

Curriculum Zusammengeführt Lange Version:

Vorbemerkung

Von der DEGRO-Akademie wurde bereits erstmalig in den 2000er Jahren (unter der Federführung von Prof. Sack) ein Curriculum für die Facharztweiterbildung erarbeitet, um einen systematischen Überblick über die Inhalte und Themenschwerpunkte der Facharztprüfung im Fachgebiet Strahlentherapie zu schaffen, an dem sich sowohl Weiterbilder/innen wie auch Weiterbildungsassistenten/innen orientieren können.

Dieses Curriculum wurde und wird fortlaufend aktualisiert und dabei zum Beispiel auch an die neuesten medizinischen Erkenntnisse sowie die Weiterentwicklungen der Muster-Weiterbildungsordnung angepasst.

Neben den Grundlagen der Strahlenbiologie und Strahlenphysik / des Strahlenschutzes umfassen die zu erlernenden Basiskenntnisse und Kompetenzen bzgl. der strahlentherapeutischen Behandlung bei den einzelnen Entitäten / Behandlungen unter anderem folgende Aspekte:

- Epidemiologie / Ätiologie (Präkanzerosen / Risikofaktoren) der verschiedenen Krankheitsbilder
- Aspekte der Anatomie und Histologie
- Klinische Symptomatik
- Indikationsstellung unter Berücksichtigung multimodaler Therapiekonzepte / Interdisziplinarität und „konkurrierender Verfahren“ sowie der aktuellen Leitlinien
- Therapieintention (kurativ oder symptom-/befundorientiert)
- Aufklärung
- Zielvolumendefinition
- Dosis-/Fraktionierungskonzepte
- Risikoorgane / Toleranzdosen
- Bestrahlungstechniken
- Bildgebung zum Staging und zur Strahlentherapie-Planung
- Medikamentöse Tumorthherapie (und dabei insbesondere im Zusammenhang mit einer Strahlentherapie – concomitant sowie sequentiell)
- Klassifikation von Nebenwirkungen inkl. Nebenwirkungsmanagement / Supportivtherapie sowie Aspekte der Lebensqualität
- Prognose / prädiktive Faktoren
- Onkologische wie strahlentherapeutische Nachsorge mit Evaluation der Therapieergebnisse
- Besonderheiten der ambulanten wie stationären Strahlentherapie
- Spezielle Aspekte der Strahlentherapie bei „Gutartigen Erkrankungen“

Zudem werden im Curriculum auch weitere Aspekte thematisiert, die sich nicht unmittelbar auf die rein medizinischen Aspekte beziehen. Aus Sicht der Akademie ist der Erwerb von Kompetenzen auch in diesen Bereichen für eine umfassende Weiterbildung und Vorbereitung auf die

eigenverantwortliche Tätigkeit als Facharzt/-ärztin unabdingbar. Diese umfassen unter anderem Kenntnisse in folgenden Bereichen:

- Wirtschaftliche Aspekte / Abrechnung (EBM, PKV sowie DRG)
- Qualitäts- und Risikomanagement
- Patientensicherheit
- Rechtliche Grundlagen / Strahlenschutzgesetzgebung
- Ärztliche Stelle
- Wissenschaftliches Arbeiten
- Ethische Aspekte
- Geschichte der Strahlentherapie

In den folgenden Kapiteln werden nun die in dieser Vorbemerkung genannten Inhalte konkretisiert.

1. Strahlenbiologie
 - 1.1. Grundlagen der molekularen und zellulären Strahlenwirkung
 - 1.1.1. Zellüberleben, DNA-Schadensantwort, Zellzyklus, Signaltransduktion, lokale und systemische Auswirkungen
 - 1.1.2. Biologie unterschiedlicher Strahlenarten, LET, RBW
 - 1.2. Grundlagen der Strahlenbiologie von Tumor- und Normalgewebe:
 - 1.2.1.6 Rs der Strahlenbiologie: Reparatur, Radiosensibilität, Repopulation, Redistribution, Reoxygenierung und Reaktivierung (Antitumor-Immunantwort)
 - 1.2.2. Vergleich Strahlenbelastung Diagnostik/ Therapie
 - 1.2.3. Tumorbiologie und Tumorummunologie
 - 1.2.4. Tumorheterogenität
 - 1.2.5. Stressantwort
 - 1.2.6. Mikromilieu
 - 1.2.7. Präklinische Modelle
 - 1.3. Fraktionierung, Hypofraktionierung, Stereotaxie, FLASH
 - 1.4. Individualisierung der Strahlentherapie, Definition prognostischer und prädiktiver Marker, Biomarker (Liquid Biopsies, Omics)
 - 1.5. Gesamtbehandlungszeit
 - 1.6. Volumeneffekt und NTCP
 - 1.7. Re-Bestrahlung
 - 1.8. Molekulares und biologisches Targeting: grundlegendes Konzept, Target-Identifizierung, Target-Validierung
 - 1.9. Kombinierte Radiochemotherapie und Radioimmuntherapie: Wechselwirkungen zwischen Radiotherapie und Systemtherapeutika
 - 1.10. Molekulares Targeting: Grundlegendes Konzept, Target-Identifizierung, Target-Validierung
 - 1.11. Biologie der Partikeltherapie mit molekularen, zellulären und gewebespezifischen Effekten

2. Physik und Strahlenschutz

2.1. Strahlenphysik

- 2.1.1. Ionisierende Strahlung, Strahlenarten
- 2.1.2. Wechselwirkung von Strahlung und Materie
- 2.1.3. Dosisbegriffe, Dosismessung, Dosisverteilungen
- 2.1.4. Aufbau und Funktionsweise von med. Linearbeschleunigern und Kollimatoren
- 2.1.5. Grundlagen der Bildgebung zur Bestrahlungsplanung
- 2.1.6. Grundlagen der Bestrahlungsplanung und Techniken
- 2.1.7. Grundlagen der Planqualitätsanalyse: Isodosen, Dosis-Volumen-Histogramm (DVH), Konformität, Homogenität
- 2.1.8. Grundlagen der Planverifikation: Dosisdifferenz-Verteilungen, Gamma-Index-Analysen, DVH- Vergleich etc.

2.2. Strahlenschutz

- 2.2.1. Grundlagen des Strahlenschutzes
- 2.2.2. Natürliche und zivilisatorische Strahlenexposition
- 2.2.3. Biologie der stochastischen und deterministischen Strahlenwirkung/Strahlenwirkung auf Fortpflanzungsorgane und Vergleich Strahlenbelastung Diagnostik/ Therapie
- 2.2.4. Strahlenschutzgrundsätze: Rechtfertigung, Dosisbegrenzung, Vermeidung
- 2.2.5. Strahlenschutzrecht
- 2.2.6. Organisation des betrieblichen Strahlenschutzes
- 2.2.7. Strahlenschutzbereiche, Grenzwerte für Patient:Innen, Personal und Umgebung, Personendosimetrie
- 2.2.8. Strahlentherapeutische Kette
- 2.2.9. Fehler- und Risikomanagement

2.3. Grundlagen des Umgangs mit „radioaktivierten“ Bauteilen

2.4. Grundlagen des Umgangs mit radioaktiven Stoffen (SEWD Richtlinie)

2.5. Grundlagen im Umgang mit bedeutsamen Vorkommnissen

- 3. Patient:Innensicherheit
 - 3.1. Sicherheitskultur (No-Blame-Culture/Just culture, Second Victim, Miteinbeziehung von Patient:Innen „Speak up“)
 - 3.2. Incident learning und retrospektives Risikomanagement
 - 3.2.1. Begriffsdefinitionen
 - 3.2.2. Meldepflichten
 - 3.2.3. Meldung, Sammlung und Aufarbeitung von Ereignissen
 - 3.2.4. Methodiken der Analyse von Ereignissen
 - 3.2.5. Vorgehen nach erfolgten Ereignissen oder Vorkommnissen
 - 3.3. Prospektives Risikomanagement
 - 3.3.1. Risikoanalysen
 - 3.3.2. Gesetzliche Regelungen
 - 3.3.3. Methodiken zur Risikoanalyse
 - 3.4. Qualitätsmanagement und Patient:innensicherheit
 - 3.4.1. Rolle des Mehraugenprinzips/Peer Review
 - 3.4.2. Qualitätsüberprüfungen in der strahlentherapeutischen Kette
 - 3.4.3. SOPs
 - 3.4.4. Audits (Onkozeit, Ärztliche Stelle, DIN-ISO)
 - 3.4.5. Rolle der Personalausstattung, Fort- und Weiterbildung für die Qualität und Sicherheit
 - 3.5. Umgang mit Patient:Innen mit Herzschrittmachern und Defibrillatoren

4. Strahlentherapeutische Techniken inklusive physikalische und medizinische Anwendungen und Dokumentation
 - 4.1. Indikationsspezifische Bildgebung für die Bestrahlungsplanung
 - 4.1.1. Technischen Grundlagen für die wichtigsten bildgebenden Verfahren (Röntgen, Ultraschall, CT, MRT, PET, Szintigraphie)
 - 4.1.2. Einsatz von Kontrastmitteln
 - 4.1.3. Bildfusionierung (rigide vs. non-rigide, Fehlerquellen bei der Fusionierung)
 - 4.2. Bestimmung des Zielvolumens (GTV, CTV, ITV, PTV)
 - 4.3. (Auto-)Konturierung kritische Organe und Teilstrukturen
 - 4.4. Dosisverschreibung, Spezifikation und Dokumentation der Dosisverteilung
 - 4.5. Konformale (3D-CRT) Strahlentherapie inkl. ICRU-Empfehlung
 - 4.6. intensitäts-/volumen-modulierte (IMRT/VMAT) Strahlentherapie ICRU-Empfehlung
 - 4.7. Atemanhalte-Bestrahlungstechnik (DIBH) insb. beim Mammakarzinom
 - 4.8. Atemgesteuerte Bestrahlungstechnik (Gating/Tracking) insb. bei Lungen- und Leberläsionen
 - 4.9. Stereotaktische Bestrahlungstechnik inkl. ICRU91: kraniell (SRS/FSRT) und extrakraniell (SBRT)
 - 4.10. Online und Offline Adaptive Strahlentherapie (ART)
 - 4.11. Strahlenbehandlung mit Protonen/Ionen
 - 4.12. Spezielle Strahlenbehandlungen: Ganzkörper-/Ganzhaut-Bestrahlung, Spinale Neuroachse, Klinische Direkteinstellungen, Notfallbestrahlung
 - 4.13. Bestrahlungstechniken in der Brachytherapie (insb. Afterloading, Seed-Implantation, Ruthenium-Augenschalen)
 - 4.14. Bestrahlungsplanung in der Brachytherapie (Volumendefinition, Bestrahlungsplanung, Plananalyse, Applikation)
 - 4.15. Spezifikation der Dosisverteilung im Zielvolumen bei der Brachytherapie
 - 4.16. Intraoperative Strahlenbehandlung (IORT) mittels Röntgenstrahlung oder Elektronen
 - 4.17. Kombinierte Strahlentherapie und Hyperthermie

- 5. Klassifizierung von Akut- und Spätreaktionen, Supportivtherapie
 - 5.1. Biologische Grundlagen der Strahlentherapie
 - 5.1.1. Prinzipien der Strahlenwirkung auf Tumor- und Normalgewebe
 - 5.1.2. Zellschädigung: DNA-Schäden, Apoptose, Reparaturmechanismen
 - 5.1.3. Risikofaktoren (Dosis, Fraktionierung, Kombinationstherapien, individuelle Empfindlichkeit)
 - 5.2. Akute- und späte radiogene Nebenwirkungen sowie deren Klassifizierung nach internationaler Klassifikation (CTCAE und LENT-SOMA)
 - 5.2.1. Akute Nebenwirkungen (Definition Reaktionen ≤ 90 Tage nach Therapie)
 - 5.2.2. Späte Nebenwirkungen (Definition Reaktionen > 90 Tage nach Therapie)
 - 5.3. Toleranzdosen von Risikoorganen gemäß evidenzbasierten Vorgaben
 - 5.4. Supportivtherapie radiogener Akut- sowie Spätreaktionen inkl. medikamentöser, physikalischer und prophylaktischer Maßnahmen
 - 5.4.1. Hautpflege: Feuchtigkeit, Wundmanagement, Schutz vor Infektionen
 - 5.4.2. Schleimhautpflege: Mundhygiene, Spüllösungen, Schmerzreduktion
 - 5.4.3. Schmerztherapie: Analgetika nach WHO-Stufenschema
 - 5.4.4. Ernährung und Flüssigkeit (enteral/parenteral)
 - 5.4.5. Hämatologische Supportivmaßnahmen: Transfusionen, Wachstumsfaktoren
 - 5.4.6. Psychosoziale Unterstützung: Beratung, psychologische Betreuung, Patient:Innenedukation
 - 5.5. Prähabilitation
 - 5.6. Rehabilitation und Radioonkologische-/ Strahlentherapeutische Nachsorge

- 6. Aspekte der Palliativmedizin
 - 6.1. Grundprinzipien der Palliativmedizin
 - 6.2. Palliativmedizin = aktive, ganzheitliche Behandlung bei unheilbarer Erkrankung
 - 6.2.1. Fokus: Lebensqualität, Symptomkontrolle, Patient:Innenwille
 - 6.2.2. Abgrenzung: kurativ, palliativ, symptomlindernd / best supportive care
 - 6.3. Symptomkontrolle (Grundkenntnisse)
 - 6.3.1. Schmerztherapie (WHO-Stufenschema)
 - 6.3.2. Einsatz von Opioiden, Koanalgetika
 - 6.3.3. Wechselwirkungen mit Strahlentherapie
 - 6.3.4. Weitere Symptome: Dyspnoe, Fatigue, Angst und Unruhe, Übelkeit, Neurologische Symptome (z. B. Hirndruck)
 - 6.4. Kommunikation und Ethik
 - 6.4.1. Gesprächsführung bei begrenzter Lebenserwartung
 - 6.4.2. Aufklärung über Ziel und Grenzen der Therapie
 - 6.4.3. Umgang mit Hoffnungen, Ängsten und Therapieabbrüchen
 - 6.4.4. Einbindung von Angehörigen
 - 6.4.5. Kenntnisse zu Patient:Innenverfügung, mutmaßlichem Willen, Therapiezieländerung
 - 6.5. Interdisziplinäre Zusammenarbeit
 - 6.5.1. Einbindung eines Palliativdienstes
 - 6.5.2. Zusammenarbeit mit: Onkologie, Schmerztherapie, Pflege, Physiotherapie, Psychoonkologie, Seelsorge, Hospizdiensten
 - 6.6. Organisation palliativmedizinischer Versorgung
 - 6.6.1. Ambulante Palliativversorgung (AAPV)
 - 6.6.2. Spezialisierte ambulante Palliativversorgung (SAPV)
 - 6.6.3. Stationärer Palliativmedizin
 - 6.6.4. Schnittstelle zwischen Strahlentherapie und palliativen Versorgungsstrukturen
 - 6.7. Prognoseeinschätzung und Therapieplanung
 - 6.7.1. Prognosefaktoren einschätzen können
 - 6.7.2. Therapiepläne an Lebenserwartung anpassen
 - 6.7.3. Übertherapie vermeiden
 - 6.7.4. „Time-to-benefit“ berücksichtigen
 - 6.7.5. Therapiebegrenzung

7. Strahlentherapie bei gutartigen, nicht-onkologischen und funktionellen Erkrankungen
 - 7.1. Epidemiologie, Ätiologie und Pathogenese, des klinischen Verlaufs und der diagnostischen Pfade
 - 7.2. Schmerzentstehung und der Schmerztherapie sowie der weiteren spezifischen Beschwerdesymptomatik
 - 7.3. Grundsätzlichen nicht-strahlentherapeutischen Behandlungsmöglichkeiten
 - 7.4. Strahlenbiologischen Grundlagen bei der Behandlung (insbesondere antiinflammatorische bzw. immunmodulatorische Effekte der Strahlentherapie)
 - 7.5. Strahlenphysikalischen Grundlagen (Orthovoltgerät, moderne Linearbeschleuniger mit IMRT und Stereotaxie)
 - 7.6. Wichtigen Indikationen, Behandlungskonzepte (definitiv, prä- oder postoperativ), die Dosierung und Fraktionierung (normofraktioniert, hypofraktioniert, stereotaktisch) für eine Strahlentherapie
 - 7.6.1. Degenerative und entzündliche Veränderungen (insbesondere des muskuloskelettalen Systems): Bursitis, Tendinitis, Peritendinopathia humeroscapularis, Epicondylpathia humeri, Kalkaneodynie, Achillodynie, Osteoarthritis deformans
 - 7.6.2. Proliferative Erkrankungen (u.a. Fibromatosen, Ossifikationen, Keloide)
 - 7.6.3. Erkrankungen von Bindegewebe und der Haut: Induratio penis plastica, Morbus Dupuytren, Morbus Ledderhose, Keloide/hypertrophe Narben
 - 7.6.4. Heterotrope Ossifikationen
 - 7.6.5. Pterygium, Aderhaut-Hämangiom, endokrine Orbitopathie
 - 7.6.6. Prävention Gynäkomastie unter antihormoneller Therapie
 - 7.6.7. Vorgehen bei seltenen gutartigen Erkrankungen (z.B. Gorham Stout Syndrom)
 - 7.6.8. Arteriovenöse Malformation
 - 7.7. Zielvolumenempfehlungen bei der Behandlung o.g. Erkrankungen
 - 7.8. S2e-Leitlinie "Strahlentherapie gutartiger Erkrankungen"
 - 7.9. Besonderen Erfordernisse des Strahlenschutzes
 - 7.10. Besonderen Erfordernisse der Patient:Innenaufklärung
 - 7.11. Herz-Radiochirurgie - Elektrophysiologisch-basierte stereotaktische Strahlentherapie arrhythmogener kardialer Foci

8. Onkologische organbezogene Entitäten inkl. damit verbundenen medikamentöser Tumorthherapie

Im Folgenden werden die relevanten organbezogenen Krankheitsentitäten aufgelistet. Zur Kenntnis gehören die jeweiligen strahlentherapeutischen Indikationen. Die Kenntnis des Behandlungskonzeptes beinhaltet neben den Anforderungen an die Bildgebung zur Bestrahlungsplanung, die adäquate Zielvolumendefinition in Verbindung mit den daraus resultierenden verschiedenen Dosierungskonzepten (mit entsprechenden Dosisgrenzwerten der Risikoorgane) sowie eine adäquate bildgestützte Therapieüberwachung. Zudem sind Kenntnisse zur Indikation und Durchführung einer simultanen oder sequentiellen medikamentösen Tumorthherapie. Ebenso sind Kenntnisse über konkurrierende Therapieverfahren, wie Chirurgie oder alleiniger medikamentöser Tumorthherapie inkludiert, sowie Kenntnisse zur Nachsorge. Kenntnisse zu den Zeitfenstern in Bezug auf andere Therapiemodalitäten (insbesondere „adjuvantes Fenster“) sind ebenfalls beinhaltet. Kenntnisse zu Stadieneinteilung und Prognose sind ebenfalls beinhaltet.

8.1. ZNS Tumore

8.1.1. Neurinom, Akustikusneurinom

8.1.2. Meningeom (WHO Grade I, II und III), Hämangioperizytom

8.1.3. Hypophysentumore wie Adenome und Karzinome inkl. Unterscheidung hormonproduzierend/nicht-hormonproduzierend

8.1.4. Kraniopharyngeom

8.1.5. Glomustumore /Chemodektome

8.1.6. WHO Grad 1 Gliome wie das Pilozytisches Astrozytom

8.1.7. WHO Grad 2 Gliome wie Oligodendrogliome und diffuse Astrozytome

8.1.7.1. Sonstiges: „Pignatti-Kriterien“ für Oligodendrogliome (IDH-Mutation, 1p19q-Kodeletion, Alter <40 Jahre, Fehlen neurologischer Defizite, Komplettresektion bzw. bildgebend stabiler Befund)

8.1.8. WHO Grad 3 Gliome wie Oligodendrogliome und Astrozytome

8.1.9. WHO Grad 4 High-Grade Gliome, IDH-mutiert wie das anaplastische Astrozytom und Glioblastom

8.1.9.1. Tumortheraiefelder (TFF)

8.1.10. Ependymale Tumore

8.1.10.1. Partikeltherapie

8.1.11. Medulloblastom

8.1.11.1. Molekulare Subtypen

8.1.11.2. Partikeltherapie

8.1.12. Primäres Zerebrales Lymphom

8.1.12.1. Primäre Therapie: Systemtherapie

8.1.13. Sekundäre Hirntumore - Hirnmetastasen, Meningeosis carcinomatosa

8.1.13.1. Spezialtechnik: Radiochirurgie

8.2. Tumoren der Kopf-Hals-Region

8.2.1. Plattenepithelkarzinom der Mundhöhle, des Oro- und Hypopharynx sowie Larynx

8.2.1.1. Sonstiges: Stellenwert des HPV-Status

8.2.2. Plattenepithelkarzinome der Nebenhöhlen

8.2.3. Nasopharynxkarzinom

8.2.3.1. Sonstiges: Stellenwert des EBV-Status

8.2.4. Speicheldrüsentumore

8.2.4.1. Indikation zur Systemtherapie speziell bezogen auf die molekularen Besonderheiten (z.B. „breast like tumor“)

8.2.5. Zervikales CUP-Syndrom

- 8.2.6.Schilddrüsenkarzinom
- 8.3. Mammakarzinom
 - 8.3.1.Invasives Karzinom
 - 8.3.1.1. Fraktionierungsschemata und deren Stellenwert (konventionell, hypofraktioniert, ultrahypofraktioniert)
 - 8.3.1.2. Spezialtechnik: Atemgating / DIBH, Boost- sowie Teilbrustbestrahlung mit IORT und Brachytherapie, 3D- vs. IMRT/VMAT-Bestrahlung
 - 8.3.1.3. Sonstiges: Bedeutung der histologischen Subtypen insbesondere hinsichtlich Systemtherapie; Stellenwert der PET/CT im Primärstaging
 - 8.3.2.Duktales Carcinoma-in-situ (DCIS) der Mamma
 - 8.3.2.1. Risikoabschätzung mittels Nomograms des MSKCC sowie Kenntnisse bzgl. Verzicht auf RT
- 8.4. Thorakale Tumore
 - 8.4.1.Nicht-kleinzelliges Bronchialkarzinom
 - 8.4.1.1. Spezialtechnik: Stereotaxie, 4D-CT basierte Planung
 - 8.4.1.2. Sonstiges: Indikation zur Systemtherapie u.a. in Abhängigkeit der Histologie, der Treibermutationen und des PD-L1-Status
 - 8.4.2.Kleinzelliges Bronchialkarzinom
 - 8.4.2.1. Sonstiges: Stellenwert der cerebralen Bestrahlung in Abhängigkeit des Stadiums sowie der Thorakalen RT im Stadium ED
 - 8.4.3.Pleuramesotheliom
 - 8.4.4.Thymom
 - 8.4.5.Thymuskarzinom
 - 8.4.5.1. Komplikation Obere Einflusstauung
 - 8.4.5.2. Sonstiges: Einsatz von Corticosteroiden, Stenting und primärer Systemtherapie
- 8.5. Tumore des oberen Gastrointestinaltrakts
 - 8.5.1.Ösophaguskarzinom (Platten- und Adenokarzinome) sowie Karzinome des Gaströsophagealen Übergangs (AEG)
 - 8.5.1.1. Spezialtechnik: 4D-CT basierte Planung
 - 8.5.2. Adenokarzinom des Magens
 - 8.5.3.MALT-Lymphom
- 8.6. Tumore des Pankreas und des hepatobiliären Systems
 - 8.6.1.Pankreaskarzinom
 - 8.6.1.1. Spezialtechnik: SBRT
 - 8.6.2.Cholangiozelluläres Karzinom
 - 8.6.2.1. Spezialtechnik: SBRT, interstitielle RT
 - 8.6.3.Hepatozelluläres Karzinom
 - 8.6.3.1. Spezialtechnik: SBRT, interstitielle RT, Fiducials, MR-guided RT
 - 8.6.3.2. Sonstiges: Stellenwert der RT im Vergleich zu anderen lokal-ablativen Verfahren wie TACE, RFA und SIRT
 - 8.6.4.Lebermetastasen
 - 8.6.4.1. Spezialtechnik: SBRT, interstitielle RT, Fiducials, MR-guided RT
 - 8.6.4.2. Sonstiges: Stellenwert der RT im Vergleich zu anderen lokal-ablativen Verfahren wie TACE, RFA und SIRT
- 8.7. Tumore des unteren Gastrointestinaltrakts
 - 8.7.1.Rektumkarzinom (Adeno- und Plattenepithelkarzinom)
 - 8.7.1.1. Sonstiges: Kurzzeit-RT und Radiochemotherapie, Therapiestrategien ohne Operation

- 8.7.2. Plattenepithelkarzinom des Analkanals und des Anus
 - 8.7.2.1. Zeitfenster zur möglicherweise anstehenden Salvage-OP
- 8.8. Niere und ableitende Harnorgane
 - 8.8.1. Nierenzellkarzinom
 - 8.8.2. Urothelkarzinom der Harnblase
 - 8.8.3. Urothelkarzinom des Harnleiters bzw. Nierenbeckens
 - 8.8.4. Peniskarzinom
- 8.9. Prostatakarzinom
 - 8.9.1. Fraktionierungsschemata und deren Stellenwert (konventionell, hypofraktioniert, ultrahypofraktioniert)
 - 8.9.2. Spezialtechnik: SBRT, Brachytherapie (HDR, LDR), MR-guided RT
 - 8.9.3. Sonstiges: Einsatz des PSMA-PETs
 - 8.9.4. RT zur Gynäkomastieprophylaxe bei Therapie mit Antiandrogenen (Spezialtechnik: Elektronenbestrahlung)
- 8.10. Hodentumore
 - 8.10.1. Seminom
 - 8.10.2. Nicht-seminomatöse Keimzelltumore
 - 8.10.3. Testikuläre intra-epitheliale Neoplasie (TIN)
- 8.11. Gynäkologische Tumore des Beckens⁺
 - 8.11.1. Zervixkarzinom
 - 8.11.1.1. Spezialtechnik: interstitielle Brachytherapie
 - 8.11.2. Corpuskarzinom (Endometriumkarzinom)
 - 8.11.2.1. Spezialtechnik: intracavitäre Brachytherapie
 - 8.11.3. Plattenepithelkarzinom der Vulva
 - 8.11.4. Vaginalkarzinom
 - 8.11.4.1. Spezialtechnik: Brachytherapie
- 8.12. Weichteilsarkome
 - 8.12.1. Extremitätensarkome
 - 8.12.1.1. Sonstiges: Einsatz der Hyperthermie
 - 8.12.2. Retroperitoneale Sarkome
 - 8.12.2.1. Sonstiges: Einsatz der Hyperthermie
 - 8.12.3. Desmoide/aggressive Fibromatose
 - 8.12.4. Chordome / Chondrosarkome
 - 8.12.4.1. Spezialtechnik: Partikeltherapie
- 8.13. Lymphome
 - 8.13.1. Morbus Hodgkin
 - 8.13.1.1. Stellenwert der PET/CT
 - 8.13.1.2. Sonstiges: Langzeitnachsorge insbesondere bei Therapie in jüngerem Alter
 - 8.13.2. Non-Hodgkin-Lymphome
 - 8.13.2.1. Stellenwert der PET/CT
 - 8.13.3. Multiple Myelome und Plasmozytom
 - 8.13.4. Basalzellkarzinom und Plattenepithelkarzinom
 - 8.13.4.1. Spezialtechnik: Brachytherapie
 - 8.13.5. Malignes Melanom
 - 8.13.6. Aderhautmelanom
 - 8.13.6.1. Spezialtechnik: Stereotaxie, Brachytherapie
 - 8.13.7. Merkelzellkarzinom
 - 8.13.8. Kaposi-Sarkom
 - 8.13.8.1. Spezialtechnik: Elektronenbestrahlung

- 8.14. Tumore bei Kindern
 - 8.14.1. Osteosarkom, Ewing-Sarkom
 - 8.14.1.1. Prä- und Postoperative RT sowie definitive RT im Rahmen multimodaler Konzepte
 - 8.14.1.2. Ganzlungenbestrahlung
 - 8.14.2. Retinoblastom, Neuroblastom, Nephroblastom
- 8.15. Leukämien
 - 8.15.1.1. Spezialtechnik: Ganzkörperbestrahlung
- 8.16. Metastasen
 - 8.16.1. Oligometastasiertes Erkrankungsstadium
 - 8.16.1.1. (SBRT) oder symptomorientierte palliative Konzepte
 - 8.16.2. Hirnmetastasen - siehe 7.1.13
 - 8.16.3. Lebermetastasen - siehe 7.6.4
 - 8.16.4. Haut- und Weichteilmetastasen
 - 8.16.5. Knochenmetastasen
 - 8.16.5.1. Spezialtechnik: SBRT
 - 8.16.6. Sonstiges: Vorgehen bei Rückenmarkskompression / drohendem Querschnitt

9. Indikationen zur stationären Strahlentherapie

9.1. Brachytherapie:

9.1.1. Interstitielle Brachytherapie

9.1.2. Jod-Seeds, HDR

9.2. Radio-System-Therapie:

9.2.1. Cisplatin-haltige Regime

9.2.2. Ifosphamid-haltige Regime

9.2.3. 5-Fu-haltige Regime

9.2.4. Checkpoint-Inhibitoren/ Immuntherapie

9.2.5. Cetuximab

9.2.6. Carboplatin-haltige/ Taxan-haltige Regime

9.3. Alleinige perkutane Strahlentherapie:

9.3.1. 2xtgl. RT

9.3.2. Ganzhaut-Bestrahlung

9.3.3. Ganzkörper-Bestrahlung

9.3.4. Notfall-RT: (Querschnitt, obere Einfluss-Stauung)

9.3.5. Symptomatische Patienten (Schmerzen, Hirndruck, mangelernährte Patienten)

9.3.6. Situationen zur Sicherstellung der Dosisdichte der Strahlentherapie (red. AZ; red. Compliance)

9.3.7. Stereotaxie (im Einzelfall prüfen)

9.4. Supportiv-Therapie:

9.4.1. Situationen, die die Dosisdichte der RT gefährden können (Diarrhoe, Mukositis)

9.4.2. Potentiell lebensbedrohliche Situationen (Sepsis, Neutropenie, Infekte, Fieber, Blutungen, Blutungszeichen)

9.4.3. Begleiterkrankungen, die mit einem erhöhten Risiko zu einer Unterbrechung der RT einher gehen könnten (COLD, Herzinsuffizienz, Dementielles Syndrom, Korsakow-Syndrom, reduzierter AZ, große Bestrahlungsvolumina insbesondere im Oberbauch, Ganzhirn-RT (Hirnödem Risiko))

9.5. Sonstiges:

9.5.1. Schwere Einschränkungen

9.5.2. Hyperthermie

- 10. Prinzipien der ambulanten und stationären Vergütung und Abrechnung
 - 10.1. Allgemeine Prinzipien der Vergütung im Gesundheitswesen
 - 10.1.1. Unterschied ambulant vs. Stationär
 - 10.1.2. Unterschied budgetiert (KV-Bereich) vs. extrabudgetär (z. B. ASV, bestimmte Leistungen)
 - 10.1.3. Bedeutung von Dokumentation, Kodierung und Wirtschaftlichkeitsgebot
 - 10.1.4. Grundprinzip „ausreichend, zweckmäßig, wirtschaftlich“ (§ 12 SGB V)
 - 10.2. Ambulante Vergütung – EBM
 - 10.2.1. EBM = Abrechnungssystem für gesetzlich Versicherte
 - 10.2.2. Prinzip: Punktwerte, Zeitvorgaben
 - 10.2.3. Qualifikationsvoraussetzungen
 - 10.2.4. Relevante Kapitel (Strahlentherapie, Bildgebung, Gespräche)
 - 10.3. Ambulante Privatabrechnung – GOÄ
 - 10.3.1. GOÄ für Privatpatient:Innen, Selbstzahlende, Beihilfe
 - 10.3.2. Abrechnungslogik über Gebührennummern und Steigerungsfaktor
 - 10.4. Ambulante Spezialfachärztliche Versorgung (ASV)
 - 10.4.1. ASV = interdisziplinär, sektorenübergreifend, extrabudgetär
 - 10.4.2. Rechtsgrundlage: § 116b SGB V
 - 10.4.3. Vergütung: EBM-basiert, aber extrabudgetär
 - 10.4.4. ASV-spezifische Ziffern und Zuschläge
 - 10.4.5. Kennzeichnungspflicht von ASV-Leistungen
 - 10.4.6. Teamstruktur: Kern- und hinzugezogene Fachärzte
 - 10.4.7. Dokumentation und Teilnahme an Tumorkonferenzen
 - 10.5. Stationäre Vergütung – DRG-System
 - 10.5.1. DRG = pauschale Vergütung pro Fall
 - 10.5.2. Relevante Bestandteile des Systems [ICD-Kodierung (Diagnosen), OPS-Kodierung (Prozeduren), PCCL (Komorbiditätsschwere)]
 - 10.6. Allgemeine Kenntnisse
 - 10.6.1. Verständnis für Ressourcenplanung (Planungszeit, LINAC-Kapazitäten)
 - 10.6.2. Vermeidung von Fehlkodierung oder Fehlabbrechnung
 - 10.6.3. Zusammenarbeit mit Verwaltung, Controlling und Tumorboards
 - 10.6.4. Einschätzung wirtschaftlicher Rahmenbedingungen neuer Techniken (z. B. MR-LINAC, Protonen, adaptive RT)

- 11. Geschichte der Strahlentherapie und Radioonkologie und Ethische Aspekte:
 - 11.1. Entdeckung der Röntgenstrahlen (1895)
 - 11.2. Entdeckung der Radioaktivität (1896–1898)
 - 11.3. Frühe Strahlentherapie (1900–1930)
 - 11.4. Erste Tumorbehandlungen mit Röntgenstrahlen und Radium
 - 11.5. Wichtige Personen der Strahlentherapie
 - 11.6. Entwicklung des Strahlenschutzes
 - 11.6.1. Gründung von Strahlenschutzkommissionen (z. B. ICRP)
 - 11.6.2. Einführung von Dosimetrie, Grenzwerten und Schutzkleidung
 - 11.6.3. Historischer Hintergrund der heutigen Sicherheitsstandards
 - 11.7. Technische Evolution der Strahlentherapie
 - 11.7.1. Weiterentwicklung zu modernen Techniken
 - 11.7.2. Geschichte der Brachytherapie
 - 11.8. Historische Fehlentwicklungen
 - 11.8.1. Unter- und Überdosierungen in der Frühzeit der Radiotherapie
 - 11.8.2. Historische Strahlenschäden (z. B. Röntgenhand-Syndrome bei Ärzten)
 - 11.8.3. Unethische „Therapieexperimente“ in der Frühzeit der Strahlung
 - 11.8.4. Missbrauch der Strahlentherapie im Nationalsozialismus (Zwangssterilisation)
 - 11.9. Entwicklung der Radiobiologie
 - 11.10. Gewebeempfindlichkeit und Strahlensensitivität
 - 11.11. Historische Forschung zu Fraktionierung und Kombinationstherapien (Radiochemotherapie)
 - 11.12. Institutionellen Entwicklung des Fachgebiets
 - 11.12.1. Gründung der ersten radiologischen und radioonkologischen Fachgesellschaften (Gründung der DEGRO)
 - 11.12.2. Einführung der Radioonkologie als eigenständiges Fach (in Deutschland)
 - 11.13. Ethische Aspekte:
 - 11.13.1. Ärztliche Ethik und Medizinethik und ärztliche Berufspflichten und -werte
 - 11.13.2. Ethische Aspekte der Aufklärung und Einwilligung (Informed Consent)
 - 11.13.3. Wahrhaftigkeit und professionelle Kommunikation
 - 11.13.4. Umgang mit ethischen Konflikten
 - 11.13.5. Prinzipien der Menschenwürde und Integrität
 - 11.13.6. Ethische, interprofessionelle und gesellschaftliche Verantwortung

12. Abschließende Bemerkungen

An der Erstellung dieses Curriculums beteiligt waren aus dem Vorstand der Akademie der DEGRO:

Prof. Dr. rer. nat. Kerstin Borgmann, Prof. Dr. med. Hans Christiansen, Dr. med. Nadja Ebert, Dr. rer. nat. Tobias Gauer, PD Dr. med. Gunther Klautke, PD Dr. med. Matthias Mäurer, Prof. Dr. med. Oliver Micke, Prof. Dr. med. Dipl.-Phys. Maximilian Niyazi, Dipl.-Phys. Jan Sokollm, Dr. med. Maria Waltenberger, und Christoph zur Mühlen (Stud. HiWi)

Dieses Curriculum entstand unter der Beteiligung der jDEGRO insbesondere von Dr. med. Marcel Büttner und Hannah Schöberl, sowie der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Physik (DGMP) insbesondere von Dr. Oliver Blanck und Dr. Daniela Schmitt.

Die nächste Überprüfung dieses Curriculums erfolgt durch den Akademievorstand im Jahr 2029.