

Persönliche PDF-Datei für

Mit den besten Grüßen vom Georg Thieme Verlag

www.thieme.de

White Paper: Curriculum Radiologie für das Studium der Humanmedizin in Deutschland

RöFo

Fortschritte auf dem Gebiet
der Röntgenstrahlen und
der bildgebenden Verfahren

Fortschr Röntgenstr 2016; 188:
1017–1023

Nur für den persönlichen Gebrauch bestimmt.
Keine kommerzielle Nutzung, keine Einstellung
in Repositorien.

Verlag und Copyright:
© 2016 by
Georg Thieme Verlag KG
Rüdigerstraße 14
70469 Stuttgart
ISSN 1438-9029

Nachdruck nur
mit Genehmigung
des Verlags

 **Thieme**

White Paper: Curriculum Radiologie für das Studium der Humanmedizin in Deutschland

White Paper: Radiological Curriculum for Undergraduate Medical Education in Germany

Autoren (alphabetisch)

B. Ertl-Wagner¹, J. Barkhausen², A. H. Mahnken³, H. J. Mentzel⁴, M. Uder⁵, J. Weidemann⁶, P. Stumpp⁷

Konferenz der Lehrstuhlinhaber für Radiologie (KLR)

G. Adam, G. Antoch, J. Barkhausen, M. Beer, T. Bley, A. Bücker, C. Düber, M. Forsting, B. Hamm, K. Hauenstein, W. Heindel, N. Hosten, O. Jansen, T. Kahn, H. U. Kauczor, G. Krombach, C. Kuhl, M. Langer, M. Laniado, J. Lotz, A. Mahnken, D. Maintz, K. Nikolaou, M. Reiser, J. Ricke, E. Rummeny, H. Schild, S. Schönberg, R. P. Spielmann, C. Stroszczyński, U. Teichgräber, M. Uder, T. J. Vogl, F. Wacker

Vorstand der Deutschen Röntgengesellschaft (DRG)

D. Vorwerk, N. Hosten, S. Schönberg, F. Anton, S. Neumann, S. Lohwasser*

Institute

Die Institutsangaben sind am Ende des Beitrags gelistet.

Key words

- medical education
- undergraduate teaching
- curriculum
- competence-based learning
- radiological teaching

Zusammenfassung

Ziel: Die Radiologie hat als Fachgebiet eine hohe Relevanz innerhalb des Medizinstudiums, von der vorklinischen Lehre bis hin zum praktischen Jahr. Als Querschnittfach hat die Radiologie Bezüge zu den Inhalten nahezu aller anderen Fächer. Es ist daher wichtig, eine gemeinsame inhaltliche Grundlage für die studentische Lehre in der Radiologie zu etablieren.

Material und Methoden: Die Deutsche Röntgengesellschaft (DRG) hat ein radiologisches Modell-Curriculum für das Medizinstudium entwickelt, das in diesem Artikel dargestellt werden soll; auch auf der europäischen Ebene gibt es ein Curriculum für die studentische Lehre (U-Level Curriculum der European Society of Radiology). Den Studierenden sollen im Rahmen eines modularen Konzeptes wichtige radiologische Kernkompetenzen in Bezug auf Wissensinhalte, Fähigkeiten und Fertigkeiten sowie Grundlagen des wissenschaftlichen Arbeitens vermittelt werden.

Ergebnisse: Das Curriculum ist in zwei aufeinander aufbauende Module mit jeweils mehreren Unterkapiteln aufgeteilt: Im Modul 1 werden die Grundprinzipien der Strahlenbiologie, des Strahlenschutzes und der Gerätetechnik vermittelt. Auch Risiken und Nebenwirkungen der verwendeten Verfahren und Kontrastmittel sind ein wichtiger Teil von Modul 1. Die Herangehensweise in diesem Modul ist modalitätenorientiert. Im Modul 2 werden die radiologische Diagnostik und interventionell-radiologische Verfahren für spezifische Krankheitsbilder vermittelt. Die Herangehensweise ist in diesem Modul organsystemorientiert.

Schlussfolgerung: Das Modell-Curriculum wird als lebendiges Dokument verstanden, das jederzeit Ergänzungen und/oder Änderungen finden kann und soll. Das Curriculum kann als Grundlage für die individuelle Lehrplanentwicklung an den

Medizinischen Fakultäten herangezogen und sowohl in traditionelle als auch in Reformstudiengänge integriert werden.

Kernaussagen:

- ▶ Die Radiologie ist ein integraler und wichtiger Bestandteil des Medizinstudiums.
- ▶ Die Deutsche Röntgengesellschaft (DRG) hat ein Modell-Curriculum für die radiologische Lehre im Medizinstudium entwickelt, um bei den Studierenden eine wissenschaftlich basierte Urteils- und darauf gründende Handlungsfähigkeit heranzubilden.
- ▶ Dieses Curriculum kann für die Lehrplanentwicklung an den einzelnen Medizinischen Fakultäten verwendet werden. Es ist in zwei Module mit jeweils mehreren Unterkapiteln aufgeteilt.

Zitierweise:

- ▶ Ertl-Wagner B, Barkhausen J, Mahnken AH et al. White Paper: Radiological Curriculum for Undergraduate Medical Education in Germany. Fortschr Röntgenstr 2016; 188: 1017–1023

Abstract

Purpose: Radiology represents a highly relevant part of undergraduate medical education from preclinical studies to subinternship training. It is therefore important to establish a content base for teaching radiology in German Medical Faculties.

Materials and Methods: The German Society of Radiology (DRG) developed a model curriculum for radiological teaching at German medical universities, which is presented in this article. There is also a European model curriculum for undergraduate teaching (U-level curriculum of the European Society of Radiology). In a modular concept, the students shall learn important radiological core principles in the realms of knowledge, skills and competences

eingereicht 9.6.2016

akzeptiert 18.8.2016

Bibliografie

DOI <http://dx.doi.org/10.1055/s-0042-116026>
 Online-Publikation: 2016
 Fortschr Röntgenstr 2016; 188: 1017–1023 © Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York · ISSN 1438-9029

Korrespondenzadresse

Prof. Birgit Ertl-Wagner
 Institute of Clinical Radiology,
 Ludwig Maximilians University –
 Großhadern Campus
 Marchioninistr. 15
 81377 Munich
 Germany
 Tel.: ++ 49/89/4 40 07 32 50
 Fax: ++ 49/89/4 40 07 88 22
 Birgit.Ertl-Wagner@med.lmu.de

* DRG – Geschäftsführung

as well as core scientific competences in the imaging sciences.

Results: The curriculum is divided into two modules. Module 1 includes principles of radiation biology, radiation protection and imaging technology, imaging anatomy as well as the risks and side effects of radiological methods, procedures and contrast media. This module is modality-oriented. Module 2 comprises radiological diagnostic decision-making and imaging-based interventional techniques for various disease entities. This module is organ system-oriented.

Conclusion: The curriculum is meant as a living document to be amended and revised at regular intervals. The curriculum can be used as a basis for individual curricular development at German Medical Faculties. It can be integrated into traditional or reformed medical teaching curricula.

Einleitung

Radiologie ist ein Fachgebiet mit einer hohen Relevanz innerhalb des Studiums der Humanmedizin. Von der vorklinischen Lehre der Schnittbildanatomie über die fundamentalen Prinzipien von Strahlenbiologie, Strahlenschutz und Gerätetechnik bis hin zur Diagnostik und radiologisch-interventionellen Therapie spezifischer Krankheitsbilder wird die Radiologie die Studierenden durch ihr Medizinstudium hindurch begleiten. Nicht zuletzt betrifft die Radiologie als Querschnittsfach die Inhalte aller Fächer und stützt die Idee der Einheit von Lehre und Forschung. Eine ganzheitliche radiologische Ausbildung im Studium ermöglicht Kontakt mit Wissenschaft (*Imaging Sciences*). Forschendes Lernen führt zu einer wissenschaftlich basierten Urteils- und darauf gründenden Handlungsfähigkeit.

Der Wissenschaftsrat der Bundesrepublik Deutschland hat im Jahr 2014 Empfehlungen zur Weiterentwicklung des Medizinstudiums in Deutschland veröffentlicht [1]. Diese Empfehlungen basieren auf einer Bestandsaufnahme der humanmedizinischen Modellstudiengänge und umfassen u. a. Empfehlungen zur Struktur des künftigen Medizinstudiums, zur Stärkung der wissenschaftlichen Kompetenzen, zur Fokussierung der Studieninhalte und zur Abstimmung von Lehr- und Prüfungsformaten [1].

Im Rahmen eines Kooperationsprojektes des Medizinischen Fakultätentages (MFT) der Bundesrepublik Deutschland e.V. und der Gesellschaft für Medizinische Ausbildung (GMA) e.V. wurde ein Nationaler Kompetenzbasierter Lernzielkatalog Medizin (NKLM) entwickelt. Dieser wurde auf der Mitgliederversammlung des 76. Ordentlichen Medizinischen Fakultätentages am 4.6.2015 in Kiel verabschiedet und im Internet veröffentlicht [2]. Dieser Lernzielkatalog greift die unterschiedlichen Kompetenzen auf, die den Medizinstudierenden vermittelt werden sollen [3]. In der Schweiz wurde im Rahmen eines Mandates der Joint Commission of the Swiss Medical Schools der Schweizer Lernzielkatalog für das Medizinstudium (Swiss Catalogue of Learning Objectives for Undergraduate Medical Training, SCLO) entwickelt [4].

Durch die Empfehlungen des Wissenschaftsrates und den NKLM rücken die curricularen Lehrinhalte im Rahmen des Medizinstudiums zunehmend in den Focus des Interesses, nicht zuletzt auch der wissenschaftlichen Fachgesellschaften. Auf der europäischen Ebene wurde vonseiten der European Society of Radiology (ESR) ein Curriculum für die studentische Lehre in der Radiologie (undergraduate-level curriculum, U-level Curriculum) entwickelt [5].

In Analogie zu dem europäischen U-level Curriculum wurde das folgende deutsche Curriculum, das als lebendes Papier verstanden werden darf, das jederzeit Ergänzungen finden kann und soll, in zwei aufeinander aufbauende Module aufgeteilt:

- ▶ Modul 1: hier werden die Grundprinzipien der Strahlenbiologie, des Strahlenschutzes und der Gerätetechnik vermittelt. Auch Risiken und Nebenwirkungen der verwendeten Verfahren und Kontrastmittel sind ein wichtiger Teil von Modul 1. Die Herangehensweise in diesem Modul ist modalitätenorientiert.
- ▶ Modul 2: in diesem Modul werden die radiologische Diagnostik und interventionell-radiologische Verfahren für spezifische Krankheitsbilder vermittelt. Die Herangehensweise ist in diesem Modul organsystemorientiert.

Die Lernziele der einzelnen Module und ihrer Unterkapitel sind in „Wissensinhalte“ sowie „Fähigkeiten und Fertigkeiten“ unterteilt. Fähigkeiten und Fertigkeiten sollen im Rahmen von Praktika unter entsprechender Anleitung am Bild bzw. am Patienten erworben werden. Auch kommunikative Fähigkeiten und Fertigkeiten sind in diesem Zusammenhang wichtig und sollten im Rahmen der praktischen radiologischen Veranstaltungen vermittelt werden.

Die beiden Module und ihre Unterkapitel lassen sich sowohl an Regelstudiengänge als auch an Reformstudiengänge anpassen. Es ergeben sich zahlreiche Verknüpfungen auch zum vorklinischen Unterricht. So lassen sich beispielsweise Kenntnisse der projektionsradiografischen und Schnittbildanatomie, wie sie in den Unterkapiteln des Moduls R-2 verankert sind, gut im Rahmen des vorklinischen Unterrichts oder mit einem longitudinalen Ansatz vermitteln. Zu einer solchen interdisziplinären Herangehensweise in der vorklinischen Lehre, gerade auch in Bezug auf die radiologische Anatomie, wurden bereits sehr gute Erfahrungen berichtet [6–9]. Auch für interdisziplinäre Lehransätze lässt sich das vorliegende Curriculum mit seinem modularen Aufbau gut verwenden. Eine Umfrage unter den Lehrstuhlinhabern für Radiologie in Deutschland hatte eine hohe Akzeptanzrate für integrative Lehrkonzepte in der Radiologie gezeigt [10].

Prinzipien des problembasierten Lernens und weitere moderne Lehrkonzepte, wie z. B. der „flipped classroom“ lassen sich hervorragend für die radiologische Lehre während des Medizinstudiums anwenden – auch hierfür kann das vorliegende Curriculum in seiner modularen Untergliederung gut angewendet werden [11–13].

Modul Radiologie 1 (R-1)

R-1.1 Prinzipien der Strahlenbiologie und des Strahlenschutzes

Wissensinhalte

- ▶ Kenntnis der Eigenschaften von ionisierender Strahlung und radioaktivem Zerfall
- ▶ Verständnis der Entstehungsweise von Röntgenstrahlen und ihrer Interaktion mit Materie
- ▶ Verständnis der stochastischen, deterministischen und teratogenen Effekte von Strahlung
- ▶ Verständnis der Effekte von ionisierender Strahlung auf Zellen, Gewebe und Organe
- ▶ Kenntnis der Reparaturmechanismen nach Strahleneinwirkung
- ▶ Grundlegende Kenntnisse der Strahlenexposition durch natürliche Strahlenquellen
- ▶ Kenntnis der Risiken durch Strahlenanwendung in der Medizin im Vergleich zur natürlichen Strahlenexposition
- ▶ Grundlegende Kenntnisse der wichtigsten Dosismaße und ihrer Einheiten

- ▶ Kenntnisse der Methoden der Dosimetrie und der relevanten Dosisgrenzen
- ▶ Tiefgreifendes Verständnis des As Low As Reasonably Achievable (ALARA-) Prinzips
- ▶ Verständnis der Faktoren, die Bildqualität und Dosis in der Radiologie beeinflussen
- ▶ Verständnis der Methoden zur Reduktion der Strahlenexposition für Patienten
- ▶ Grundkenntnisse zum Strahlenschutz des Personals

Fähigkeiten und Fertigkeiten

- ▶ Anwendung der Prinzipien der Strahlenbiologie und Strahlenphysik zur Auswahl der geeignetsten bildgebenden Methode für unterschiedliche klinische Situationen
- ▶ Verwendung der korrekten Bezeichnungen und Maßeinheiten, um eine Strahlenexposition zu beschreiben
- ▶ Integration des ALARA-Prinzips in den klinischen Alltag
- ▶ Anwendung von geeigneten Strahlenschutzmaßnahmen in der diagnostischen und interventionellen Radiologie
- ▶ Vermeidung unnötiger Strahlenexposition durch die Auswahl der am besten geeigneten Bildgebungsmodalität und -technik
- ▶ Beratung von Patienten, Angehörigen und Mitarbeitern in Bezug auf Nutzen und strahlenassoziierte Risiken einer geplanten Untersuchung oder Intervention

R-1.2 Methoden der Radiologie

Wissensinhalte

- ▶ Verständnis des Stellenwertes von radiologischen Untersuchungen für verschiedene Organsysteme und Indikationen
- ▶ Kenntnis der Bestandteile und Funktionsweise einer Röntgenröhre
- ▶ Verständnis der Entstehungsweise von Röntgenstrahlen
- ▶ Kenntnis der Gewebeeigenschaften, die die Bilddarstellung in der Röntgenuntersuchung und Durchleuchtung beeinflussen
- ▶ Grundkenntnis der Prinzipien und wichtigsten Indikationen für die Fluoroskopie/Durchleuchtung
- ▶ Verständnis der Faktoren, die die Bildqualität und Dosis bei Röntgenuntersuchungen und Fluoroskopien beeinflussen
- ▶ Grundkenntnis der Prinzipien der Weichteilradiografie/Mammografie
- ▶ Kenntnis der Positionierung bzw. Lagerung von Patienten für Röntgenuntersuchungen
- ▶ Tiefgreifende Kenntnis der normalen Anatomie verschiedener Organe und Strukturen in Röntgenaufnahmen
- ▶ Verständnis des Stellenwertes der Computertomografie (CT) für verschiedene Organsysteme und Indikationen
- ▶ Verständnis der physikalischen Grundlagen der Bildentstehung in der CT
- ▶ Kenntnis der Gewebeeigenschaften, die die Bilddarstellung in der CT beeinflussen
- ▶ Verständnis der Hounsfield-Einheiten und ihrer Skalierung
- ▶ Kenntnis der normalen Schwächungswerte in Hounsfield-Einheiten für wichtige Gewebe und Pathologien (z. B. Blutungen, Verkalkungen)
- ▶ Kenntnis der normalen Schnittbildanatomie in der CT
- ▶ Verständnis des Stellenwertes der Magnet-Resonanz(MR)-Verfahren für verschiedene Organsysteme und Indikationen
- ▶ Grundverständnis der Prinzipien der Bildentstehung in der Magnet-Resonanz-Tomografie (MRT)
- ▶ Kenntnis der Gewebeeigenschaften, die die Bilddarstellung in der MRT beeinflussen
- ▶ Grundkenntnis der wichtigsten Sequenzen in der MRT

- ▶ Kenntnis der absoluten und relativen Kontraindikationen für die MRT
- ▶ Verständnis der Sicherheitsanforderungen in der MRT in Bezug auf Patienten und Mitarbeiter
- ▶ Kenntnis der normalen Schnittbildanatomie in der MRT
- ▶ Verständnis des Stellenwertes der Sonografie für verschiedene Organsysteme und Indikationen
- ▶ Grundverständnis der Prinzipien der Bildentstehung beim Ultraschall
- ▶ Kenntnis der Gewebeeigenschaften, die die Bilddarstellung in der Sonografie beeinflussen
- ▶ Kenntnis der Transmissionsfrequenzen und der verschiedenen Arten von Ultraschallsonden
- ▶ Grundkenntnis der Prinzipien des Dopplereffekts
- ▶ Kenntnis der normalen Anatomie in der Sonografie
- ▶ Grundkenntnis der Prinzipien der Digitalen Subtraktionsangiografie (DSA)
- ▶ Grundkenntnis der verschiedenen Arten und Techniken der bildgestützten Interventionen
- ▶ Grundkenntnis der IT-Infrastruktur in der Radiologie mit Picture Archiving and Communication Systems (PACS) und Radiological Information Systems (RIS)

Fähigkeiten und Fertigkeiten

- ▶ Erkennen der verwendeten Methodik beim Betrachten eines radiologischen Bildes (z. B. Röntgenuntersuchung des Thorax p. a., CT der Lunge etc.)
- ▶ Beurteilung der Bildqualität bei Röntgen- und Durchleuchtungsuntersuchungen, CT, MRT und Sonografie einschließlich Angiografie
- ▶ Messung von Hounsfield-Einheiten in der CT und Erkennen der entsprechenden Gewebeeigenschaften
- ▶ Erkennen und Benennen der am häufigsten verwendeten MR-tomografischen Sequenzen und Schichtführungen (z. B. sagittale T2-gewichtete Sequenz etc.)
- ▶ Sichere Abgrenzung und Benennen der normalen anatomischen Strukturen in Röntgen- und Durchleuchtungsuntersuchungen, CT, MRT und Sonografie
- ▶ Kommunikation von Nutzen und Risiken der wichtigsten radiologischen Untersuchungen (einschließlich Röntgen- und Durchleuchtungsuntersuchungen, CT, MRT und Sonografie) an Patienten und ihre Angehörigen

R-1.3 Kontrastmittel in der Radiologie

Wissensinhalte

- ▶ Kenntnis der Indikationen für die Anwendung von Röntgenkontrastmitteln bei der Untersuchung verschiedener Organe/Organsysteme
- ▶ Kenntnis der Indikationen für die Anwendung von jodhaltigen Kontrastmitteln bei der Untersuchung verschiedener Organe/Organsysteme in der CT
- ▶ Verständnis der Risiken und Nebenwirkungen der häufig verwendeten jodhaltigen Kontrastmittel für Röntgen- und Durchleuchtungsuntersuchungen und für CT
- ▶ Kenntnis der Indikationen für die Anwendung von MR-Kontrastmitteln bei der Untersuchung verschiedener Organe/Organsysteme
- ▶ Verständnis der Risiken und Nebenwirkungen der häufig verwendeten MR-Kontrastmittel
- ▶ Grundkenntnis der Kontrastmittel für die Sonografie
- ▶ Verständnis der Akquisitionszeiten nach Bolusgabe von Kontrastmittel und ihrer Relevanz für die jeweilige Fragestellung

- ▶ Kenntnis der Risikofaktoren für eine kontrastmittelinduzierte Nephropathie und der Maßnahmen, um dieses Risiko zu reduzieren
- ▶ Grundkenntnis der nephrogenen systemischen Fibrose (NSF) und der Maßnahmen, um das Risiko für eine NSF zu reduzieren

Fähigkeiten und Fertigkeiten

- ▶ Erkennen, ob eine CT- oder MRT-Untersuchung kontrastverstärkt ist oder nicht
- ▶ Erkennen der verschiedenen Arten von kontrastmittelgestützten Durchleuchtungsuntersuchungen
- ▶ Entscheidungsfindung (unter Aufsicht), wann eine Kontrastmittelgabe bei einer bestimmten klinischen Fragestellung indiziert ist
- ▶ Kommunikation von Nutzen und Risiken einer Kontrastmittelgabe bei den wichtigsten radiologischen Untersuchungen (einschließlich Röntgen- und Durchleuchtungsuntersuchungen, CT, MRT und Sonografie) an Patienten und ihre Angehörigen

Modul R-2



R-2.1 Abdominelle Radiologie

Wissensinhalte

- ▶ Kenntnis der normalen Anatomie der wichtigsten Strukturen der abdominalen Organe und des gastrointestinalen Traktes in Röntgen- und Durchleuchtungsuntersuchungen, CT, Sonografie und MRT
- ▶ Kenntnis der typischen radiologischen Befunde beim akuten Abdomen, einschließlich Perforation, Blutung, Inflammation/Infektion, Obstruktion/Ileus und Ischämie in Röntgenuntersuchungen, CT und Sonografie
- ▶ Kenntnis der typischen radiologischen Befunde bei kolorektalen Tumoren, Divertikulitis und entzündlichen Darmerkrankungen (einschließlich Morbus Crohn und Colitis ulcerosa)
- ▶ Kenntnis der typischen radiologischen Befunde bei primären und sekundären Tumoren der Abdominalorgane

Fähigkeiten und Fertigkeiten

- ▶ Aufzeigen der normalen abdominalen Organe und der Anteile des Gastrointestinaltrakts in Röntgenaufnahmen, Durchleuchtungsuntersuchungen, CT, Sonografie und MRT
- ▶ Erkennen von Zeichen eines Ileus auf Röntgenaufnahmen des Abdomens
- ▶ Erkennen von Zeichen einer gastrointestinalen Perforation auf Röntgenaufnahmen des Abdomens
- ▶ Durchführen einer orientierenden Ultraschalluntersuchung des Oberbauchs unter Anleitung
- ▶ Kommunikation von Vorgehensweise, Nutzen und Risiken verschiedener diagnostischer und interventioneller (z. B. Abszessdrainage, Embolisation bei Blutungen, minimalinvasive Therapie von malignen Tumoren in der Leber) radiologischer Verfahren zur Untersuchung des Abdomens an Patienten und ihre Angehörigen
- ▶ Mitteilung der Ergebnisse radiologischer Untersuchungen des Abdomens an Patienten und ihre Angehörigen

R-2.2 Hals-Nasen-Ohren-Radiologie

Wissensinhalte

- ▶ Kenntnis der wichtigsten Strukturen der normalen Anatomie des Kopf-Hals-Bereichs in Röntgen- und Durchleuchtungsuntersuchungen, Sonografie, CT und MRT

- ▶ Grundkenntnis häufiger radiologischer Befunde bei traumatischen und entzündlichen Erkrankungen von Schädelbasis, Nase, Nasennebenhöhlen, Mundhöhle, Pharynx, Larynx und Schilddrüse
- ▶ Grundkenntnis der typischen bildmorphologischen Darstellung von häufigen Tumoren von Schädelbasis, Nase, Nasennebenhöhlen, Mundhöhle, Pharynx, Larynx und Schilddrüse

Fähigkeiten und Fertigkeiten

- ▶ Abgrenzen der wichtigsten normalen Strukturen der Kopf-Hals-Region in Röntgen- und Durchleuchtungsuntersuchungen, Sonografie, CT und MRT
- ▶ Kommunikation von Vorgehensweise, Nutzen und Risiken verschiedener radiologischer Untersuchungen des Kopf-Hals-Bereichs an Patienten und ihre Angehörigen
- ▶ Mitteilung der Ergebnisse radiologischer Untersuchungen des Kopf-Hals-Bereichs an Patienten und ihre Angehörigen

R-2.3 Interventionelle Radiologie

Wissensinhalte

- ▶ Verständnis der normalen Anatomie des arteriellen und venösen Gefäßsystems und ihrer Bedeutung für die interventionelle Radiologie
- ▶ Kenntnis der typischen Zugangswege für häufige endovaskuläre Behandlungsverfahren in der interventionellen Radiologie
- ▶ Verständnis der typischen Zugangswege für bildgesteuerte Biopsieentnahmen, Drainageeinbringungen und Tumorablationsverfahren
- ▶ Verständnis von Nutzen und Risiken häufiger interventionell-radiologischer Verfahren
- ▶ Kenntnis der Vorgehensweise bei Notfallsituationen in der interventionellen Radiologie
- ▶ Verständnis der Differenzialindikationen zwischen interventionell-radiologischer Therapie, Operation und konventioneller Therapiestrategien bei ausgewählten Erkrankungen (z. B. stadienabhängig in der pAVK-Therapie, Behandlung hepatozellulärer Karzinome)

Fähigkeiten und Fertigkeiten

- ▶ Erkennen der physiologischen arteriellen und venösen Gefäßstrukturen auf digitalen Subtraktionsangiografien
- ▶ Erklären der Vorgehensweise bei verschiedenen radiologischen Interventionen an Patienten und ihre Angehörigen
- ▶ Abwägen von Nutzen und Risiken bei verschiedenen radiologischen Interventionen

R-2.4 Kardiovaskuläre Radiologie

Wissensinhalte

- ▶ Kenntnis der normalen Anatomie des Herzens und der Gefäße in Röntgenuntersuchungen, (Doppler-/Duplex-) Sonografie, CT und MRT
- ▶ Grundkenntnisse der Darstellung angeborener und erworbener Herzfehler in Röntgenuntersuchungen des Thorax
- ▶ Differenzierung der radiologischen Darstellung und der Ursachen für eine Herzvergrößerung, einschließlich Klappenerkrankungen und perikardialer Erkrankungen
- ▶ Kenntnis der typischen Darstellung kardialer Dekompensationszeichen in Röntgenuntersuchungen des Thorax
- ▶ Kenntnis der radiologischen Darstellung von Gefäßverschlüssen, -stenosen und -thrombosen
- ▶ Verständnis der diagnostischen Vorgehensweise bei ischämischen (Herz-) Erkrankungen

- ▶ Kenntnis der normalen Maße der Aorta und der Klassifikation von Aortenaneurysmen und -dissektionen

Fähigkeiten und Fertigkeiten

- ▶ Sichere Abgrenzung der normalen anatomischen Strukturen im Röntgenbild des Thorax
- ▶ Erkennen und Benennen der unterschiedlichen Arten der Kardiomegalie auf Röntgenaufnahmen des Thorax
- ▶ Erkennen von Gefäßverschlüssen, -stenosen und -thrombosen in der Doppler/Duplex-Sonografie, CT, MRT und Angiografie
- ▶ Legen eines peripher-venösen Zugangs
- ▶ Kommunikation von Vorgehensweise, Nutzen und Risiken verschiedener diagnostischer und interventioneller radiologischer Verfahren zur Untersuchung des kardiovaskulären Systems an Patienten und ihre Angehörigen
- ▶ Mitteilung der Ergebnisse radiologischer Untersuchungen des kardiovaskulären Systems an Patienten und ihre Angehörigen

R-2.5 Kinderradiologie

Wissensinhalte

- ▶ Kenntnis der wichtigsten Strukturen der normalen Anatomie bei Kindern und ihrer Veränderungen im Laufe der Kindheit und Jugend in Röntgenuntersuchungen, Sonografie, CT und MRT
- ▶ Verständnis des Stellenwertes und der Indikationen für Ultraschall-, Röntgen-, CT- und MRT-Untersuchungen bei Kindern und Jugendlichen
- ▶ Verständnis der erhöhten Empfindlichkeit von Kindern und Jugendlichen gegenüber ionisierender Strahlung und Kenntnisse zur besonderen Bedeutung des Strahlenschutzes bei Kindern
- ▶ Grundkenntnis der typischen radiologischen Befunde bei akzidentellen und nicht akzidentellen Verletzungen bei Kindern
- ▶ Grundkenntnis der typischen radiologischen Befunde der häufigsten Erkrankungen im Kindes- und Jugendalter

Fähigkeiten und Fertigkeiten

- ▶ Abgrenzen und Benennen der wichtigsten normalen anatomischen Strukturen auf Röntgenaufnahmen des Thorax und des Skeletts bei Kindern und Jugendlichen
- ▶ Erkennen und Benennen der radiologischen Zeichen von Frakturen bei Kindern und Jugendlichen
- ▶ Durchführen einer orientierenden abdominellen Ultraschalluntersuchung bei Kindern und Jugendlichen unter Anleitung
- ▶ Etablieren einer kinderfreundlichen Untersuchungs- und Kommunikationsumgebung
- ▶ Altersangepasste Kommunikation über Vorgehen, Nutzen und Risiken von radiologischen Untersuchungen gegenüber pädiatrischen Patienten und deren Angehörigen
- ▶ Altersangepasste Kommunikation und Interpretation von Befundergebnissen radiologischer Untersuchungen für pädiatrische Patienten und deren Angehörigen

R-2.6 Senologische und Gynäkologische Radiologie

Wissensinhalte

- ▶ Kenntnis der normalen Anatomie der weiblichen Brust und Axilla und deren Veränderungen im Zuge der Entwicklung und des Alterungsprozesses
- ▶ Kenntnis der Prinzipien der digitalen Mammografie
- ▶ Grundkenntnis von Mammasonografie und Mamma-MRT als additive Verfahren
- ▶ Grundkenntnis der bildmorphologischen Darstellung häufiger gutartiger und bösartiger Erkrankungen der Mamma

- ▶ Kenntnis der normalen Anatomie der wichtigsten Strukturen des weiblichen Beckens in Sonografie, CT und MRT
- ▶ Grundverständnis der Veränderungen der Organe des weiblichen Beckens im Lauf des Lebens
- ▶ Grundkenntnis der typischen radiologischen Befunde von Tumoren des weiblichen Beckens
- ▶ Verständnis der typischen radiologischen Befunde bei häufigen Erkrankungen in Schwangerschaft und Wochenbett
- ▶ Kenntnis der Methoden des Strahlenschutzes für das weibliche Becken bei CT- und Röntgenuntersuchungen

Fähigkeiten und Fertigkeiten

- ▶ Erkennen und Benennen der Projektionsweise mammografischer Bilder
- ▶ Abgrenzung und Benennen der normalen anatomischen Strukturen in der Mammografie
- ▶ Erkennen und Benennen typischer pathologischer Bildbefunde in der Mammografie (unter Anleitung)
- ▶ Kommunikation von Nutzen, Risiken und grundlegenden technischen Aspekten der Mammografie an Patienten und Angehörige
- ▶ Durchführen einer orientierenden transabdominellen Sonografie des weiblichen Beckens unter Anleitung
- ▶ Erkennen der wichtigsten physiologischen Strukturen des weiblichen Beckens in Sonografie, CT und MRT
- ▶ Kommunikation von Vorgehensweise, Nutzen und Risiken verschiedener radiologischer Verfahren zur Untersuchung des weiblichen Beckens an Patientinnen und ihre Angehörigen
- ▶ Mitteilung der Ergebnisse radiologischer Untersuchungen des weiblichen Beckens an Patientinnen und ihre Angehörigen
- ▶ Auswahl der geeignetsten radiologischen Methode zur Untersuchung schwangerer Patientinnen für verschiedene klinische Fragestellungen

R-2.7 Muskuloskeletale Radiologie

Wissensinhalte

- ▶ Kenntnis der normalen Anatomie der wichtigsten Strukturen des muskuloskeletalen Systems in Röntgenuntersuchungen, CT und MRT
- ▶ Kenntnis der typischen Röntgenbefunde bei traumatischen Veränderungen des Skeletts (z. B. Frakturen, Luxationen)
- ▶ Verständnis der typischen Röntgenbefunde bei degenerativen Veränderungen des Skeletts (z. B. Arthrose)
- ▶ Kenntnis der typischen Röntgenbefunde bei Infektionen und Inflammationen, metabolischen Erkrankungen und häufigen Knochentumoren

Fähigkeiten und Fertigkeiten

- ▶ Auffinden und Benennen der wichtigsten anatomischen Strukturen des muskuloskeletalen Systems in Röntgenaufnahmen, CT und MRT
- ▶ Erkennen und Differenzieren der häufigsten Frakturen auf Röntgenaufnahmen des Skelettsystems (z. B. Colles-Fraktur)
- ▶ Kommunikation von Vorgehensweise, Nutzen und Risiken verschiedener radiologischer Untersuchungen des muskuloskeletalen Systems an Patienten und ihre Angehörigen
- ▶ Mitteilung der Ergebnisse radiologischer Untersuchungen des muskuloskeletalen Systems an Patienten und ihre Angehörigen

R-2.8 Neuroradiologie

Wissensinhalte

- ▶ Kenntnis der normalen Anatomie der wichtigsten Strukturen des Gehirns, der Kalotte und Schädelbasis, sowie der Wirbelsäule und des Spinalkanals in CT und MRT
- ▶ Verständnis der typischen radiologischen Veränderungen beim ischämischen und hämorrhagischen Schlaganfall in CT und MRT
- ▶ Kenntnis der typischen radiologischen Befunde bei Verletzungen des Gehirns und der Wirbelsäule in CT und MRT
- ▶ Kenntnis der typischen radiologischen Befunde bei Erkrankungen der weißen Substanz und neurodegenerativen Erkrankungen in CT und MRT
- ▶ Kenntnis der typischen radiologischen Befunde bei häufigen Tumoren von Gehirn und Wirbelsäule
- ▶ Kenntnis der typischen radiologischen Befunde bei Entzündungen von Gehirn und Hirnhäuten

Fähigkeiten und Fertigkeiten

- ▶ Abgrenzen und Benennen der wichtigsten normalen anatomischen Strukturen des Gehirns und der Wirbelsäule
- ▶ Erkennen und Differenzieren der unterschiedlichen Arten der intrakraniellen Blutung in CT und MRT
- ▶ Erkennen der radiologischen Zeichen einer Rückenmarkskompression
- ▶ Kommunikation von Vorgehensweise, Nutzen und Risiken verschiedener neuroradiologischer Untersuchungen an Patienten und ihre Angehörigen
- ▶ Mitteilung der Ergebnisse neuroradiologischer Untersuchungen an Patienten und ihre Angehörigen

R-2.9 Thoraxradiologie

Wissensinhalte

- ▶ Kenntnis der normalen Anatomie der wichtigsten Strukturen von Atemwegen und Lunge, Herz, großen Gefäßen, Mediastinum und Thoraxwand auf Röntgenuntersuchungen des Thorax und in der CT
- ▶ Kenntnis der radiologischen Darstellung von typischen Fremdmaterialien auf Röntgenuntersuchungen des Thorax, einschließlich Endotrachealtubus, zentralvenöse Katheter, Magensonden, Herzschrittmacher und Defibrillatoren
- ▶ Kenntnis der typischen Darstellung eines Pleuraergusses in Röntgenuntersuchungen des Thorax und dessen häufiger Ursachen
- ▶ Kenntnis der typischen Darstellung und der klinischen Bedeutung eines Pneumothorax und eines Spannungspneumothorax in Röntgenuntersuchungen des Thorax
- ▶ Kenntnis der Darstellung typischer und atypischer pneumonischer Infiltrate in Röntgenuntersuchungen des Thorax und in der CT
- ▶ Kenntnis der typischen Darstellung eines Emphysems in Röntgenuntersuchungen des Thorax und in der CT
- ▶ Kenntnis der typischen Darstellung von Bronchialkarzinomen und Lungenmetastasen in Röntgenuntersuchungen des Thorax und in der CT
- ▶ Kenntnis der Darstellung unterschiedlicher mediastinaler Raumforderungen in Röntgenuntersuchungen des Thorax und in der CT

Fähigkeiten und Fertigkeiten

- ▶ Abgrenzung und Benennung der folgenden Strukturen auf posterior-anteriore (p.a.) und seitlichen Röntgenuntersuchungen des Thorax: Fissuren und lobäre Begrenzungen der Lunge, Tra-

chea, Hauptbronchien, Vorhöfe und Kammern des rechten und linken Herzens, Lungenarterien, Aorta, mediastinale Anteile und Zwerchfell

- ▶ Zuverlässiges Erkennen von richtigen Lagen und Fehllagen von Fremdmaterialien in Röntgenuntersuchungen des Thorax: Endotrachealtubus, zentralvenöse Katheter, Magensonden, Herzschrittmacher und Defibrillatoren
- ▶ Erkennen und Beschreiben der folgenden Zeichen auf Röntgenuntersuchungen des Thorax: Bronchopneumogramm (Aerobronchogramm), Luftsichelzeichen, Deep Sulcus Sign
- ▶ Erkennen und Beschreiben von pneumonischen Infiltraten, Emphysem, Raumforderungen von Lunge und Mediastinum, Pleuraergüssen und Pneumothorax auf Röntgenbildern des Thorax
- ▶ Sicheres Erkennen eines Spannungspneumothorax auf Röntgenbildern des Thorax
- ▶ Kommunikation von Vorgehensweise, Nutzen und Risiken verschiedener diagnostischer und interventioneller (z. B. Pleurapunktion, Thoraxdrainage) radiologischer Verfahren zur Untersuchung des Thorax an Patienten und ihre Angehörigen
- ▶ Mitteilung der Ergebnisse radiologischer Untersuchungen des Thorax an Patienten und ihre Angehörigen

R-2.10 Urogenitale Radiologie

Wissensinhalte

- ▶ Kenntnis der normalen Anatomie der Nieren, des Retroperitoneums, der Ureteren, der Blase, der Urethra und des Genitaltrakts in Sonografie, CT und MRT
- ▶ Verständnis des Umgangs mit Kontrastmitteln bei Nierenversagen
- ▶ Kenntnis der typischen radiologischen Befunde der häufigsten Erkrankungen der Niere und der ableitenden Harnwege
- ▶ Kenntnis der typischen radiologischen Befunde der häufigsten Erkrankungen der Prostata und der Hoden

Fähigkeiten und Fertigkeiten

- ▶ Abgrenzen und Benennen der wichtigsten anatomischen Strukturen des urogenitalen Systems in Ultraschalluntersuchungen, CT und MRT
- ▶ Erkennen der typischen radiologischen Zeichen für eine Harnwegsobstruktion in Sonografie, CT und MRT
- ▶ Durchführen einer orientierenden Ultraschalluntersuchung der Nieren und des Beckens unter Anleitung
- ▶ Kommunikation von Vorgehensweise, Nutzen und Risiken verschiedener radiologischer Untersuchungen des Urogenitaltrakts an Patienten und ihre Angehörigen
- ▶ Mitteilung der Ergebnisse radiologischer Untersuchungen des Urogenitaltrakts an Patienten und ihre Angehörigen

Institute

- ¹ Institute of Clinical Radiology, Ludwig Maximilians University – Großhadern Campus, Munich, Germany
- ² Department of Radiology and Nuclear Medicine, University Hopsital Schleswig Holstein Luebeck Campus, Germany
- ³ Diagnostic and Interventional Radiology, Philipps University, Marburg, Germany
- ⁴ Paediatric Radiology, Institute for Diagnostic and Interventional Radiology, Jena, Germany
- ⁵ Radiological Institute, University Hospital Erlangen, Germany
- ⁶ Institute of Diagnostic and Interventional Radiology, Hannover Medical School, Germany
- ⁷ Clinic and Policlinic for Diagnostic and Interventional Radiology, Leipzig, Germany

Literatur

- 1 <http://www.wissenschaftsrat.de/download/archiv/4017-14.pdf>; last accessed August 1, 2016
- 2 http://www.nklm.de/files/nklm_final_2015-07-03.pdf; last accessed August 1, 2016
- 3 Hautz SC, Hautz WE, Keller N et al. The scholar role in the National Competence Based Catalogues of Learning Objectives for Undergraduate Medical Education (NKLM) compared to other international frameworks. *Ger Med Sci* 2015; 13: Doc20
- 4 <http://scllo.smifk.ch/scllo2008/fulltext>; last accessed August 2, 2016
- 5 https://www.myesr.org/html/img/pool/ESR_2014_ESR-EuropeanTrainingCurriculum_U-LEVEL.pdf; last accessed August 1, 2016
- 6 Schober A, Pieper CC, Schmidt R et al. "Anatomy and imaging": 10 years of experience with an interdisciplinary teaching project in preclinical medical education – from an elective to a curricular course. *Fortschr Röntgenstr* 2014; 186: 458–465
- 7 Dettmer S, Schmiedl A, Meyer S et al. Radiological anatomy – evaluation of integrative education in radiology. *Fortschr Röntgenstr* 2013; 185: 838–843
- 8 Phillips AW, Smith SG, Straus CM. The role of radiology in preclinical anatomy: a critical review of the past, present, and future. *Acad Radiol* 2013; 20: 297–304
- 9 Miles KA. Diagnostic imaging in undergraduate medical education: an expanding role. *Clin Radiol* 2005; 60: 742–745
- 10 Dettmer S, Weidemann J, Fischer V et al. Integrative teaching in radiology – a survey. *Fortschr Röntgenstr* 2015; 187: 260–268
- 11 Thurley P, Dennick R. Problem-based learning and radiology. *Clin Radiol* 2008; 63: 623–628
- 12 Collins J. Teacher or educational scholar? They aren't the same. *J Am Coll Radiol* 2004; 1: 135–139
- 13 Morton DA, Colbert-Getz JM. Measuring the impact of the flipped anatomy classroom: The importance of categorizing an assessment by Bloom's taxonomy. *AnatSci Educ*; DOI: 10.1002/ase.1635. PMID: 27427860

