Dosisleistung, Fraktionierung	175
20.3.	Praktische Durchführung und Technik.....	176
20.4.	Ergebnisse	176
20.5.	Nebenwirkungen	177
20.6.	Literatur.....	178

Analkanalkarzinom (G. G. Grabenbauer) 179

21.1.	Indikationen, Patientenauswahlkriterien.....	179
21.2.	Medizinisch-physikalische Therapieplanung.....	179
21.2.1.	Zielvolumina.....	180

21.2.2.	Dosisspezifikation	180
21.2.3.	Dosis, Dosisleistung, Fraktionierung	181
21.3.	Praktische Durchführung und Technik	181
21.4.	Ergebnisse	181
21.5.	Nebenwirkungen	182
21.6.	Literatur	183

Hauttumoren (G. Hildebrandt)

184

22.1.	Indikationen, Patientenauswahlkriterien	184
22.2.	Medizinisch-physikalische Therapieplanung	184
22.2.1.	Zielvolumina	184
22.2.2.	Dosisspezifikation	185
22.2.3.	Dosis, Dosisleistung, Fraktionierung	185
22.3.	Praktische Durchführung und Technik	185
22.4.	Ergebnisse	186
22.5.	Nebenwirkungen	187
22.6.	Literatur	188

Aderhautmelanome (R. Pötter, R. P. Müller)

189

23.1.	Indikationen, Patientenauswahl, Kriterien	189
23.2.	Medizinisch-physikalische Therapieplanung	189
23.2.1.	Zielvolumina	189
23.2.2.	Augenkalotten	190
23.2.2.1.	Ruthenium-106-Augenkalotten	190
23.2.2.2.	Jod-125-Augenkalotten	190
23.2.3.	Dosisspezifikation und Dosimetrie	191
23.2.3.1.	Ruthenium-106-Augenkalotten	191
23.2.3.2.	Jod-125-Augenkalotten	192
23.3.	Praktische Durchführung und Technik	192
23.4.	Ergebnisse	194
23.4.1.	Ruthenium-106-Brachytherapie	195
23.4.2.	Jod-125-Brachytherapie	195
23.5.	Nebenwirkungen	195
23.6.	Literatur	196

Endovaskuläre Brachytherapie (B. Pokrajac, R. Pötter)

197

24.1.	Indikationen, Patientenauswahlkriterien	197
24.1.1.	Femoropopliteale Arterien	197
24.1.2.	Koronararterien	197
24.2.	Medizinisch-physikalische Therapieplanung	198
24.2.1.	Zielvolumina	198
24.2.2.	Dosisspezifikation	199
24.2.3.	Dosimetrie der endovaskulären Brachytherapiegeräte	200
24.2.3.1.	Femoropopliteale Arterien	200
24.2.3.2.	Koronararterien	200
24.3.	Praktische Durchführung und Technik	201
24.3.1.	Femoropopliteale Arterien	201
24.3.2.	Koronararterien	201
24.4.	Ergebnisse	202

24.4.1.	Femoropopliteale Arterien	202
24.4.2.	Koronararterien	203
24.5.	Nebenwirkungen	203
24.6.	Literatur	204

Verschiedenes (Pädiatrische Malignome, intrakranielle Brachytherapie, Weichteilsarkome, Keloide) 205

25.1.	Pädiatrische Malignome (R. Pötter)	205
25.1.1.	Indikationen	205
25.1.2.	Medizinisch-physikalische Therapieplanung	205
25.1.2.1.	Zielvolumina	205
25.1.2.2.	Dosisspezifikation	205
25.1.2.3.	Dosis, Dosisleistung, Fraktionierung	205
25.1.3.	Praktische Durchführung und Technik	205
25.1.4.	Ergebnisse	206
25.1.5.	Nebenwirkungen	206
25.1.6.	Literatur	206
25.2.	Intrakranielle Brachytherapie (G. Kovács)	206
25.2.1.	Indikationen, Patientenauswahlkriterien	207
25.2.1.1.	Intradurale Malignome	207
25.2.1.2.	Intrakranielle extradurale Malignome	207
25.2.2.	Medizinisch-physikalische Therapieplanung	207
25.2.2.1.	Zielvolumina	207
25.2.2.2.	Dosisspezifikation	207
25.2.3.	Ergebnisse	207
25.2.4.	Nebenwirkungen	207
25.2.5.	Literatur	208
25.3.	Weichteilsarkome (V. Strnad)	208
25.3.1.	Indikationen, Patientenauswahlkriterien	208
25.3.2.	Medizinisch-physikalische Therapieplanung	208
25.3.2.1.	Zielvolumina	208
25.3.2.2.	Dosisspezifikation	208
25.3.2.3.	Dosis, Dosisleistung, Fraktionierung	209
25.3.3.	Praktische Durchführung und Technik	209
25.3.4.	Ergebnisse	209
25.3.5.	Nebenwirkungen	209
25.3.6.	Literatur	209
25.4.	Keloid (V. Strnad)	210
25.4.1.	Indikationen, Patientenauswahlkriterien	210
25.4.2.	Medizinisch-physikalische Therapieplanung	210
25.4.2.1.	Zielvolumina	210
25.4.2.2.	Dosisspezifikation	210
25.4.2.3.	Dosis, Dosisleistung, Fraktionierung	210
25.4.3.	Praktische Durchführung und Technik	210
25.4.4.	Ergebnisse	210
25.4.5.	Nebenwirkungen	210
25.4.6.	Literatur	211

Perspektiven der Brachytherapie im 21. Jahrhundert (R. Pötter) 212

Index 217