

Direktor:

Prof. Dr. med. Heinz Schmidberger

Geb. 209/1. OG

Langenbeckstr. 1

55131 Mainz

Telefon: +49 (0) 6131 17-3851

Telefax: +49 (0) 6131 17-6420

E-Mail: leitung-radioonkologie@unimedizin-mainz.de

www.unimedizin-mainz.de/radioonkologie-und-strahlentherapie

Mainz, 14.04.2025

Curriculum zur fachärztlichen Weiterbildung im Fach Strahlentherapie

1. Zeitplan und organisatorische Voraussetzungen

1.1 Zeiten:

Stationsdienst:	12 Monate
Therapiegeräte:	18 Monate (Linearbeschleuniger und Brachytherapie)
Röntgendiagnostik:	6 Monate (Rotation, falls organisatorisch möglich; freiwillige Qualifikation)
Aufnahme- und Nachsorgeambulanz:	6 Monate
CT-Therapieplanung und Therapieplanung (ggf. mit Simulation):	18 Monate

In der Regel sollte die fachärztliche Weiterbildung nach 60 Monaten abgeschlossen werden können. Aus organisatorischen Gründen kann sich die Weiterbildungszeit verlängern, falls in den

genannten Zeiträumen die geforderten Untersuchungszahlen und Weiterbildungsinhalte nicht erreicht werden können.

Sofern extern abgeleistete Zeiten angerechnet werden können (bis zu 12 Monate Stationsarbeit, bis zu 12 Monate Diagnostische Radiologie) verkürzt sich die Ausbildungszeit.

1.2 Organisatorische Voraussetzungen:

- Teilnahme an der wöchentlichen internen Fortbildung
- Aktive Teilnahme am Journal Club
- Aktive Teilnahme an Tumorboards
- Teilnahme an Früh- und Planungsbesprechung
- Absolvierung von Weiterbildungskursen der DEGRO (Deutsche Gesellschaft für Radioonkologie)
- Nach Möglichkeit Teilnahme an einem oder mehreren Teaching-Kursen der ESTRO (European Society of Therapeutic Radiation Oncology)

Weitere Voraussetzungen für die Facharztprüfung:

1.2.1 Fünf Fachgutachten

1.2.2 Regelmäßige Führung des Logbuchs

1.2.3 Jährliche Weiterbildungsgespräche

1.2.4 Strahlenschutzkurse

Kenntniskurs

Grundkurs

Spezialkurs Linearbeschleuniger, Brachytherapie

Spezialkurs Röntgendiagnostik

2. Inhalte

2.1 Wissenschaftliche Grundlagen der Radioonkologie

Jeder Arzt in der Weiterbildung muss während seiner Weiterbildungszeit Kenntnisse, Erfahrungen und Fertigkeiten (1) oder Kenntnisse (2) in den aufgeführten Wissensgebieten erwerben.

Allgemeine Tumorbiologie

- Terminologie und Techniken der Molekularbiologie (2)
- Vererbung von Krebs (2)
- Genetik der Tumoren (2)
- Proliferation, Zellzyklus und Zelltod (2)
- Mechanismen des Zelltodes (2)
- Mikromilieu Tumor und Wirt (2)
- Signalübertragung (2)
- Quantitativer Zelltod bei ionisierenden Strahlen, anderen physikalischen Einflüssen (z. B. Hyperthermie), Medikamenten (Zytostatika, Chemotherapie, biologische Substanzen) (2)
- Mechanismen der Genom-Stabilität zur Verhinderung von Krebs (2)
- Neue Behandlungsformen: Biologisches Targeting mit Medikamenten, Immun-, Gentherapie (2)

Strahlenbiologie

- Systematik der Strahlenreaktionen des gesunden Gewebes (2)
- Systematik der Strahlenreaktionen der Tumoren (2)
- Strahlenwirkungen auf der molekularen Ebene (2)
- DNS-Schäden (2)
- Reparatur des Strahlenschadens (2)
- Zell-Überlebenskurven (2)
- Die 5 Rs der Strahlenbiologie (2)
- Wirkungen von Sauerstoff, Strahlen-Sensitizern und Radioprotektoren (2)
- Dosis-Zeit-Beziehung, Fraktionierung, Hypofraktionierung, Stereotaxie, LET (1)
- Strahlenarten (2)
- Akute und späte Reaktionen des gesunden Gewebes (2)
- Genetisch bedingte Strahlenempfindlichkeit (2)
- Strahlenkrankheiten (2)
- Reaktion des Tumors auf Bestrahlung (Tumorantwort) (1)
- Kombination von Chemo- und Strahlentherapie (1)
- Kombination von Strahlentherapie und "biologischen Substanzen" (1)
- Tests der individuellen Strahlenempfindlichkeit von Normal- und Tumorgewebe (2)
- Kombination von Strahlentherapie und Hyperthermie (2)
- Re-Bestrahlung (1)

Grundlagen der Strahlenphysik

- Struktur des Atoms und Atomkerns (2)
- Radioaktiver Zerfall (2)
- Eigenschaften ionisierender Strahlung einschließlich ihrer Wechselwirkung mit Materie (2)
- Eigenschaften der therapeutisch eingesetzten Radionuklide (2)

Anwendung der Strahlenphysik in der Strahlentherapie

- Röntgenröhre (2)
- Linearbeschleuniger (1)
- Spezialisierte Kollimatoren (1)
- Brachytherapie-Geräte (1)
- Bestrahlungsplanung in der Brachytherapie (1)
- Dosisverteilungen im Wasser (1)
- Dosisberechnung, Dosisbegriffe, Dosismessung (1)
- Spezifikation der Zielvolumina (1)
- Spezifikation der Dosisverteilung im Zielvolumen bei externer RT (1)
- Spezifikation der Dosisverteilung im Zielvolumen bei der Brachytherapie (1)
- Spezifikation der Dosisverteilung von schnellen Elektronen (1)
- Algorithmen für 2D Dosisberechnungen (2)
- 3D Planung, virtuelle und CT-Simulation (1)
- Algorithmen für 3D Dosisberechnungen (2)
- Anwendung von KI-basierten Planungssystemen (1)
- Typische Bestrahlungstechniken (1)
- Prinzipien, Techniken und Anwendungen der konformalen RT und IMRT, VMAT, IGRT (1)
- Besondere Techniken (IORT, stereotaktische Strahlenbehandlung, Ganzkörperbestrahlung, Strahlenbehandlung der gesamten Haut) (2)
- Gating
- Strahlenbehandlung mit Protonen und Schwerionen (2)

Strahlenschutz

- Allgemeine Grundlagen, ALARA (2)
- Stochastische und deterministische Wirkungen (2)
- Induktion von Zweittumoren (2)
- Strahlungswichtungsfaktoren (2)

- Äquivalente Dosis, Gewebe-Wichtungsfaktoren (2)
- Grenzdosen für berufliche Strahlenbelastung und für Normalpersonen (2)
- Europäische Gesetzgebung (2)

Bildgebung und Zielvolumen

- Röntgentopographie und Röntgenpathologie (1)
- Modalitäten der Bildgebung, Verfahren, Technologie, z.B. Röntgensimulator (1), Computertomographie (1), Ultraschall (1), MRT (2), PET (2)
- Krankheitsorientierte Bildgebung (1)
- Vorgehen in der Strahlentherapie (1)
- Bestimmung des Zielvolumens in der klinischen Praxis (1)
- GTV, CTV, PTV und relevante ICRU- bzw. DIN-Empfehlungen (1)
- Entwicklungen in der Bildgebung (z.B. PET-CT) (2)

Brachytherapie

- Intracavitäre Therapie (Beispiele: Intravaginale Brachytherapie beim Corpuskarzinom; Intraösophageale Therapie beim Ösophaguskarzinom) (1)
- Intracervicale und interstitielle Brachytherapie des Cervixkarzinoms (1)
- Planung einer Rutheniumapplikation bei Augentumoren (1)
- Interstitielle Brachytherapie bei Sarkomen und Kopf-Hals-Tumoren (1)

Klinische Forschung und Messung des Behandlungserfolgs

- Messung der Tumorkontrolle und Toxizität (1)
- Aufbau von Klinischen Studien (2)
- Methoden des Wissenschaftlichen Arbeitens (2)
- Interpretation und Auswertung von Studien (2)
- Life Table Analysen (2)
- Signifikanz-Tests (2)
- Univariate und multivariate Analyse (2)
- Spezifität, Sensitivität, Stichhaltigkeit (validity), Macht (power) (2)
- Meta-Analyse (2)
- Evidenzebenen (2)
- Fallstricke und Irrtümer bei Klinischen Studien (2)
- Schriftliche Darstellung und Interpretation von Studien (2)

Applikation von Medikamenten zur Tumorbehandlung (1)

- Pharmakologie und Pharmakotherapie (2)
- Grundlagen des Applikationsmodus (1)
- Supportive Therapie (1)
- Behandlung von Komplikationen der medikamentösen Therapie (1)
- Therapieprotokolle (2)

2.2 Klinisches Curriculum

Ziele

Fachärzte für Radioonkologie / Strahlentherapie sollen in der Lage sein, unabhängig oder als verantwortliches Mitglied eines Teams:

- Symptome und Zeichen einer Tumorerkrankung zu erkennen;
- ein diagnostisches Programm zur Tumor- oder Metastasensuche zu erstellen und die Stadieneinteilung und Klassifikation eines manifesten Tumors vorzunehmen;
- die voraussichtliche Prognose zu beurteilen, das Behandlungsziel zu definieren, die Bestrahlungsart oder die interdisziplinäre Behandlung zu wählen, die Strahlenbehandlung optimal durchzuführen, die Untersuchungen während und die Nachuntersuchungen nach der Behandlung vorzunehmen und die Rehabilitation zu planen;
- Behandlungspläne auch unter Einbeziehen von Kombinationstherapien und interdisziplinären Behandlungskonzepten zu erstellen;
- Bestrahlungsplanungen basierend auf einer CT oder von Simulationsaufnahmen zu erstellen und Rechnerpläne zu evaluieren;
- die auf die Radioonkologie bezogene medikamentöse Begleitbehandlung vorzunehmen;
- die medikamentöse Tumorbehandlung vorzunehmen;
- die Infusions-, Transfusions- und Blutersatztherapie, die enterale und parenterale Ernährung vorzunehmen;
- die Behandlung im Finalstadium von Tumorerkrankungen mit der Begleitmedikation zur Symptomkontrolle vorzunehmen;
- Nebenwirkungen der Strahlentherapie zu erkennen, zu bewerten und zu behandeln;
- Nebenwirkungen der Chemotherapie zu erkennen, zu bewerten und zu behandeln;
- die Bedeutung der Radioonkologie für die Lebensqualität einzuschätzen;
- angemessen und der Persönlichkeit entsprechend mit den Tumorpatienten zu sprechen;

- den psychischen Reaktionen auf Krisen und Endstadien des Lebens zu begegnen;
- die Medizin in Übereinstimmung mit ethischen Grundsätzen und den Rechten des Patienten zu praktizieren.

Fachärzte in Radioonkologie / Strahlentherapie sollen gute Kenntnisse besitzen von

- der Epidemiologie der bösartigen Tumoren;
- Vorbeugung und Früherkennung von Krebserkrankungen mit Öffentlichkeitsarbeit;
- Tumorpathologie, Tumorzytologie und Klassifikation;
- Interdisziplinäre Behandlungen mit Operationen, Chemotherapie, endokriner Therapie, „biological response modifiern“ anderen Therapieformen und Kombinationen;
- der Struktur und Organisation von onkologischen Diensten
- der Begutachtung.

Einzelne Organe und / oder Erkrankungen

Für alle Entitäten: Anatomische Grundlagen, klinische Symptomatik, diagnostische Maßnahmen, Stadieneinteilung, Prognosefaktoren, allgemeine Behandlungsprinzipien, Therapie bedingte Nebenwirkungen, wichtige Studien, Behandlungsprotokolle. Bestrahlungstechniken, Zielvolumina, Lagerung.

- Kopf und Hals (1)
- Verdauungstrakt (1)
- Lunge und Mediastinum (1)
- Knochen und Weichteile (1)
- Haut (1)
- Brustdrüse (1)
- Gynäkologie (1)
- Urogenital-Trakt (1)
- Augen (2)
- Lymphome und Leukämien (1)
- Zentralnerven-System (1)
- Unbekannter Primärtumor (1)
- Palliative Strahlentherapie (1)
- Erneute Behandlung (1)
- Pädiatrische Tumorerkrankungen (2)
- Gutartige Erkrankungen (1)

Supportive Therapie (1)

Akut- und Spätreaktionen, Evidenzbasierte komplementärmedizinische Ansätze

Palliative Therapie (1)

Indikationen für palliative Therapie, Fraktionierungsschemata, Notfälle in der Strahlentherapie, Grundkenntnisse Hospizarbeit, Schmerztherapie, Ernährungsmedizin, Psychoonkologie, Supportivtherapie,

Nachsorge

Gutartige Erkrankungen

Indikationen für gutartige Erkrankungen, Orthovolt, strahlenbiologische Grundlagen, Strahlenschutz

2.3 Curriculum Bildung

Bis zu 12 Monate der Weiterbildungszeit in Radiologie können auf die Weiterbildung in Strahlentherapie angerechnet werden.

Im Rahmen einer Kooperation mit der Klinik für Diagnostische Radiologie erhalten alle Ausbildungsassistenten die Möglichkeit einer Rotation für 6 Monate in die Abteilung für diagnostische Computertomografie zu absolvieren. Dadurch werden grundlegende Kenntnisse in der Bildung mittels Computertomographie vermittelt.

Computertomografie im Rahmen der Bestrahlungsplanung:

- Technische Grundlagen (Bilderzeugung, Dichtewerte, Volumenelement, Teilvolumeneffekt, Bildbearbeitung und technische Bildauswertung, Strahlenschutz) (1)
- Untersuchungstechnik (1)
- Kontrastmittel und deren Applikation (1)
- CT-Topografie der Körperregionen und Organe (1)
- CT-Pathologie der Organe mit Schwerpunkt tumoröse Erkrankungen (1)
- Bildfusion mit MR und PET (2)
- Befundung mit Beschreibung bzw. Bewertung der wesentlichen radioonkologischen Befunde (1)

500 Untersuchungen mit der für die Bestrahlungsplanung relevanten schriftlichen Bildanalyse müssen nachgewiesen werden.

500 Bestrahlungspläne mit relevanter schriftlicher Bildanalyse müssen nachgewiesen werden

Kernspintomografie im Rahmen der Bestrahlungsplanung:

- Technische Grundlagen (magnetische Kernresonanz, MR-Bildgebung, Relaxation, Sequenzen zur Bildgebung, Komponenten eines MR-Tomografen (Magnet, Spulen, HF-Einheit, Rechner zur Anlagensteuerung, Bildrekonstruktion, Datenerfassung) (2)
- Untersuchungstechnik (2)
- Kontrastmittel und deren Applikation (2)
- MR-Topografie der Körperregionen und Organe (2)
- MR-Pathologie der Organe mit Schwerpunkt tumoröse Erkrankungen (2)
- Bildfusion mit CT (2)

Sonografie

- Technische Grundlagen (Bilderzeugung, Bildmodi, Frequenzen) (1)
- Untersuchungstechniken einschließlich Endosono Rektum (Prostata) (1)
- Ultraschalltopografie der Körperregionen (Gesichtsschädel, Hals, Axilla, Mediastinum, Abdomen, Retroperitoneum, Becken) (1)
- Ultraschallpathologie der Organe mit Schwerpunkt Tumorerkrankungen (1)
- Befundung mit Beschreibung bzw. Bewertung der wesentlichen Befunde (1)

Mainz, den 14.04.2025



Univ. Prof. Dr. H. Schmidberger

