

Anhang II der Richtlinien für die Erlangung der Fachanerkennung SGSMP für Medizinische Physik

Stoffkataloge für die Weiterbildung in den Grundkenntnissen und in den Fachgebieten

Stoffkatalog für die Weiterbildung in den Grundkenntnissen

1. Anatomie und Physiologie

(empfohlener Umfang: 30 Stunden)

- medizinische Terminologie
- Grundbegriffe der zellulären Biologie
- Skelett und Muskelsystem
- Grundbegriffe der Physiologie für die Hauptsysteme (Herz und Kreislauf, Atmung, Verdauung, Nervensystem, endokrines System)
- Sinnesorgane und Haut

2. Biophysik und Biochemie

(empfohlener Umfang: 20 Stunden)

- Grundzüge der Molekularbiologie
- Aufbau und Eigenschaften von biologischen Makromolekülen
- Begriffe aus der Biophysik und Biochemie
- Biophysik der Zelle
- Physik der Sinnesorgane
- biologische Signalübertragung

3. Biomathematik und Informatik

(empfohlener Umfang: 20 Stunden)

- Grundlagen der Statistik
- Schätzmethoden und Testprozeduren
- Grundlagen der Epidemiologie
- Grundlagen der Informationstheorie
- Grundlagen der medizinischen Informatik
- Datenschutz

4. Biomedizinische Technik

(empfohlener Umfang: 20 Stunden)

- Registrierung von biologischen Signalen
- Monitoring der Patientin
- Steuerung und Regelung
- Biomechanik
- physikalisch-technische Messverfahren (Bsp.: Endoskopie, Blutfluss-Messungen, Mineralometrie, Biomagnetismus)
- Medizintechnik in der Heilkunde (Bsp.: Herzschrittmacher, Diathermie, Prothesen, Lithotripsie)
- elektromagnetische Verträglichkeit
- Sicherheitsvorschriften

5. Informations- und Bildverarbeitung in der Medizin

(empfohlener Umfang: 20 Stunden)

- Klinik-Informationssysteme
- Datenverwaltung, Datenspeicherungs- und Archivierungssysteme
 - . Bildverwaltungssysteme (PACS)
 - . Bildspeicherung (DICOM-Format)

- . Bildkompression
- . Archivierung
- Bildfusion
- Teleradiologie

6. Organisatorische und rechtliche Grundsätze im Gesundheitswesen

(empfohlener Umfang: 4 Stunden)

- Struktur des Gesundheitswesens
- Organisation in Spitälern
- Wirtschaftlichkeitsaspekte

7. Mensch und Medizinphysik

(empfohlener Umfang: 6 Stunden)

- Ethische und rechtliche Grundlagen und Begriffe
- Die Medizinphysikerin/der Medizinphysiker als handelndes Subjekt: Verantwortung und Stellung im klinischen Umfeld
- Medizinphysikerin/Medizinphysiker als Ausbilderin/Ausbildner

Stoffkatalog für die Weiterbildung in den Fachgebieten

Empfohlener Umfang: für Spezialgebiet 120 Stunden, für Wahlgebiet 40 Stunden)

Gemeinsamer Lehrstoff für Radio-Onkologie, Nuklearmedizin und Diagnostische Radiologie mit Röntgenstrahlen

1. Strahlenbiologie

- direkte und indirekte Strahlenwirkung
- zelluläre Wirkung der Strahlung
 - . Wirkung der mikroskopischen Verteilung der absorbierten Energie
 - . Strahlenwirkung auf DNA
 - . Reparatur von radiogenen Strahlenschäden
 - . Zelltod nach Bestrahlung
 - . Einflussfaktoren auf Zellüberleben nach Bestrahlung
 - . Sauerstoffeffekt
 - . Fraktionierung und Dosisleistung
 - . zelluläre Strahlenempfindlichkeit
 - . Einfluss auf Zellzyklus
 - . Einfluss des LET
 - . Radiosensibilisatoren, Radioprotektoren
 - . Bystander-Effekt
- Wirkung auf die Organe und das Gewebe
 - . potentiell letale Schäden
 - . subletale Schäden
 - . Strahlenreaktionen (früh/chronisch)
 - . Einflussfaktoren der geweblichen Strahlenempfindlichkeit
- Spätschäden
 - . Karzinogenese
 - . genetische Wirkung
- strahlenbedingte Entwicklungsstörungen
- Wirkung ionisierender Strahlung auf generative Organe
- akutes Strahlensyndrom
- biologische Dosisindikatoren
- deterministische Strahlenwirkung
- stochastische Strahlenwirkung

2. Strahlenschutz

- biologische Grundlagen des Strahlenschutzes
- Prinzipien des Strahlenschutzes
- Schutzmethoden (externe Bestrahlung, externe und interne Kontamination)
- Methoden der individuellen Kontrollen
- Messinstrumente für die Expositionsüberwachung
- natürliche und zivilisatorische Strahlenexposition
- Exposition der Bevölkerung
- Dosisgrenzwerte der effektiven Dosis für die verschiedenen Bevölkerungsgruppen
- Ionisierende Strahlung und Schwangerschaft
- rechtliche Grundlagen und Gesetzgebung
 - . Strahlenschutzgesetz und -verordnung
 - . Strahlenschutzsachverstand

3. Dosis und Dosisbegriffe

- Dosisbegriffe und strahlenphysikalische Grundlagen
 - . Wirkung der mikroskopischen Verteilung der absorbierten Energie
 - . Energiedosis
 - . Äquivalentdosis
 - . effektive Dosis
 - . LET (linearer Energietransfer)
 - . RBW (relative biologische Wirksamkeit)

4. Medizinische Strahlenphysik

- Aufgaben und Verantwortung der Medizinphysikerin/des Medizinphysikers
- physikalische Grundlagen der Radio-Onkologie
 - . Prinzipien der Radiotherapie
 - . Grundlagen der Teleradiotherapie
 - . Grundlagen der Brachytherapie
 - . Ablauf einer Radiotherapie
 - . Messmethoden in der Radiotherapie
 - . übliche Behandlungen
- physikalische Grundlagen der Nuklearmedizin
 - . Prinzipien der Nuklearmedizin
 - . Grundlagen der Bildgebung in der Nuklearmedizin
 - . Grundlagen der Bildgebung mit den Schnittbildverfahren (SPECT, PET, SPECT-CT, PET-CT)
 - . Ablauf einer nuklearmedizinischen Untersuchung
 - . Messmethoden in der Nuklearmedizin
 - . übliche Untersuchungen und damit verbundene Dosen
- physikalische Grundlagen der bildgebenden Diagnostik (ohne Nuklearmedizin)
 - . Prinzipien der Bildgebung
 - . Grundlagen der Bildgebung in der konventionellen Röntgendiagnostik
 - . Grundlagen der Bildgebung bei der CT
 - . Grundlagen der Bildgebung beim Ultraschalls
 - . Grundlagen der Bildgebung bei der Magnetresonanz
 - . Grundlagen weiterer Bildgebungsverfahren
 - . übliche Untersuchungen und damit verbundene Dosen

Radio-Onkologie

1. Strahlenbiologie

- Toleranzdosiskonzept
- biologische Grundlagen der Strahlentherapie

2. Grundlagen der Onkologie

- Grundlagen der Epidemiologie
- TNM-Klassifikation
- Tumor-Lokalisationen
- Metastasen (Häufigkeit, Lokalisation)
- onkologische Begriffe
 - . Gesamtüberleben
 - . Rezidivierung
 - . Regression
- Komplikationen
- onkologische Behandlungen und Behandlungskonzepte
- klinische Studien: Datenerfassung, Auswertung und Publikationen
- Qualitätssicherung aus ärztlicher Sicht

3. Grundlagen der Radio-Onkologie

- Einrichtung einer strahlentherapeutischen Abteilung
- Strahlenwirkung auf Tumoren
- anatomische und funktionelle Bildgebung
- therapeutische Breite
- Dosisescalation
- Fraktionierungsschemata
 - . Hyperfraktionierung
 - . Hypofraktionierung
 - . Akzelerierung
- lokalen Tumorkontrolle
- Einflussfaktoren auf die lokale Tumorkontrolle
- Nebenwirkungen von Strahlenbehandlungen

4. Perkutane Strahlentherapie: Gerätekunde

- Produktion von Röntgenstrahlung
- Linearbeschleuniger
- konventionelle und dermatologische Bestrahlungseinrichtungen
- Neutronen -, Protonen - und Schwerionen-Bestrahlungsgeräte
- andere Bestrahlungseinrichtungen (z.B.)
 - . Co-60-Bestrahlungseinheit
 - . Gamma Knife
 - . Tomotherapie
 - . Cyberknife
- Hyperthermie
- Bestrahlungsplanungssysteme
- Bildgebende Systeme für die Bestrahlungsplanung (z.B.: CT, MR, PET-CT)
- Simulator
- Datennetze und Vernetzung der Geräte
- Verifikationssysteme (z.B.: Film, EPID, IGRT)
- Lagerungs- und Fixationssysteme
- Qualitätssicherungsprogramme für die einzelnen Geräte

5. Dosimetrie in der Strahlentherapie

- Wechselwirkungen von Strahlung mit Materie
- Physikalische Dosisbegriffe und Definitionen
- Bragg-Gray-Kavitätstheorie
- Messung ionisierender Strahlung
- Dosimeter in der Strahlentherapie

- . Ionisationskammer-Dosimetrie
- . TL-Dosimetrie
- . Film-Dosimetrie
- . EPID-Dosimetrie
- . Gel-Dosimetrie
- Messung und Berechnung der Dosis
- Dosimetrie-Protokolle (z.B. Empfehlung der SGSMP)
- Eichung von Dosimetern
- Kalibrierung in der Praxis
- Bestimmung der Faktoren für die Berechnung der Monitoreinheiten oder der Bestrahlungszeit
- in-vivo-Dosimetrie
- Messung der Strahlenqualität

6. Perkutane Strahlentherapie: Bestrahlungsplanung und Bestrahlungstechniken

- Dosisbegriffe und Dosimetrie-Konzept
- Dosisverteilung und Messmethoden: ein-, zwei- und dreidimensional
- Bestrahlungstechniken
- Modelle der Dosisverteilung für die Berechnung mit dem Computer: Clarkson, Pencilbeam, Superposition, Monte Carlo
- Modelle der Dosisberechnung ohne Computer: SAD- oder isozentrischen Technik, Korrekturen der Filter, Korrektur der schrägen Oberflächen, Inhomogenitätskorrektur, angrenzende Felder ("gap calculation") usw.
- Dosisverteilung
 - . Tiefendosiskurven
 - . Tissue-Air-Ratio
 - . Scatter-Air-Ratio
- Parameter des dosimetrischen Berechnungskonzepts
 - . Tissue-Maximum-Ratio
 - . Tissue-Phantom-Ratio
 - . Phantom-Scatter-Factor
 - . Collimator-Scatter-Factor
- Parameter von Isodosenkurven
 - . Strahlenqualität
 - . Quellengrösse
 - . SSD
 - . Penumbra
 - . Feldgrösse
 - . Kollimation
 - . Ausgleichsfilter
- Keilfilter
 - . physikalisch
 - . motorisch
 - . virtuell
- Rechenmethoden bei der SAD- oder isozentrischen Technik
- Rechenmethoden für die irregulären Felder (Clarkson-Algorithmus)
- Rechenmethoden für die Keilfiltertechnik
- Rechenmethoden für die Korrektur der schrägen Oberflächen
- Rechenmethoden für die Inhomogenitätskorrektur
- Separation von angrenzenden Feldern
 - . field matching
 - . field shaping
- Skin dose
- Integraldosis
- Dosisberechnungsalgorithmen
- Qualitätsindizes für einen Bestrahlungsplan (DVH, TCP, NTCP)
- Bestrahlungstechniken
- Akquisition von Patientendaten
- Gewebekompensation

- Patientenpositionierung
- Simulation der Bestrahlung
- Verifikation der Bestrahlung
- IGRT
 - . Methoden
 - . bildgebende Systeme
 - . Lagerungskontrolle und -korrektur
 - . Bildvergleichsmethoden
- IMRT
 - . "step and shoot"
 - . dynamisch
 - . inverse Bestrahlungsplanung
 - . Optimierung
 - . Patientenverifikation (Phantome, Detektoren, Methoden, Probleme)
- dynamische Bestrahlungen (Rotationsbestrahlung, IMAT)
- Atemgetriggerte Bestrahlung (gating), 4D-CT
- Elektronenbestrahlung
 - . Charakteristika der Elektronen
 - . Techniken
 - . Planung
 - . field shaping
 - . Dosisbestimmung
- Protonentherapie
 - . statisch
 - . scanning beam-Technik
 - . IMPT
- Stereotaxie

7. Techniken der Brachytherapie

- Strahlenquellen in der Brachytherapie
- Therapiemethoden der Brachytherapie
- Kalibrierung der Strahlenquellen
 - . Aktivität
 - . air kerma strength
 - . exposure rate constant
 - . dose rate constant
- Afterloading-Systeme (HDR/LDR)
- Rolle der Dosisverteilung (strahlenbiologisches Modell)
- Dosisberechnung und Berechnung der Dosisverteilung in der Brachytherapie
- dosimetrische Methoden
- Bestrahlungsplanung
- Optimierung in der Brachytherapie
- interstitielle und intracavitäre Brachytherapie

8. Strahlenschutz in der Strahlentherapie

- Überwachung der Strahlexposition in der Strahlentherapie
- Berechnung von Raumabschirmungen
- Schutz der Patientin in der Strahlentherapie
- Schutz des Personals in der Strahlentherapie
- Sicherheitsprobleme in der perkutanen Strahlentherapie
- Sicherheitsprobleme in der Brachytherapie
- Verwaltung und Handling von Strahlenquellen für die Brachytherapie
- Qualitätssicherung in der Radio-Onkologie
 - . Beschleunigerverordnung
 - . Kommissionierung und Inbetriebnahme eines Linearbeschleunigers
 - . technische Ausrüstung für die Qualitätssicherung
 - . periodische dosimetrische und physikalische Kontrollen (SGSMP-Empfehlung))

Nuklearmedizin

1. Biologische Kinetik

- Kompartimentstheorie
- ICRP-Modell der Inhalation und Ingestion
- Bioverteilung der Radiopharmaka

2. In der Nuklearmedizin verwendete Radioisotope

- für die Nuklearmedizin relevante Parameter
- Herstellung von Radioisotopen durch Neutronenaktivierung
- Herstellung von Radioisotopen durch Aktivierung mit geladenen Teilchen
- Isotopen-Generator

3. Grundlagen der Radiopharmazie

- Rolle des Radiopharmakons (bifunktionelle Moleküle)
- Markierungstechnik
- Reinheitskontrolle (chemisch, radiochemisch, des Radioisotops, des Radionuklids)
- Kontrolle der Sterilität und Pyrogenfreiheit
- Aktivitätsmessung in der Praxis

4. Geräte in der Nuklearmedizin

- Wirkungsweise des bewegten Detektors (Scanner)
- Wirkungsweise der Lochkamera (Pin hole)
- Wirkungsweise der Gamma-Kamera (Anger-Kamera)
- Wirkungsweise des SPECT-Verfahrens
- SPECT/CT-Geräte
- Wirkungsweise des PET-Verfahrens
- PET/CT-Geräte
- Technik der Messung in vitro
- Ganzkörperzähler

5. Bildqualität und Qualitätskontrollen in der Nuklearmedizin

- die Auflösung beeinflussende Faktoren
- Rauschen in der Nuklearmedizin
- Bildkontrast
- Bildverschlechterung aufgrund der Streuung
- Prüfkörper für die Qualitätskontrolle des Bildes
- Programm für die Qualitätskontrolle

6. Dosimetrie in der Nuklearmedizin

- allgemeines Modell der Berechnung nach ICRP
- Berechnung der akkumulierten Aktivität
- Berechnung der spezifischen Energie
- Einfluss des Alters der Patientin
- Methoden zur Dosisreduktion in der Nuklearmedizin
- Kenntnis über die Dosen bei den wichtigsten Untersuchungen in der Nuklearmedizin

7. Strahlenschutz in der Nuklearmedizin

- Schutz durch Strukturen (Klassierung der Laboratorien, Anforderungen an die Laboratorien)
- Handhabung von offenen Strahlenquellen
- Schutz des Personals vor externer Bestrahlung
- Schutz des Personals vor Kontamination
- Methoden der dosimetrischen Kontrollen (externe Bestrahlung und Kontamination)
- Verwaltung des radioaktiven Abfalls
- Geräte im Strahlenschutz
- Methoden des Schutzes der Patientin
- Spezialfall der Therapie mit offenen Strahlenquellen
- Diagnostische Referenzwerte
- Dosimetrie für das Personal

8. Therapie in der Nuklearmedizin

- Methoden der nuklearmedizinischen Therapie
- Dosimetrie für die Patientin

9. Bildrekonstruktion

- Methoden der Bildrekonstruktion

Diagnostische Radiologie mit Röntgenstrahlen

1. Physikalische Grundlagen der Bildgebung

- allgemeine Theorie der Bildsysteme
- Fourier-Transformation - Raum der örtlichen Frequenzen
- Messung der Auflösung (MÜF)
- Messung des Rauschens (Wiener-Spektrum)
- globaler Index der Bildqualität
- ROC-Kurven
- Rekonstruktion von Bildern

2. Physik des Röntgenstrahlenbündels

- Erzeugung von Röntgenstrahlen
- Beschreibung des Strahlenbündels
- Wechselwirkung zwischen Strahlung und Patientin
- Reduktion der Streustrahlung
- Detektionssysteme

3. Geräte in der Röntgendiagnostik

- Technologie der Röntgenröhre
- Technologie der Film-Folien-Kombination
- Durchleuchtungstechnik (Angiographie)
- Technologie bei CT
- Mammographie-Gerät

4. Bildsysteme

- Digitale Bildempfänger (Detektoren)
- Speicherfolien
- Kombination Film-Folie
- Photostimulationsdetektor
- Bildverstärker
- Halbleiter-Systeme

5. Strahlenschutz in der Röntgendiagnostik

- dosimetrische Begriffe
- Berechnung und Bestimmung der Eintrittsdosis
- Bestimmung der Organdosen und der effektiven Dosis
- Risiken aufgrund von Röntgenuntersuchungen
- Schutz der Patientin in der Röntgendiagnostik
- Diagnostische Referenzwerte

6. Qualitätskontrollen in der Röntgendiagnostik

- zu kontrollierende Parameter
- Kontrollmethoden (Empfehlungen der SGSMP)
- Test-Anordnungen
- Kontrolle des Entwicklungssystems

Diagnostische Radiologie ohne Röntgenstrahlen

1. Biomedizinische Bildgebung

- Prinzipien der Bildgebungsmethoden
- Erkennung und Aufnahme der Signale
- Digitalisierung der Signale
- mathematische Methoden der Bildtransformation
- digitale Filterung
- Erkennung der Formen
- Methoden der Bildrekonstruktion
- Methoden der Darstellung
- Messgrößen der Bildqualität
- Deformationen und Artefakte

2. Physik der Bildgebung in der Magnetresonanz (MRI)

- Prinzip des MRI
- Bedeutung der Relaxationszeiten
- klassische Sequenzen im MRI
- Codierung der MRI-Bilder
- schnelle Spinecho-Sequenzen
- schnelle Gradientenecho-Sequenzen
- Sequenzen in der Angiographie
- Spektroskopie mit Magnetresonanz
- funktionelles MRI
- Herz-MRI
- Bewegung, Fluss
- Perfusion, Diffusion
- Parallele Bildgebung

3. Geräte in der bildgebenden Magnetresonanz

- Technologie der Spulen bei statischer Magnetisierung
- Gradientenspulen
- Anregungstechniken
- Detektionstechniken
- Bildqualität und Artefakte
- Kontrast und Signal-Rausch-Verhältnis

4. Physik der Ultraschall-Bildgebung

- physikalische Eigenschaften der Ultraschall-Welle
- Erzeugung und Detektion des Ultraschalls
- Sonographie durch Reflexion
- kontinuierlicher Doppler-Ultraschall
- gepulster Doppler-Ultraschall

5. Sonographie-Geräte

- Ultraschall-Sonden
- zugehörige Elektronik
- Bildqualität
- Artefakte beim Ultraschall
- Qualitätskontrolle

6. Weitere diagnostische Techniken

- Grundlagen der Enzephalographie
- Grundlagen der Echokardiographie
- Grundlagen des Biomagnetismus
- Grundlagen der Endoskopie
- Grundlagen der Thermographie

8. Schutz auf dem Gebiet der nichtradiologischen Bildgebung

- Wirkungen der elektromagnetischen Felder und Strahlung (EM) auf die Zellen und das Gewebe

- verwendete Messgrößen beim Schutz vor EM
- gesetzliche Regelung und Expositionsgrenzwerte bei EM
- Sicherheit bei MRI
- Wirkung des Ultraschalls auf den Organismus
- verwendete Messgrößen beim Schutz vor Ultraschall
- gesetzliche Regelung und Expositionsgrenzwerte bei Ultraschall
- Sicherheit beim Ultraschall

Der Vorstand der SGSMP, 13.11.2015