

# 1. Teilprüfung zur Erlangung des Facharztstitels Radiologie und des Facharztstitels Nuklearmedizin (Ausgabe 2016)

## 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.

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.

## Neuerungen für Prüfung 2016

- Überarbeitung Gegenstandskatalog
- Wegfall der Möglichkeit beide Teilprüfungen am gleichen Tag durchzuführen

	<b>Themen</b>	<b>Fragen total</b>	<b>Fragen pro Gebiet</b>	<b>Gewichtung für Notendurchschnitt</b>
<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>

## 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.

## **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 Arztdiplom 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 2)

## Prüfungswiederholung

Die Prüfung kann beliebig oft wiederholt werden.

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

Nicht bestandene Prüfungen vor dem 1.1.2012 können in reduzierter Form wiederholt werden, falls der Notendurchschnitt mehr als 4.0 beträgt, die Prüfung jedoch wegen ungenügender Einzelnoten nicht bestanden wurde. Dabei müssen nur die ungenügenden Teilfächer wiederholt werden. Zum Bestehen muss in jedem einzelnen wiederholten Fach die Note 4 oder besser sein.

## Hinweise bezüglich Doppeltitel Radiologie/Nuklearmedizin

Kandidaten Radiologie, welche zusätzlich den Facharztstitel 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 Nuklearmedizin, die zusätzlich den Facharztstitel 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: 10.März 2017**

Siehe Anzeige auf [www.sgr-ssr.ch](http://www.sgr-ssr.ch)

## 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)
- Photonen versus Protonentherapie
- Sauerstoff und andere Chemikalien
- Zellzyklus

Strahlenschutzstoffe

Gewebsreaktionen

Strahlentherapie und Immunantwort

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, Sixth Edition, E.J. Hall and A.J. Giaccia, Lippincott Williams and Wilkins, 2006, ISBN 0-7817-4151-3, Chapters. 1-14, 19  
<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:  
Prof. Martin Pruschy, USZ, Labor für Angewandte Radiologie, Klinik für Onkologie  
[Martin.Pruschy@usz.ch](mailto:Martin.Pruschy@usz.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 Personendosimetriespflicht bei externer und interner Strahlenexposition

## Qualitätssicherung

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

## Strahlenbelastung der Bevölkerung

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

## Literatur

- Philipp R. Trueb (Editor). Kompendium für ärztliche Strahlenschutz-Sachverständige. Haupt-Verlag (<http://www.haupt.ch>), 2. Auflage, 2004 (ISBN 3-258-06763-5)
- Jakob Roth (Autor). Strahlenschutz in der Medizin. Verlag Hans Huber, 1. Auflage, 2008 (ISBN 978-3-456-94537-8)
- Strahlenschutzgesetz (StSG) vom 22.3.1991  
[http://www.admin.ch/ch/d/sr/c814\\_50.html](http://www.admin.ch/ch/d/sr/c814_50.html)
- Strahlenschutzverordnung (StSV) vom 22.6.1994  
<http://www.admin.ch/ch/d/sr/8/814.501.de.pdf>
- Röntgenverordnung (RöV) vom 20.1.1998  
<http://www.admin.ch/ch/d/sr/8/814.542.1.de.pdf>
- Der Inhalt der folgenden BAG Merkblätter/Weisungen gehört zum Prüfungsumfang (Dokumente abrufbar unter <http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/02883/02885/02889/index.html?lang=de>)

Weisung R-03-04:

Aufgaben und Pflichten des SV im Bereich der Anwendung ionisierender Strahlung

Merkblatt R-05-01:

Schutz der beruflich strahlenexponierten schwangeren Frau

Weisung R-06-03:

Dosimetrie im Spital

Merkblatt R-06-04:

Diagnostische Referenzwerte (DRW) für Röntgenuntersuchungen

Merkblatt R-06-05:

Diagnostische Referenzwerte (DRW) für die Interventionelle Radiologie und die Kardiologie

Merkblatt R-06-06:  
Diagnostische Referenzwerte (DRW) in der Computertomographie

Merkblatt R-09-02:  
Schutzmittel für Patienten, Personal und Dritte in der Röntgendiagnostik

Weisung L-08-01:  
Diagnostische Referenzwerte (DRW) in der Nuklearmedizin

- Der Inhalt der folgenden BAG Merkblätter/Weisungen gehört nicht zum Prüfungsumfang. Kandidatinnen und Kandidaten müssen aber von deren Existenz Kenntnis haben (Dokumente abrufbar unter [www.bag.admin.ch/themen/strahlung/02883/02885/02890/index.html?lang=de](http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/02883/02885/02890/index.html?lang=de))

Weisung R-07-01:  
Kennzeichnung von Röntgenräumen

Weisung R-07-04:  
Bestimmung der notwendigen baulichen Abschirmung bei Mehrschicht-Computertomographen (MDCT)

Weisung R-08-02:  
Qualitätsprüfungen an Mammographie-Einrichtungen

Weisung R-08-06:  
Qualitätsprüfungen an digitalen Röntgenanlagen für Aufnahmen und/oder Durchleuchtung

Weisung R-08-08:  
Qualitätssicherung bei Computertomographen (CT)

Weisung R-08-10:  
Periodizitäten der Qualitätsprüfungen an Röntgenanlagen für die Interventionelle Radiologie und Kardiologie

Weisung R-09-01:  
Empfindlichkeitsklassen für Film-Folien-Systeme und digitale Systeme

Weisung L-04-01:  
Therapeutische Applikation von I-131

Weisung L-06-01:  
Dosimetrie beim Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen

Weisung L-07-01:  
Berechnung der Abschirmung von PET-Räumen

Weisung L-07-02:  
Kennzeichnung von Arbeitsbereichen

Weisung L-07-03:  
Abschirmung von I-131 Patientenzimmern

Weisung L-07-04:  
Richtwerte für Ortsdosisleistungen

Weisung L-09-04:  
Qualitätssicherung an Gammakameras + PET-CT

Schlussbericht zur Erhebung der Strahlenexposition der Bevölkerung durch die  
Röntgendiagnostik

<http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/10463/index.html?lang=de>

Dokumente abrufbar unter

[www.bag.admin.ch/themen/strahlung/10463/12714/index.html?lang=de](http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/10463/12714/index.html?lang=de)

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.

Die Kandidatin/ der Kandidat soll in der Lage sein

- Publikationen kritisch zu bewerten.
- selber 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, Co-autoren, wissenschaftlichen Zeitschriften und anderen interessierten Stellen korrekt zu verhalten.
- wissenschaftliches Fehlverhalten zu erkennen und zu bewerten.

#### *Themen*

##### Statistik

- Sensitivität, Spezifität, diagnostische Treffsicherheit
- Normalverteilung, Nullhypothese, statistische Signifikanz, Konfidenzintervalle
- Fallzahlberechnung, statistische Testverfahren (gemäss Referenzliteratur)
- 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

### 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.

### Optionale Literatur

- 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. Der Prüfungsumfang ist durch die Literaturangaben gegeben.

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?

Der Prüfungsumfang ist durch die Literaturangaben gegeben.

### 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).

Prüfungsrelevant sind folgende drei Kapitel:

ACR Appropriateness Criteria™: <http://www.acr.org/Quality-Safety/Appropriateness-Criteria>

- "Terms and Conditions"
- "Overview"
- "Evidence Table Development – Diagnostic Studies"

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  
<http://www.acr.org/Quality-Safety/RADS>

## **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
- DRG: Funktionsweise, Wichtige Begriffe (Grouper, Kostengewicht, Grenzverweildauer, Baserate, Case Mix, Case Mix Index, Trim points)

### **Literatur**

- Singer MR, Applegate KE. Cost-effectiveness analysis in radiology. *Radiology* 2001;219:611-620
- Soimakallio S, Vanninen R. Measuring the outcomes and costs. *European Radiology* 1998; 8: 497-499
- Gentili A. Cost Accounting for the Radiologist. *AJR Am J Roentgenol.* 2014 May;202(5):1058-61.
- Informationen zu SwissDRG auf [www.swissdrg.org](http://www.swissdrg.org)

### *Optionale Literatur*

- Schreyögg J, Stargardt T, Tiemann O, Busse R. Methods to determine reimbursement rates for diagnosis related groups (DRG): A comparison of nine European countries. *Health Care Manage Sci* 2006;9:215-223

Fragen bezüglich Verfügbarkeit von Quellen für Wissenschaftstheorie, Qualitätssicherung & -förderung und Gesundheitsökonomie bitte an:

PD Dr. Cäcilia Reiner

USZ, Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie

[Caecilia.Reiner@usz.ch](mailto:Caecilia.Reiner@usz.ch)

## Medizinrecht

### Zielsetzung

Kenntnis wichtiger Rechte und Pflichten von Patient und Arzt, soweit in der Radiologie relevant, Umgang mit Betäubungsmitteln, klinische Arzneimittelprüfung 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
- Aufklärung von Jugendlichen
- Bundesgerichtsentscheide zur Patientenaufklärung und deren Bedeutung für die ärztliche Tätigkeit
- Recht der Patientinnen und Patienten auf Selbstbestimmung

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

- 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 Mutterschutzverordnung

- Kenntnis über die Grenzwerte bei Arbeiten mit ionischen und nicht-ionischen Strahlen

## SGR-SSR Empfehlung zur Teleradiologie

- Kenntnis über den Ablauf
- Notwendige Vorkehrungen
- Verantwortlichkeiten
- Dokumentation

## Bundesgesetz über die Forschung am Menschen (neues Humanforschungsgesetz)

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

## Literatur

- 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 zu den Medizinalberufen <http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20040265/index.html>
- Die Einwilligung von Minderjährigen in medizinische Eingriffe (SAEZ 2008;89: 36)
- Leitfaden zum ärztlichen Aufklärungsgespräch. Schweizerische Ärztezeitung, 2007;88: 7, HMG: <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20002716/index.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, <http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20061313/201401010000/810.30.pdf>)
- Verordnung über klinische Versuche in der Humanforschung <http://www.admin.ch/opc/de/official-compilation/2013/3407.pdf>
- Verordnung über die Humanforschung mit Ausnahme der klinischen Versuche <http://www.admin.ch/opc/de/official-compilation/2013/3381.pdf>
- SGR-SSR- Empfehlungen 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)
- Mutterschutzverordnung <https://www.admin.ch/ch/d/sr/8/822.111.52.de.pdf>

*Weiterführende Literatur, gute Übersicht:*

- Rechtliche Grundlagen im medizinischen Alltag [www.fmh.ch/files/pdf12/Rechtliche\\_Grundlagen\\_2013\\_D.pdf](http://www.fmh.ch/files/pdf12/Rechtliche_Grundlagen_2013_D.pdf)

## Ethik

### 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, <http://www.admin.ch/ch/d/ff/2011/7415.pdf>)
- B Hofmann B, Lysdahl KB. Moral principles and medical practice: the role of patient autonomy in the extensive use of radiological services. J Med Ethics 2008;34:446–449
- Declaration of Helsinki 2010 (<http://www.wma.net/en/30publications/10policies/b3/index.html>)
- ACR- “code of Ethics” Guidelines [http://www.acr.org/SecondaryMainMenuCategories/mbr\\_chapter/FeaturedCategories/volunteer\\_svcs/Volunteer-Services\\_1/Commission-and-Committees/Standing-Committees/ethics.aspx](http://www.acr.org/SecondaryMainMenuCategories/mbr_chapter/FeaturedCategories/volunteer_svcs/Volunteer-Services_1/Commission-and-Committees/Standing-Committees/ethics.aspx)
- ESR Code of Ethics [http://www.myesr.org/cms/website.php?id=/en/about\\_esr\\_eur/about\\_esr\\_-\\_european\\_society\\_of\\_radiology/esr\\_code\\_of\\_ethics.htm](http://www.myesr.org/cms/website.php?id=/en/about_esr_eur/about_esr_-_european_society_of_radiology/esr_code_of_ethics.htm)
- Peter, Chr. Neuerungen für Forschende. Schweizerische Ärztezeitung 2014; 95: 256-258 <http://www.saez.ch/docs/saez/2014/07/de/SAEZ-02207.pdf>

Fragen bezüglich Verfügbarkeit von Quellen für Medizinrecht & Medizinethik bitte an:  
PD Dr. Thomas Frauenfelder  
USZ, Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie  
[Thomas.Frauenfelder@usz.ch](mailto:Thomas.Frauenfelder@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
- 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.

### Literatur

#### *Basis-Lehrtext*

- Weir J. and Abrahams PH. Imaging atlas of human anatomy. 3<sup>rd</sup> edition. Ed. Mosby, May 2003. ISBN 0723432112.
- Ryan S, McNicholas M, Eustace S. Anatomy for Diagnostic Imaging. WB Saunders second edition 2003, ISBN-13: 978-0702026201

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

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

#### *Für internetbasiertes Lernen*

- [www.e-anatomy.org](http://www.e-anatomy.org) (Englisch), [www.e-anatomy.org/fr/index.html](http://www.e-anatomy.org/fr/index.html) (Französisch)

#### *Für deutsch-sprechende Kandidaten*

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

Fragen bezüglich Verfügbarkeit von Quellen für Anatomie bitte an:  
Dr. Philipp Hauser, Meyrin  
[philipphauser@hotmail.com](mailto:philipphauser@hotmail.com)

## Fachspezifischer Anhang Radiologie

### IV. Apparatekunde

#### *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, Expositionsindex

##### Mammographie

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

##### Durchleuchtung/Fluoroskopie

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

##### Computertomographie (CT)

- Geräteaufbau
- Hounsfield-Units
- Bilderzeugung und Rekonstruktion (FBP, iterativ)
- Artefakte

- Parameteranpassungen für bildgebungsgesteuerte Injektionen und andere Interventionen
- 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, BOLD-effekt
- Flusseffekte (TOF, Phasenkontrast, kontrastmittelverstärkt),
- Artefakte
- Sicherheit (Patient, Personal)

#### Informatik

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

#### Digitale Bilder

- Wichtigste Eigenschaften
  - Primär digitale und sekundär digitalisierte Bilder
  - Matrix, Pixel, Voxel
  - Räumliche Auflösung, Graustufenauflösung
  - Beziehung zwischen Bildrauschen und Kontrast
- Bildanalyse, Darstellung von Bildern
  - Wichtigste Bildformate
  - Bildkompression
  - Darstellung von 2D und 3D Bildern („window“ und „level“)
- PACS ("picture archiving and communicating system").
  - Bestandteile eines PACS
  - RIS ("radiology information system") und HIS ("hospital information system")
  - Teleradiologie

## Literatur

### 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
- Roth RG, Maidment AD, Weinstein SP, Roth SO, Conan EF, Digital breast tomosynthesis: lessons learned from early clinical implantation. *RadioGraphics* 2014; 34:E89-102

### Ultraschall

- Boote EJ. AAPM/RSNA Physics Tutorial for Residents: Topics in US: Doppler US Techniques: Concepts of Blood Flow Detection and Flow Dynamics. *RadioGraphics* 2003; 23: 1315-1327
- Hangiandreaou N. AAPM/RSNA Physics Tutorial for Residents: Topics in US: B-mode US: Basic Concepts and New Technology. *RadioGraphics* 2003; 23: 1019-1033

### CT

- Barrett JF, KEat N. Artifacts in CT: Recognition and Avoidance. *RadioGraphics* 2004; 24: 1679-1691
- Huda W, Mettler FA. Volume CT Dose Index and Dose-Length Product Displayed during CT: What good are they? *Radiology* 2011;258:236-242
- 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
- Willeminck MJ, de Jong PA, Leiner T et al. Iterative reconstruction techniques for computed tomography part 1 and 2. *Eur Radiol* 2013;23: 1623-1631 and 1632-1642

## MRT

- Weishaupt D, Köchli VD, Marincek B. Wie funktioniert MRI? Springer, 6. Auflage
- Kastler G, Vetter D, Patay Z, Germain P. Comprendre l'IRM. Manuel d'auto-apprentissage. 7ème edition 2011. Elsevier Masson
- Weishaupt, Köchli, Marincek. How does MRI work? Springer, 2006
- <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
- Huda W. Review of Radiologic Physics. Wolters Kluwer, Lippincott Williams & Wilkins, 3rd edition, 2009

## Informatik

- Larobina M, Murino L. Medical image file formats. J Digit Imaging. 2014;27(2):200-6.
- 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/publikationen-fuer-fachkraefte/>
- 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.

*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:  
PD Dr. Sabine Schmidt

CHUV, Department of Radiology  
[Sabine.Schmidt@chuv.ch](mailto:Sabine.Schmidt@chuv.ch)

Fragen bezüglich Verfügbarkeit von Quellen für Informatik bitte an:  
Prof. Jean-Paul Vallée  
HCUGE  
[Jean-Paul.Vallee@hcuge.ch](mailto:Jean-Paul.Vallee@hcuge.ch)

## V. 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,
- Medikationsfehler u. Sicherheit.

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

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 Hypersensitivität, 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

Allgemeine Pharmakologiebücher, sowie:

- European Society of Urogenital Radiology (ESUR) Guidelines on administering contrast media: <http://www.esur.org/guidelines.cfm>
- Soar J, Nolan JP, Boettiger BW et al.: European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015 Section 3. Adult advanced life support. Resuscitation 95(2015) 100 –Medline or [www.erc.edu](http://www.erc.edu)
- 2015 American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. Circulation 2015; 132: issue 18 suppl 2
- Arzneimittelinformation – Fachinformationen aller Schweizer Medikamente: siehe [www.swissmedicinfo.ch](http://www.swissmedicinfo.ch) (für die oben genannten Substanzgruppen oder Präparate)
- Helbling A, Fricker M, Bircher A, Eigenmann P, Eng P, Köhli-Wiesner A, Müllner G, Pichler W, Schmid-Grendelmeier P, Spertini F: Traitement d'urgence du choc anaphylactique. / Notfallbehandlung beim allergischen Schock. Forum Med Suisse/Schweiz Med Forum 2011; 11(12): 206-212

### Weiterführende Literatur

- Lüllmann H. et al: Pocket atlas of pharmacology. Stuttgart, New York: Thieme Publishers, 2011 / ISBN 9783137817048 (4<sup>th</sup> edition, auch auf Deutsch erhältlich).

Fragen bezüglich Verfügbarkeit von Quellen (Pharmakologie) bitte an:

Dr. J. Fröhlich,

[froehlich@akroswiss.ch](mailto:froehlich@akroswiss.ch) oder [info@klus-apotheke.ch](mailto:info@klus-apotheke.ch)

## Fachspezifischer Anhang Nuklearmedizin

### IV. Apparatekunde / Informatik / Radiopharmazie

#### 1. Apparatekunde

##### Themen

##### Messtechnik

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

##### 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, PET/MR)

- PET/CT Geräte (Aufbau, Leistungsparameter der unterschiedlichen Systeme)
- 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 (Peak, Hintergrundstrahlung, Homogenität...)
- SPECT/CT-spezifische Kontrollen (Center of Rotation, Sinogramme...)
- PET/CT-spezifische Kontrollen

##### Literatur

- Richtlinien des BAG zur Qualitätskontrolle (L-09-01, L-09-02, L-09-04):  
<http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/00044/00067/00962/00967/index.html?lang=de>

- Gopal B. Saha: Physics and Radiobiology of Nuclear Medicine, 4th 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>th</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 Verfügbarkeit von Quellen zum Thema Apparatetechnik Nuklearmedizin bitte an:

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

## 2. Informatik

### Themen

#### Aufbau eines Computers

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

#### Digitale Bilder: Grundlagen

- Vertiefte Kenntnis folgender Begriffe: primär digitales bzw. sekundär digitales Bild, Bildmatrix, Pixel, Voxel, räumliche Auflösung, Auflösung in Graustufen (bit-depth), Beziehung zwischen Bildrauschen und Kontrast
- Analyse und Darstellung von Bildern: wichtigste Bildformate, Komprimierung von Bildern, Darstellung und Fensterung („window“ und „level“), Messung der Pixel-Helligkeit, 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“), Optimierung des Bildtransfers („workflow“)

### Literatur

- 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).
- AAPM/RSNA Tutorial on Equipment Selection: PACS Equipment Overview General Guidelines for Purchasing and Acceptance Testing of PACS Equipment. RadioGraphics 2004; 24: 313-334
- S. Balter. Fundamental properties of digital images. Radiographics 1993;13:129-141.
- 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 (SGR-SSR Teleradiologie White Paper); 2007 ([www.sgr-ssr.ch](http://www.sgr-ssr.ch))
- 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 des  $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ -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

#### Themen

Radionuklide:

- Produktion von Radioelementen (Zyklotronprodukte, Reaktorprodukte, Generatorprodukte)
- Gammastrahler, Beta-,-“ und Beta-,-+“ 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
- MAG3, DTPA
- ECD, HMPAO
- Kolloide

Radiopharmazeutika für die PET-Diagnostik:

- 2-Fluoro-2-desoxyglucose ( $^{18}\text{F}$ -FDG)
- Cholin
- Fluoroethyltyrosin ( $^{18}\text{F}$ -FET)
- DOPA

Radiopharmazeutika für die Therapie:

- I-131
- Y-90, Re-186, Er-169, Lu-177
- Sr-89, Sm-153
- Ra-223

## Gesetzliche Bestimmungen

- Wirkung, Eignung, registrierte und nicht registrierte Radiopharmazeutika, NDR
- Sondergenehmigung (« compassionate use »)

## 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/index.php?navId=37>
- 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
- Informationen des BAG zu Radiopharmazeutika, abrufbar im Internet unter: <http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/10467/10571/index.html>

Fragen bezüglich Radiopharmazie bitte an:  
Dr. Stefan Kneifel  
Nuklearmedizin Kantonsspital Graubünden  
[stefan.kneifel@ksqr.ch](mailto:stefan.kneifel@ksqr.ch)

## V. 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/scientific\\_info/guidelines/guidelines\\_intro.php?navId=37](http://www.eanm.org/scientific_info/guidelines/guidelines_intro.php?navId=37)

Fragen bezüglich Grundlagen der Nuklearmedizin bitte an:  
Dr. Guillaume Nicolas  
Nuklearmedizin Universitätsspital Basel  
[guillaume.nicolas@usb.ch](mailto:guillaume.nicolas@usb.ch)

## 2. Pharmakologie

### Zielsetzung

Kenntnis der wichtigsten Medikamente, die in der nuklearmedizinischen Diagnostik und Therapie eingesetzt werden.

Kenntnis der verschiedenen, möglichen Interaktionen zwischen Medikamenten und Radiopharmaka, die in der nuklearmedizinischen Diagnostik und Therapie vorkommen können.

Kenntnis der bei der CT allgemein gebräuchlichen Röntgenkontrastmittel, Prophylaxe und Therapie des Kontrastmittelzwischenfalls.

Kenntnis des Einflusses von 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 Dipyridamol, Adenosin und Beta-Stimulantien (z.B. Dobutamin)
- Wirkmechanismus von Acetazolamid
- Wirkmechanismus von Angiotension-Converting-Enzyme Inhibitoren (ACEI)
- Wirkmechanismus von Schleifendiuretika (z.B. Furosemid; Lasix®)

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/esur-guidelines/contrast-media-81>
- Deakin CD, Nolan JP, Soar J, Sunde K, Koster RW, Smith GB, Perkins GD: European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 4. Adult advanced life support. Resuscitation 81(2010) 1305 – 1352 (*für Prüfung relevant: 1308-1319*). Medline or www.erc.edu
- Arzneimittelinformation – Fachinformationen aller Schweizer Medikamente: siehe [www.swissmedicinfo.ch](http://www.swissmedicinfo.ch) (für die oben genannten Substanzgruppen oder Präparate)
- Helbling A, Fricker M, Bircher A, Eigenmann P, Eng P, Köhli-Wiesner A, Müllner G, Pichler W, Schmid-Grendelmeier P, Spertini F: Traitement d'urgence du choc anaphylactique. / Notfallbehandlung beim allergischen Schock. Forum Med Suisse/Schweiz Med Forum 2011; 11(12): 206-212

### Weiterführende Literatur

- Lüllmann H. et al: Pocket atlas of pharmacology. Thieme 2011 / ISBN 9783131503114 (4<sup>th</sup> edition, auch auf Deutsch / Französisch erhältlich).

Fragen bezüglich Pharmakologie bitte an:  
Dr. Matthias Brühlmeier  
Nuklearmedizin Kantonsspital Aarau  
[matthias.bruehlmeier@ksa.ch](mailto:matthias.bruehlmeier@ksa.ch)