

# Curriculum für die Facharztausbildung und die Weiterbildung in der Muskuloskelettalen Radiologie

## Autoren

Rainer Braunschweig<sup>1</sup>, Rolf Janka<sup>2</sup>, Marc Regier<sup>3</sup>

Vorstand der AG Bildgebende Verfahren des Bewegungsapparates in der DRG

## Institute

- 1 Von Wedderkopstraße 2–4, 23847 Steinhorst
- 2 Radiologisches Institut, Universitätsklinikum Erlangen, Maximiliansplatz 3, 91054 Erlangen
- 3 Radiologie München, Burgstraße 7, 80331 München

## Bibliografie

DOI <https://doi.org/10.1055/a-1091-4072>

Online-Publikation: 2020

Fortschr Röntgenstr 2020; 192: 408–417

© Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart · New York

ISSN 1438-9029

## Korrespondenzadresse

Prof. Marc Regier  
Radiologie München, Burgstraße 7, 80331 München,  
Germany  
Tel.: ++49/89/2 12 19 64 26  
[m.regier@radiologie-muenchen.de](mailto:m.regier@radiologie-muenchen.de)

## Begleitwort

### Die AG Bildgebende Verfahren des Bewegungsapparates (AG BVB) in der Deutschen Röntgengesellschaft (DRG) stellt ein umfassendes und präzisiertes Facharzt- und Weiterbildungs-Curriculum vor – Warum?

Die Radiologie ist ein klinisches Fachgebiet, das seine Attraktivität aus der fachspezifischen Kombination zweier ärztlicher Aufgaben bezieht: Patientenorientierung und klinische Interdisziplinarität.

Diese begründen und sichern den hohen klinischen und damit auch wirtschaftlichen Wert der Bildgebung in z. B. evidenz- und leitlinienbasierten Versorgungskonzepten.

Der Mediziner/der Radiologe wird zum Arzt durch die Wahrnehmung seiner klinischen Aufgabe – d. h. durch den Patienten.

Um dieser Versorgungsaufgabe gerecht zu werden, sind grundsätzlich 3 akademische Umsetzungsebenen nötig:

- wissenschaftliche Erkenntnis (Forschung),
- Wissensvermittlung (Lehre) und
- klinische Anwendung (Patientenversorgung).

Die Wissensanwendung durch praktische Fähigkeiten und die kollegial-interdisziplinäre Zusammenarbeit sind die wesentlichen Voraussetzungen. Die Ausbildung von Ärzten/-innen dient vor allem der Sicherstellung der Gesundheitsversorgung der Bevölkerung.

„Bilder sind Dokumente des Augenscheins“ („Radiologische Fachgutachten“; Hrsg. F.H.W. Heuck, Springer 1998) – diese

grundlegende Funktion der Bildgebenden Diagnostik ist der Kern-Beitrag der Radiologie in Kliniken und Praxen.

In der Radiologie umfasst daher die Ausbildungsverantwortung gegenüber den Patienten,

- die subtile Kenntnis der bildgebenden Verfahren, insbesondere
- deren leistungsadäquate und patienten- und damit fragestellungsorientierte Indikation (Strahlenschutzgesetz und -verordnung) und
- deren evidenzbasierte Durchführung und Beurteilung.

Um dies sicherzustellen hat die Musterweiterbildungsordnung das Fachgebiet der Radiologie dankenswerterweise grundlegend gestärkt und die DRG die fachliche Aus-, Fort- und Weiterbildung im Sinne der konsequenten Qualitätssicherung in allen Teilbereichen der Bildgebenden Diagnostik aktuell und umfassend präzisiert.

Neben der Koordination und Präsentation nationaler und internationaler wissenschaftlicher Aktivitäten stehen eine Vielzahl strukturierter Weiterbildungsangebote für alle Ausbildungsebenen in unterschiedlichen Formaten zur Verfügung.

Die AG Bildgebende Verfahren des Bewegungsapparates hat vor diesem Hintergrund ein sowohl national orientiertes als auch international basiertes Curriculum zur Facharztausbildung entwickelt und mit weiterführenden Spezialisierungen und Zertifikaten ergänzt. Damit trägt die Deutsche Röntgengesellschaft ihrem Anspruch Rechnung, das gesamte Fachgebiet umfassend klinisch zu vertreten, und schafft inhaltliche Voraussetzungen für die adäquate wissensbasierte Versorgung unserer Patienten.

Nachfolgend stellt die AG Bildgebende Verfahren des Bewegungsapparates

- Aus- und Weiterbildungsinhalte vor,
- erläutert deren Inhalte und Zielsetzung und

Das Begleitwort zum Curriculum für die Facharztausbildung und die Weiterbildung in der Muskuloskelettalen Radiologie wird parallel in der Zeitschrift Der Radiologe, 5/2020 (DOI 10.1007/s00117-020-00680-8) publiziert.

- bindet diese in den umfassenden Kanon der bildgebenden Verfahren aller Organsysteme (DRG) ein.

Besonderer Wert wird neben den Inhalten auf ein zueinander komplementäres klinisches Aus- und Weiterbildungssystem aus

- ärztlich-klinischer Tätigkeit,
- Kursen und Kongressbesuchen sowie
- digitalen Weiterbildungs- und interaktiven Prüfungsformaten

gelegt. Digitale Repetitionssysteme („Akademie für Fort- und Weiterbildung in der Radiologie“/„conrad“) sind originärer Bestandteil des Trainingsangebots.

Zusammenfassend stellt das hier vorgestellte MSK-Curriculum die klinischen Grundlagen für eine gleichermaßen umfassende wie spezialisierte Aus- und Weiterbildung sicher.

Dabei sind fachliches Wissen und dessen klinische Anwendung und die wissenschaftliche Weiterentwicklung Bestandteil des Aus- und Weiterbildungsangebots und stellen sich den klinischen Herausforderungen an das Fachgebiet. Die klinisch notwendige ganzheitliche Vertretung der Bildgebenden Diagnostik in der Radiologie wird damit sowohl gegenüber den klinischen Kollegen/-innen als auch gegenüber den Patienten/-innen sichergestellt.

## Begriffsdefinitionen:

- Inhalte:
  - „**Kenntnisse**“: **abrufbares Wissen** (Standard- und Spezialliteratur, klinische Erfahrung, Wissensinhalte aus den Weiterbildungseinrichtungen)
  - „**Verständnis**“: **prinzipielle Einordnung von Zusammenhängen** (praktische Erfahrung, Studienwissen, Literatur)
  - „**Fähigkeiten und Fertigkeiten**“: **praktische, ärztlich-klinische Erfahrungen** (belegbare Zahlen von durchgeführten Injektionen, Interventionen, Durchleuchtungen und z. B. Notfallsituationen, interdisziplinäre, kollegiale und patientenorientierte Kommunikation)
- **Graduierungen** (in absteigender Wichtung)
  - „**komplett**“: in der Literatur verfügbare Wissensinhalte
  - „**umfassend**“: klinisch relevante Wissensinhalte
  - „**grundlegend**“: prinzipielle Wissensinhalte

Inhaltsverzeichnis		
I	Lerninhalte Facharztstandard MSK-Radiologie	409
I.1	Allgemein	409
I.2	Wissen	410
I.2.1	Traumata – akut und Verlaufskontrollen	410
I.2.2	Infektionen	410
I.2.3	Tumoren und tumor-like lesions	410
I.2.4	Hämatologische Erkrankungen	410
I.2.5	Metabolische, endokrine und toxische Erkrankungen	410
I.2.6	Gelenke	411
I.2.7	Kongenitale und Entwicklungsstörungen	411
I.2.8	Verschiedenes	411

Inhaltsverzeichnis		
I.3	KOMPETENZEN (Fertigkeiten und Fähigkeiten)	411
I.3.1	Technisch-klinische Anwendungen	411
I.3.2	Klinisch-radiologische Tätigkeiten	411
II	Lerninhalte Q1 Spezialwissen MSK-Radiologie	412
II.1	Allgemein	412
II.2	Wissen	412
II.2.1	Traumata – akut und Verlaufskontrolle	412
II.2.2	Infektionen	412
II.2.3	Tumoren und tumor-like lesions	413
II.2.4	Hämatologische Erkrankungen	413
II.2.5	Metabolische, endokrine und toxische Erkrankungen	413
II.2.6	Gelenke	413
II.2.7	Kongenitale und Entwicklungsstörungen	413
II.2.8	Verschiedenes	413
II.3	KOMPETENZEN (Fertigkeiten und Fähigkeiten)	413
II.3.1	Technisch-klinische Anwendungen	413
II.3.2	Klinisch-radiologische Tätigkeiten	414
III	Lerninhalte Q2 Expertenwissen MSK-Radiologie	414
III.1	Allgemein	414
III.2	Wissen	415
III.2.1	Traumata – akut und Verlaufskontrolle	415
III.2.2	Infektionen	415
III.2.3	Tumoren und tumor-like lesions	415
III.2.4	Hämatologische Erkrankungen	415
III.2.5	Metabolische, endokrine und toxische Erkrankungen	416
III.2.6	Gelenke	416
III.2.7	Kongenitale und Entwicklungsstörungen	416
III.2.8	Verschiedenes	416
III.3	KOMPETENZEN (Fertigkeiten und Fähigkeiten)	416
III.3.1	Technisch-klinische Anwendungen	416
III.3.2	Klinisch-radiologische Tätigkeiten	417

## I. Lerninhalte Facharztstandard MSK-Radiologie (5 Jahre/60 Monate)

### I.1 Allgemein

- **Umfassende Kenntnisse der Anatomie** aller für die Bildung des Bewegungsapparates relevanten Strukturen
- **Grundlegende Kenntnisse über normale Skelettvarianten**, die Krankheiten imitieren können (z. B. Sesambeine oder „Schaltknochen“ vs. Frakturen)
- **Grundlegendes Verständnis** der Stufen der „**Skelettentwicklung**“
- **Grundlegende Kenntnisse** der Embryologie des Skeletts

- **Komplette Kenntnisse** der **klinischen Indikationen**, Kontraindikationen und potenziellen Gefahren (z. B. Strahlenbelastung, Verfahrensbelastung) der bildgebenden Verfahren bei muskuloskelettalen Erkrankungen und bei Traumata
- **Grundlegende Kenntnisse** klinischer, insbesondere chirurgischer und internistischer, pathologischer und pathophysiologischer **Zusammenhänge des Bewegungsapparates**
- **Umfassende Kenntnisse der Bildgebungsmerkmale** (lexikalisierte Befundkriterien) und klinischen Manifestationen von **Erkrankungen und Traumata des Bewegungsapparates** in der Projektionsradiografie, CT, MRT, Durchleuchtung (z. B. Arthrografie und Funktionsanalysen) und im Ultraschall
- **Grundlegende Kenntnisse der Differenzialdiagnosen**, die für das klinische und bildgebende Erscheinungsbild von Erkrankungen oder Traumata des Bewegungsapparates relevant sind

## I.2 Wissen

### I.2.1 Traumata – akut und Verlaufskontrollen

- **Grundlegende Kenntnisse der Klassifizierungen** von Frakturen und Luxationen, z. B. **systematische Grundlagen** der Outcome-, morphologisch- oder operativ-orientierten (z. B. AO- oder organspezifisch-operativ orientierte (z. B. Weber- oder Pauwels-)) oder Verletzungsmechanismus- bzw. funktionell-orientierte **Klassifikationen** (z. B. Essex-Lopresti- oder Maisonneuve-Fraktur)
- **Umfassende Kenntnisse** typischer und **lexikalisierter Bildkriterien** und **grundlegende** klinische Kenntnisse von:
  - Frakturen und Luxationen im Erwachsenen skelett (ab 14 Jahre/s. I.2.1.)
  - der Skelettentwicklung
  - chondralen und osteochondralen Läsionen (z. B. *Osteochondrose dissecans* vs. *flake-fracture*)
  - Konsolidierungsprozessen und Komplikationen bei Frakturen und Luxationen (z. B. *verzögerte Konsolidierung*, *Pseudarthrose*, *avaskuläre Nekrose*, *Reflexdystrophie*, *komplexes und/oder regionales Schmerzsyndrom*, *Myositis ossificans* etc.)

#### I.2.1.1 Frakturen und Luxationen im Einzelnen als Schwerpunktaufzählung

- Stressfrakturen, einschließlich Ermüdungs- und Insuffizienzbrüchen
- Schädel- und Gesichtsschädelfrakturen
- (Ausriss-) Avulsionsfrakturen
- pathologische, nichttraumatische Frakturen
- Frakturen der Wirbelsäule, einschließlich der Spondylolyse
- Frakturen und Luxationen der Schulter (*Klavikulafrakturen*, *Skapulafrakturen* und *Schulterluxation*/„habituelle“ Instabilitäten)
- Frakturen und Luxationen der oberen Gliedmaßen (z. B. *Humerusfrakturen*, *Ellenbogenfrakturen* und *-luxationen*, *proximale* und *distale Unterarmfrakturen* und *-luxationen*, *Handgelenkfrakturen*/*-luxationen* und *Handfrakturen* und *-luxationen*)
- Frakturen und Luxationen des Beckens einschließlich Weichteilverletzungen
- Frakturen und Luxationen der unteren Extremitäten (z. B. *Hüftfrakturen* und *-luxationen*, *Femurfrakturen*, *Tibia-* und *Fibulafrakturen* (einschließlich des Sprunggelenks), *Rückfußfrakturen*, *Tarsometatarsalfrakturen* und *-luxationen* sowie *Vorfußfrakturen* und *-luxationen*)
- Verletzungen oder Gefügestörungen
  - des Schultergelenks (z. B. *der Rotatorenmanschette*, *des Glenoid-Labrum-Komplexes* und *der Bizepssehne*)
  - des Handgelenks (z. B. *des Discus triangularis* und *der interkarpalen Bänder*)
  - des Hüftgelenks (z. B. *femoroacetabuläres Impingement*)
  - des Knies (z. B. *Meniskus*, *Kreuzband-* und *Kollateralbänder*)
  - des Sprunggelenks (z. B. *der Hauptsehnen* und *Bänder*)

### I.2.2 Infektionen

- **Grundlegende Kenntnisse typischer Bildkriterien** und **grundlegende Kenntnisse klinischer Merkmale**
  - der akuten, subakuten und chronischen hämatogenen Osteomyelitis
  - der posttraumatischen und postoperativen (Implantat-) Osteomyelitis

### I.2.3 Tumoren und tumor-like lesions

- **Grundlegende Kenntnisse der typischen Bildkriterien**, Prinzipien der Tumorcharakterisierung und des Stagings (z. B. klinisch, pathologisch-anatomisch/histologisch)
  - von knochenbildenden Tumoren (z. B. Osteom, Osteoidosteom, Osteoblastom, Osteosarkom (typische Formen und Varianten))
  - von knorpelbildenden Tumoren (z. B. Osteochondrom, Enchondrom, Chondroblastom, Chondrosarkom (zentral und peripher))
  - von fibrösen Tumoren (z. B. fibröser Kortikalisdefekt, nicht ossifizierendes Fibrom, fibröse Dysplasie)
  - von hämatopoetischen und retikuloendothelialen Tumoren (z. B. Riesenzelltumor, Langerhans-Zellhistiozytose, maligne Rundzelltumoren (Ewing-Sarkom, Lymphom und Leukosen, Myelom, Plasmozytom))
  - einfacher und aneurysmatischer Knochenzysten
  - von Metastasen
  - von „don't touch lesions“
  - von Tumoren des Fettgewebes (z. B. Lipom und Liposarkom)
  - von Tumoren neuronalen Ursprungs (z. B. Neurofibrom und Schwannom)
  - von Tumoren vaskulären Ursprungs (z. B. Hämangiom)
  - von Weichteilsarkomen

### I.2.4 Hämatologische Erkrankungen

- **Grundlegende Kenntnisse der Bildkriterien** und der **klinischen Merkmale** der Myelofibrose

### I.2.5 Metabolische, endokrine und toxische Erkrankungen

- **Grundlegende Kenntnisse der Bildkriterien** und **klinischen Merkmale**
  - der Osteomalazie
  - des primären, sekundären und tertiären Hyperparathyreoidismus (einschließlich chronischer Niereninsuffizienz)

- der Osteoporose (einschließlich grundlegender Konzepte der Knochenbildung und Knochendichtemessung)

### 1.2.6 Gelenke

#### ▪ **Umfassende Kenntnisse der Bildkriterien und klinischer Merkmale**

- degenerativer Erkrankungen der Wirbelsäulen-, Bandscheiben- und Facettengelenke, der Becken- und peripherer Gelenke
- entzündlicher Erkrankungen (z. B. *rheumatoide Arthritis, juvenile rheumatoide Arthritis, Spondylitis ankylosans, psoriatische Arthritis, enteropathische Arthropathien und infektiöse Arthritis (pyogen und tuberkulös), seronegative Arthritiden*)
- von Kristallarthropathien (*Pyrophosphat-Arthropathie, Hydroxyapatit-Ablagerungskrankheit und Gicht*)

#### ▪ **Grundlegende Kenntnisse der Bildkriterien und klinischer Merkmale**

- von tumorartigen Gelenkveränderungen (z. B. Ganglion, synoviale Chondromatose, Morton-Neurom und pigmentierte villonoduläre Synovitis)
- bei Neuropathien (diabetischer Fuß, Charcot-Gelenke und Pseudo-Charcot-Gelenk (steroidinduziert))
- in der Endo- und Revisionsprothetik (Hüfte und Knie)

### 1.2.7 Kongenitale und Entwicklungsstörungen

#### ▪ **Grundlegende Kenntnisse der Bildkriterien und klinischer Merkmale**

- angeborener Erkrankungen der Wirbelsäule (z. B. Skoliose (kongenitale und idiopathische) und Dysraphien (inkomplett und komplett))
- angeborener Hand- und Handgelenkstörungen (z. B. Madelung-Deformität (idiopathische und andere Ursachen))
- von Erkrankungen der Hüfte (z. B. Hüftdysplasie, M. Perthes, Epiphysiolyse)
- der angeborenen Koalitionen (z. B. Tarsalkoalition)
- angeborener Knochenentwicklungsstörungen (z. B. Achondroplasia und osteogenesis imperfecta)
- angeborener Knochendichtestörungen (z. B. Osteopetrose, Melorheostose und Osteopoikilie)
- tumorähnlicher Läsionen (z. B. Exostosen/Osteochondrome) und M. Ollier)

### 1.2.8 Verschiedenes

#### ▪ **Umfassende Kenntnisse der Bildkriterien und grundlegende Kenntnisse klinischer Merkmale**

- des M. Paget
- der transienten Osteoporose/-penie
- der Osteonekrosen (*aseptische, traumatische etc.*)
- der Weichteilverkalkungen/Weichteilossifikation

## 1.3 KOMPETENZEN (Fertigkeiten und Fähigkeiten)

### 1.3.1 Technisch-klinische Anwendungen

- **Auswahl** der geeignetsten Bildgebungsmethode des Bewegungsapparates abhängig vom klinischen Problem (klinische Fragestellung/rechtfertigende Indikation)

- **Auswahl** des am besten geeigneten Kontrastmittels und seine optimale Verwendung (Dosierung, Flow-Protokoll) entsprechend der Bildgebungstechnik und der klinischen Fragestellung bei der Bildgebung des Bewegungsapparates
- **Durchführung** dynamischer Funktionsstudien der Wirbelsäule und der Gelenke
- **Grundlagen** der Einstellungstechniken der Projektionsradiografie des Stammskeletts und der Extremitäten einschließlich aller Spezialeinstellungen
- **Wissen über die Durchführung einfacher** bildgesteuerter, perkutaner Biopsien, Drainagen und Schmerztherapien des Bewegungsapparates (*Durchführung von komplexen bildgesteuerten Biopsien, Drainagen und Schmerztherapien (z. B. Ganglion-Blockaden) des Bewegungsapparates unter Aufsicht*)
- **Planung einer CT-Untersuchung** des Bewegungsapparates bei individueller klinischer Situation und Fragestellung (individuelle Anwendung, keine standardisierte Protokollsituation – z. B. Notfall – Beachtung des ALARA-Prinzips)
- **Planung einer MRT-Untersuchung** des Bewegungsapparates bei individueller klinischer Situation und Fragestellung im Hinblick auf räumliche Auflösung, Wahl der Sequenzen und die mögliche Verwendung intravenöser und/oder intrakavitärer Kontrastmittel (z. B. direkte vs. indirekter Arthrografie)
- **Grundlegende Kenntnisse** über die Durchführung von Kontrastmittelinjektionen in Gelenke (z. B. *Hüfte, Schulter und Handgelenk (z. B. MR-, CT-Arthrografie)*)
- **Sichere Anwendung** von Nachbearbeitungsalgorithmen für Bildgebungsstudien im Muskel- und Skelettbereich, einschließlich multiplanarer Reformation (MPR), Maximalintensitätsprojektion (MIP), Minimalintensitätsprojektion (MinIP) und Fusion von Bildern oder Bildstudien

### 1.3.2 Klinisch-radiologische Tätigkeiten

- **Umfassende Kenntnisse zur Indikationsstellung** diagnostischer und interventioneller Verfahren des Bewegungsapparates
- **Umfassende Kenntnisse zur Moderation** unterschiedlicher bildgebender Verfahren zur Beurteilung von Erkrankungen des Bewegungsapparates
- **Umfassende Kommunikation mit dem Patienten** zur Aufklärung, Beratung und Erlangung der Einverständniserklärung vor der diagnostischen Bildgebung oder vor interventionellen Verfahren des Bewegungsapparates sowie bei der Befunderläuterung (*inkl. Angehöriger*)
- **Komplette Kenntnisse zur optimalen Wahl der Bildgebungsparameter** für Röntgen- (ALARA-Prinzip/Strahlenschutzgesetzgebung), Ultraschall-, CT- (ALARA-Prinzip/Strahlenschutzgesetzgebung) und MRT-Untersuchungen des Bewegungsapparates
- Überwachung und Unterweisung des technischen Personals zur Sicherstellung geeigneter Untersuchungsdokumente (hard- und soft-copy, DIN-Normierungen) des Bewegungsapparates
- Sichere Beherrschung der Qualitätskontrollvorgaben (DIN-Normen 6868, Leitlinien der Bundesärztekammer in jeweils

aktueller Fassung) von Bildgebungsuntersuchungen des Bewegungsapparates

- **Komplette Beherrschung** der Befundung und Beurteilung der relevanten bildgebenden Verfahren (Projektionsradiografie, CT, MR, Durchleuchtung, DSA und in Grundsätzen des Ultraschalls) des Bewegungsapparates unter Verwendung standardisierter Befundvorgaben (z. B. strukturierte Befundung, lexikalisierte Bildkriterien, Befundaufbau – DIN-Normen)
- **Grundlegende Fähigkeiten und Fertigkeiten** zur klinischen Untersuchung des Bewegungsapparates (s. auch „rechtfertigende Indikation“/Strahlenschutzgesetzgebung)
- **Grundlegende Kenntnisse** in der Befundung des Bewegungsapparates nach internationalen Standards (RECIST, WHO)
- **Sichere Erkennung von Notfällen**
- **Erfahrungen** in der interdisziplinären Befunddiskussion und in der kollegialen Fallbesprechung

## II. Lerninhalte Q1 Spezialwissen MSK-Radiologie

### II.1 Allgemein

- **Komplette Kenntnisse der Anatomie** aller für die Bildgebung des Bewegungsapparates relevanten Strukturen
- **Umfassende Kenntnisse** über **normale Skelettvarianten**, die Krankheiten imitieren können (z. B. Sesambeine oder „Schaltknochen“ vs. Frakturen)
- **Umfassendes Verständnis** der Stufen der „**Skelettentwicklung**“
- **Grundlegende Kenntnisse** der Embryologie des Skeletts
- **Komplette Kenntnisse** der **klinischen Indikationen**, Kontraindikationen und potenziellen Gefahren (z. B. Strahlenbelastung, Verfahrensbelastung) der bildgebenden Verfahren bei muskuloskelettalen Erkrankungen und bei Traumata
- **Umfassende Kenntnisse** klinischer, insbesondere chirurgischer und internistischer, pathologischer und pathophysiologischer **Zusammenhänge des Bewegungsapparates**
- **Umfassende Kenntnisse der Bildgebungsmerkmale** (lexikalisierte Befundkriterien) und klinischen Manifestationen von **Erkrankungen und Traumata des Bewegungsapparates** in der Projektionsradiografie, CT, MRT, Durchleuchtung (z. B. Arthrografie und Funktionsanalysen) und im Ultraschall
- **Umfassende Kenntnisse der Differenzialdiagnosen**, die für das klinische und bildgebende Erscheinungsbild von Erkrankungen oder Traumata des Bewegungsapparates relevant sind

### II.2 Wissen

#### II.2.1 Traumata – akut und Verlaufskontrolle

- **Umfassende Kenntnisse der Klassifizierungen** von Frakturen und Luxationen, z. B. systematische Grundlagen der Outcome-, morphologisch- oder operativ-orientierten (z. B. AO- oder organspezifisch-operativ orientierte (z. B. Weber- oder Pauwels-)) oder Verletzungsmechanismus- bzw. funktionell-orientierten (z. B. Essex-Lopresti- oder Maisonneuve-Fraktur) Klassifikationen

- **Umfassende Kenntnisse** typischer und **lexikalisierter Bildkriterien** und **grundlegende klinische Kenntnisse** von:
  - Frakturen und Luxationen im Erwachsenen skelett (ab 14 Jahre/s. I.2.1.)
  - der Skelettentwicklung
  - chondralen und osteochondralen Läsionen (z. B. *Osteochondrose dissecans* vs. *flake-fracture*)
  - Konsolidierungsprozessen und Komplikationen bei Frakturen und Luxationen (z. B. *verzögerte Konsolidierung*, *Pseudarthrose*, *avaskuläre Nekrose*, *Reflexdystrophie*, *komplexes und/oder regionales Schmerzsyndrom*, *Myositis ossificans* etc.)

#### II.2.1.1 Frakturen und Luxationen im Einzelnen als Schwerpunktaufistung

- Stressfrakturen, einschließlich Ermüdungs- und Insuffizienzbrüchen
- Schädel- und Gesichtsschädelfrakturen
- (Ausriss-) Avulsionsfrakturen und Insertionstendopathien
- pathologische, nichttraumatische Frakturen
- Frakturen der Wirbelsäule, einschließlich der Spondylolyse
- Frakturen und Luxationen der Schulter (z. B. sternoklavikuläre und akromioklavikuläre Luxationen, Klavikulafrakturen, Skapulafrakturen und Schulterluxation/„habituelle“ Instabilitäten)
- Frakturen und Luxationen der oberen Gliedmaßen (z. B. Humerusfrakturen, Ellenbogenfrakturen und -luxationen, proximale und distale Unterarmfrakturen und -luxationen, Handgelenkfrakturen/-luxationen und Handfrakturen und -luxationen)
- Frakturen und Luxationen des Beckens einschließlich Weichteilverletzungen
- Frakturen und Luxationen der unteren Extremitäten (z. B. Hüftfrakturen und -luxationen, Femurfrakturen, Tibia- und Fibulafrakturen (einschließlich des Sprunggelenks), Rückfußfrakturen, Tarsometatarsalfrakturen und -luxationen sowie Vorfußfrakturen und -luxationen)
- Verletzungen oder Gefügestörungen
  - des Schultergelenks (z. B. *der Rotatorenmanschette*, *des Glenoid-Labrum-Komplexes* und *der Bizepssehne*)
  - des Ellbogengelenks
  - des Handgelenks (z. B. *des Discus triangularis* und *der interkarpalen Bänder*)
  - der Finger
  - des Hüftgelenks (z. B. *Labrum* und *FAI*)
  - des Knies (z. B. *der Menisken*, *Kreuz- und Kollateralbänder* und *der posterolateralen Ecke*)
  - des Sprunggelenks (z. B. *der Hauptsehnen*, *des Innen- und Außenbandapparates* und *des Tibiospringligaments*)
  - der Fußwurzel- und Zehengelenke

#### II.2.2 Infektionen

- **Umfassende Kenntnisse typischer Bildkriterien** und **grundlegende Kenntnisse klinischer Merkmale**
  - der akuten, subakuten und chronischen hämatogenen Osteomyelitis
  - der posttraumatischen und postoperativen (Implantat-) Osteomyelitis
  - der Tuberkulose des Bewegungsapparates

### II.2.3 Tumoren und tumor-like lesions

- **Umfassende Kenntnisse der typischen Bildkriterien**, Prinzipien der Tumorcharakterisierung und des Stagings (z. B. klinisch, pathologisch-anatomisch/histologisch)
  - von knochenbildenden Tumoren (z. B. Osteom, Osteoidosteom, Osteoblastom, Osteosarkom (typische Formen und Varianten))
  - von knorpelbildenden Tumoren (z. B. Osteochondrom, Enchondrom, Chondroblastom, Chondromyxoid-Fibrom und Chondrosarkom (zentral und peripher))
  - von fibrösen Tumoren (z. B. fibröser Kortikalisdefekt, nicht ossifizierendes Fibrom, fibröse Dysplasie, Fibrosarkom, malignes fibröses Histiozytom)
  - von hämatopoetischen und retikuloendothelialen Tumoren (z. B. Riesenzelltumor, Langerhans-Zellhistiozytose, maligne Rundzelltumoren (Ewing-Sarkom, Lymphom und Leukosen), Myelom, Plasmozytom)
  - einfacher und aneurysmatischer Knochenzysten
  - von Metastasen
  - von „dont't touch lesions“
  - von Tumoren des Fettgewebes (z. B. Lipom und Liposarkom)
  - von Tumoren neuronalen Ursprungs (z. B. Neurofibrom und Schwannom)
  - von Tumoren vaskulären Ursprungs (z. B. Hämangiom)
  - von Weichteilsarkomen

### II.2.4 Hämatologische Erkrankungen

- **Grundlegende Kenntnisse der Bildkriterien** und der **klinischen Merkmale** von Hämoglobinopathien (z. B. Sichelzellanämie und Thalassämie)
- **Grundlegende** Kenntnisse der Bildkriterien und der klinischen Merkmale der Myelofibrose

### II.2.5 Metabolische, endokrine und toxische Erkrankungen

- **Grundlegende Kenntnisse der Bildkriterien** und der **klinischen Merkmale**
  - der Rachitis und Osteomalazie
  - des primären, sekundären und tertiären Hyperparathyreoidismus (*einschließlich chronischer Niereninsuffizienz*)
  - der Osteoporose (*einschließlich grundlegender* Konzepte der Knochenbildung und Knochendichtemessung)
  - der Fluorose und sonstiger Mineralosen

### II.2.6 Gelenke

- **Umfassende Kenntnisse der Bildkriterien** und **umfassende Kenntnisse der klinischen Merkmale**
  - degenerativer Erkrankungen der Wirbelsäulen-, Bandscheiben- und Facettengelenke, der Becken- und peripherer Gelenke
  - entzündlicher Erkrankungen (z. B. *rheumatoide Arthritis, juvenile rheumatoide Arthritis, Spondylitis ankylosans, psoriatische Arthritis, enteropathische Arthropathien und infektiöse Arthritis (pyogen und tuberkulös), seronegative Arthritiden*)
  - von Kristallarthropathien (*Pyrophosphat-Arthropathie, Hydroxyapatit-Ablagerungskrankheit und Gicht*)

- von tumorartigen Gelenkveränderungen (z. B. *Ganglion, synoviale Chondromatose, Morton-Neurom und pigmentierte villonoduläre Synovitis*)
- bei Neuropathien (*diabetischer Fuß, Charcot-Gelenke und Pseudo-Charcot-Gelenk (steroidinduziert)*)
- in der Endo- und Revisionsprothetik (*Hüfte und Knie*)

### II.2.7 Kongenitale und Entwicklungsstörungen

- **Grundlegende Kenntnisse der Bildkriterien** und der **klinischen Merkmale**
  - angeborener Erkrankungen der Wirbelsäule (z. B. *Skoliose (kongenitale und idiopathische) und Dysraphien (inkomplett und komplett)*)
  - angeborener Erkrankungen der Schulter (z. B. *Sprengels-Deformität*)
  - angeborener Hand- und Handgelenkstörungen (z. B. *Madelung-Deformität (idiopathische und andere Ursachen)*)
  - von Erkrankungen der Hüfte (z. B. *Hüftdysplasie, M. Perthes, Epiphysiolyse, femoroacetabuläres Impingement*)
  - der angeborenen Tarsalkoalition
  - von Knochendysplasien (z. B. *Dysmelien, Dysraphien, epi- und/oder metaphysäre Dysplasien etc. – s. „Orpha-Klassifikation“*)
  - bei multipler epiphysealer Dysplasie
  - angeborener Knochenentwicklungsstörungen (z. B. *Achondroplasie und osteogenesis imperfecta*)
  - angeborener Knochendichtestörungen (z. B. *Osteopetrose, Melorheostose und Osteopoikilie*)
  - tumorähnlicher Läsionen (z. B. *Exostosen/Osteochondrome und M. Ollier*)
  - der muskuloskelettalen Manifestationen der Neurofibromatose

### II.2.8 Verschiedenes

- **Umfassende Kenntnisse der Bildkriterien** und **grundlegende Kenntnisse der klinischen Merkmale**
  - des M. Paget
  - der Sarkoidose (z. B. *M. Jüngling*)
  - der Varianten der hypertrophen Osteoarthropathien (*seropositiv und -negativ*)
  - der transienten Osteoporose/-penie
  - der Osteonekrosen (aseptische, traumatische etc.)
  - der Weichteilverkalkungen/Weichteilossifikation

## II.3 KOMPETENZEN (Fertigkeiten und Fähigkeiten)

### II.3.1 Technisch-klinische Anwendungen

- **Auswahl** der geeignetsten Bildgebungsmethode des Bewegungsapparates abhängig vom klinischen Problem (klinische Fragestellung/rechtfertigende Indikation)
- **Auswahl** des am besten geeigneten Kontrastmittels und seine optimale Verwendung entsprechend der Bildgebungstechnik und des klinischen Problems bei der Bildgebung des Bewegungsapparates
- **Durchführung** dynamischer Funktionsstudien der Wirbelsäule und der Gelenke

- **Grundlagen** der Einstellungstechniken der Projektionsradiografie des Stammskeletts und der Extremitäten einschließlich aller Spezialeinstellungen
- **Grundlagen** der Ultraschalluntersuchung des Bewegungsapparates (Schnittführung, Gerätauswahl, Bildinterpretation)
- **Beherrschung** einfacher bildgesteuerter, perkutaner Biopsien, Drainagen und Schmerztherapien des Bewegungsapparates (*Durchführung von komplexen bildgesteuerten Biopsien, Drainagen und Schmerztherapien (z. B. Ganglion-Blockaden) des Bewegungsapparates unter Aufsicht*)
- **Planung** von CT-Untersuchungen des Bewegungsapparates bei individueller klinischer Situation und Fragestellung (individuelle Anwendung, keine standardisierte Protokollsituation – z. B. Notfall) unter Beachtung des ALARA-Prinzips
- **Planung** von MRT-Untersuchungen des Bewegungsapparates bei individueller klinischer Situation und Fragestellung im Hinblick auf die räumliche Auflösung, Wahl der Sequenzen und die mögliche Verwendung intravenöser Kontrastmittel
- **Umfassende** Kenntnisse über die Durchführung von Kontrastmittelinjektionen in Gelenke (z. B. *Hüfte, Schulter und Handgelenk (z. B. MR-, CT-Arthrografie)*)
- **Grundlegende** Beherrschung der Technik der Diskografie, der Infiltration von Facettengelenken und perineuraler Strukturen (PRI) und der Vertebroplastie
- Sichere **Anwendung** von Nachbearbeitungsalgorithmen für Bildgebungsstudien im Muskel- und Skelettbereich, einschließlich multiplanarer Reformation (MPR), Maximalintensitätsprojektion (MIP), Minimalintensitätsprojektion (MinIP) und Fusion von Bildern oder Bildstudien

### II.3.2 Klinisch-radiologische Tätigkeiten

- **Komplette** Kenntnisse zur Indikationsstellung diagnostischer und interventioneller Verfahren des Bewegungsapparates
- **Umfassende** Kenntnisse zur Moderation unterschiedlicher bildgebender Verfahren zur Beurteilung von Erkrankungen des Bewegungsapparates
- **Umfassende** Kommunikation mit dem Patienten zur Aufklärung, Beratung und Erlangung der Einverständniserklärung vor der diagnostischen Bildgebung oder vor interventionellen Verfahren des Bewegungsapparates sowie bei der Befunderläuterung (*inkl. Angehöriger*)
- **Komplette** Kenntnisse zur optimalen Wahl der Bildgebungsparameter für Röntgen- (ALARA-Prinzip/Strahlenschutzgesetzgebung), Ultraschall-, CT- (ALARA-Prinzip/Strahlenschutzgesetzgebung) und MRT-Untersuchungen des Bewegungsapparates
- Sicheres **Erstellen** von Bildgebungsprotokollen und Standardarbeitsanweisungen für CT- und MR-Untersuchungen der muskuloskelettalen Systems
- **Überwachung** und Unterweisung des technischen Personals zur Sicherstellung geeigneter Untersuchungsdokumente (hard- und soft-copy, DIN-Normierungen) des Bewegungsapparates
- Sichere **Beherrschung** der Qualitätskontrollvorgaben (DIN-Normen 6868 ff., Leitlinien der Bundesärztekammer in jeweils aktueller Fassung) von Bildgebungsuntersuchungen des Bewegungsapparates
- **Komplette Beherrschung** der Befundung und Beurteilung der relevanten bildgebenden Verfahren (*Projektionsradiografie, CT, MR, Durchleuchtung, DAS und in Grundsätzen des Ultraschalls) des Bewegungsapparates unter Verwendung standardisierter Befundvorgaben (z. B. strukturierte Befundung, lexikalisierte Bildkriterien, Befundaufbau – DIN-Normen)*)
- **Grundlegende Kenntnisse** für die klinische Untersuchung des Bewegungsapparates (s. auch „rechtfertigende Indikation“ / Strahlenschutzgesetzgebung)
- **Grundlegende Kenntnisse** in der Befundung des Bewegungsapparates nach internationalen Standards (RECIST, WHO)
- Sicheres **Erkennen** von Notfällen
- **Bereitschaft** zur kollegialen und interdisziplinären Befunddiskussion
- **Umfassende Erfahrungen**, muskuloskelettale, interdisziplinäre Konferenzen (z. B. „Tumorboards“) und Falldiskussionen bei Erkrankungen des Bewegungsapparates durchzuführen (Nachweise)

## III. Lerninhalte Q2 Expertenwissen MSK-Radiologie

### III.1 Allgemein

- **Komplette Kenntnisse der Anatomie** aller für die Bildgebung des Bewegungsapparates relevanten Strukturen
- **Umfassende Kenntnisse** über normale Skelettvarianten, die Krankheiten imitieren können (z. B. Sesambeine oder „Schalknochen“ vs. Frakturen)
- **Umfassendes Verständnis** der Stufen der „**Skelettentwicklung**“
- **Grundlegende Kenntnisse** der Embryologie des Skeletts
- **Komplette Kenntnisse der klinischen Indikationen**, Kontraindikationen und potenziellen Gefahren (z. B. Strahlenbelastung, Verfahrensbelastung) der bildgebenden Verfahren bei muskuloskelettalen Erkrankungen und bei Traumata
- **Komplette Kenntnisse** klinischer, insbesondere chirurgischer und internistischer, pathologischer und pathophysiologischer **Zusammenhänge des Bewegungsapparates**
- **Komplette Kenntnisse der Bildgebungsmerkmale** (lexikalisierte Befundkriterien) und klinischen Manifestationen von **Erkrankungen und Traumata des Bewegungsapparates** in der Projektionsradiografie, CT, MRT, Durchleuchtung (z. B. Arthrografie und Funktionsanalysen) und im Ultraschall
- **Umfassende Kenntnisse der Differenzialdiagnosen**, die für das klinische und bildgebende Erscheinungsbild von Erkrankungen oder Traumata des Bewegungsapparates relevant sind
- **Umfassende Beherrschung der lexikalisierten Bildkriterien und deren differenzialdiagnostische Einordnung im Schriftbefund sowie umfassende Beherrschung klinisch etablierter Klassifikationen zur sicheren Zuordnung von Funktionschaden, Therapiekonzepten und Outcome-Abschätzung**

## III.2 Wissen

### III.2.1 Traumata – akut und Verlaufskontrolle

- **Umfassende Kenntnisse** der Klassifizierungen von Frakturen und Luxationen, z. B. systematische Grundlagen der Outcome-, morphologisch- oder operativ-orientierten (z. B. AO- oder organspezifisch-operativ orientierte (z. B. Weber- oder Pauwels-)) oder Verletzungsmechanismus- bzw. funktionell-orientierten (z. B. Essex-Lopresti- oder Maisonneuve-Fraktur)) Klassifikationen
- **Komplette Kenntnisse** typischer und lexikalisierten Bildkriterien und **umfassende klinische Kenntnisse** von:
  - Frakturen und Luxationen im Erwachsenen skelett (ab 14 Jahre/s. I.2.1.)
  - derer Skelettentwicklung
  - chondralen und osteochondralen Läsionen (z. B. *Osteochondrose dissecans vs. flake-fracture*)
  - Konsolidierungsprozessen und Komplikationen bei Frakturen und Luxationen (z. B. *verzögerte Konsolidierung, Pseudarthrose, avaskuläre Nekrose, Reflexdystrophie, komplexes und/oder regionales Schmerzsyndrom, Myositis ossificans etc.*)

#### III.2.1.1 Frakturen und Luxationen im Einzelnen als Schwerpunktauflistung

- Stressfrakturen, einschließlich Ermüdungs- und Insuffizienzbrüchen
- Schädel- und Gesichtsschädelfrakturen
- (Ausriss-) Avulsionsfrakturen und Insertionstendopathien
- pathologische, nichttraumatische Frakturen
- Frakturen der Wirbelsäule, einschließlich der Spondylolyse
- Frakturen und Luxationen der Schulter (z. B. *sternoklavikuläre und akromioklavikuläre Luxationen, Klavikulafrakturen, Skapulafrakturen und Schulterluxation*), „habituelle“ Instabilitäten)
- Frakturen und Luxationen der oberen Gliedmaßen (z. B. *Humerusfrakturen, Ellenbogenfrakturen und -luxationen, proximale und distale Unterarmfrakturen und -luxationen, Handgelenkfrakturen und -luxationen und Handfrakturen und -luxationen*)
- Frakturen und Luxationen des Beckens einschließlich Weichteilverletzungen
- Frakturen und Luxationen der unteren Extremitäten (z. B. *Hüftfrakturen und -luxationen, Femurfrakturen, Tibia- und Fibulafrakturen (einschließlich des Sprunggelenks), Rückfußfrakturen, Tarsometatarsalfrakturen und -luxationen sowie Vorfußfrakturen und -luxationen*)
- Verletzungen oder Gefügestörungen
  - des Schultergelenks (z. B. *der Rotatorenmanschette, des Glenoid-Labrum-Komplexes und der Bizepssehne*)
  - des Ellenbogengelenks
  - des Handgelenks (z. B. *des Discus triangularis und der interkarpalen Bänder*)
  - der Finger
  - des Hüftgelenks (z. B. *Labrum und FAI*)
  - des Knies (*der Menisken, der Kreuz- und Kollateralbänder und der posterolateralen Ecke*)

- des Sprunggelenks (z. B. *Verletzungen und Gefügestörungen der Hauptsehnen, des Innen- und Außenbandapparates und des Tibiospringligaments*)
- der Fußwurzel- und Zehengelenke
- Verletzungen der Muskeln und Muskelansätze, einschließlich deren Verlaufskontrolle

### III.2.2 Infektionen

- **Umfassende Kenntnisse typischer Bildkriterien und umfassende Kenntnisse klinischer Merkmale**
  - der akuten, subakuten und chronischen hämatogenen Osteomyelitis
  - der posttraumatischen und postoperativen (Implantat-) Osteomyelitis
  - der sicheren Methodenauswahl zur Erstdiagnostik und zum Therapiemonitoring (Röntgen, CT, Fistulografie, MR, Hybridverfahren, Grundkenntnisse nuklearmedizinischer Verfahren der Entzündungsdiagnostik: Tc-Szintigrafie, Leukozytenszintigrafie, PET- und SPECT-Verfahren)
  - der Tuberkulose des Bewegungsapparates
  - sonstiger spezifischer und seltener Infektionen (z. B. Lepra)
  - von Weichteilinfektionen
  - von HIV-assoziierten Infektionen

### III.2.3 Tumoren und tumor-like lesions

- **Umfassende Kenntnisse der typischen Bildkriterien**, Prinzipien der Tumorcharakterisierung und des Stagings (z. B. klinisch, pathologisch-anatomisch/histologisch)
  - von knochenbildenden Tumoren (z. B. Osteom, Osteoidosteom, Osteoblastom, Osteosarkom (typische Formen und Varianten))
  - von knorpelbildenden Tumoren (z. B. Osteochondrom, Enchondrom, Chondroblastom, Chondromyxoid-Fibrom und Chondrosarkom (zentral und peripher))
  - von fibrösen Tumoren (z. B. fibröser Kortikalisdefekt, nicht ossifizierendes Fibrom, fibröse Dysplasie, Fibrosarkom, malignes fibröses Histiozytom)
  - von hämatopoetischen und retikuloendothelialen Tumoren (z. B. Riesenzelltumor, Langerhans-Zellhistiozytose, maligne Rundzelltumoren (Ewing-Sarkom, Lymphom und Leukosen), Myelom, Plasmozytom)
  - einfacher und aneurysmatischer Knochenzysten
  - von Metastasen
  - von „don't touch lesions“
  - von Tumoren des Fettgewebes (z. B. Lipom und Liposarkom)
  - von Tumoren neuronalen Ursprungs (z. B. Neurofibrom und Schwannom)
  - von Tumoren vaskulären Ursprungs (z. B. Hämangiom)
  - von Weichteilsarkomen

### III.2.4 Hämatologische Erkrankungen

- **Umfassende Kenntnisse der Bildkriterien** und der **klinischen Merkmale** von **Hämoglobinopathien** (z. B. Sichelzellenanämie und Thalassämie)
- **Umfassende Kenntnisse der Bildkriterien** und der **klinischen Merkmale** der **Myelofibrose**



### III.2.5 Metabolische, endokrine und toxische Erkrankungen

- **Umfassende Kenntnisse der Bildkriterien und der klinischen Merkmale**
  - der Rachitis und Osteomalazie
  - des primären, sekundären und tertiären Hyperparathyreoidismus (*einschließlich chronischer Niereninsuffizienz*)
  - der Osteoporose (*einschließlich grundlegender Konzepte der Knochenbildung und Knochendichtemessung*)
  - der Fluorose und sonstiger Mineralosen

### III.2.6 Gelenke

- **Komplette Kenntnisse der Bildkriterien und umfassende Kenntnisse der klinischen Merkmale**
  - degenerativer Erkrankungen der Wirbelsäulen-, Bandscheiben- und Facettengelenke, der Becken- und peripherer Gelenke
  - entzündlicher Erkrankungen (z. B. *rheumatoide Arthritis, juvenile rheumatoide Arthritis, Spondylitis ankylosans, psoriatische Arthritis, enteropathische Arthropathien und infektiöse Arthritis (pyogen und tuberkulös, seronegative Arthritiden)*)
  - von Kristallarthropathien (*Pyrophosphat-Arthropathie, Hydroxyapatit-Ablagerungskrankheit und Gicht*)
  - von tumorartigen Gelenkveränderungen (z. B. *Ganglion, synoviale Chondromatose, Morton-Neurom und pigmentierte villonoduläre Synovitis*)
  - bei Neuropathien (*diabetischer Fuß, Charcot-Gelenke und Pseudo-Charcot-Gelenk (steroidinduziert)*)
  - in der Endo- und Revisionsprothetik (*Hüfte und Knie*)

### III.2.7 Kongenitale und Entwicklungsstörungen

- **Grundlegende Kenntnisse der Bildkriterien und der klinischen Merkmale**
  - angeborener Erkrankungen der Wirbelsäule (z. B. *Skoliose (kongenital und idiopathisch) und Dysraphien (inkomplett und komplett)*)
  - angeborener Erkrankungen der Schulter (z. B. *Sprengels-Deformität*)
  - angeborener Hand- und Handgelenkstörungen (z. B. *Madelung-Deformität (idiopathische und andere Ursachen)*)
  - Erkrankungen der Hüfte (z. B. *Hüftdysplasie, M. Perthes, Epiphysiolyse, femoroacetabuläres Impingement*)
  - der angeborenen Tarsalkoalition
  - von Knochendysplasien (z. B. *Dysmelien, Dysraphien, epi- und oder metaphysäre Dysplasien etc. – s. „Orpha-Klassifikation“*)
  - angeborener Knochenentwicklungsstörungen (z. B. *Achondroplasie und osteogenesis imperfecta*)
  - angeborener Knochendichtestörungen (z. B. *Osteopetrose, Melorheostose und Osteopoikilie*)
  - tumorähnlicher Läsionen (z. B. *Exostosen/Osteochondrome und M. Ollier*)
  - der muskuloskelettalen Manifestationen der Neurofibromatose

### III.2.8 Verschiedenes

- **Umfassende Kenntnisse der Bildkriterien und umfassende Kenntnisse der klinischen Merkmale**
  - des M. Paget
  - der Sarkoidose (*inkl. M. Jüngling*)
  - der Varianten der hypertrophen Osteoarthropathien (*seropositiv und -negativ*)
  - der transienten Osteoporose/-penie
  - der Osteonekrosen (*aseptische, traumatische etc.*)
  - der Weichteilverkalkungen/Weichteilossifikation

## III.3 KOMPETENZEN (Fertigkeiten und Fähigkeiten)

### III.3.1 Technisch-klinische Anwendungen

- **Auswahl** der geeignetsten Bildgebungsmethode des Bewegungsapparates abhängig vom klinischen Problem (klinische Fragestellung/rechtfertigende Indikation) – **Umfassende** und sichere Moderation der Methoden
- **Auswahl** des am besten geeigneten Kontrastmittels und seine optimale Verwendung entsprechend der Bildgebungstechnik und des klinischen Problems bei der Bildgebung des Bewegungsapparates – sichere Beherrschung aller Alternativverfahren (z. B. MR oder Spektral-CT)
- **Durchführung** dynamischer Funktionsstudien der Wirbelsäule und der Gelenke
- **Grundlagen** der Einstellungstechniken der Projektionsradiografie des Stammskeletts und der Extremitäten einschließlich aller Spezialeinstellungen
- **Beherrschung** der Ultraschalluntersuchungen des Bewegungsapparates (Schnittführung, Gerätauswahl, Bildinterpretation)
- **Beherrschung** bildgesteuerter, perkutaner Biopsien, Drainagen und Schmerztherapien des Bewegungsapparates
- **Planung von CT-Untersuchung** des Bewegungsapparates bei individueller klinischer Situation und Fragestellung (individuelle Anwendung, keine standardisierte Protokollsituation – z. B. Notfall) unter Beachtung des ALARA-Prinzips
- **Planung von MRT-Untersuchung** des Bewegungsapparates bei individueller klinischer Situation und Fragestellung im Hinblick auf die räumliche Auflösung, Wahl der Sequenzen und die mögliche Verwendung intravenöser Kontrastmittel
- **Komplette Kenntnisse und Fertigkeiten** über bzw. für die Durchführung von Kontrastmittelinjektionen in Gelenke (z. B. Hüfte, Schulter und Handgelenk (z. B. MR-, CT-Arthrografie))
- **Umfassende Beherrschung** der Technik der Diskografie, der Infiltration von Facettengelenken und perineuraler Strukturen (PRI) und der Vertebroplastie
- **Sichere Anwendung** von Nachbearbeitungsalgorithmen für Bildgebungsstudien im Muskel- und Skelettbereich, einschließlich multiplanarer Reformation (MPR), Maximalintensitätsprojektion (MIP), Minimalintensitätsprojektion (MinIP) und Fusion von Bildern oder Bildstudien
- **Umfassende Kenntnisse der nationalen und internationalen Literatur und deren sachdienliche Einordnung in individuelle Falldiskussionen**

- **Umfassende Beherrschung gutachterlicher Befundzuordnungen hinsichtlich**
  - Schadensbild und
  - dessen Kausalität
- **Umfassende Vertretung** des Fachgebiets der Bildgebenden Diagnostik gegenüber anderen klinischen Disziplinen und anderen Interessenvertretern (Gerichte, Staatsanwaltschaften, Behörden, Kostenträger etc.) inklusive individueller Einzelanwendung diagnostischer und/oder interventioneller Techniken bei komplexen klinischen Fragestellungen

### III.3.2 Klinisch-radiologische Tätigkeiten

- **Komplette Kenntnisse** zur Indikationsstellung diagnostischer und interventioneller Verfahren des Bewegungsapparates
- **Komplette Kenntnisse** zur Moderation unterschiedlicher bildgebender Verfahren zur Beurteilung von Erkrankungen des Bewegungsapparates
- **Komplette Kommunikation mit dem Patienten** zur Aufklärung, Beratung und Erlangung der Einverständniserklärung vor der diagnostischen Bildgebung oder vor interventionellen Verfahren des Bewegungsapparates sowie bei der Befunderläuterung (*inkl. Angehöriger*)
- **Komplette Kenntnisse** zur optimalen Wahl der Bildgebungsparameter für Röntgen- (ALARA-Prinzip/Strahlenschutzgesetzgebung), Ultraschall-, CT- (ALARA-Prinzip/Strahlenschutzgesetzgebung) und MRT-Untersuchungen des Bewegungsapparates
- Sicheres **Erstellen** von Bildgebungsprotokollen und Standardarbeitsanweisungen für CT- und MR-Untersuchungen der muskuloskelettalen Systems
- **Überwachung und Unterweisung** des technischen Personals zur Sicherstellung geeigneter Untersuchungsdokumente (hard- und soft-copy, DIN-Normierungen) des Bewegungsapparates
- Sichere **Beherrschung** der Qualitätskontrollvorgaben (DIN-Normen 6868, Leitlinien der Bundesärztekammer in jeweils aktueller Fassung) von Bildgebungsuntersuchungen des Bewegungsapparates
- **Komplette Beherrschung** der Befundung und Beurteilung der relevanten bildgebenden Verfahren (*Projektionsradiografie, CT, MR, Durchleuchtung, DSA und in Grundsätzen des Ultraschalls*) des Bewegungsapparates unter Verwendung standardisierter Befundvorgaben (z. B. *strukturierte Befundung, lexikalisierte Bildkriterien, Befundaufbau – DIN-Normen*)
- **Grundlegende Fähigkeiten und Fertigkeiten** zur klinischen Untersuchung des Bewegungsapparates (s. auch „rechtfertigende Indikation“/Strahlenschutzgesetzgebung)
- **Umfassende Kenntnisse** in der Befundung des Bewegungsapparates nach internationalen Standards (RECIST, WHO)
- **Sichere Erkennung von Notfällen**
- **Bereitschaft und umfassende Befähigung** zur kollegialen und interdisziplinären Befunddiskussion und detaillierten Befundinterpretation
- **Komplette Fähigkeiten**, muskuloskelettale, interdisziplinäre Konferenzen (z. B. „Tumorboards“) und Falldiskussionen bei Erkrankungen des Bewegungsapparates durchzuführen (Nachweise)