

Inhaltsverzeichnis

I	Allgemeiner Teil	1	5.3	Krebs	23
			5.3.1	Häufigkeit	23
1	Geschichte der Radiologie und Strahlentherapie (Radioonkologie)	3	5.3.2	Typisierung maligner Tumoren (Typing)	23
			5.3.3	Gradeinteilung maligner Tumoren (Grading)	24
2	Strahlentherapie – Radiotherapie – Radioonkologie	7	5.4	Örtliches Tumorwachstum	24
2.1	Geschichte der Tumorbehandlung	7	5.5	Metastasenbildung	26
			5.5.1	Lymphogene Metastasierung	27
2.2	Der Begriff Onkologie	7	5.5.2	Hämatogene Metastasierung	27
2.3	Stellung der Radioonkologie in der Tumorbehandlung	8	5.5.3	Implantationsmetastasen	29
2.4	Begriffe in der Onkologie	9	5.6	Tumorrezidiv	30
			5.7	Klinische Stadieneinteilung der bösartigen Tumoren	30
			5.7.1	TNM-Klassifikation	30
3	Organisation der Radioonkologie in Krankenhaus und freier Praxis	11	5.7.2	Stadieneinteilung der malignen Lymphome	32
3.1	Gliederung einer Strahlenklinik ...	11	5.8	Remissionsbeurteilung	33
3.2	Tumorzentrum	12	6	Epidemiologie und Ätiologie ...	35
			6.1	Grundbegriffe – Definitionen	35
4	Die MTAR in der Strahlentherapie	15	6.2	Das Krebsproblem	37
4.1	Tätigkeiten in der Strahlentherapie	15	6.3	Ursachen der bösartigen Tumoren (Ätiologie)	37
4.2	Die Arbeit mit Arzt und Physiker	16	6.3.1	Vererbung	38
4.3	Die Zusammenarbeit mit Krankenschwester und Krankenpfleger	16	6.3.2	Ernährung	38
			6.3.3	Chemische Karzinogene	39
			6.3.4	Bösartige Tumoren durch Strahlen	40
			6.3.5	Virale Karzinogenese	40
			6.3.6	Krebs durch chronische Reize	41
			6.3.7	Andere Krebsursachen	41
II	Allgemeine Onkologie	19	6.4	Spezielle Epidemiologie häufiger Krebserkrankungen	42
5	Tumorpathologie	21	6.4.1	Bronchialkarzinom (Lungenkarzinom)	42
5.1	Zell- und Gewebsneubildung im lebenden Organismus	21	6.4.2	Mammakarzinom	43
5.1.1	Wachstum und Entwicklung	21	6.4.3	Kolorektales Karzinom (Karzinome des Dick- und Enddarms)	43
5.1.2	Hypertrophie und Hyperplasie	21	6.4.4	Magenkarzinom	44
5.1.3	Regeneration und Reparation	22			
5.1.4	Geschwulstbildung (Neoplasie)	22			
5.2	Gutartige und bösartige Geschwülste	22			

VIII Inhaltsverzeichnis

7	Tumorprophylaxe (Prävention)	9	Strategien der Tumorbehandlung	63
7.1	Primäre Prävention (Vorsorge)	45	9.1 Allgemeine Grundsätze	63
7.2	Sekundäre Prävention (Früherkennung)	45	9.2 Kurative Strahlentherapie	63
7.3	Praktische Möglichkeiten der Früherfassung	46	9.3 Palliative Strahlentherapie	65
7.4	Anleitung der Bevölkerung zur Beachtung charakteristischer Warnzeichen und Frühsymptome	47	10 Grundlagen der chirurgischen Tumortherapie	67
			10.1 Diagnostische Operationen	67
			10.2 Kurative Operationen	67
			10.3 Palliative Operationen	68
8	Grundlagen der Tumordiagnostik	11	Grundlagen der internistischen Tumortherapie	71
8.1	Allgemeine Grundsätze	49	11.1 Allgemeines	71
8.2	Anamnese	50	11.2 Zytostatika und zytotoxische Substanzen	72
8.3	Körperliche Untersuchung	50	11.2.1 Wirkungsweise	72
8.4	Bildgebende Diagnostik	51	11.2.2 Auswahl und Verabreichung von Medikamenten	74
8.4.1	Gehirn	51	11.2.3 Nebenwirkungen der Zytostatika ..	75
8.4.2	Wirbelsäule und Rückenmark	52	11.3 Hormontherapie	75
8.4.3	HNO-Bereich	53	11.4 Immuntherapie	76
8.4.4	Thoraxorgane	53		
8.4.5	Brustdrüse	54		
8.4.6	Magen-Darm-Trakt und Leber	55		
8.4.7	Nieren und ableitende Harnwege	57	III Grundlagen der Strahlentherapie	79
8.4.8	Prostata	58		
8.4.9	Retroperitoneale Lymphknoten	58	12 Strahlenphysik	81
8.4.10	Skelettmetasen	58	12.1 Strahlenarten	81
8.5	Labordiagnostik	59	12.1.1 Photonenstrahlung	81
8.5.1	Früherkennung von Tumorkrankheiten	59	12.1.2 Korpuskularstrahlung	82
8.5.2	Tumormarker	60	12.2 Wechselwirkung von Strahlung mit Materie	83
8.6	Operative Diagnostik – Gewebeentnahme	60	12.2.1 Aufbau eines Atoms	83
8.6.1	Aspirationsbiopsie	61	12.2.2 Elementarprozesse der Ionisation ..	84
8.6.2	Nadelbiopsie	61	12.3 Radioaktivität	88
8.6.3	Zangenbiopsie und Schlingenabtragung	61	12.4 Röntgenstrahlen	90
8.6.4	Inzisionsbiopsie und diagnostische Exstirpation	61	12.4.1 Entstehung von Röntgenstrahlen ..	90
8.6.5	Mediastinoskopie und Thorakoskopie	61	12.4.2 Praktische Erzeugung von Röntgenstrahlen	91
8.6.6	Probelaparotomie und „Second- Look-Operationen“	61	12.4.3 Abstandsquadratgesetz	94
			12.4.4 Halbwertsschichtdicke	94
			12.5 Dosisbegriffe und Dosisseinheiten	95
			12.5.1 Ionendosis	95
			12.5.2 Energiedosis	95

12.5.3	Äquivalentdosis	96	15	Grundlagen der Strahlenpathologie	141
12.5.4	Effektive Äquivalentdosis	98		Quellen der Strahlenexposition ...	141
12.5.5	Relative biologische Wirksamkeit ...	98	15.1	Stochastische und deterministische Strahlenfolgen	142
12.5.6	Dosisleistung	99	15.2	Hormesis	143
12.5.7	Weitere Dosisbegriffe in der Radiologie	99	15.3	Strahlengenetik – genetische Strahlenfolgen	143
12.5.8	Aufbaueffekt	100	15.4	Mutationen	144
12.5.9	Tiefendosisverteilung	101		Systematik der genetischen und somatischen Mutationen	145
13	Strahlenbiologie	103	15.4.1	Krankheiten mit erhöhter DNA-Empfindlichkeit bzw. eingeschränktem DNA-Reparaturvermögen	146
13.1	Die Zelle	103	15.4.2	Genetische Strahlenfolgen	147
13.2	Grundsätzliches zum Ablauf der Strahlenwirkung	107	15.4.3	Teratogene Strahlenfolgen	148
13.3	Strahlenchemie	109		Somatische Strahlenfolgen	151
13.3.1	Wasserradiolyse	109	15.5	Somatische Mutationen	151
13.3.2	Sauerstoffeffekt	110	15.6	Stochastische somatische Schäden (Kanzerogenese)	151
13.3.3	Radiolyseprodukte und LET	111	15.6.1	Deterministische somatische Strahlenfolgen	158
13.3.4	G-Wert	111	15.6.2	Spezielle Organpathologie	165
13.3.5	Erholungsvorgänge	111	16	Hämatopoietisches System	165
13.4	Strahlenbiochemie	111	16.1	Haut und Schleimhäute	167
13.4.1	DNA und ionisierende Strahlung ...	112	16.2	Magen-Darm-Trakt	168
13.4.2	Reparatur der DNA-Strahlenschäden	114	16.3	Akute und chronische Strahlenpneumopathie	169
13.5	Zelluläre Strahlenbiologie	115	16.4	Niere	170
13.5.1	Zelltod, Zellaktivierung	115	16.5	Hoden und Ovar	171
13.5.2	Erholungs- und Reparaturprozesse ...	117	16.6	Herz und Gefäßsystem	173
13.5.3	Zellüberlebenskurven	118	16.7	Nervensystem	174
13.5.4	Multitarget-Modell	119	16.8	Auge	176
13.5.5	Linear-quadratisches Modell (α/β -Modell)	119	16.9	Ohr	176
13.5.6	Strahlensensibilität und Zellzyklus ..	122	16.10	Skelett	176
13.5.7	Fraktionierung und Protrahierung ..	122	17	Gerätekunde	179
13.5.8	Sauerstoffeffekt	124	17.1	Röntgentherapie	179
13.5.9	Relative biologische Wirksamkeit (RBW)	127	17.1.1	Röntgenanlagen	179
			17.1.2	Zubehör	180
			17.1.3	Gesichtspunkte in der Röntgendiagnostik	181
			17.1.4	Gesichtspunkte in der Röntgentherapie	182
14	Biologische Grundlagen der Strahlentherapie von Tumoren	129			
14.1	Wachstum und Proliferation von Tumoren	130			
14.2	Strahlenempfindlichkeit und Strahlenresistenz von Tumoren ...	130			
14.3	Möglichkeiten zur Wirkungssteigerung der Strahlentherapie	133			
14.4	Interaktion mit Medikamenten ...	138			

X Inhaltsverzeichnis

17.2	Hochenergie-Strahlentherapie (Hochvolttherapie/ Megavolttherapie)	184	18.3.1	Teletherapie: Einflüsse auf die Dosisverteilung	217
17.2.1	Telegammatherapie	184	18.3.2	Modifizierung und Individualisierung von Strahlenfeldern	225
17.2.2	Beschleuniger	185	18.4	Bestrahlungstechniken der Teletherapie	227
17.2.3	Geräte zur Neutronenerzeugung ...	193	18.4.1	Einzelstehfeld-Bestrahlungen	227
17.3	Charakterisierung von Strahlenbündeln in der Strahlentherapie	193	18.4.2	Mehrfelderbestrahlungen Gegenfeldbestrahlung	228
17.4	Therapiesimulator	194	18.4.3	Bewegungsbestrahlungen	230
17.5	Bildgestützte Radiotherapie (IGRT)	196	18.4.4	Konformierende Strahlentherapie	230
17.5.1	Herkömmliche bildgestützte Bestrahlungsplanung und -dokumentation	196	18.4.5	Intraoperative Bestrahlung (IORT)	235
17.5.2	Sonographie (US) zur Zielvolumendefinition und zur Positionierung von Strahlern	196	18.4.6	Großfeldbestrahlungen	238
17.5.3	Computertomographie, MRT und Hybridsysteme	198	18.5	Techniken der Brachytherapie	241
17.5.4	Tomotherapie	199	18.5.1	Oberflächenkontakttherapie	241
17.5.5	Molekulare Bildgebung (Molecular Imaging)	199	18.5.2	Intrakavitäre Therapie	243
17.6	Brachytherapie im Nachladeverfahren (Afterloading)	202	18.5.3	Interstitielle Therapie	245
17.6.1	Technik	202	18.6	Patientenquer- und -längsschnitte	250
17.6.2	Dosisleistungs-Bereiche	204	18.6.1	Sonographie (Ultraschalltomographie)	251
17.7	Hyperthermie	205	18.6.2	Computertomographie (CT)	253
17.7.1	Wärmeerzeugung	205	18.6.3	Magnetresonanztomographie (MRT)	255
17.7.2	Oberflächenhyperthermie	206	18.7	Arbeitsweise am Therapiesimulator	258
17.7.3	Regionale Tiefenhyperthermie	209	18.8	Physikalisch-technischer Bestrahlungsplan	259
17.7.4	Temperaturmessung	209	18.8.1	Bestrahlungsplanungssysteme	259
17.7.5	Interstitielle Hyperthermie	210	18.8.2	Bestrahlungsplan und -protokoll	261
IV	Die Strahlenbehandlung	211	19	Die tägliche Strahlenbehandlung	267
18	Bestrahlungsplanung	213	19.1	Erste Begegnung	267
18.1	Behandlungsstrategie	213	19.2	Aufklärung über Behandlungsrisiken	268
18.2	Zielvolumenkonzept – onkologische und strahlentherapeutische Volumina	213	19.3	Vorbereitung der Bestrahlung am Therapiesimulator	273
18.3	Grundsätzliche Einteilung strahlentherapeutischer Methoden	216	19.4	Einstellung der Bestrahlungsfelder am Patienten	275
			19.4.1	Lagerung	275
			19.4.2	Eigentliche Feldeinstellung	278

19.4.3	Bewegungsbestrahlung	279	22.3	Maligne Lymphome und Pseudolymphome	315
19.4.4	Großfeldbestrahlungen	281			
19.5	Einstell- und Lagerungshilfen	282	22.4	Tumoren der okulären Adnexe und der Orbita	315
19.6	Sicherung und Dokumentation der Einstellung von Bestrahlungsfeldern	288	23	Kopf-Hals-Tumoren	317
			23.1	Grundsätzliches	317
20	Psychologische Begleitung des Patienten	291	23.2	Nasopharynx tumoren	318
20.1	Allgemeines	291	23.3	Ästhesioneuroblastom	321
20.2	Der aufgeklärte Patient	291	23.4	Oro- und Hypopharynxkarzinome ..	321
20.3	Der verdrängende, nicht informierte Patient	292	23.5	Karzinome der Mundhöhle und der Lippen	323
20.4	Der vorsätzlich nicht aufgeklärte Patient	292	23.6	Larynxkarzinome	325
20.5	Vom Sterben	293	23.7	Karzinome der Speicheldrüsen ..	326
20.6	Auskünfte an Angehörige	294	23.8	Karzinome der inneren Nase und der Nasennebenhöhlen (NNH)	327
V	Spezielle Onkologie der Organtumoren	297	24	Metastasen unbekannter Primärtumoren (CUP-Syndrom)	329
21	Hirntumoren	299	25	Lungentumoren	333
21.1	Gliome	299	25.1	Allgemeines	333
21.2	Gliomatosis cerebri	302	25.2	Nichtkleinzellige Karzinome (NSCLC)	334
21.3	Meningome	303	25.3	Kleinellige Karzinome (SCLC) ..	340
21.4	Hirntumoren im Kindesalter	303			
21.4.1	Medulloblastom	303	26	Mediastinaltumoren und Pleuramesotheliom	343
21.4.2	Niedriggradige Astrozytome (WHO-Grad I oder II)	306	26.1	Malignes Thymom	343
21.4.3	Ependymome (WHO-Grade I-III)	306	26.2	Diffuses malignes Pleuramesotheliom	346
21.4.4	Keimzelltumoren	307			
21.5	Hypophysenadenome	308	27	Mammakarzinom	347
21.6	Lymphome des ZNS	310	27.1	Primärbehandlung	350
21.7	Andere Hirntumoren	310	27.2	Lokales und lokoregionäres Rezidiv	354
21.7.1	Akustikusneurinome	311	27.3	Systemisch metastasiertes Mammakarzinom	355
21.7.2	Arteriovenöse Malformationen	311	28	Gastrointestinale Tumoren	357
21.7.3	Pinealistumoren	311	28.1	Ösophaguskarzinom	357
21.7.4	Kraniopharyngeome	312	28.2	Magenkarzinom	361
22	Tumoren des Auges und der Orbita	313	28.3	Karzinome des Pankreas und der Gallenwege	363
22.1	Retinoblastom	313			
22.2	Malignes Melanom	314			

XII Inhaltsverzeichnis

28.4	Rektumkarzinom	365	36.4	Rhabdomyosarkom	440
28.5	Analkarzinom	369	36.5	Ewing-Sarkom	441
			36.6	Langerhans-Zell-Histiozytose (Histiocytosis X)	443
29	Tumoren des männlichen Genitale	373	37	Hauttumoren	445
29.1	Hodentumoren	373	37.1	Übersicht	445
29.2	Prostatakarzinom	376	37.2	Basaliom und Spinaliom	445
29.3	Peniskarzinom	382	37.2.1	Basallzellkarzinom (Basaliom)	445
			37.2.2	Plattenepithelkarzinom (Spinaliom)	447
30	Tumoren des weiblichen Genitale	385	37.3	Merkel-Zell-Karzinom	448
30.1	Zervixkarzinom	385	37.4	Malignes Melanom (MM)	449
30.2	Korpuskarzinom (Endometriumkarzinom)	391	38	Palliative Radiotherapie	453
30.3	Vaginal- und Vulvakarzinom	393	38.1	Notfallsituationen	453
30.4	Ovarialkarzinom	396	38.1.1	Obere Einflusstauung (Vena-cava-superior-Syndrom)	453
			38.1.2	Strahlenpneumonitis	
				(akute Strahlenpneumopathie)	454
31	Harnblasenkarzinom	399	38.1.3	Akute Hirndrucksteigerung	454
			38.1.4	Akute Rückenmarkkompression	455
32	Tumoren endokriner Organe ...	405	38.1.5	Hyperkalzämie	456
32.1	Struma maligna (Schilddrüsenkarzinom)	405	38.2	Orbitametastasen	456
32.2	Nebennierenrindenkarzinom	408	38.3	Hirnmetastasen	457
32.3	Karzinoidtumoren	409	38.4	Skelettmetastasen	458
33	Knochen- und Weichteilsarkome	411	39	Supportivtherapie	461
33.1	Knochensarkome	411	39.1	Allgemeines	461
33.2	Weichteilsarkome	413	39.2	Ernährung	461
34	Maligne Lymphome	419	39.3	Schmerzbehandlung	464
34.1	Morbus Hodgkin (Lymphogranulomatose)	419	39.4	Behandlung von Übelkeit und Erbrechen (ANE-Syndrom)	464
34.2	Non-Hodgkin-Lymphome (NHL) ...	423	39.5	Fatigue	465
34.3	MALT-Lymphome	426	VI	Strahlentherapie gutartiger Erkrankungen	467
34.4	Kutane Non-Hodgkin-Lymphome ..	427			
34.5	Plasmozytom und multiples Myelom	430			
35	Leukämien	433	40	Grundsätzliches	469
			40.1	Stellung der Strahlentherapie bei der Behandlung nicht- maligner Erkrankungen im interdisziplinären Disput	469
36	Tumoren im Kindesalter	437			
36.1	Übersicht	437			
36.2	Neuroblastom	438			
36.3	Nephroblastom (Wilms-Tumor)	439	40.2	Grundsätze der Strahlentherapie gutartiger Erkrankungen	470

41	Anti-inflammatorische Bestrahlung (Entzündungsbestrahlung)	43.4	Hämangiome und arteriovenöse Malformationen	483	
41.1	Wirkungsmechanismen	471	VII	Strahlenschutz	485
41.2	Akute inflammatorische Erkrankungen (Entzündungsbestrahlung im engeren Sinn)	472	44	Grundlagen	487
41.3	Chronisch-inflammatorische und degenerative Erkrankungen der Gelenke und Weichteile (Schmerzbestrahlung)	472	44.1	Rechtliche Grundlagen	487
41.3.1	Periarthrosis humeroscapularis (Impingementsyndrom)	473	44.2	Für den Strahlenschutz relevante Dosisgrößen	488
41.3.2	Deformierende Arthrose (Arthrosis deformans) der großen Gelenke	473	44.2.1	Ortsdosis (eine Messgröße)	488
41.3.3	Degenerative Wirbelsäulenerkrankungen	474	44.2.2	Personendosis (eine Messgröße)	488
41.3.4	Epicondylopathia humeri (Tennisellenbogen)	474	44.2.3	Organdosis, effektive Dosis und Körperdosis (festgelegte Schutzgrößen)	488
41.3.5	Fersensporn (Achillodynie)	474	44.3	Dosisgrenzwerte	489
41.3.6	Schleimbeutelentzündung (Bursitis)	474	44.3.1	Dosisgrenzwerte für Personen und Personengruppen als Basis für die Festlegung von Strahlenschutzbereichen	489
41.3.6	Schleimbeutelentzündung (Bursitis)	474	44.3.2	Auflagen für strahlenexponierte Personen	491
42	Bestrahlung hyperproliferativer Prozesse (anti-proliferative Bestrahlung)	45	Praktische Maßnahmen im Strahlenschutz	493	
42.1	Narbenkeloid	475	45.1	Strahlenschutz für beruflich exponierte Personen	493
42.2	Pterygium der Konjunktiva	476	45.2	Strahlenschutz in der Röntgendiagnostik	495
42.3	Dupuytren-Kontraktur und Morbus Ledderhose	476	45.2.1	Ärztliche Maßnahmen zum Schutz von Patienten	495
42.4	Induratio penis plastica (Peyronie-Krankheit)	477	45.2.2	Technische Maßnahmen zum Schutz von Patienten	495
42.5	Aggressive Fibromatose (Desmoid)	477	45.2.3	Schutzmaßnahmen für das Personal	496
42.6	Heterotope Ossifikationen am Hüftgelenk	478	45.3	Strahlenschutz in der Nuklearmedizin	497
43	Andere Indikationen	481	45.4	Strahlenschutz in der Strahlentherapie	497
43.1	Endokriner Exophthalmus	481	45.4.1	Schutzmaßnahmen für Patienten	498
43.2	Glomustumoren	482	45.4.2	Schutzmaßnahmen für das Personal	499

XIV Inhaltsverzeichnis

Anhang	501	Abbildungs- und Tabellennachweis	517
Glossar	503	Index	521
Physikalische Größen und Einheiten	513		