

**Berufsverband der Deutschen Strahlentherapeuten e.V.**

**Leitlinie zur Weiterbildung zum Facharzt für Strahlentherapie**

**1. Definition des Gebietes Strahlentherapie nach MWBO**

Das Gebiet Strahlentherapie umfasst die Strahlenbehandlung maligner und benigner Erkrankungen einschließlich der medikamentösen und physikalischen Verfahren zur Radiosensibilisierung und Verstärkung der Strahlenwirkung am Tumor unter Berücksichtigung von Schutzmaßnahmen der gesunden Gewebe.

**2. Weiterbildungszeit nach MWBO**

60 Monate bei einem Weiterbildungsbefugten an einer Weiterbildungsstätte gemäß § 5 Abs. 1 Satz 1 MWBO, davon

- 12 Monate in der stationären Patientenversorgung, davon können bis 6 Monate in einem anderen Gebiet angerechnet werden,
- können bis 12 Monate in Radiologie angerechnet werden.

**3. Inhalt der Weiterbildung**

Der Text der MWBO wird hier nicht wieder gegeben, der Punkt 6 dieser Leitlinie basiert auf dem Mindestumfang der MWBO und ergänzt diesen durch detaillierte Angaben.

**4. Infrastruktur der Weiterbildungsstätten**

Weiterbildungsstätten müssen von der zuständigen Ärztekammer akkreditiert sein, dabei wird die Länge der dort möglichen Zeit für die Weiterbildung festgelegt. Grundsätzlich muss die Weiterbildung in einem normalen Beschäftigungsverhältnis erfolgen.

*Apparative Ausstattung für die volle Weiterbildungszeit*

Die apparative Ausstattung muss den Anforderungen für die Versorgung der Patienten und der Weiterbildung genügen. Sie umfasst Bestrahlungsgeräte, Simulatoren, Bestrahlungs-Planungssysteme, Zugang zu CT und anderen bildgebenden Verfahren, geeignete Dosimetrie und Ausrüstung für den Strahlenschutz, geeignete Lagerungs- und Immobilisierungshilfen für den Patienten und anderes.

Voraussetzung sind Megavolt-Beschleuniger, davon mindestens einer mit Elektronen, ein Simulator und Computer unterstützte Bestrahlungsplanung. Die Ausstattung für intrakavitäre und interstitielle Brachytherapie muss gegeben sein. Der Radioonkologe muss die Möglichkeit zur eigenverantwortlichen stationären Patientenbetreuung besitzen. Die Abteilung muss dazu über einen Zugang zu Betten für die stationäre Behandlung verfügen. Eine Qualitätskontrolle der Behandlung der Patienten, der Therapie-Entscheidungen, individueller Techniken und der Erfolgsbeurteilung bei verschiedenen Erkrankungen muss gegeben sein. Interdisziplinäre Strukturen zur Abstimmung der modernen Behandlungskonzepte müssen eingerichtet sein.

Um eine ausreichende Zahl von Behandlungen und Indikationen sicher zu stellen, müssen rund 500 Patienten jährlich in der Weiterbildungsstätte behandelt werden. Die Zahl der von einem Assistenten in der Weiterbildung betreuten Patienten muss im gesamten Zeitraum von 3 Jahren 450 betragen.

Die Abteilung muss im Jahr mindestens 100 Radiochemotherapien in eigener Verantwortung durchführen.

### *Personelle Ausstattung*

Die ausreichende Ausstattung mit Personal ist für die Weiterbildung besonders wichtig.

Eine hauptamtlich besetzte Strahlenphysik muss zur Verfügung stehen. Der leitende Medizinphysiker muss den Abschluss eines Hochschul- oder Fachhochschulstudiums besitzen und in der Strahlenphysik erfahren sein. Eine ausreichende Vielfalt von Zeitschriften, Lehrbüchern und Quellenwerken für Radioonkologie, benachbarte Disziplinen und Grundlagen (Strahlenbiologie, Strahlenphysik, Statistik und Dokumentation) muss in der Bibliothek vorgehalten werden. ebenso die Computer unterstützte on-line Suche nach Literatur und in Datenbanken.

Von der Ärztekammer werden ein oder mehrere Ärzte als „Weiterbilder“ akkreditiert. Einer ist für das allgemeine Programm der Weiterbildung, die Struktur und den Inhalt verantwortlich. Er stellt sicher, dass das Programm die Kriterien erfüllt, die in dieser Leitlinie beschrieben sind, ebenso die Vorgaben der Ärztekammer. Der Weiterbilder sollte regelmäßige und dokumentierte Treffen mit dem Stab der Fachärzte organisieren, um das Programm der Weiterbildung zu diskutieren und zu optimieren. Mindestens ein Vertreter der Ärzte in Weiterbildung sollte daran teilnehmen.

Nach § 5 der WBO muss ein Weiterbildungsprogramm erstellt werden. Aus diesem Weiterbildungsprogramm muss sich ergeben, in welcher Zeitenfolge der Weiterzubildende das Curriculum seines Faches in der jeweiligen Weiterbildungsstätte durchläuft.

### *Weiterbildung für einen begrenzten Zeitraum*

Falls eine der genannten Voraussetzungen in einer Weiterbildungsstätte nicht gegeben ist, muss ein Teil der Weiterbildung in einer anderen Einrichtung geleistet werden. Günstig ist ein integriertes Weiterbildungsprogramm, das jedem Arzt in der Weiterbildung ein Curriculum in einer bestimmten Zeit sichert.

Rotationen in verschiedene Weiterbildungsstätten werden als günstig angesehen.

## **5. Curriculum zur Weiterbildung zum Facharzt**

Die Dauer der Weiterbildung beträgt 5 Jahre in einer Vollzeit-Beschäftigung. Bei einer Teilzeit-Beschäftigung dauert sie entsprechend länger. Nicht weniger als 36 Monate der Weiterbildung muss im nicht-stationären Kernbereich der Strahlentherapie verbracht werden.

### *Inhalt der Weiterbildung*

Das Programm muss dem Arzt in Weiterbildung eingehende Kenntnisse in den Grundlagen und der Klinik der Radioonkologie und Strahlentherapie bieten und ihn befähigen, Erfahrung für die klinische Praxis der Radioonkologie (Strahlentherapie) zu gewinnen. Der Mindestumfang der Themen und Gebiete ist in Kapitel 6 zusammengestellt.

In der Weiterbildungsstätte müssen regelmäßige Konferenzen (z.B. neue Patienten; Bestrahlungsplanung; Problemfälle), Tumorboards, Fortbildungsveranstaltungen und Fallvorstellungen stattfinden. Darüber hinaus sollen Lehrveranstaltungen (Inhalte siehe Punkt 6) organisiert werden. Die Durchführung kann bei Supervision durch einen erfahrenen Facharzt in den Händen der Assistenzärzte liegen.

Die Weiterbildungsstätten sollten die Teilnahme an nationalen und internationalen Fortbildungsveranstaltungen fördern. Dazu gehören auch die Strahlenschutzkurse.

Während der Arbeitszeit muss eine ausreichende Zeit zur Verfügung gestellt werden, um Fallvorstellungen, Klinikkonferenzen und anderes vorzubereiten. Die Ärzte in der Weiterbildung sollen aktiv an Klinik internen Veranstaltungen teilnehmen. Auch ist es wünschenswert, sie an wissenschaftlichen Programmen zu beteiligen. Sie sollten ermuntert werden, einen Teil der Zeit für die Weiterbildung in einer anderen Institution zu verbringen.

### *Dokumentation der Weiterbildung*

Jeder Arzt in der Weiterbildung führt ein „Logbuch“, um die Weiterbildung und seine Erfahrungen zu dokumentieren. Der Inhalt umfasst mindestens die Dokumentation der unter Punkt 7 geforderten Leistungen, den zeitlichen Ablauf der Weiterbildung und die Teilnahme an Veranstaltungen. Der Weiterbilder soll dieses Buch zweimal jährlich mit dem Arzt in der Weiterbildung durchsehen und abzeichnen.

## **6. Inhalt der Weiterbildung - Curriculum**

### **6.1 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 4 R's der Strahlenbiologie (2)

Wirkungen von Sauerstoff, Strahlen-Sensitizern und Radioprotektoren (2)

Dosis-Zeit-Beziehung, Fraktionierung, 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“ (2)

Tests der individuellen Strahlenempfindlichkeit von Normal- und Tumorgewebe (2)

Kombination von Strahlentherapie und Hyperthermie (2)

#### **Grundlagen der Strahlenphysik**

Struktur des Atoms und Atomkerns (2)

Radioaktiver Zerfall (2)

Eigenschaften ionisierender Strahlung einschließlich ihrer Wechselwirkung mit Materie (2)

Radionuklide (2)

## **Anwendung der Strahlenphysik in der Strahlentherapie**

Röntgenröhre (2)  
Linearbeschleuniger (1)  
Spezialisierte Kollimatorsysteme (1)  
Telekobaltgeräte (2)  
Brachytherapie-Geräte (1)  
Bestrahlungsplanung in der Brachytherapie (1)  
Zyklotron (2)  
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)  
Algorithmen für 2D Dosisberechnungen (2)  
3D Planung, virtuelle und CT-Simulation (1)  
Algorithmen für 3D Dosisberechnungen (2)  
Typische Bestrahlungstechniken (1)  
Prinzipien, Techniken und Anwendungen der konformalen RT und IMRT (1)  
Besondere Techniken (IORT, stereotaktische Strahlenbehandlung, Ganzkörperbestrahlung, Strahlenbehandlung der gesamten Haut) (2)  
Strahlenbehandlung mit Protonen (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)

## **Klinische Forschung und Messung des Behandlungserfolgs**

Messung der Tumorkontrolle und Toxizität (1)  
Aufbau von Studien (2)  
Arten von Studien (2)  
Interpretation und Auswertung (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)

Fallen und Irrtümer: Pilot-Studien, vorläufige Ergebnisse, Betrug... (2)

Schriftliche Darstellung und Interpretation von Studien (2)

### **Applikation von Medikamenten zur Tumorbehandlung (1)**

Pharmakologie und Pharmakotherapie

Grundlagen des Applikationsmodus

Supportive Therapie

Behandlung von Komplikationen der medikamentösen Therapie

Therapieprotokolle

### **Supportive Therapie (1)**

### **Palliative Therapie (1)**

## **6.2 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 mit einem Simulator unter Einbezug von CT und Rechnerplänen zu erstellen;
- die auf die Radioonkologie bezogene medikamentöse Begleit-Behandlung vorzunehmen;
- die medikamentöse Tumorbehandlung vorzunehmen;
- die Infusions-, Transfusions- und Blutersatztherapie, die enterale und parenterale Ernährung vorzunehmen;
- die Begleit-, die symptomatische und die Behandlung im Finalstadium 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 und öffentlicher Erziehung;
- Tumorpathologie, Tumorzytologie und Klassifikation;
- Behandlungen mit Operationen, Chemotherapie, „biologischen“ Krebsmedikamenten, endokriner Therapie, 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)  
 Kinder (2)  
 Gutartige Erkrankungen (1)

### **6.3 Curriculum Bildgebung**

In den künftigen WBOen der Landesärztekammern wird entsprechend MWBO vorgesehen sein, dass bis zu 12 Monate der Weiterbildungszeit in Radiologie auf die Weiterbildung in Strahlentherapie angerechnet werden können. Damit wird es für Radioonkologen in Weiterbildung nicht mehr verpflichtend sein, ein Jahr Röntgendiagnostik für die Erlangung des Facharztes Strahlentherapie

nachzuweisen. Sofern ein Jahr Weiterbildung in der Röntgendiagnostik nicht nachgewiesen wird, ist folgendes Curriculum Bildgebung an einer Weiterbildungsstätte gemäß § 5 Abs. 1 Satz 1 MWBO zu absolvieren:

- (1) = Kenntnisse, Erfahrungen und Fertigkeiten
- (2) = Kenntnisse

Teilnahme an einem 3-tägigen Kurs „Bildgebung in der Radioonkologie“ mit Abschlussprüfung

### **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.

### **Konventionelle Röntgendiagnostik im Rahmen der Bestrahlungsplanung mit einem Simulator:**

- Technische Grundlagen (Bilderzeugung, Bildschärfe, Kontrastverhalten, Strahlenschutz) (1)
- Untersuchungstechniken (1)
- Kontrastmittel und deren Applikation (1)
- Röntgenanatomie der Organe (1)
- Röntgentopografie der Körperregionen und Organe (1)
- Röntgenpathologie der Organe (schwerpunktmäßig Skelett, Lunge, Mediastinum, Abdomen, Becken) mit Schwerpunkt tumoröse Erkrankungen (1)
- Beschreibung bzw. Bewertung der wesentlichen radioonkologischen Befunde (2)

500 Simulationen mit der für die Bestrahlungsplanung relevanten schriftlichen 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)

Nachweis der anerkannten Ultraschallkurse für die verschiedenen Körperregionen, mindestens für Abdomen, Thorax und Kopf/Hals. Kenntnisse, Erfahrungen Fertigkeiten nach (1) können durch den Nachweis der erfolgreichen Teilnahme an anerkannten Ultraschallkursen erbracht werden.

## **7. Nachweis der erbrachten Leistungen (Vorschrift der Ärztekammern)**

Anwendung bildgebender Verfahren zur Therapieplanung, z.B. Röntgensimulator, Computertomographie, Ultraschalluntersuchungen  
500

Schriftliche Darstellung strahlentherapeutischer Behandlungspläne auch unter Einbeziehung von Kombinationstherapien und interdisziplinärer Behandlungskonzepte  
500

Bestrahlungsplanungen mit einem Simulator einschließlich Einbezug von Rechnerplänen und Computertomographie  
500

Moderne perkutane Strahlentherapie (Teilchenbeschleuniger, radioaktive Quellen, Röntgentherapie) einschließlich mit Linearbeschleunigern  
500

Brachytherapie einschließlich bei Tumoren des weiblichen Genitale  
100

Infusions-, Transfusions- und Blutersatztherapie, enterale und parenterale Ernährung  
200

Nachweis der Fachkunde durch die ÄK (Strahlenschutzkurs und Sachkunde).

## 8. Empfehlungen zur Literatur

Leitlinien der AWMF, der DEGRO, der DGMP und der DKG

Bamberg, M., Molls, M., Sack, H. (Hrsg.): Radioonkologie, Band 1: Grundlagen, Band 2: Klinik. Zuckschwerdt Verlag München 2003/04

DeVita, V., Hellman, S., Rosenberg, S.A. (eds.): Cancer – Principles & Practice of Oncology. 6<sup>th</sup> ed. Lippincott, Williams & Wilkins 2001

Hall, E.J.: Radiobiology for the Radiologist. 5<sup>th</sup> ed. Lippincott, Williams & Wilkins 2000

Herrmann, Th., Baumann, M.: Klinische Strahlenbiologie, kurz und bündig. 3. Aufl.. Urban & Fischer 1997

Kauffmann, G., Moser, E., Sauer, R.: Radiologie. 3. Aufl. Urban & Fischer München, Jena 2005

Perez, C.A., Brady, L.W., Halperin, E.C., Schmidt-Ullrich, R.K.: Principles and Practice of Radiation Oncology, 4<sup>th</sup> ed., Lippincott, Williams & Wilkins 2004

Richter, J., Flentje, M.: Strahlenphysik für die Radioonkologie. Thieme 1998

Sack, H., Thesen, N.: Bestrahlungsplanung. 2. Aufl. Thieme 1998