



SBMP
APSPM
APSFM

Schweizerischer Berufsverband für Medizinphysikerinnen
und
Medizinphysiker
Association professionnelle suisse des physiciens médicaux

SGSMP
SSRPM
SSRFM

Anhänge für die Erlangung der Fachanerkennung SGSMP für Medizinische Physik

Anhang I: STOFFKATALOG FÜR DIE GRUNDAUSBILDUNG

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. Organisatorische und rechtliche Grundsätze im Gesundheitswesen

(empfohlener Umfang: 10 Stunden)

- Struktur des Gesundheitswesens
- Organisation in Spitälern
- zivile Verantwortung im medizinischen Bereich

Anhang II: STOFFKATALOG FÜR DIE SPEZIALAUSBILDUNG

(Niveau I: Wahlgebiet; Niveau II: Spezialgebiet)

A. Radio-Onkologie

(Empfohlener Umfang: für Niveau I 40 Stunden, für Niveau II 120 Stunden)

A.1. Strahlenbiologie und Strahlenschutz

- zelluläre Wirkung der Strahlung
- Beeinflussung der Strahlenwirkung (Sauerstoff, Schutzfaktoren, Sensibilisatoren, Hyperthermie, Dosisleistung, Reparaturvorgänge, Zellzyklus)
- Wirkung auf die Organe und das Gewebe
- Spätschäden (Krebsinduktion, genetische Wirkung)
- Entwicklungsstörungen
- Strahlensyndrom
- biologische Grundlagen der Strahlentherapie und des Strahlenschutzes
- deterministische Wirkung
- stochastische Wirkung
- Prinzipien des Strahlenschutzes
- Schutzmethoden (externe Bestrahlung, interne Kontamination)
- Methoden der individuellen Kontrollen
- Exposition der Bevölkerung
- rechtliche Aspekte

A.2. Medizinische Strahlenphysik

- physikalische Grundlagen der Radio-Onkologie
 - Prinzipien der Radiotherapie
 - Eigenschaften der Teleradiotherapie
 - Eigenschaften der Brachytherapie
 - Ablauf der Radiotherapie aus der Sicht der Patientin
 - Messmethoden in der Radiotherapie
 - Wirkung der mikroskopischen Verteilung der absorbierten Energie
 - physikalische Grundlagen der Nuklearmedizin
- Prinzipien der Nuklearmedizin
 - Eigenschaften der Bildgebung in der Nuklearmedizin
 - Ablauf der Nuklearmedizin aus der Sicht der Patientin
 - Aktivitätsmessung in der Nuklearmedizin
 - üblichste Untersuchungen und damit verbundene Dosen
- physikalische Grundlagen der bildgebenden Diagnostik
 - Prinzipien der Bildgebung
 - Grundlagen der Röntgendiagnostik
 - Grundlagen des Ultraschalls
 - Grundlagen der Bildgebung bei der Magnetresonanz
 - andere Grundlagen der Bildgebung

A.3. Grundlagen der Onkologie

- Grundlagen der Epidemiologie
- TNM-Klassifikation
- Tumor-Lokalisationen
- Metastasen (Häufigkeit, Lokalisation)
- Komplikationen
- onkologische Behandlungen

A.4. Wirkung auf das gesunde und normale Gewebe

- zelluläre Strahlenempfindlichkeit
- potentiell letale Schäden
- subletale Schäden
- relative biologische Wirksamkeit
- Sauerstoffeffekt

- Fraktionierung und Dosisleistung
- Strahlenempfindlichkeit des Gewebes

A.5. Perkutane Strahlentherapie: Gerätekunde

- medizinische Bestrahlungseinheiten
- Linearbeschleuniger
- konventionelle und dermatologische Bestrahlungseinrichtungen
- Neutronen- und Protonen-Bestrahlungsgeräte
- andere Bestrahlungseinrichtungen (Bsp.: Gamma Knife)
- Hilfssysteme für die Bestrahlungsplanung (Bsp.: CT, Simulator, Vernetzung)
- Verifikationssysteme
- Patientinnenfixation

A.6. Perkutane Strahlentherapie: Dosisverteilung

- Dosimetrie-Konzept
- Tiefendosisverteilung
- "Tissue-Air-Ratio" und "Tissue-Maximum-Ratio"
- Rechenmethode bei der SAD- oder isozentrischen Technik
- Rechenmethode für die Ausbreitung (Clarkson)
- Rechenmethode für die Korrekturen der Filter
- Rechenmethode für die Korrektur der schrägen Oberflächen
- Rechenmethode für die Inhomogenitätskorrektur
- Rechenmethode für angrenzende Felder ("gap calculation")
- Begriff der Integraldosis
- Modelle der Dosisverteilung für die Berechnung mit dem Computer
- Qualitätsindizes für einen Bestrahlungsplan (DVH, TCP, NTCP)
- inverse Bestrahlungsplanung
- Technik der Intensitätsmodulation
- dynamische Bestrahlungen

A.7. Techniken der Brachytherapie

- in der Brachytherapie verwendete Strahlenquellen
- Afterloading-Systeme
- Rolle der Dosisverteilung (strahlenbiologisches Modell)
- Dosisberechnung in der Brachytherapie
- dosimetrische Methoden
- Optimierung in der Brachytherapie

A.8. Dosimetrie in der Strahlentherapie

- Kavitätstheorie
- Dosimetrie-Protokolle (z.B. Empfehlung der SGSMP)
- Kalibrierung in der Praxis
- Bestimmung der Faktoren für die Berechnung der Monitoreinheiten oder der Bestrahlungszeit
- dosimetrische und physikalische Kontrollen (Empfehlung der SGSMP)
- Kalibrierung in der Brachytherapie
- in der Strahlentherapie verwendete Dosimeter
- in-vivo-Dosismessung

A.9. Strahlenschutz in der Strahlentherapie

- Berechnung der Raumabschirmung
- Schutz der Patientin in der Strahlentherapie
- Schutz des Personals in der Strahlentherapie
- Sicherheitsprobleme in der perkutanen Strahlentherapie
- Sicherheitsprobleme in der Brachytherapie
- Verwaltung der Strahlenquellen in der Brachytherapie
- Qualitätssicherung in der Radio-Onkologie

B. Nuklearmedizin

(empfohlener Umfang: für Niveau I 40 Stunden, für Niveau II 120 Stunden)

B.1. Strahlenbiologie und Strahlenschutz

- zelluläre Wirkung der Strahlung
- Beeinflussung der Strahlenwirkung (Sauerstoff, Schutzfaktoren, Sensibilisatoren, Hyperthermie, Dosisleistung, Reparaturvorgänge, Zellzyklus)
- Wirkung auf die Organe und das Gewebe
- Spätschäden (Krebsinduktion, genetische Wirkung)
- Entwicklungsstörungen
- Strahlensyndrom
- biologische Grundlagen der Strahlentherapie und des Strahlenschutzes
- deterministische Wirkung
- stochastische Wirkung
- Prinzipien des Strahlenschutzes
- Schutzmethoden (externe Bestrahlung, interne Kontamination)
- Methoden der individuellen Kontrollen
- Exposition der Bevölkerung
- rechtliche Aspekte

B.2. Medizinische Strahlenphysik

- physikalische Grundlagen der Radio-Onkologie
 - Prinzipien der Radiotherapie
 - Eigenschaften der Teleradiotherapie
 - Eigenschaften der Brachytherapie
 - Ablauf der Radiotherapie aus der Sicht der Patientin
 - Messmethoden in der Radiotherapie
 - Wirkung der mikroskopischen Verteilung der absorbierten Energie
 - physikalische Grundlagen der Nuklearmedizin
- Prinzipien der Nuklearmedizin
 - Eigenschaften der Bildgebung in der Nuklearmedizin
 - Ablauf der Nuklearmedizin aus der Sicht der Patientin
 - Aktivitätsmessung in der Nuklearmedizin
 - üblichste Untersuchungen und damit verbundene Dosen
- physikalische Grundlagen der bildgebenden Diagnostik
 - Prinzipien der Bildgebung
 - Grundlagen der Röntgendiagnostik
 - Grundlagen des Ultraschalls
 - Grundlagen der Bildgebung bei der Magnetresonanz
 - andere Grundlagen der Bildgebung

B.3. Biologische Kinetik

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

B.4. 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

B.5. 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

B.6. Geräte in der Nuklearmedizin

- Wirkungsweise des bewegten Detektors (Scanner)
- Wirkungsweise der Lochkamera (Pin hole)
- Wirkungsweise der Gamma-Kamera
- Wirkungsweise der Positronenkamera
- Technik der Messung in vitro
- Ganzkörperzähler

B.7. Bildqualität 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

B.8. Dosisberechnung 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

B.9. 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

C. Diagnostische Radiologie mit Röntgenstrahlen

(empfohlener Umfang: für Niveau I 40 Stunden, für Niveau II 120 Stunden)

C.1. Strahlenbiologie und Strahlenschutz

- zelluläre Wirkung der Strahlung
- Beeinflussung der Strahlenwirkung (Sauerstoff, Schutzfaktoren, Sensibilisatoren, Hyperthermie, Dosisleistung, Reparaturvorgänge, Zellzyklus)
- Wirkung auf die Organe und das Gewebe
- Spätschäden (Krebsinduktion, genetische Wirkung)
- Entwicklungsstörungen
- Strahlensyndrom
- biologische Grundlagen der Strahlentherapie und des Strahlenschutzes
- deterministische Wirkung
- stochastische Wirkung
- Prinzipien des Strahlenschutzes
- Schutzmethoden (externe Bestrahlung, interne Kontamination)
- Methoden der individuellen Kontrollen
- Exposition der Bevölkerung
- rechtliche Aspekte

C.2. Medizinische Strahlenphysik

- physikalische Grundlagen der Radio-Onkologie
 - Prinzipien der Radiotherapie

- Eigenschaften der Teleradiotherapie
- Eigenschaften der Brachytherapie
- Ablauf der Radiotherapie aus der Sicht der Patientin
- Messmethoden in der Radiotherapie
- Wirkung der mikroskopischen Verteilung der absorbierten Energie
- physikalische Grundlagen der Nuklearmedizin
- Prinzipien der Nuklearmedizin
 - Eigenschaften der Bildgebung in der Nuklearmedizin
 - Ablauf der Nuklearmedizin aus der Sicht der Patientin
 - Aktivitätsmessung in der Nuklearmedizin
 - üblichste Untersuchungen und damit verbundene Dosen
- physikalische Grundlagen der bildgebenden Diagnostik
 - Prinzipien der Bildgebung
 - Grundlagen der Röntgendiagnostik
 - Grundlagen des Ultraschalls
 - Grundlagen der Bildgebung bei der Magnetresonanz
 - andere Grundlagen der Bildgebung

C.3. 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

C.4. Physik des Röntgenstrahlenbündels

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

C.5. Geräte in der Röntgendiagnostik

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

C.6. Bildsysteme

- Kombination Film-Folie
- Photostimulationsdetektor
- Bildverstärker
- Halbleiter-Systeme

C.7. 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

C.8. Qualitätskontrollen in der Röntgendiagnostik

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

D. Diagnostische Radiologie ohne Röntgenstrahlen

(empfohlener Umfang: für Niveau I 40 Stunden, für Niveau II 120 Stunden)

D.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

D.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

D.3. Geräte in der bildgebenden Magnetresonanz

- Technologie der Spulen bei statischer Magnetisierung
- Gradientenspulen
- Anregungstechniken
- Detektionstechniken
- Bildqualität und Artefakte

D.4. Physik der Ultraschall-Bildgebung

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

D.5. Sonographie-Geräte

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

D.6. Weitere diagnostische Techniken

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

D.7. 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

D.8. Biomedizinische Informatik

- Bildspeicherung (DICOM-Format)
- Bildverwaltungssysteme (PACS)
- Bildüberlagerung
- Bildkompression
- Archivierung
- Teleradiologie

Anhang III: ANFORDERUNGEN AN DIE FORTBILDUNG - ZU BERÜCKSICHTIGENDE MODALITÄTEN

Die während der Gültigkeitsdauer des Diploms zu erlangende Gesamtpunktzahl beträgt 250.

Der Punktwert für die verschiedenen Formen der Fortbildung ist im folgenden angegeben:

Art der Weiterbildung	Anzahl Punkte	maximale Anrechnung
– berufliche Tätigkeit als Medizinphysikerin	25 Punkte pro Jahr bei einem Beschäftigungsgrad von mindestens 20 % + 25 Punkte pro Jahr mal Beschäftigungsgrad	125
– Kongress, Seminar ^(*) – Fortbildungskurs ^(*) mit abschliessender Prüfung	1 Punkt pro Stunde 2 Punkte pro Stunde	125
– Publikation eines Artikels in einer Zeitschrift mit Begutachtung – Präsentation eines Vortrages oder eines Posters anlässlich einer wissenschaftlichen Tagung – Unterricht in medizinischer Physik für akademisches Fachpersonal (Einzelstunden) – Unterricht in medizinischer Physik für akademisches Fachpersonal (regelmässige Vorlesung)	16 Punkte pro Artikel für die Erstautorin 16 Punkte pro Artikel dividiert durch die Anzahl der restlichen Autorinnen für diese 32 Punkte für Alleinautorin 6 Punkte pro Vortrag oder Poster für die Erstautorin (Vortragende) 6 Punkte pro Vortrag oder Poster dividiert durch die Anzahl der restlichen Autorinnen für diese 12 Punkte für Alleinautorin 3 Punkte pro Stunde 10 Punkte pro Semester	100
– aktive Mitwirkung in einer Arbeitsgruppe einer Gesellschaft für medizinische Physik	2 Punkte pro halbtägige Sitzung	50
– Funktion als Mentorin	5 Punkte pro Jahr und Kandidatin	50

^(*) Die Fortbildung muss in direktem Zusammenhang mit der medizinischen Physik stehen. Die Kommission entscheidet über die Anerkennung von Fortbildungskursen, Kongressen und Unterrichtsveranstaltungen zur Vergabe von Punkten.

Die Kommission kann zusätzliche Punkte für weitere Formen der Fortbildung zuteilen.