

# 1. TEILPRÜFUNG

zur Erlangung des Facharztstitels  
Radiologie und des Facharztstitels  
Nuklearmedizin (Ausgabe 2021/22)

## **Anmerkung der Prüfungskommission:**

Der vorliegende Gegenstandskatalog und insbesondere das darin enthaltene Literaturverzeichnis sind alleinige Grundlage für die Prüfungsfragen. Die Prüfungskommission übernimmt keine Verantwortung für den Inhalt der Vorbereitungskurse. Diese decken erfahrungsgemäss nicht alle Aspekte der Prüfung ab.

Stand: 28. Juni 2021

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>2</b>
<b>Übersicht .....</b>	<b>3</b>
<b>Allgemeine Informationen .....</b>	<b>4</b>
Fragetypen .....	4
OBZulassung zur Prüfung .....	4
Bestandene Prüfung .....	5
Prüfungswiederholung .....	5
Hinweise bezüglich Doppeltitel Radiologie/Nuklearmedizin .....	5
Rekursmöglichkeit .....	5
<b>Gegenstandskatalog .....</b>	<b>6</b>
<b>I. Biophysikalische Grundlagen / Strahlenschutz .....</b>	<b>6</b>
Strahlenphysik .....	6
Strahlenbiologie .....	8
Strahlenschutz (Radiologie / Nuklearmedizin) .....	9
<b>II. Allgemeine Grundlagen .....</b>	<b>13</b>
Wissenschaftstheorie .....	13
Qualitätssicherung und -förderung .....	14
Gesundheitsökonomie .....	15
Medizinrecht .....	16
Medizinethik .....	19
<b>III. Anatomie .....</b>	<b>21</b>
<b>Fachspezifischer Anhang Radiologie .....</b>	<b>23</b>
<b>IV.a. Apparatikunde / Informatik.....</b>	<b>23</b>
1. Apparatikunde .....	23
2. Informatik .....	25
<b>V.a. Grundlagen der Radiologie .....</b>	<b>29</b>
Pharmakologie/Reanimation .....	29
<b>Fachspezifischer Anhang Nuklearmedizin .....</b>	<b>31</b>
<b>IV. b. Apparatikunde / Informatik / Radiopharmazie .....</b>	<b>31</b>
1. Apparatikunde .....	31
2. Informatik .....	33
3. Radiopharmazie .....	34
<b>V.b. Grundlagen der Nuklearmedizin .....</b>	<b>36</b>
1. Biologische und epidemiologische Grundlagen .....	36
2. Pharmakologie .....	37

# ÜBERSICHT

Der Gegenstandskatalog basiert auf den aktuell geltenden Weiterbildungsprogrammen zur Erlangung des Facharztstitels Radiologie der SGR-SSR und des Facharztstitels Nuklearmedizin der SGNM. Die untenstehende Tabelle gibt Auskunft über die geprüften Fächer und über die Anzahl der Fragen pro Fach.

	Themen	Fragen total	Fragen pro Gebiet	Gewichtung für Notendurchschnitt
<b>I. Biophysik. Grundlagen / Strahlenschutz</b>	Strahlenphysik	<b>35</b>	10	<b>3</b>
	Strahlenbiologie		10	
	Strahlenschutz		15	
<b>II. Allgemeine Grundlagen</b>	WT/QM/GÖ	<b>25</b>	15	<b>2</b>
	Medizinrecht		6	
	Medizinethik		4	
<b>III. Anatomie</b>	Radiologische Anatomie (davon 10 Fragen aus der Nuklearmedizin)	<b>80</b>		<b>4</b>
<b>IV. Apparatkunde</b>	Siehe fachspezifischen Anhang	<b>30</b>		<b>4</b>
<b>Va. Grundlagen der Radiologie</b>	REA	<b>20</b>	4	<b>3</b>
	Pharmakologie		16	
<b>Vb. Grundlagen der Nuklearmedizin</b>	Siehe fachspezifischen Anhang	<b>20</b>		<b>3</b>

# ALLGEMEINE INFORMATIONEN

## Fragetypen

Die Prüfung wird im Multiple-Choice-Verfahren auf Deutsch und Französisch durchgeführt.  
Verwendete Fragetypen: A, B, E und k'.

### Typ A

Zu einer Frage werden 4 (A-D) oder 5 (A-E) mögliche Antworten vorgegeben. Nur eine Antwort ist richtig.

### Typ B

Zu 4 (5) Fragen werden 4 (5) (A-D) (E) mögliche Antworten vorgegeben. Diese Antworten müssen den Fragen zugeordnet werden. Es kann vorkommen, dass eine Antwort zweimal oder nie richtig ist. Jede korrekt beantwortete Einzelfrage gibt einen Punkt.

### Typ E

Es werden zwei kausal verbundene Aussagen gemacht. Folgende Möglichkeiten kommen vor:

- A) Beide Aussagen und Kausalzusammenhang richtig.
- B) Beide Aussagen richtig, aber Kausalzusammenhang falsch.
- C) Erste Aussage richtig, zweite falsch.
- D) Erste Aussage falsch, zweite richtig.
- E) Beide Aussagen falsch.

### Typ k'

Zu einer Frage werden 4 (A-D) mögliche Antworten vorgegeben. Eine bis drei Antworten sind korrekt. Es sind nie alle Antworten korrekt oder alle falsch. Die Frage wird als Ganzes gewertet, d.h. um einen Punkt zu erhalten, müssen alle 4 Teilfragen korrekt beantwortet werden. Ansonsten wird die Frage mit 0 Punkten gewertet. Halbe Punkte werden nicht vergeben.

## Zulassung zur Prüfung

**Aufgrund der Revision der Weiterbildungsordnung (WBO) vom 30. Oktober 2008 werden zur Facharztprüfung nur noch Inhaber eines eidgenössischen oder eines durch das BAG anerkannten ausländischen Arzt diplom zur Prüfung zugelassen.**

## Bestandene Prüfung

Die Prüfung ist bestanden, wenn

- der gewichtete\* Notendurchschnitt 4.0 oder höher ist **und**
- maximal eine Note 3, sowie keine Note 2 oder 1 erreicht werden.

\*siehe Tabelle (Seite 3)

## Prüfungswiederholung

Die Prüfung kann beliebig oft wiederholt werden.

Seit dem 1.1.2012 kann die Prüfung nicht mehr in reduzierter Form wiederholt werden.

## Hinweise bezüglich Doppeltitel Radiologie/Nuklearmedizin

Kandidaten Radiologie, welche zusätzlich den Facharzttitel Nuklearmedizin anstreben, können die Fächerblöcke I, II und III aus der bestandenen ersten Schweizer Teilprüfung Radiologie mit den damals erhaltenen Noten für die erste Teilprüfung Nuklearmedizin übernehmen. Sie müssen nur noch die Fächerblöcke IV und V Nuklearmedizin absolvieren. Sinngemäss gilt das Gleiche für Kandidaten der Nuklearmedizin, die zusätzlich den Facharzttitel Radiologie anstreben.

Die Prüfung gilt als bestanden, wenn

- der gewichtete Notendurchschnitt 4.0 oder höher ist **und**
- maximal eine Note 3, sowie keine Note 2 oder 1 erreicht werden.

Es besteht kein Anspruch darauf, die 1. Teilprüfung für beide Fächer im gleichen Jahr ablegen zu können.

## Rekursmöglichkeit

Der Kandidat kann den Entscheid über das Nichtbestehen der Prüfung innert 60 Tagen bei der Einsprachekommission Weiterbildungstitel (EK-WBT) der FMH anfechten.

**Nächste 1. Teilprüfung:**

11. März 2022  
Lausanne

# GEGENSTANDSKATALOG

Die an der Prüfung gestellten Fragen stammen ausschliesslich aus den unter „Literatur“ angegebenen Quellen. Eine Ausnahme stellt die Anatomie dar, bei der die Quellen lediglich als Hilfsmittel zu betrachten sind.

Für einige Gebiete sind weiterführende Quellen angegeben, die für ein vertieftes Studium geeignet, jedoch für die Beantwortung der Fragen nicht obligatorisch sind.

## I. BIOPHYSIKALISCHE GRUNDLAGEN / STRAHLENSCHUTZ

### Strahlenphysik

#### Zielsetzung

Kenntnisse der Grundlagen der Strahlenphysik

#### Themen

##### Allgemeine Grundlagen

- Atomstruktur, Kernstruktur, Energieniveau
- Elektromagnetisches Spektrum
- Zusammenhänge Photonen-Materie und Elektronen-Materie
- Exponentialfunktion
- Kernphysik
- Definition und Einheiten der Aktivität
- Physikalische „Periode“
- Elemente, Isotope
- Radioaktive Zerfälle (Alpha, Beta-, Beta+, Gamma) und Zerfallsreihen
- Kernspaltung, Kernfusion
- Natürliche und künstliche Radioaktivität

##### Erzeugung und Eigenschaften von Röntgenstrahlung

- Aufbau und Funktion der Röntgenröhre
- Erzeugung von Röntgenstrahlung durch Bremsstrahlung
- Erzeugung von charakteristischer Röntgenstrahlung
- Energiespektren der Röntgenstrahlung

- Filterung von Röntgenstrahlung
- Wechselwirkung von ionisierender Strahlung mit Materie
- Kohärente Streuung (Rayleigh), Photoeffekt, Comptonstreuung, Paarbildungseffekt
- Exponentielle Abschwächung / Energieabsorption
- Halbwertsschichtdicke eines Absorbers
- Stösse geladener Teilchen, Erzeugung von Bremsstrahlung

## Dosimetrie und Strahlenmesstechnik

- Dosisbegriffe (Kerma, absorbierte Dosis, Aequivalentdosis)
- Linearer Energie-Transfer (LET)
- Messprinzip der Ionisationsdosimetrie
- Aufbau und Funktionsweise der Ionisationskammer
- Aufbau und Funktionsweise des Geiger-Müller Zählrohrs
- Messprinzip der Szintillationsdosimetrie
- Aufbau und Funktionsweise des Szintillationsdetektors
- Messprinzip der Thermolumineszenzdosimetrie
- Messprinzip der Filmdosimetrie

## Literatur

IAEA, Diagnostic Radiology Physics. A Handbook for Teachers and Students, Vienna (2014)

[Chapters 1, 2, 3.1, 3.2, 5]

<http://www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/8841/Diagnostic-Radiology-Physics-A-Handbook-for-Teachers-and-Students>

IAEA, Nuclear Medicine Physics. A Handbook for Teachers and Students, Vienna (2014) [Chapter 1]

<http://www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/10368/Nuclear-Medicine-Physics-A-Handbook-for-Teachers-and-Students>

### **Fragen bezüglich Verfügbarkeit von Quellen für Strahlenschutz bitte an:**

Prof. François Bochud,  
CHUV, Institute of Radiation Physics (IRA)

[Francois.Bochud@chuv.ch](mailto:Francois.Bochud@chuv.ch)

## Strahlenbiologie

### Zielsetzung

Kenntnis haben von Interaktionen zwischen ionisierenden Strahlen und lebender Materie.  
Als künftiger Radiologe / künftige Radiologin Publikumsfragen betreffend Strahlen und Strahlengefährdung adäquat beantworten können.

### Themen

- Physikalische und chemische Wirkung der Energieabsorption (Strahlenbiologische Wirkungskette)
- Strahlenschädigungen der DNS und Chromosomen; Reparaturmöglichkeiten
- Abhängigkeiten der biologischen Strahlenwirkung:
  - Dosis (Zell-Überlebenskurven)
  - Dosisleistung
  - Strahlenqualität und Relative Biologische Wirksamkeit (RBW)
  - Sauerstoff und andere Chemikalien
  - Zellzyklus
- Strahlenschutzstoffe
- Strahlentherapie und Immunantwort
- Gewebsreaktionen
- Späteffekte der Bestrahlung:
  - Karzinogenese
  - Genetische (vererbare) und somatische Veränderungen
  - Strahlenwirkung auf Embryonen und Foeten
- Akute Wirkung der Ganzkörperbestrahlung
- Strahlenrisiken in der Radiodiagnostik und diagnostischen Nuklearmedizin

### Literatur

Radiobiology for the Radiologist, 7th Edition, E.J. Hall and A.J. Giaccia, Lippincott Williams and Wilkins, 20062012, ISBN 0-7817-4151-3 Chapters. 1-14, 19 (kann als PDF im Internet bezogen werden)

<http://www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/8219/Radiation-Biology-A-Handbook-for-Teachers-and-Students>



**Fragen bezüglich Verfügbarkeit von Quellen für Strahlenbiologie bitte an:**

PD Dr Kathrin Zaugg  
 Radioonkologie  
 Stadtspital Triemli, Zürich  
[Kathrin.Zaugg@triemli.zuerich.ch](mailto:Kathrin.Zaugg@triemli.zuerich.ch)

## **Strahlenschutz (Radiologie / Nuklearmedizin)**

### Ziel

Kenntnisse über den Schutz des Individuums, seiner Nachkommen und der Gesamtbevölkerung gegenüber den schädlichen Einflüssen ionisierender Strahlung.

### Themen

#### Strahlenwirkung auf den Organismus

- Somatische und genetische Wirkung
- Deterministische Wirkung, Schwellendosis
- Stochastische Wirkung, Risikofaktoren
- Wirkungen auf den Embryo

#### Grundlagen des Strahlenschutzes

- Rechtfertigung (Risiko / Nutzen)
- Optimierung
- Dosimetrische Begriffe (Aequivalentdosis, Effektive Dosis, Wichtungsfaktoren)
- Dosisgrenzwerte
- Gesetzliche Grundlagen (Gesetze, Verordnungen, Weisungen, Merkblätter)

#### Strahlenschutz-Praxis

- Strahlenschutz-Sachverständige
- Behörden
- Verantwortlichkeiten (Aerzte, Medizinphysiker, MTRA)
- Bewilligungspflicht/ Meldepflicht
- Patientenschutz
  - Indikationsstellung
  - Schutzmittel und -massnahmen (Zeit, Distanz, Abschirmung)
  - Einfluss von Einstellparametern auf die Dosis und Bildqualität
  - dosisoptimierte Einstelltechnik

- Diagnostische Referenzwerte (DRW)
- Patienteninformationspflicht
- Schutz des Personals
  - Schutzmittel und -massnahmen (Zeit, Distanz, Abschirmung)
  - Streustrahlung im Bereich der Durchleuchtungsanlagen und die resultierenden Schutzmethoden
  - Beruflich strahlenexponierte Personen und Personendosimetriepflicht bei externer und interner Strahlenexposition

### Qualitätssicherung

- Konzept und Verantwortung (Bewilligungsinhaber, Firmen)
- Röntgenanlagen
- Filmverarbeitung / Bilddokumentationssysteme
- Befundmonitore / Bildwiedergabegeräte
- Qualitätsprüfungen (Abnahmeprüfung, Zustandsprüfungen, Stabilitätsprüfungen)

### Strahlenbelastung der Bevölkerung

- Dosen durch natürliche und künstliche Strahlenquellen
- Dosen durch diagnostische und therapeutische Untersuchungen
- Risikoabschätzungen

### Literatur

Jakob Roth. Strahlenschutz in der Medizin. Verlag Hans Huber, 1. Auflage, 2008  
ISBN 978-3-456-94537-8

Jeffrey P. Kanne MD (Autor). Quality and Safety in Medical Imaging: The Essentials, 2016,  
ISBN 978-1-451-18686-4

Strahlenschutzgesetz (StSG) vom 22.03.1991  
( <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19910045/index.html> )

Strahlenschutzverordnung (StSV) vom 27.04.2017  
( <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20163016/index.html> )

Röntgenverordnung (RöV) vom 27.04.2017  
( <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20163023/index.html> )

Der Inhalt der folgenden BAG Wegleitungen gehört zum Prüfungsumfang. Dokumente abrufbar unter <https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/themen/mensch-gesundheit/strahlung-radioaktivitaet-schall/bewilligungen-aufsicht-im-strahlenschutz/wegleitungen.html> :

- Aufgaben und Pflichten des SV im Bereich der Anwendung ionisierender Strahlung
- Schutz der beruflich strahlenexponierten schwangeren Frau

- Dosimetrie im Spital
- Schutzmittel für Patienten, Personal und Dritte in der Röntgendiagnostik
- Diagnostische Referenzwerte (DRW) in der Projektionsradiologie
- Diagnostische Referenzwerte (DRW) für interventionelle radiologische Anwendungen
- Diagnostische Referenzwerte (DRW) in der Computertomographie
- Diagnostische Referenzwerte (DRW) in der Nuklearmedizin

Der Inhalt der folgenden BAG Wegleitungen gehört NICHT zum Prüfungsumfang. Kandidatinnen und Kandidaten müssen aber von deren Existenz Kenntnis haben. Dokumente abrufbar unter (<https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/themen/mensch-gesundheit/strahlung-radioaktivitaet-schall/bewilligungen-aufsicht-im-strahlenschutz/wegleitungen.html>) :

- Kennzeichnung von Röntgenräumen
- Arbeiten mit ionisierender Strahlung im chirurgischen und interventionellen Bereich
- Richtwerte für Ortsdosisleistungen
- Qualitätsprüfungen an Mammographie-Einrichtungen
- Qualitätsprüfungen an digitalen Röntgenanlagen für Aufnahmen und/oder Durchleuchtung
- Qualitätsprüfungen an Computertomografen (CT)
- Anforderungen an medizinische Befundmonitore und die technische Qualitätssicherung
- Qualitätssicherung von Aktivimetern
- Qualitätsprüfungen (QAP) Gammakameras + PET-CT
- Radionuklidtherapie
- Dosimetrie beim Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen
- Berechnung der Abschirmung von PET-Räumen
- Zugang und Kennzeichnung von Kontrollbereichen und Zonen
- Extremitätendosen
- Anforderungen an die Zubereitung von Radiopharmazeutika
- Medizinisches Strahlenereignis
- Instruktion, Ausbildung und Fortbildung im Strahlenschutz in der Humanmedizin
- Entsorgung Xofigo-Abfälle

Schlussbericht zur Erhebung der Strahlenexposition der Bevölkerung durch die Röntgendiagnostik  
<https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/themen/mensch-gesundheit/strahlung-radioaktivitaet-schall/strahlenanwendungen-in-der-medizin/diagnostische-strahlenexposition-in-der-medizin.html>

Dokumente abrufbar unter:

<https://www.bag.admin.ch/bag/fr/home/themen/mensch-gesundheit/strahlung-radioaktivitaet-schall/bewilligungen-aufsicht-im-strahlenschutz/informationen-fuer-medizinische-betriebe/schulungsfilme-medizinische-betriebe.html>

- DVD V: Strahlenschutz am CT: Informationen über die Strahlenschutz-Optimierung bei der Anwendung ionisierender Strahlung im Bereich der

#### Computertomographie

- DVD IV: Strahlenschutz in der Nuklearmedizin: Informationen über die Strahlenschutz-Optimierung bei der Anwendung ionisierender Strahlung im Bereich der Nuklearmedizin
- DVD II: Strahlenschutz bei interventionellen Untersuchungen: Informationen über Strahlenschutzmassnahmen bei Hochdosisanwendungen mit fluoroskopisch gestützter Bildgebung

AAPM Report No. 96: The Measurement, Reporting, and Management of Radiation Dose in CT; Report of AAPM-TG 23, 2007; [http://www.aapm.org/pubs/reports/RPT\\_96.pdf](http://www.aapm.org/pubs/reports/RPT_96.pdf)

#### **Fragen bezüglich Verfügbarkeit von Quellen für Strahlenschutz bitte an:**

Dr. Nicolas Stritt,  
EDI, BAG, Verbraucherschutz, Strahlenschutz  
[Nicolas.Stritt@bag.admin.ch](mailto:Nicolas.Stritt@bag.admin.ch)

## II. ALLGEMEINE GRUNDLAGEN

### Wissenschaftstheorie

#### Zielsetzung

Kenntnis von grundlegenden statistischen Methoden, Design einer wissenschaftlichen Studie sowie wissenschaftsethischen Fragen.

Der Kandidat soll in der Lage sein

- Publikationen kritisch zu bewerten.
- Selbst eine einfache Studie zu planen, durchzuführen und zu publizieren.
- gegenüber Klinikern als kompetenter Partner in der Bewertung diagnostischer und interventioneller Methoden auftreten zu können.
- sich im Zusammenhang mit wissenschaftlichen Studien gegenüber Patienten, Koautoren, wissenschaftlichen Zeitschriften und anderen interessierten Stellen korrekt zu verhalten.
- wissenschaftliches Fehlverhalten zu erkennen und zu bewerten.

#### Themen

##### Statistik

- Begriffe verschiedener Datentypen (numerische Daten, kategorielle Daten, etc.)
- Sensitivität, Spezifität, diagnostische Treffsicherheit
- Normalverteilung, Nullhypothese, statistische Signifikanz, Konfidenzintervalle,
- Fallzahlberechnung, statistische Testverfahren (gemäss Referenzliteratur), Selection bias
- ROC (receiver operating characteristic) Analyse. Welche Ausgangsdaten sind erforderlich? Welche Frage wird beantwortet? Wie werden ROC-Werte interpretiert?

##### Studiendesign, wissenschaftsethische Fragen

- Goldstandard, Kontrollgruppe, Randomisierung
- Publikation: Form und Inhalt der einzelnen Kapitel eines wissenschaftlichen Artikels, Formen von wissenschaftlichen Publikationen
- Scientific Misconduct, Plagiat, Mehrfachpublikation, Informed consent, Autorenschaften, Copyright, Conflict of Interest

## Literatur

### Statistik

- Weinstein S, Obuchowski NA, Lieber ML. Fundamentals of Clinical Research for Radiologists: Clinical Evaluation of Diagnostic Tests. *AJR* 2005; 184: 14-19
- Anvari A, Halpern EF, Samir AE. Statistics 101 for Radiologists. *RadioGraphics* 2015; 35:1789-1801
- Ochodo EA, de Haan MC, Reitsma JB, Hooft L, Bossuyt PM, Leeflang MM. Overinterpretation and misreporting of diagnostic accuracy studies: evidence of "spin". *Radiology*. 2013;267:581-8. doi: 10.1148/radiol.12120527

### Studiendesign, wissenschaftsethische Fragen

- Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing, and Publication of Scholarly Work in Medical Journals: <http://www.icmje.org/icmje-recommendations.pdf>
- Bossuyt PB et al. STARD 2015: An Updated List of Essential Items for Reporting Diagnostic Accuracy Studies. *Radiology* 2015; 277:826-832.
- Eng J. Sample size estimation: How Many Individuals Should Be Studied? *Radiology* 2003; 227:309-313.

## Qualitätssicherung und -förderung

### Zielsetzung

Kenntnis wichtiger qualitätsfördernden Massnahmen in der Radiologie, insbesondere Guidelines, Appropriateness Criteria, Einteilung und Messung verschiedener Formen der Effizienz radiologischer Untersuchungen und Interventionen.

### Themen

- Appropriateness Criteria am Beispiel des American College of Radiology: Ziele, Aufbau und allgemeiner Inhalt von Appropriateness Criteria.
- Effizienz der Bildgebung: Definition und Bedeutung der verschiedenen Effizienzstufen nach Thornbury, Probleme bei der Messung der Effizienz in der Radiologie sowie mögliche Lösungen.
- Konzept und Prinzipien der Evidenz-basierten Medizin
- Grundprinzipien der Qualitätsverbesserung, Standard Operating Procedure
- Decision support
- Standardized reporting: Reporting and Data Systems; Beispiel BI-RADS: Was ist das? Wozu dient es?

## Literatur

- ACR Standards. American College of Radiology, American College of Radiology, 1891 Preston White Drive. Reston, VA20191, USA. (Die Daten sind erhältlich unter [www.acr.org](http://www.acr.org))
- ACR Appropriateness Criteria™: <http://www.acr.org/Quality-Safety/Appropriateness-Criteria>
  - “Terms and Conditions”
  - “Overview”
  - “Evidence Table Development – Diagnostic Studies”
  - “Technical standards of the ACR” <https://www.acr.org/Clinical-Resources/Practice-Parameters-and-Technical-Standards>
  - RADS: <http://www.acr.org/Quality-Safety/RADS>
- Beispiel von Appropriateness Criteria:
  - ACR Appropriateness Criteria™: Acute Onset of Flank Pain <https://acsearch.acr.org/docs/69362/Narrative/>
- Sardanelli F. Evidence-based radiology: why and how? Eur Radiol 2010; 20:1-15.
- Thornbury JR. Intermediate Outcomes: Diagnostic and Therapeutic Impact. Acad Radiol 1999;6 (suppl 1). S58-S65
- The Evidence-based Radiology Working Group: Evidenced-based Radiology: a new approach to the practice of radiology. Radiology 2001;220:566-575
- Rubin LB. Measuring and Improving Quality in Radiology: Meeting the Challenge with Informatics. RadioGraphics 2011; 31:1511–1527
- Kelly AM, Cronin P. Practical Approaches to Quality Improvement for Radiologists. RadioGraphics 2015;35:1630-1642
- ESR concept paper on value-based radiology. Insights Imaging (2017) 8:447–454. DOI 10.1007/s13244-017-0566-1

## Gesundheitsökonomie

### Zielsetzung

- Einfluss gesundheitsökonomischer Regeln und Daten auf die Bildgebung kennen
- Einfluss der Bildgebung auf die Gesundheitsökonomie kennen
- Grundbegriffe der Diagnosis Related Groups (DRG) und ihrer Einführung in der Schweiz kennen

## Themen - Grundbegriffe:

- Magisches Viereck der Gesundheitsökonomie
- Cost-Benefit Analysis, Cost-Effectiveness Analysis, Cost-Utility Analysis
- Kosten und ihre Parameter: Fixe Kosten, Variable Kosten, Semi-Fixed Costs, Inkrementale Kosten
- Swiss DRG: Funktionsweise, Wichtige Begriffe (Grouper, Kostengewicht, Grenzverweildauer, Baserate, Case Mix, Case Mix Index, Trim points)
- TARMED: Struktur und Anwendungsbereich
- Lean Management

## Literatur

- Singer MR, Applegate KE. Cost-effectiveness analysis in radiology. Radiology 2001;219:611-620
- Soimakallio S, Vanninen R. Measuring the outcomes and costs. Eur Radiology 1998; 8: 497-499
- Gentili A. Cost Accounting for the Radiologist. AJR Am J Roentgenol. 2014 May;202(5):1058-61.
- Donnelly LF, Lee GM, Sharek PJ. Costs of Quality and Safety in Radiology. Radiographics. 2018;38:1682-1687. doi: 10.1148/rg.2018180020.
- Informationen zu SwissDRG auf [www.swissdrg.org](http://www.swissdrg.org)
- Basisinformationen für Gesundheitsfachleute: [https://www.swissdrg.org/application/files/5115/0234/7269/170810\\_SwissDRG\\_Broschuere.pdf](https://www.swissdrg.org/application/files/5115/0234/7269/170810_SwissDRG_Broschuere.pdf)
- Wichtige Begriffe in SwissDRG: <https://www.swissdrg.org/de/ueber-uns/wichtige-begriffe>
- Regeln und Definitionen zur Fallabrechnung unter SwissDRG: [https://www.swissdrg.org/application/files/3315/2767/3491/SwissDRG\\_Falldefinitionen\\_v8.0.pdf](https://www.swissdrg.org/application/files/3315/2767/3491/SwissDRG_Falldefinitionen_v8.0.pdf)
- TARMED: <https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/versicherungen/krankenversicherung/krankenversicherung-leistungen-tarife/Aerztliche-Leistungen-in-der-Krankenversicherung/Tarifsystem-Tarmed.html>

## Medizinrecht

### Zielsetzung

Kenntnis wichtiger Rechte und Pflichten von Patient und Arzt, soweit in der Radiologie relevant, Umgang mit Betäubungsmitteln, klinische Arzneimittelpflichtprüfung und Umgang mit Medizinprodukten, Pharmakovigilanz, Ethik-Grundlagen.



## Themen

### Arztgeheimnis

- Bedeutung der Begriffe Arztgeheimnis, Berufsgeheimnis, Patientengeheimnis und Amtsgeheimnis
- Entbindung vom Arztgeheimnis
- Verpflichtung, bzw. Ermächtigung des Arztes zur Weiterleitung von Informationen
- Die Rolle der Kantone im Zusammenhang mit dem Arztgeheimnis
- Stellungnahme nach Entbindung vom Arztgeheimnis (mündlich, schriftlich, praktische Regeln)
- Notstand
- Urteilsfähigkeit
- Vertraulichkeit
- Der Arzt als Gutachter
- Kenntnisse über den Unterschied zwischen Straf- und Zivilrecht

### Patientenaufklärung

- Zweck, Ausmass und Grenzen der Patientenaufklärung
- Eigenverantwortung des Patienten
- Bundesgerichtsentscheide zur Patientenaufklärung und deren Bedeutung für die ärztliche Tätigkeit
- Recht der Patientinnen und Patienten auf Selbstbestimmung

### Bundesgesetz über Arzneimittel und Medizinprodukte (Heilmittelgesetz,HMG)

- <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20002716/index.html>
- Zweck, Geltungsbereich und Begriffe
- Grundsätze betreffend des Inverkehrbringens und Zulassungsverfahren
- Grundsätze betreffend Vertrieb, Verschreibung und Abgabe von Arzneimitteln
- Bestimmungen betreffend klinische Versuche
- Bedeutung des Schweizerischen Heilmittelinstituts

### Bundesgesetz über die Krankenversicherung (KVG)

- Grundlagen
- Organisation
- Leistungen
- Leistungserbringer
- Finanzierung

### Bundesgesetz über die Betäubungsmittel und die psychotropen Stoffe (BetmG)

- Allgemeines

- Herstellung, Abgabe, Bezug und Verwendung
- Kontrolle
- Strafbestimmungen
- Zentralstelle

### Bundesgesetz über die Forschung am Menschen (neues Humanforschungsgesetz vom 30. September 2011 (Stand am 1. Januar 2020))

- Grundsätze
- Aufklärung
- Ethikkommissionen für die Forschung
- Forschungsprojekte klassifizieren
- Transparenz und Datenschutz
- Vorgehen im Rahmen des neuen Humanforschungsgesetz
- Kenntnisse über „good clinical practice“ (GCP)

### Verordnung über die Integrität und Transparenz im Heilmittelbereich (VITH) (vom 10. April 2019)

- Grundsätze
- Integrität
- Transparenz

## Literatur

- «Rechtliche Grundlagen im medizinischen Alltag» Herausgegeben durch die Schweizerische Akademie der Medizinischen Wissenschaften SAMW und die FMH (umfasst die meisten Punkte)
- Martin J, Guillod O. Arztgeheimnis. Schweizerische Aerztezeitung 2000; 37: 2053-2059 ([www.saez.ch](http://www.saez.ch))
- Kuhn HP. Operationsaufklärung – eine Optimierungsaufgabe. Schweizerische Aerztezeitung 2000; 34: 1838-1851 ([www.saez.ch](http://www.saez.ch))
- Bundesgesetz über Arzneimittel und Medizinprodukte (Heilmittelgesetz, HMG, [http://www.admin.ch/ch/d/sr/c812\\_21.html](http://www.admin.ch/ch/d/sr/c812_21.html))
- Bundesgesetz über die Krankenversicherung (KVG) ([http://www.admin.ch/ch/d/sr/c832\\_10.html](http://www.admin.ch/ch/d/sr/c832_10.html))
- Bundesgesetz über die Betäubungsmittel und die psychotropen Stoffe (BetmG) ([http://www.admin.ch/ch/d/sr/c812\\_121.html](http://www.admin.ch/ch/d/sr/c812_121.html))
- Schweizerisches Strafgesetzbuch (<http://www.admin.ch/ch/d/sr/3/311.0.de.pdf>)
- Recht der Patientinnen und Patienten auf Selbstbestimmung, Droit des patientes et patients à l'autodétermination (Schweiz Ärztezeitung. 2006;87(03):103-110)

- Bundesgesetz über die Forschung am Menschen (Humanforschungsgesetz, HFG, )  
<https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20061313/202001010000/810.30.pdf>
- Verordnung über klinische Versuche in der Humanforschung  
<https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20121176/201804240000/810.305.pdf>
- Verordnung über die Humanforschung mit Ausnahme der klinischen Versuche  
<https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20121177/201804240000/810.301.pdf>
- ESR- Empfehlungen zur Teleradiologie  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3948905/>
- Verordnung über die Integrität und Transparenz im Heilmittelbereich (VITH) und Erläuterungen zur VITH. <https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/gesetze-und-bewilligungen/gesuche-bewilligungen/itw-geldwerte-anreize/integr-transp-obligation.html>

## Medizinethik

### Zielsetzung

- Grundbegriffe der Medizinischen Ethik kennen
- Ethik in der Forschung
- Ethik in der Radiologie (ESR Code of Ethics)
- Ethische Entscheidungsfindung bei Reanimation im Rahmen des Erwachsenenschutzrechts
- Ethikanträge im Rahmen der Forschung unter dem Gesichtspunkt des neuen Humanforschungsgesetzes

### Themen

- Grundbegriffe: Autonomie, Würde, Integrität, Vulnerabilität
- Declaration of Helsinki

### Literatur

- Bundesgesetz über die Forschung am Menschen (Humanforschungsgesetz, HFG)  
<https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20061313/index.html>
- Declaration of Helsinki 2010 (<https://www.wma.net/policies-post/wma-declaration-of-helsinki-ethical-principles-for-medical-research-involving-human-subjects/>)
- ACR - "code of Ethics" Guidelines <https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Governance/Code-of-Ethics.pdf> (nur Kapitel XI)
- ESR Code of Ethics  
[http://www.myesr.org/cms/website.php?id=/en/about\\_esr\\_eqr/about\\_esr\\_-\\_european\\_society\\_of\\_radiology/esr\\_code\\_of\\_ethics.htm](http://www.myesr.org/cms/website.php?id=/en/about_esr_eqr/about_esr_-_european_society_of_radiology/esr_code_of_ethics.htm)
- Peter, Chr. Neuerungen für Forschende. Schweizerische Ärztezeitung 2014; 95: 256-258  
(<https://bullmed.ch/fr/resource/jf/journal/file/view/article/saez/fr/bms.2014.02207/BMS-02207.pdf/>)
- <https://www.swissethics.ch/gesetzrichtl.html>

- Gute Übersicht:
  - o [https://swissethics.ch/doc/swissethics/manual\\_research\\_nov2015\\_d.pdf](https://swissethics.ch/doc/swissethics/manual_research_nov2015_d.pdf)

**Fragen bezüglich Verfügbarkeit von Quellen für Medizinrecht & Medizinethik bitte an:**

PD Dr. Cäcilia Reiner,  
USZ, Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie  
[caecilia.reiner@usz.ch](mailto:caecilia.reiner@usz.ch)

## III. ANATOMIE

### Zielsetzung

Der Kandidat soll die Fähigkeit besitzen, auf Röntgenuntersuchungen dargestellte anatomische Strukturen benennen zu können. Er soll sichere Zugangswege für bildgebungsgesteuerte Interventionen erkennen.

### Themen

Sämtliche mit den folgenden radiologischen Untersuchungsverfahren darstellbare anatomische Strukturen, inklusive kardiovaskuläres System.

- Konventionelle Röntgenuntersuchungen (Standardeinstellungen)
- Untersuchungen mit Kontrastmitteln (Durchleuchtung, Angiographie)
- Computertomographie (CT)
- Magnet-Resonanz-Tomographie (MRT)
- Ultraschall
- Nuklearmedizinische Methoden (Grundkenntnisse)

Normale Morphologie und Topographie inklusive Normvarianten.

Es kann auch nach der Lage von pathologischen Strukturen gefragt werden, die auf einer radiologischen Aufnahme erkennbar sind.

Die Anatomiekenntnisse sollen dem Kandidaten in Zukunft erlauben, für bildgebungsgesteuerte Interventionen geeignete Zugangswege zu planen bzw. gefährdete Strukturen zu schützen.

### Basis-Lehrtext

- Weir J. and Abrahams PH. Imaging atlas of human anatomy. 5th edition. Ed. Elsevier, Jul 2016. Paperback ISBN: 9780723438229, eBook ISBN: 9780723438236
- Ryan S, McNicholas M, Eustace S. Anatomy for Diagnostic Imaging. WB Saunders 3rd Edition 2010, Paperback ISBN: 9780702029714, eBook ISBN: 9780702056222

### Für fragenbasiertes Lernen (deckt nicht den ganzen Stoff ab)

- Sadry F, Nidecker A, Hodler J. Röntgenanatomie, Radiological Anatomy, Anatomie Radiologique. Springer Verlag Heidelberg, 2006, eBook ISBN: 9783540309734

### Für internetbasiertes Lernen

- <https://www.imaios.com/de/e-Anatomy>

### Für deutsch-sprechende Kandidaten

- Fleckenstein P., Trantum-Jensen J. Röntgenanatomie. Urban & Fischer / Elsevier, 2004, ISBN: 9783437428647

**Fragen bezüglich Verfügbarkeit von Quellen für Anatomie bitte an:**

Prof. Dr. med. Andreas Christe,  
Universitätsinstitut für Diagnostische  
Interventionelle und Pädiatrische Radiologie (DIPR)  
INSELGRUPPE Bern  
[andreas.christe@insel.ch](mailto:andreas.christe@insel.ch)

# FACHSPEZIFISCHER ANHANG RADIOLOGIE

## IV.a. APPARATEKUNDE/INFORMATIK

### 1. Apparatkunde

#### Zielsetzung

Kenntnis von Prinzip und Funktion der in der Radiologie verwendeten Apparate und Hilfsmittel.  
Anwendung des Prinzips ALARA in der Radiologie.

#### Themen

##### Grundlagen

- Bildqualität/ Rauschen/ Kontrast/ Auflösung
- Mechanismen der Bildakquisition
- Wechselwirkung der Röntgenstrahlung im Patienten (Abschwächung, Erzeugung von Streustrahlung)

##### Konventionelle Radiologie

- Röhren (Belastung, Anodentyp und -wärmekapazität)
- Kontrast, Auflösung, Rauschen
- Raster, Bilddetektoren, Bildschirme
- Anlagentypen (stationär, C-Bogen-Systeme, mobile)
- Funktion und Sensibilität der Detektoren

##### Mammographie

- Aufbau der Anlage
- Röntgenröhren für die Mammographie
- Detektoren für Mammographie
- Tomosynthese

## Durchleuchtung/Fluoroskopie

- Aufbau der Anlage
- Anlagentypen (gepulste Strahlung)
- Detektoren (Bildverstärker, flat panel detector)
- Echtzeit Durchleuchtung
- Videofluoroskopie/ DSA
- Blenden/ Filter

## Computertomographie (CT)

- Geräteaufbau
- Hounsfield-Units
- Bilderzeugung und Bildrekonstruktion
- Artefakte
- Strahlenschutzmassnahmen
- Dual-source und Dual-energie Bildgebung

## Sonographie/ Doppler

- Geräteaufbau
- Verhalten von Schallwellen in Materie
- Erzeugung und Empfang von Schallwellen
- Kontrastmittel
- Harmonische Bildgebung

## Magnetresonanz

- Geräteaufbau und -komponenten
- Grundlagen der Bildgebung, Relaxation
- Auswirkung von Magnetfeldern und Hochfrequenzpulsen auf Lebewesen und Umgebung
- Bilderzeugung und -rekonstruktion
- Bildkontrast, Auflösung, Signalstärke, Rauschen
- Technik der Bilderzeugung: K-Raum
- Basis-Bildsequenzen ((Turbo-)spinecho, Gradientenecho), schnelle (echoplanare) Bildgebung, parallele Bildgebung, funktionelle Bildgebung (BOLD-effekt)
- Flusseffekte (TOF, Phasenkontrast, kontrastmittelverstärkt),
- Artefakte
- Sicherheit (Patient, Personal)



## 2. Informatik

### Themen

#### 1) Grundlagen

- Wichtigste Bestandteile eines Computers
- Kodierung von Informationen (bit, byte, ASCII und ISO Latin-1 code)
- Bildschirmtypen, Bildschirmprüfung

#### 2) Digitale Bilder

- Grundlagen
  - Bildmatrix, Pixel, Voxel, Bit-Tiefe
  - Räumliche Auflösung, Graustufenauflösung
- Bildanalyse, Darstellung von Bildern
  - Wichtigste Bildformate
  - Bildkompression
  - Fensterung („window width“ und „window level“)

#### 3) DICOM und HL7

#### 4) Netzwerke und Transferprotokolle

#### 5) Zusammenspiel PACS, RIS und Umsysteme

#### 6) Datenschutz, Netzwerk- und Informationssicherheit

#### 7) Digital Health – Aktuelle Themen und Trends

## Literatur (Apparatekunde und Informatik)

### Allgemein

- Huda W. Review of Radiologic Physics. Wolters Kluwer, Lippincott Williams & Wilkins, 4th edition, 2016

### Konventionelle Radiologie/Flat Panel:

- Pooley RA, McKinney JM, Miller DA. The AAPM/RSNA Physics Tutorial for Residents: Digital Fluoroscopy. RadioGraphics 2001; 21:521-534
- Körner M, Weber CH, Wirth S, Pfeifer KJ, Reiser MF, Treitl M. Advances in digital

radiography: physical principles and system overview. *Radiographics*. 2007; 27: 675-86

- Nickoloff EL. AAPM/RSNA physics tutorial for residents: physics of flat-panel fluoroscopy systems: Survey of modern fluoroscopy imaging: flat-panel detectors versus image intensifiers and more. *Radiographics*. 2011 Mar-Apr;31(2):591-602. doi: 10.1148/rg.312105185.

## Mammographie

- Mahesh M. AAPM/RSNA Physics Tutorial for Residents: Digital Mammography: An Overview. *RadioGraphics* 2004; 24:1747-1760
- Tirada N, Li G, Dreizin D, Robinson L, Khorjekar G, Dromi S, Ernst T. Digital Breast Tomosynthesis : Physics, Artifacts, and Quality Control Considerations. *RadoGraphics* 2019; 39: 413-426

## Ultraschall

- Revzin MV, Imanzadeh A, Menias C et al. Optimizing image quality when evaluating blood flow at Doppler US:. *RadioGraphics* 2019; 39(5): 1501-1523
- Hangiandreaou N. AAPM/RSNA Physics Tutorial for Residents: Topics in US: B-mode US: Basic Concepts and New Technology. *RadioGraphics* 2003; 23: 1019-1033
- Baad M, Lu ZF, Reiser I, Paushter D. Clinical significance of US artifacts. *RadioGraphics* 2017;37:1408-1423

## CT

- Barrett JF, KEat N. Artifacts in CT: Recognition and Avoidance. *RadioGraphics* 2004; 24: 1679-1691
- Rajiah P, Prakh A, Kay F, Baruah D, Kambadakoe AR, Leng S. Update on multienergy CT: Physics, principles, and applications. *RadioGraphics* 2020;40:1284-1308
- McCollough CH, Bruesewitz MR, Kofler JM. CT Dose Reduction and Dose Management Tools: Overview of Available Options. *RadioGraphics* 2006; 26: 503-512
- Schilham A, van der Molen AJ, Prokop M, de Jong HW. Overranging at multisection CT: an underestimated source of excess radiation exposure. *RadioGraphics* 2010;30:1057-1067
- Kaza RK, Platt JF, Goodsitt MM et al. Emerging Techniques for dose optimization in abdominal CT. *RadioGraphics* 2014;34:4-17
- Cody DD, Mahesh M. AAPM/RSNA physics Tutorial for Residents. Technologic advances in multidetector CT with a focus on cardiac imaging. *RadioGraphics* 2007;27:1829-1837
- Seyal AR, Arslanoglu A Abboud SE et al. CT of the abdomen with reduced tube voltage in adults: A practical approach. *RadioGraphis* 2015; 25:1922-1939

## MRT

- Weishaupt D, Köchli VD, Marincek B. Wie funktioniert MRI? Springer, 7. Auflage, 2014
- Kastler G, Vetter D, Patay Z, Germain P. Comprendre l'IRM. Manuel d'auto-apprentissage. 7ème edition 2011. Elsevier Masson
- <http://www.healthcare.siemens.de/magnetic-resonance-imaging/magnetom-world/publications/mr-basics> (die drei Kapitel Magnets, Spins and Resonances; Magnets, Flows and Artifacts und MR Glossary)
- Kanal E, Barkovich AJ, Bell C, et al. ACR Guidance Document on MR Safe Practices: AJR 2007; 188 (6): 1447-74

## Informatik

- Larobina M, Murino L. Medical image file formats. J Digit Imaging. 2014;27(2):200-206.
- AAPM/RSNA Tutorial on Equipment Selection: PACS Equipment Overview General Guidelines for Purchasing and Acceptance Testing of PACS Equipment. RadioGraphics 2004; 24: 313-334.
- Silva E, 3rd, Breslau J, Barr RM, Liebscher LA, Bohl M, Hoffman T, et al. ACR white paper on teleradiology practice: a report from the Task Force on Teleradiology Practice. J Am Coll Radiol. 2013;10(8):575-85
- Dianna D. Cody: AAPM/RSNA Physics Tutorial for Residents: Topics in CT. RadioGraphics 2002; 22: 1255 – 1268
- SGR-SSR: Empfehlungen des Ressort Bildkommunikation der SGR-SSR zur Teleradiologie [http://sgr-ssr.ch/file/2016/05/PFG\\_SGR-SSR\\_White-Paper-Teleradiologie\\_DE\\_v2.1\\_2014.pdf](http://sgr-ssr.ch/file/2016/05/PFG_SGR-SSR_White-Paper-Teleradiologie_DE_v2.1_2014.pdf)
- Fishman EK, Ney DR, Heath DG, Corl FM, Horton KM, Johnson PT. Volume Rendering versus Maximum Intensity Projection in CT Angiography: What Works Best, When, and Why. RadioGraphics 2006; 26: 905-922

## Für fragenbasiertes Lernen resp. zusätzliche Information (deckt nicht den ganzen Stoff ab):

- S. C. Horii. Primer on computers and information technology. Part four: A non-technical introduction to DICOM. Radiographics 1997;17:1297-1309
- Graham, R. N., Perriss, R. W. & Scarsbrook, A. F. DICOM demystified: a review of digital file formats and their use in radiological practice. Clin Radiol 60, 1133-1140 (2005)
- Sun Z. Multislice computed tomography angiography in the diagnosis of cardiovascular disease: 3D visualizations. Front Med. 2011;5(3):254-70.

## Fragen bezüglich Verfügbarkeit von Quellen für Apparatekunde bitte an:

Prof. Sabine Schmidt Kobbe,  
CHUV, Department of Radiology



[Sabine.Schmidt@chuv.ch](mailto:Sabine.Schmidt@chuv.ch)

**Fragen bezüglich Verfügbarkeit von Quellen für Informatik bitte an:**

Dr. Mechthild Uesbeck

USZ

[Mechthild.Uesbeck@usz.ch](mailto:Mechthild.Uesbeck@usz.ch)

# V.a. GRUNDLAGEN DER RADIOLOGIE

## Pharmakologie/Reanimation

### Zielsetzung

Kenntnis der in der Radiologie allgemein gebräuchlichen Pharmaka unter besonderer Berücksichtigung der Kontrastmittel, Prophylaxe und Therapie des Kontrastmittelzwischenfalls sowie der am häufigsten verwendeten Medikamente bei bildgebungsgesteuerter Schmerztherapie. Kenntnis der Reanimationsgrundsätze und Massnahmen bei medizinischen Notfällen.

### Lernstoffumfang

Allgemeine pharmakologische Grundlagen und Prinzipien: Definitionen, Pharmakodynamik, Pharmakokinetik, Arzneimittelformen und Qualität, Arzneimittelverträglichkeit, Toxikologie, Wechselwirkungen.

Spezielle Pharmakologie: vertiefte Kenntnisse aller Notfallmedikamente sowie der in der Radiologie häufig eingesetzten Arzneimittelgruppen (Analgetika, (Lokal)-anästhetika, Sedativa, Antiallergika, Corticosteroide (systemisch und lokal), Betablocker, Nitrate, Diuretika, Spasmolytika, Gastroenterologika, Antikoagulantien, Thrombolytika, Notfall-Präparate).

Allgemeine Prinzipien der Röntgen-, der Magnetresonanz- sowie der Ultraschallkontrastmittel:

- Wirkprinzipien
- Physiko-chemische und pharmazeutische Eigenschaften und Klassierung
- Pharmakokinetik
- Organ- und Gewebswirkung
- klinische Indikation und sichere, praktische Anwendung
- Kontraindikationen und Vorsichtsmassnahmen
- Verträglichkeit und Nebenwirkungen
- Wechselwirkung mit anderen Pharmaka

Prophylaxe und Therapie der Kontrastmittelreaktion

- Allgemeine Prinzipien der Anaphylaxie und Toxizität
- Symptomatik: Zeitpunkt des Auftretens, Schweregrad, Häufigkeit
- Pathophysiologie
- Patientenaufklärung, Prävention, Risikoklassierung und Anamnese
- Nachversorgung des Patienten
- Guidelines

Umgang mit Notfallsituationen und Grundsätze der Reanimation beherrschen.

## Empfohlene Literatur

Allgemeine Pharmakologiebücher, sowie:

- European Society of Urogenital Radiology (ESUR) Guidelines on administering contrast media: [http://www.esur.org/fileadmin/content/2019/ESUR\\_Guidelines\\_10.0\\_Final\\_Version.pdf](http://www.esur.org/fileadmin/content/2019/ESUR_Guidelines_10.0_Final_Version.pdf)
- Soar J, Boettiger BW, Carli P et al.: European Resuscitation Council Guidelines 2021: Adult advanced life support. Resuscitation 161(2021) 115 – 151. Siehe auch unter <http://www.erc.edu>
- Olasveengen TM et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Basic Life Support. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.02.009>
- Arzneimittelinformation – Fachinformationen aller Schweizer Medikamente: siehe <http://www.swissmedicinfo.ch> (für die oben genannten Substanzgruppen oder Präparate)
- Dodd A, Hughes A, Sargant N et al.: Evidence updated for the treatment of anaphylaxis. Resuscitation 163(2021) 86-96.

Weiterführende Literatur

- Lüllmann H. et al: Pocket atlas of pharmacology. Stuttgart, New York: Thieme Publishers, 2017 / ISBN 9783132410657 (5th edition, auch auf Deutsch erhältlich).

### Fragen bezüglich Verfügbarkeit von Quellen (Pharmakologie):

Dr. John Fröhlich,  
KlusLab, Witikonstr. 115, 8032 Zürich.  
John.[fruehlich@kluslab.ch](mailto:fruehlich@kluslab.ch)

# FACHSPEZIFISCHER ANHANG NUKLEARMEDIZIN

## IV. b. APPARATEKUNDE / INFORMATIK / RADIOPHARMAZIE

### 1. Apparatikunde

#### Themen

##### Messtechnik:

- Aufbau und Eigenschaften von Szintillations- und anderen Detektoren
- Gammaskpektrometer, Sekundärelektronenverstärker, Photomultiplier
- Aktivimeter, Aufbau von Messplätzen für in-vivo-/in-vitro-Messungen (Bohrloch)

##### Gammakamera, SPECT und SPECT/CT

- Aufbau, technische und Abbildungseigenschaften von Gammakameras
- Kollimatoren (Typen, Eigenschaften, Einsatzgebiete etc.)
- Bildakquisition (statisch, dynamisch, Auflösung, Bildqualität, Artefakte etc.)
- SPECT (physikalisches Prinzip, Akquisition, Auflösung, Sinogramme, Artefakte, gated SPECT etc.)
- Bildverarbeitung (gefilterte Rückprojektion, iterative Rekonstruktion, Absorptionskorrektur)
- Filter (physikalische Grundlagen, Filtertypen, Eigenschaften etc.)

##### Positronenemissionstomographie (PET/CT und PET/MR)

- PET/CT Geräte (Aufbau, Leistungsparameter)
- PET/MR Geräte (Grundlagen der Gerätekonfigurationen, Schwächungskorrektur)
- Absorptionskorrektur, Rekonstruktionsalgorithmen, Bildbearbeitung, Filter (siehe SPECT)

##### CT: Physikalische Prinzipien und Technik

##### Ultraschall: Physikalische Prinzipien und Technik der Sonographie der Schilddrüse und der Halsweichteile

## Qualitätskontrollen

- Rechtsgrundlagen
- Art und Häufigkeit der Kontrollen
- SPECT/CT-spezifische Kontrollen
- PET/CT-spezifische Kontrollen

## Literatur

- Richtlinien des BAG zur Qualitätskontrolle (L-09-01, L-09-02, L-09-04):  
<https://www.bag.admin.ch/bag/fr/home/gesetze-und-bewilligungen/gesuche-bewilligungen/bewilligungen-aufsicht-im-strahlenschutz/wegleitungen.html>
- Wegleitung des BAG zur Qualitätsprüfung an Computertomographen (R-08-08)
- <https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/gesetze-und-bewilligungen/gesuche-bewilligungen/bewilligungen-aufsicht-im-strahlenschutz/wegleitungen.html>
- Gopal B. Saha: Physics and Radiobiology of Nuclear Medicine, 4<sup>th</sup> edition, Springer-Verlag, 2013. ISBN-10: 1461440114
- Kuwert T., Grünwald F., Haberkorn U., Krause T.: Nuklearmedizin; Thieme Verlag, 2008. ISBN 313118504X
- Harvey A. Zeissman, Janis P. O'Malley, James H. Thrall: Nuclear Medicine: The Requisites; 4<sup>th</sup> edition, Saunders, 2013. ISBN 9780323082990
- Dave W. Townsend: Multimodality imaging of structure and function; Phys. Med. Biol. 53(2008) R1-R39
- M. Hofer (ed.): Ultrasound Teaching Manual, 3<sup>rd</sup> edition, 2013. ISBN 9783131110435
- M. Hofer (ed.): CT Teaching Manual, 4<sup>rd</sup> edition, 2011. ISBN-10: 3131243546
- IAEA Human Health series 27: PET/CT atlas on quality control and image artifacts;  
<http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1642web-16821314.pdf>
- Disselhorst JA, Bezrukov I, Kolb A, Parl C, Pichler BJ. Principles of PET/MR Imaging. J Nucl Med. 2014 May 12;55(Supplement 2)

## Fragen bezüglich Apparatetechnik Nuklearmedizin bitte an:

Prof. Dr. Gerhard W. Görres  
Nuklearmedizin Bürgerspital Solothurn

[gerhard.goerres@spital.so.ch](mailto:gerhard.goerres@spital.so.ch)



## 2. Informatik

### Themen

#### Aufbau eines Computers

- Kenntnisse der Hauptbestandteile eines Computers
- Grundlagen der Datenverarbeitung: Bit, Byte

#### Digitale Bilder: Grundlagen

- Vertiefte Kenntnis folgender Begriffe: Bildmatrix, Pixel, Voxel, räumliche Auflösung, Auflösung in Graustufen (bit-depth), Beziehung zwischen Aufnahmeparametern, Bildrauschen und Kontrast, Speicherbedarf
- Häufig verwendete Rekonstruktionsalgorithmen und ihre Eigenschaften
- Analyse und Darstellung von Bildern: wichtigste Bildformate, Komprimierung von Bildern, Darstellung und Fensterung („window“ und „level“), 3D-Darstellungen
- Netzwerke und Transferprotokolle: Internet, Intranet, Schutzbarrieren („firewall“), DICOM-Standard
- PACS („Picture Archiving and Communication System“): Elemente, Bedeutung der Begriffe RIS (“Radiological Information System”), HIS (“Hospital Information System”)

### Literatur

- The DICOM standard, Teil 1: Introduction and Overview, Kapitel 1 "Scope and Field of Application": <https://www.dicomstandard.org/current>
- Larobina M, Murino L. Medical image file formats. J Digit Imaging. 2014;27(2):200-206.
- Volume Rendering versus Maximum Intensity Projection in CT Angiography: What Works Best, When, and Why. Fishman EK, Ney DR, Heath DG, Corl FM, Horton KM, Johnson PT. RadioGraphics 2006; 26: 905-922

#### Fragen bezüglich Informatik in der Nuklearmedizin bitte an:

Dr. Stefan Kneifel,  
Nuklearmedizin Kantonsspital Graubünden  
[stefan.kneifel@ksgr.ch](mailto:stefan.kneifel@ksgr.ch)

### 3. Radiopharmazie

#### Zielsetzung

- Kenntnis der Herstellungsmethoden der in der Nuklearmedizin zu diagnostischen und therapeutischen Zwecken genutzten Radionuklide
- Kenntnis des Funktionsprinzips und der Elutionscharakteristika eines  $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Generators
- Kenntnis der Charakteristika (Herstellung, Qualitätskontrolle) der in der konventionellen Nuklearmedizin am häufigsten genutzten Radiopharmaka (Kitpräparationen)
- Kenntnis und Charakteristika wichtiger in der Positronenemissionstomographie (PET) eingesetzter Radiopharmaka
- Kenntnis der wichtigsten zur Therapie genutzten Radiopharmaka
- Kenntnis der Prinzipien eines individuellen, diagnostikbasierten Therapieansatzes („theranostics“)

#### Themen

##### Radionuklide:

- Produktion von Radioelementen (Zyklotronprodukte, Reaktorprodukte, Generator-produkte)
- Gammastrahler, Beta-„-“, Beta-„+“ und Alpha-Strahler

##### Radiopharmazeutika:

- Definition
- Radiochemische Reinheit, Markierungsausbeute
- Biokinetik, Biodistribution, Stoffwechsel, Ausscheidung
- Biologische und effektive Halbwertszeit
- In-vivo und in-vitro Qualitätskontrollen

##### Radiopharmazeutika für die konventionelle nuklearmedizinische Diagnostik:

- Phosphonate
- MIBI, Tetrofosmin
- $\text{MAG}_3$ , DTPA, DMSA
- ECD, HMPAO
- Kolloide
- Ioflupane (DatSCAN®)
- $^{123}\text{I}$
- Pertechnetat ( $^{99\text{m}}\text{Tc}$ )
- MAA, zu inhalierende Radiopharmazeutika
- MIBG, Octreotid
- HIDA
- Antigranulozyten-Antikörper
- Markierung von Blutzellen

### Radiopharmazeutika für die PET-Diagnostik:

- 2-Fluoro-2-desoxyglucose ( $^{18}\text{F}$ -FDG)
- $^{18}\text{F}$ -Cholin
- Fluoroethyltyrosin ( $^{18}\text{F}$ -FET)
- $^{18}\text{F}$ -DOPA
- $^{68}\text{Ga}$ -DOTA-Somatostatinanaloga
- $^{68}\text{Ga}$ -PSMA-11 /  $^{18}\text{F}$ -PSMA-1007
- Kurzlebige PET-Nuklide ( $^{15}\text{O}$ ,  $^{13}\text{N}$ ,  $^{82}\text{Rb}$ ,  $^{11}\text{C}$ )

### Radiopharmazeutika / Radionuklide für die Therapie:

- I-131
- Y-90, Re-186-HEDP, Er-169, Lu-177, DOTA-Peptide, Lu-177-PSMA
- Sr-89, Sm-153
- Ra-223
- Ho-166-PLA

### Gesetzliche Bestimmungen

- Wirkung, Eignung, registrierte Radiopharmazeutika

### Literatur

- Gopal B. Saha: Fundamentals of Nuclear Pharmacy, 6<sup>th</sup> Edition, 2010. ISBN 978-1-4419-5859-4
- EANM guidelines: <http://www.eanm.org/publications/guidelines>
- Kuwert T., Grünwald F., Haberkorn U., Krause T.: Nuklearmedizin; Thieme Verlag, 2007. ISBN 978-3-13-118504-4
- Prince JF et al.: Efficacy of Radioembolization with Ho-166-Microspheres in Salvage Patients with Liver Metastases: A Phase 2 Study; J Nucl Med. 2018; 59(4):582-588
- Harvey A. Ziessman, Janis P. O'Malley, James H. Thrall: Nuclear Medicine: The Requisites; 4<sup>th</sup> edition, Saunders, 2014. ISBN 978-0-323-08299-0
- Informationen des BAG zu Strahlenanwendungen in der Nuklearmedizin, abrufbar im Internet unter: <https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/gesund-leben/umwelt-und-gesundheit/strahlung-radioaktivitaet-schall/strahlenanwendungen-in-der-medizin/strahlenanwendungen-in-der-nuklearmedizin.html>

### Fragen bezüglich Radiopharmazie bitte an:

PD Dr. Michael Wissmeyer  
Nuklearmedizin Stadtspital Triemli

[MichaelPeter.Wissmeyer@triemli.zuerich.ch](mailto:MichaelPeter.Wissmeyer@triemli.zuerich.ch)

# V.b. GRUNDLAGEN DER NUKLEARMEDIZIN

## 1. Biologische und epidemiologische Grundlagen

### Zielsetzung

- Kenntnis der physiologischen und pathophysiologischen Grundlagen, auf denen die nuklearmedizinischen Verfahren basieren.
- Kenntnis der Epidemiologie der Erkrankungen, bei denen die Nuklearmedizin für die Diagnostik und die Therapie eine Rolle spielt.
- Kenntnis der nuklearmedizinischen Anwendungen bei Kindern und Erwachsenen.

### Themen

#### Physiologie und Pathophysiologie

- Muskuloskelettales System
- Respirationstrakt
- Kardiovaskuläres und cerebrovaskuläres System
- Endokrinologie
- Gastrointestinaltrakt
- Wichtige cerebrale Rezeptorsysteme (Dopamin, GABA)
- Urogenitaltrakt (inkl. Renin-Angiotensin-System)

#### Onkologie

- Inzidenz, Prävalenz
- Epidemiologie
- Staging
- Spezifische und unspezifische Radiopharmaka für die Tumorbildgebung
- Therapien (stadiengerechte Therapie)

#### Immunologie

- Immunoglobuline: Typen und Subtypen
- Biokinetik
- Immun-Szintigraphie/Radioimmun-Therapie: Prinzipien und Grundlagen

## Literatur

- M. A. Wilson: Textbook of Nuclear Medicine, Lippincott-Raven Publishers, 1997. ISBN 0-7817-0303-4
- Kuwert T., Grünwald F., Haberkorn U., Krause T.: Nuklearmedizin; Thieme Verlag, 2007. ISBN 978-3-13-118504-4
- Harvey A. Ziessman, Janis P. O'Malley, James H. Thrall: Nuclear Medicine: The Requisites; 4<sup>th</sup> edition, Saunders, 2014. ISBN 978-0-323-08299-0
- Guidelines der Europäischen Gesellschaft für Nuklearmedizin:  
<http://www.eanm.org/publications/guidelines>

### Fragen bezüglich Grundlagen der Nuklearmedizin bitte an:

Dr. Marie Nicod-Lalonde  
Service de Médecine nucléaire  
Centre hospitalier universitaire vaudois (CHUV)  
[Marie.Nicod-Lalonde@chuv.ch](mailto:Marie.Nicod-Lalonde@chuv.ch)

## 2. Pharmakologie

### Zielsetzung

- Kenntnis der wichtigsten Medikamente, die in der nuklearmedizinischen Diagnostik und Therapie eingesetzt werden. Insbesondere Medikamente welche zur Prämedikation nuklearmedizinischer Untersuchungen oder zur Behandlung gängiger Nebenwirkungen nuklearmedizinischer Therapien eingesetzt werden können.
- Kenntnis der verschiedenen, möglichen Interaktionen zwischen Medikamenten und Radiopharmaka, die in der nuklearmedizinischen Diagnostik und Therapie vorkommen können.
- Kenntnis der bei der CT und MRI allgemein gebräuchlichen Kontrastmittel, Prophylaxe und Therapie des Kontrastmittelzwischenfalls.
- Kenntnis des Einflusses von medikamentösen Therapien auf die Bildqualität und die Aussagekraft nuklearmedizinischer Tests.

### Themen

Medikamente, die für Diagnostik und Therapie eingesetzt werden:

- Indikationen und Kontraindikationen

- Patientenvorbereitung
- Pharmakokinetik
- Wirkungen, Eigenschaften
- Nebenwirkungen
- Antagonisten
- Pharmakologische Belastungstests mittels Adenosin- und Betarezeptor- Stimulantien (z.B. Dobutamin, Adeonsin und Regadenoson)
- Wirkmechanismus von Acetazolamid
- Wirkmechanismus von Angiotension-Converting-Enzyme Inhibitoren (ACEI)
- Wirkmechanismus von Schleifendiuretika (z.B. Furosemid; Lasix ®)
- Thyreostatika und Schilddrüsenhormonpräparate

### Medikamentöse Interaktionen

- Aufnahme von meta-Iodo-Benzyl-Guanidin (MIBG)
- Aufnahme von Jod in die Schilddrüse
- Medikamenteninteraktionen bei dopaminerger Bildgebung

### Allgemeine Prinzipien der CT-Kontrastmittel:

- Pharmakokinetik
- Kontraindikationen und Vorsichtsmassnahmen
- Verträglichkeit und Nebenwirkungen
- Wechselwirkung mit anderen Pharmaka

### Prophylaxe und Therapie der Kontrastmittelreaktion

- Allgemeine Prinzipien der Anaphylaxie und Toxizität
- Symptomatik: Zeitpunkt des Auftretens, Schweregrad, Häufigkeit
- Pathophysiologie
- Patientenaufklärung, Prävention, Risikoklassierung und Anamnese
- Nachversorgung des Patienten
- Guidelines
- Umgang mit Notfallsituationen und Grundsätze der Reanimation beherrschen

### Literatur

- Kuwert T., Grünwald F., Haberkorn U., Krause T.: Nuklearmedizin; Thieme Verlag, 2007. ISBN 978-3-13-118504-4
- European Society of Urogenital Radiology (ESUR) Guidelines on administering contrast media:  
[http://www.esur.org/fileadmin/content/2019/ESUR\\_Guidelines\\_10.0\\_Final\\_Version.pdf](http://www.esur.org/fileadmin/content/2019/ESUR_Guidelines_10.0_Final_Version.pdf)
- Soar J, Boettiger BW, Carli P et al.: European Resuscitation Council Guidelines 2021: Adult advanced life support. Resuscitation 161(2021) 115 – 151 (für Prüfung relevant: 115-139).

Siehe auch unter <http://www.erc.edu>

- Arzneimittelinformation – Fachinformationen aller Schweizer Medikamente: siehe <http://www.swissmedicinfo.ch> (für die oben genannten Substanzgruppen oder Präparate)
- Dodd A, Hughes A, Sargant N et al.: Evidence updated for the treatment of anaphylaxis. Resuscitation 163(2021) 86-96.

#### Weiterführende Literatur

- Lüllmann H. et al: Pocket atlas of pharmacology. Stuttgart, New York: Thieme Publishers, 2017 / ISBN 9783132410657 (5th edition, auch auf Deutsch erhältlich).

#### **Fragen bezüglich Pharmakologie in der Nuklearmedizin bitte an:**

Dr. Ole Maas,  
Kantonsspital St. Gallen,  
[olechristopher.maas@kssg.ch](mailto:olechristopher.maas@kssg.ch)