



Orientierungshilfe für bildgebende Verfahren

3., überarbeitete Auflage

Empfehlung der Strahlenschutzkommission

Verabschiedet in der 300. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 27. Juni 2019

Die bildgebende Diagnostik ist für die Abklärung medizinischer Fragestellungen und damit zur Planung geeigneter individueller Behandlungen für die Patientinnen und Patienten seit vielen Jahrzehnten ein unverzichtbares Hilfsmittel in der modernen Medizin. Bei bestimmten Untersuchungsmethoden, bei denen ionisierende Strahlung oder radioaktive Stoffe eingesetzt werden, wie in der Röntgendiagnostik oder in der nuklearmedizinischen Diagnostik, ist aufgrund der durch das Untersuchungsverfahren bedingten Exposition vorher sorgfältig von der Ärztin oder dem Arzt abzuwägen, ob nicht ein anderes Verfahren mit weniger oder keiner Exposition für die Patientin oder den Patienten, wie z.B. Ultraschall- oder Magnetresonanzverfahren, mindestens gleich gut geeignet wäre. Deshalb richtet sich die Orientierungshilfe für bildgebende Verfahren in erster Linie an Ärzte und Ärztinnen, die Patienten und Patientinnen zur Abklärungsdiagnostik überweisen. Das Ziel ist es, eine unnötige Strahlenexposition bei gleichbleibender diagnostischer Aussagekraft zu vermeiden.

Die Orientierungshilfe empfiehlt für die unterschiedlichen diagnostischen Fragestellungen jeweils das am besten geeignete bildgebende Verfahren. Es befreit den anwendenden Arzt oder die anwendende Ärztin jedoch nicht von der Pflicht, in jedem individuellen Fall die rechtfertigende Indikation für die gewählte Untersuchungsart zu stellen und zu dokumentieren.

Aufgrund der rasanten Entwicklung neuer Untersuchungsverfahren wird diese Orientierungshilfe der Strahlenschutzkommission (SSK) seit dem Jahr 2006 regelmäßig aktualisiert. Sie erfüllt damit auch die Anforderungen aus der Festlegung grundlegender Sicherheitsnormen für den Schutz vor den Gefahren einer Exposition gegenüber ionisierender Strahlung der EU-Richtlinie 2013/59/Euratom des Rates, wonach die Mitgliedstaaten sicherzustellen haben, dass *den überweisenden Personen Überweisungsleitlinien für die medizinische Bildgebung zur Verfügung stehen, in denen die Strahlendosen berücksichtigt werden.*

Das Bundesumweltministerium als das für Strahlenschutz zuständige Ressort setzt sich seit vielen Jahren dafür ein, die Anzahl der Anwendungen, die eine Strahlenexposition beinhalten, so gering wie möglich zu halten. Da medizinische Diagnoseverfahren fortlaufend weiterentwickelt werden, wird auch diese Orientierungshilfe regelmäßig überarbeitet und aktualisiert.



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

Ich danke der Strahlenschutzkommission, den beteiligten medizinischen Fachgesellschaften und insbesondere der Arbeitsgruppe unter dem Vorsitz von Herrn Prof. Dr. Dr. Reinhard Loose für ihre Arbeit.

Im Auftrag

Dr. Wolfgang Cloosters

– Ministerialdirektor –

Leiter der Abteilung S – Nukleare Sicherheit, Strahlenschutz

Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur 3. Auflage 2019	1
Einführung	3
TABELLEN Klinische Fragestellungen und empfohlene Untersuchungsverfahren	28
A. Kopf (einschließlich HNO-Probleme)	28
B. Hals	38
C. Wirbelsäule	42
D. Knochenskelett und Muskulatur	46
E. Herz-Kreislaufsystem	54
F. Thorax	62
G. Verdauungssystem	68
H. Urologisches System, Nebennieren und Urogenitaltrakt	79
I. Gynäkologie und Geburtshilfe	86
J. Brusterkrankung	91
K. Trauma	100
L. Onkologie	118
M. Kinder	148
N. Interventionelle Radiologie	171
Abkürzungsverzeichnis	181
Literaturverzeichnis	185

Vorwort zur 3. Auflage 2019

Bei einem sich ständig erweiternden Spektrum radiologischer und nuklearmedizinischer Untersuchungs- und Therapieverfahren hat bedingt durch den technischen Fortschritt die Dosis für viele Untersuchungen abgenommen, jedoch steigt durch deren zunehmende Anwendung die mittlere medizinische Strahlenexposition der Bevölkerung in Deutschland seit Jahren langsam an (BMUB 2017).

Die bereits als Folge der EU Richtlinie 97/43/Euratom von den Mitgliedsstaaten umgesetzte Forderung einer Erstellung von „*Empfehlungen hinsichtlich der medizinischen Expositionen*“ wurde in der aktuellen Richtlinie 2013/59/Euratom in § 58 (c) dahingehend erweitert, dass den überweisenden Personen Überweisungsleitlinien für die medizinische Bildgebung zur Verfügung zu stellen sind, in denen die Strahlendosen berücksichtigt werden“ (Euratom 2014).

Im Jahr 2006 hatte die Strahlenschutzkommission (SSK) im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit einen ersten Katalog erstellt, der für die unterschiedlichen diagnostischen und interventionellen Fragestellungen geeignete Verfahren

empfehl. Diese Orientierungshilfe fand regen Zuspruch in der Ärzteschaft. Da sich die medizinischen Diagnose- und Therapieverfahren fortlaufend weiterentwickeln, ist eine regelmäßige Aktualisierung dieses Katalogs notwendig. So liegt nun mit der 3. Auflage eine aktualisierte **Orientierungshilfe für bildgebende Verfahren** vor, die den Ärzten die Möglichkeit bietet, unter Einbeziehung aktueller medizinischer Entwicklungen geeignete Verfahren für die Patienten auszuwählen. Ziel des Katalogs ist es, unnötige Strahlenexpositionen zu vermeiden und gleichzeitig die medizinische Diagnostik zu optimieren. Er befreit den anwendenden Arzt jedoch nicht von der Pflicht, die rechtfertigende Indikation für die gewählte Untersuchungsart und den individuellen Patienten zu stellen und zu dokumentieren.

In den sieben Jahren nach dem Erscheinen der 2. Auflage wurden von Ärzten, wissenschaftlichen Fachgesellschaften und Arbeitsgemeinschaften viele konstruktive Änderungs- und Verbesserungsvorschläge eingebracht. Diese wurden von der Expertengruppe der SSK bewertet und größtenteils direkt oder mit kleineren Modifikationen in die aktuelle Version übernommen. Weiterhin wurde bei vielen medizinischen Fragestellungen der Einsatz der Bildgebung überarbeitet und dem aktuellen Stand der Wissenschaft angepasst. Auch in der Gewichtung

einzelner Verfahren wurden Veränderungen vorgenommen, so ist z. B. dem Ultraschall und der Magnetresonanztomografie in der Abklärung bestimmter Fragestellungen eine höhere Bedeutung zugekommen. PET und PET-CT wurden ebenfalls in ihrem Indikationsspektrum erweitert. Mit dem flächendeckenden Brustkrebs-Früherkennungsprogramm (Mammografie-Screening) in Deutschland konnten neben den Empfehlungen zur Untersuchung asymptomatischer Frauen zwischen 50 und 69 Jahren auch die neuen S3-Leitlinien Mammakarzinom (AWMF 2018) sowie Empfehlungen zum Einsatz der Mammatomographie berücksichtigt werden.

Die SSK dankt den Experten der Arbeitsgruppe für die von ihnen erarbeiteten Beiträge sowie die Bewertung und Zusammenführung der eingegangenen Kommentare. Dank gebührt weiterhin der Deutschen Röntgengesellschaft (DRG) und ihren Arbeitsgemeinschaften, der Deutschen Gesellschaft für Nuklearmedizin (DGN), der Deutschen Gesellschaft für Pädiatrische Radiologie (GPR), der Deutschen Gesellschaft für Neuroradiologie (DGNR), der Deutschen Gesellschaft für Interventionelle Radiologie (DGIR) sowie der Arbeitsgemeinschaft der wissenschaftlich-medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) für die zahlreichen konstruktiven Kommentare. Gedankt sei weiterhin den

Autoren entsprechender Publikationen aus Österreich und Großbritannien, von denen wertvolle Anregungen eingeflossen sind.

*Prof. Dr. Dr.
Reinhard Loose*

Leiter
der Arbeitsgruppe

*Prof. Dr.
Stefan Delorme*

Vorsitzender des
Ausschusses
„Strahlenschutz
in der Medizin“

*Prof. Dr.
Joachim Breckow*

Vorsitzender der
Strahlenschutzkommission

Mitglieder der SSK Arbeitsgruppe

Prof. Dr. W. Burchert

Prof. Dr. S. Delorme

Prof. Dr. Dr. R. Loose

Prof. Dr. M. Müller-Schimpfle

Prof. Dr. G. Staatz

Dr. M. Wucherer

Nuklearmedizin

Radiologie

Radiologie

Radiologie

Kinderradiologie

Medizinische Physik

Einführung

Vorbemerkung

Die vorliegende Orientierungshilfe soll zuweisenden Ärzten im Krankenhaus und im niedergelassenen Bereich helfen, die für die jeweilige individuelle Fragestellung geeigneten radiologischen und nuklearmedizinischen Untersuchungs- und Therapieverfahren auszuwählen. Sie soll dazu beitragen, Patienten besser zu versorgen und ihre Strahlenexposition soweit medizinisch sinnvoll zu verringern. Weiterhin sollte sie als sinnvolles Lehrmittel in der studentischen Ausbildung und in der ärztlichen Weiterbildung verwendet werden.

Diese Kriterien ersetzen nicht das Stellen der rechtfertigenden Indikation durch den Arzt mit der erforderlichen Fachkunde im Strahlenschutz nach § 83 Absatz 3 Strahlenschutzgesetz (StrlSchG 2017). Die rechtfertigende Indikation erfordert die Feststellung, dass der gesundheitliche Nutzen einer Anwendung am Menschen gegenüber dem Strahlenrisiko überwiegt. Andere Verfahren mit vergleichbarem medizinischem Nutzen, die mit keiner oder einer geringeren Strahlenexposition verbunden sind, sind bei der Abwägung zu

berücksichtigen. Die rechtfertigende Indikation ist auch dann zu stellen, wenn eine klinische Anforderung eines überweisenden Arztes („anfordernder Arzt“) vorliegt; die Verantwortung liegt immer beim anwendenden Arzt.

Empfehlungen dieser Art erfüllen ihren Zweck am besten, wenn sie in den Dialog zwischen dem anfordernden Arzt und dem Radiologen bzw. Nuklearmediziner („anwendender Arzt“) einfließen. Die Orientierungshilfe bewertet die Rolle von Röntgen (Rö), Computertomografie (CT), nuklearmedizinischen Verfahren (Nuk) einschließlich Positronenemissionstomografie (PET bzw. PET-CT), Ultraschall (US), Magnetresonanztomografie (MRT) und interventionellen Eingriffen bei typischen Fragestellungen. Der in vergleichbaren Überweisungskriterien anderer EU-Mitgliedsstaaten vorhandene körpersystembasierte Ansatz wurde beibehalten.

Auch in dieser 3. Auflage der Orientierungshilfe werden nicht alle denkbaren klinischen Fragestellungen behandelt; die Auswahl wurde nach Wichtigkeit und Häufigkeit getroffen, insgesamt jedoch gegenüber früheren Versionen erweitert. Zweifellos wird es auch Empfehlungen geben, die kontrovers diskutiert werden. Solche Kontroversen sind zum einen in allen sich rasch entwickelnden

Spezialgebieten der Medizin unvermeidlich, zum anderen tragen sie auch zu deren Fortentwicklung bei.

Eine verallgemeinerte Darstellung kann niemals die spezielle Entscheidung für einen individuellen Patienten ersetzen, dessen besonderer Fall das Abweichen von den skizzierten Empfehlungen rechtfertigen kann. Die optimale Anpassung des diagnostischen Prozesses an die individuellen Umstände hat immer Vorrang.

Diese Orientierungshilfe kann daher lediglich als Anleitung für sinnvolles ärztliches Handeln in charakteristischen Situationen dienen. Sie berücksichtigt vor allem medizinische Aspekte, ohne dabei die Versorgungssituation in Deutschland aus dem Blick zu verlieren, und muss im Alltag anwendbar sein. Daher können Abweichungen von den skizzierten Empfehlungen medizinisch sinnvoll und notwendig sein.

Wozu dient die Orientierungshilfe?

Eine Untersuchung ist dann von Nutzen, wenn sich der aus ihr resultierende Befund auf die Therapie auswirkt oder die Verdachts-

diagnose des Arztes bestätigt oder ausschließt. Einige radiologische und nuklearmedizinische Untersuchungen erfüllen diese Anforderungen in bestimmten Situationen nicht und können zu einer unnötigen Strahlenexposition des Patienten führen. Wer sich bereits im Vorfeld mit den wichtigsten Fragen beschäftigt, kann Untersuchungen einsparen, ohne dass die Qualität der Patientenversorgung darunter leidet:

1. **Wiederholung von Untersuchungen, die bereits zuvor durchgeführt wurden, z. B. in einem anderen Krankenhaus oder ambulant**

In diesem Fall sollte versucht werden, die zuvor angefertigten Aufnahmen und Befunde zu erhalten.

WURDE DIESE ART VON UNTERSUCHUNG SCHON EINMAL DURCHGEFÜHRT?

2. **Durchführung von Untersuchungen, deren Befunde vermutlich keinen Einfluss auf die Behandlung haben**

Dies gilt für Untersuchungen, bei denen entweder der erwartete „positive“ Befund im Normalfall irrelevant ist (z. B. ist der Befund der „degenerativen Wirbelsäulenveränderungen“ ab dem mittleren Alter

so „normal“ wie graue Haare), und für Untersuchungen, bei denen ein positiver Befund äußerst unwahrscheinlich ist.

IST DIESE UNTERSUCHUNG WIRKLICH ERFORDERLICH?

3. Falscher oder zu früher Untersuchungszeitpunkt

D.h., bevor eine Progression oder eine Rückbildung der Erkrankung zu erwarten ist oder bevor die Ergebnisse einen Einfluss auf die Therapie haben können.

IST DIESE UNTERSUCHUNG ZU DIESEM ZEITPUNKT ERFORDERLICH?

4. Anforderung des falschen Diagnoseverfahrens

Die bildgebenden Verfahren entwickeln sich rasch weiter. Häufig kann es von Nutzen sein, die geplante Untersuchung mit einem Radiologen oder Nuklearmediziner zu besprechen, bevor sie angefordert wird. Über das adäquate Untersuchungsverfahren entscheidet der anwendende Arzt.

IST DIES DAS AM BESTEN GEEIGNETE VERFAHREN?

5. Zweckdienliche klinische Informationen und die Fragen, die das bildgebende Verfahren klären soll, werden nicht mitgeteilt

Derartige Versäumnisse können dazu führen, dass falsche Untersuchungsprotokolle angewendet werden (z. B. das Weglassen eines wesentlichen Strahlengangs oder Kontrastmittels).

LIEGEN ALLE ERFORDERLICHEN INFORMATIONEN VOR?

6. Zu häufige Anwendung

Manche Ärzte verlassen sich häufiger auf bildgebende Verfahren als andere oder fordern sie aus Unsicherheit an, um sich selbst vor Fehlern und eventuellen Ansprüchen hieraus zu schützen („defensive medicine“). Manche Patienten lassen sich gerne untersuchen.

WERDEN ZU VIELE UNTERSUCHUNGEN DURCHGEFÜHRT?

Wie nutzen wir den Rat der anwendenden Ärzte?

In vielen klinischen Situationen gibt es gesicherte radiologische oder nuklearmedizinische Vorgehensweisen, die z. B. als Leitlinien oder Verfahrensanweisungen verschiedener Fachgesellschaften veröffentlicht wurden. Systematisch zusammengefasst ergeben sie Empfehlungen, die dem Arzt helfen, in einer gegebenen klinischen Situation die richtigen Entscheidungen zum Wohl des Patienten zu treffen.

Dies bedeutet, dass Empfehlungen nicht eine starre Vorgehensweise vorgeben, sondern ein auf Erfahrung basierendes Konzept. Bei der Anwendung der Empfehlungen muss immer die individuelle Situation des Patienten berücksichtigt werden. Kein Regelwerk kann alle Situationen vorhersehen, und im Zweifelsfall ist immer eine Rücksprache mit dem die Untersuchung durchführenden Arzt notwendig.

Welche Art von Aufnahmen ist anzufertigen?

Jede Einrichtung, die bildgebende Verfahren anwendet, muss nach § 121 Absatz 1 Strahlenschutzverordnung über Arbeitsanweisungen (SOP = Standard Operating Procedures) verfügen. Aus diesem

Grund werden zur Durchführung einer Untersuchung keine speziellen Empfehlungen ausgesprochen. Alle Untersuchungsverfahren sind so zu optimieren, dass die für die Beantwortung einer Fragestellung notwendigen Informationen bei einem Minimum an Strahlenexposition erhalten werden können. Da der fachkundige Arzt für die Beantwortung der Fragestellung zuständig ist, kann es vorkommen, dass der Patient bei der Anwendung dieser Empfehlungen eine andere Untersuchung erhält als vom anfordernden Arzt zunächst erwartet.

Für wen wurde diese Orientierungshilfe erstellt?

Diese Orientierungshilfe ist für Ärzte in Kliniken und im ambulanten Bereich bestimmt, die Patienten zur Durchführung bildgebender Verfahren überweisen. Sie ersetzen nicht das Stellen einer rechtfertigten Indikation nach § 83 Absatz 3 Strahlenschutzgesetz (StrlSchG 2017) durch den fachkundigen Arzt. Aus den verfügbaren Untersuchungsmethoden wird in Abstimmung mit dem anwendenden Arzt die individuelle Untersuchung festgelegt, wobei die vorhandenen Ressourcen zu berücksichtigen sind. Wünschenswert wäre es, wenn allen Ärzten mit Beginn ihrer Weiterbildung ein Exemplar dieser Orientierungshilfe zur Verfügung steht und die Orientierungshilfe in

geeigneter Form in elektronische Anforderungssysteme (Order-Entry) in Kliniken eingebunden wird.

Verwendung der Orientierungshilfe

Der Aufbau dieser Orientierungshilfe besteht aus vier Spalten: Die erste Spalte gibt die klinische Fragestellung an, bei der eine Untersuchung indiziert sein kann, die zweite Spalte listet mögliche bildgebende Verfahren auf, die dritte Spalte enthält den Empfehlungsgrad, d.h. die Aussage, ob diese bestimmte radiologische oder nuklearmedizinische Untersuchung anzuraten ist oder nicht, die vierte Spalte enthält erläuternde Kommentare.

Folgende Empfehlungen werden ausgesprochen:

- **Nicht indiziert (N):** Untersuchungen, die in der gegebenen klinischen Situation kein sinnvolles Ergebnis erwarten lassen oder durch modernere aussagekräftigere Verfahren ersetzt sind.
- **Indiziert (P):** Primäruntersuchung: Es handelt sich dabei um jenes Untersuchungsverfahren, das mit hoher Wahrscheinlichkeit

zur Diagnose und zur Behandlung des Patienten beiträgt und daher primär eingesetzt werden sollte.

- **Indiziert (W):** Weiterführende Untersuchung: Dabei handelt es sich um Untersuchungen, die sofort weiterführend oder nach Beobachtung (z. B. bei Veränderung von Symptomen) eingesetzt werden, insbesondere dann, wenn nach einer primär (P) indizierten Untersuchung wichtige Fragen offen bleiben. In schwierigen Fällen sollten die durchführenden Ärzte vorab befragt werden, ob eine angeforderte Untersuchung die gewünschte Information auch zu liefern vermag.
- **Spezialverfahren (S):** Dabei handelt es sich um schwierige oder aufwändige Verfahren, z. B. interventionelle Eingriffe. Solche Untersuchungen werden im Normalfall auf Anforderung von Ärzten angefertigt, die über die klinische Expertise verfügen, die nötig ist, um anhand des Untersuchungsbefundes und der angefertigten Aufnahmen handeln zu können. Im Allgemeinen ist hierbei auch eine individuelle Absprache mit einem Radiologen oder Nuklearmediziner erforderlich.

Schwangerschaft und Strahlenschutz des Ungeborenen

Die Strahlenexposition eines Embryos und Fetus sollte, wenn möglich, vermieden werden, auch in Situationen, in denen eine Schwangerschaft von der Patientin selbst nicht vermutet wird. Die Verantwortung, eine eventuell bestehende Schwangerschaft abzuklären, liegt zunächst beim anfordernden Arzt. In jedem Fall müssen Frauen im gebärfähigen Alter, die zu einer Röntgen- oder nuklearmedizinischen Untersuchung erscheinen, befragt werden, ob sie schwanger sind oder möglicherweise schwanger sein könnten.

Wenn die Patientin eine Schwangerschaft nicht ausschließen kann, z. B. weil die Menstruation überfällig ist, sollte die Untersuchung möglichst bis nach Einsetzen der nächsten Periode verschoben werden.

In Einzelfällen kann eine geplante Untersuchung für die Mutter oder eventuell auch für das ungeborene Kind so wichtig sein, dass eine Verzögerung zu einer Gefährdung führen kann. Die rechtfertigende Indikation ist hier unter besonderer Abwägung des Risikos für Mutter und Kind durch den fachkundigen Arzt zu stellen.

Wenn eine Schwangerschaft nicht ausgeschlossen werden kann und die geplante Untersuchung den Uterus nur gering exponiert, kann sie durchgeführt werden. Bei Untersuchungen mit hoher Exposition des Uterus (Abdominelle CT, IVP, Durchleuchtungsuntersuchungen, Angiografien) bestehen 2 Möglichkeiten:

In den ersten 10 Tagen des Zyklus hat mit großer Wahrscheinlichkeit noch keine Befruchtung stattgefunden. Man wird die Untersuchungen durchführen, danach wird man – so es die Situation zulässt – die Untersuchung bis in die ersten 10 Tage des nächsten Zyklus verschieben.

In allen Fällen, in denen anfordernder und anwendender Arzt übereinstimmen, dass eine Strahlenexposition der schwangeren oder möglicherweise schwangeren Frau aus medizinischen Gründen toleriert werden muss, ist diese Entscheidung zu dokumentieren. Der Radiologe oder Nuklearmediziner hat sicherzustellen, dass die Exposition mit der geringsten Strahlendosis erfolgt, die für die Fragestellung erforderlich ist.

Sollte es zu einer unbeabsichtigten Strahlenexposition eines Embryos oder Feten kommen, ist bei üblichen radiologischen Verfahren das Risiko – auch bei vergleichsweise hohen Strahlendosen

– so gering, dass invasive diagnostische Prozeduren (z. B. Amniozentesen), oder ein Abbruch der Schwangerschaft nicht gerechtfertigt sind. Ihr Risiko übersteigt meist das der vorausgegangenen Strahlenexposition. Der anwendende Arzt sollte allerdings auf Basis der Expositionsdaten eine individuelle Bewertung erstellen und mit der werdenden Mutter besprechen. Hierbei können Experten für medizinischen Strahlenschutz helfen.

Auch bei der Anwendung der Magnetresonanztomografie und bei Kontrastmittelapplikationen aller Art ist während der Schwangerschaft erhöhte Vorsicht geboten. Obwohl das Risiko von Schäden durch MRT-Untersuchungen sehr gering ist, ist die Indikation zu MRT-Untersuchungen im ersten Trimenon der Schwangerschaft besonders streng zu stellen. Kontrastmittelapplikationen aller Art sollten während der gesamten Schwangerschaft nach Möglichkeit unterbleiben.

Verminderung der Strahlendosis

Diagnostische Strahlenanwendungen als wesentlichste zivilisatorische Strahlenquelle tragen, wie aus dem 2017 veröffentlichten Parlamentsbericht des Bundesumweltministeriums „Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung im Jahr 2015“ (BMUB 2017)

hervorgeht, mit 1,7 mSv knapp zur Hälfte der Gesamtstrahlenexposition der Bevölkerung bei. Dabei ist der Anteil an CT-Untersuchungen, die daran den größten Anteil haben, trotz der Zunahme von MRT-Untersuchungen steigend. Auch geringe Strahlenexpositionen sind nicht gänzlich ohne Risiko. Durch die rechtfertigende Indikation wird geprüft und sichergestellt, dass der erwartete Nutzen gegenüber dem Strahlenrisiko überwiegt.

Die Grundsätze des Strahlenschutzes schreiben eine Vermeidung aller unnötigen Strahlenexpositionen vor, und alle verantwortlichen Organisationen und Beteiligten haben diese Regeln zu beachten. Der effektivste Weg, die Bevölkerungsdosis niedrig zu halten, ist die Vermeidung unnötiger Untersuchungen (insbesondere unnötiger Wiederholungsuntersuchungen!) sowie die Wahl angepasster optimierter Untersuchungsverfahren. Andererseits muss vermieden werden, dass notwendige Untersuchungen aus „Strahlenangst“ abgelehnt werden.

Die effektive Dosis für eine radiologische oder nuklearmedizinische Untersuchung ergibt sich aus der gewichteten Summe der Dosen aller betroffenen Gewebe oder Organe im exponierten Bereich

(ICRP 2007, ICRP 2015). In die Berechnung fließt die relative Sensitivität der verschiedenen Gewebe oder Organe gegenüber ionisierender Strahlung ein. Daraus ergibt sich eine letztlich geschätzte Einzeldosis, die ein Maß für das gesamte Strahlenrisiko darstellt, unabhängig davon, wie sich die Dosis im Körper verteilt.

Typische effektive Dosen für die häufigsten Untersuchungen in der Radiologie und Nuklearmedizin zeigt Tabelle 1. Sie ermöglicht einen Vergleich zwischen Untersuchungen mit verschiedenen Dosiseinheiten, z. B. CT und Nuklearmedizin, und eine Einordnung im Vergleich zur natürlichen Strahlenexposition.

Es handelt sich dabei meist um niedrige Dosen, die zum Vergleich der durchschnittlichen Strahlenexposition einer p.a. Röntgenaufnahme des Thorax und der natürlichen Umgebungsstrahlung gegenüber gestellt werden. In der Regel liegen auch bei pädiatrischen Untersuchungen die effektiven Dosen in der gleichen Größenordnung. Das Strahlenrisiko ist jedoch in Abhängigkeit vom Alter des exponierten Kindes bis zu einem Faktor 3 höher.

Moderne Gerätetechnik, die bei geringerer Exposition eine diagnostische Bildqualität ermöglicht, sollte wo immer möglich eingesetzt werden. Beispiele hierfür sind die iterative Rekonstruktion und

Vermeidung des Overrangings in der CT, Nutzung von Durchleuchtungsszenen und Last Image Hold (LIH) an Stelle von Aufnahmen oder Serien in der Fluoroskopie.

Kommunikation mit einer radiologischen oder nuklearmedizinischen Abteilung

Üblicherweise bedeutet die Anforderung einer radiologischen oder nuklearmedizinischen Untersuchung, dass vom anwendenden Arzt eine Stellungnahme in Form eines Befundes eingeholt wird. Dieser soll entweder eine Diagnose ermöglichen und/oder mithelfen, die Krankheit des Patienten korrekt zu behandeln.

Die Anforderungen sollten so präzise wie möglich und eindeutig sein, um fehlerhafte Untersuchungsstrategien durch den anwendenden Arzt zu vermeiden. Die Qualität des Untersuchungsergebnisses wird wesentlich durch die Qualität der klinischen Angaben beeinflusst. Nach § 83 Absatz 3 StrlSchG (StrlSchG 2017) kann die rechtfertigende Indikation zur Strahlenanwendung nur von einem Arzt mit der erforderlichen Fachkunde im Strahlenschutz gestellt werden.

Im Befund soll gegebenenfalls auch eine Empfehlung erfolgen, welches zusätzliche bildgebende oder sonstige Verfahren in der aktuellen Situation eine weitere Klärung erbringen könnte.

Bei allen Unklarheiten ist eine direkte Kontaktaufnahme zwischen Anforderer und dem Radiologen bzw. Nuklearmediziner zu empfehlen.

Früherkennungsuntersuchungen mit ionisierenden Strahlen

Früherkennungsuntersuchungen asymptomatischer Personen sind nur erlaubt, wenn sie durch eine Verordnung gemäß § 84 Absatz 2 StrlSchG (StrlSchG 2017) zugelassen sind. Hierzu erfolgt eine Bewertung durch das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) unter Beteiligung von Fachkreisen.

Typische effektive Dosen radiologischer und nuklearmedizinischer Untersuchungsverfahren für einen Standardpatienten*

Die nachfolgende Tabelle stellt typische effektive Dosen radiologischer und nuklearmedizinischer Untersuchungsverfahren für einen Standardpatienten* dar [Datengrundlage sind die Monte Carlo Berechnungen des BfS aus der Erhebung von 2016 (Röntgendiagnostik, BfS 2016, BfS 2018) bzw. die DRW 2011 (Nuklearmedizin, BfS 2012) und die Gewebewichtungsfaktoren der ICRP 103 (ICRP 2007). Die typischen effektiven Dosen im Bereich Röntgen können mittels Optimierung reduziert werden].

Diagnoseverfahren	Typische* effektive Dosis (mSv)	Anzahl von Untersuchungen des Thorax p.a., die zu einer vergleichbaren effektiven Dosis führt	Ungefährer Zeitraum der natürlichen Strahlenexposition, der zu einer vergleichbaren effektiven Dosis führt ¹
Röntgenaufnahmen			
Extremitäten	< 0,01	< 0,5	< 2 Tage
Schädel lat.	0,015	0,8	2,5 Tage
Schädel a.p./p.a.	0,021	1,2	4 Tage
Schulter	0,013	0,7	3,5 Tage
Brustwirbelsäule lat.	0,06	3,4	10 Tage

Brustwirbelsäule a.p./p.a.	0,14	8	3,5	Wochen
Thorax (p.a.-Aufnahme)	0,018	1,0	3	Tage
Thorax in 2 Ebenen	0,07	3,7	1,5	Wochen
Abdomen a.p./p.a.	0,34	20	2	Monate
Lendenwirbelsäule a.p./p.a.	0,28	16	1,6	Monate
Lendenwirbelsäule lat.	0,26	15	1,5	Monate
Hüfte in einer Ebene	0,06	3,5	1,5	Wochen
Becken a.p./p.a.	0,27	15	1,5	Monate
Mammografie bds. in 2 Ebenen ⁴	0,36	20	2	Monate
Röntgendurchleuchtungsuntersuchungen und Interventionen				
Phlebografie Bein-Becken	0,54	30	3	Monate
Koronarangiografie	3,2	180	1,5	Jahre
PTA Becken	2,4	130	1	Jahr
ERCP	2,8	160	1,3	Jahre

Diagnoseverfahren	Typische* effektive Dosis (mSv)	Anzahl von Untersuchungen des Thorax p.a., die zu einer vergleichbaren effektiven Dosis führt	Ungefährer Zeitraum der natürlichen Strahlenexposition, der zu einer vergleichbaren effektiven Dosis führt ¹
Arteriografie Becken-Bein	4,5	250	2,2 Jahre
Dünndarm	4,6	260	2,2 Jahre
Kolon Monokontrast	5,7	320	2,7 Jahre
Perkutane koronare Intervention (PCI)	6,4	350	3 Jahre
Thrombusaspiration nach Schlaganfall	6,3	350	3 Jahre
Coiling eines zerebralen Aneurysma	7,7	430	3,7 Jahre
Endovaskuläre Aneurysma-Therapie (EVAR) der Aorta	17	950	8 Jahre
CT-Untersuchungen			
CT – Hirnschädel	1,6	90	9 Monate
CT – Gesichtsschädel	0,42	23	2,5 Monate
CT – Nasennebenhöhlen	0,28	16	1,6 Monate

CT – Hals	2,4	130	1 Jahr
CT – HWS-Knochen	2,3	130	1 Jahr
CT – Lunge (Hochkontrastdarstellung)	1,3	70	7 Monate
CT – Thorax	5,1	280	2,4 Jahre
CT – Thorax und Oberbauch	6,3	350	3 Jahre
CT – Abdomen und Becken	11	600	5,2 Jahre
CT – LWS-Knochen	5,6	310	2,7 Jahre
CT – Becken	4,2	240	2 Jahre
CT – Carotis-Angiografie	4,0	220	1,9 Jahre
CT – Prospektiv EKG-getriggerte Koronarangiografie	4,0	220	1,9 Jahre
CT – Angiografie Becken-Bein	3,1	170	1,5 Jahre
CT – Angiografie gesamte Aorta	10	550	4,8 Jahre

Diagnoseverfahren	Typische* effektive Dosis (mSv)	Anzahl von Untersuchungen des Thorax p.a., die zu einer vergleichbaren effektiven Dosis führt	Ungefährer Zeitraum der natürlichen Strahlenexposition, der zu einer vergleichbaren effektiven Dosis führt ¹
Nuklearmedizinische Untersuchungen²			
Hirnszintigrafie (Basalganglien) (180 MBq I-123-FP-CIT)	4,5	250	2,1 Jahre
Schilddrüsenszintigrafie (70 MBq Tc-99m-Pertechnetat)	0,9	50	5 Monate
Lungenperfusionsszintigrafie (160 MBq Tc-99m-Makroalbuminaggregate)	1,8	100	10 Monate
Myocardperfusionsszintigrafie ³ (400 MBq Tc-99m-Sestamibi bzw. Tetrofosmin)	3,6	200	1,7 Jahre
Nierenfunktionsszintigrafie (100 MBq Tc-99m-MAG3)	0,3	17	1,7 Monate
SLN-Szintigrafie (100 MBq Tc-99m-Kolloid)	0,1	6	2,5 Wochen
Skelettszintigrafie (500 MBq Tc-99m-Phosphonat)	2,5	140	1,2 Jahre
Positronen-Emissions-Tomografie (Onkologie) (350 MBq F-18-FDG)	4,6	250	2,2 Jahre

- * Die angegebenen effektiven Dosen berücksichtigen nicht individuelle Faktoren, wie z. B. Geschlecht, Alter, Konstitution eines individuellen Patienten. Die Unsicherheit der Dosisangabe kann mehr als den Faktor 5 betragen.
- ¹ Durchschnittliche natürliche Strahlenexposition in Deutschland: 2,1 mSv pro Jahr (Schegerer et al. 2019).
- ² Zur Berechnung der effektiven Dosen wurden die vom Bundesamt für Strahlenschutz veröffentlichten Referenzaktivitäten (BfS 2012) verwendet. Weiterhin kommt die ICRP Publikation 128 (ICRP 2015) zur Anwendung. Daten für SLNS: AWMF-Leitlinie (AWMF 2014).
- ³ Unter Ruhebedingung; in Kombination mit der Belastungsuntersuchung Verdoppelung der Gesamtdosis.
- ⁴ Die effektive Dosis für die Mammografie wurde auch gemittelt über beide Geschlechter nach ICRP Publikation 103 (ICRP 2007) angegeben.

Diagnostik, Staging, Therapiemonitoring und Nachsorge

Nicht alle Zuweisungen erfolgen zum Nachweis von Erkrankungen. Häufig geht es um die Bestimmung des exakten Ausmaßes einer Erkrankung zur Planung der weiteren Behandlung (z. B. Strahlentherapie). In anderen Fällen ist es notwendig, das gegebene oder fehlende Ansprechen auf eine Behandlung oder einen Behandlungsversuch zu kontrollieren, um nötigenfalls frühzeitig das therapeutische Vorgehen abzuändern. Obwohl zu diesem Zweck häufig aufwändige und komplexe radiologische und nuklearmedizinische Verfahren eingesetzt werden müssen, hilft die gewonnene Information, ungeeignete und zum Teil belastende Behandlungen zu vermeiden.

Bildgebende Verfahren

Röntgen

Deutschland ist flächendeckend mit Röntgengeräten zur Radiografie versorgt. Obwohl durch neue technische Entwicklungen viele Untersuchungen heute mit den Schnittbildtechniken CT und MRT durchgeführt werden, stellt die konventionelle Röntgenuntersuchung weiterhin den

größten Anteil an radiologischen Untersuchungen der Bevölkerung dar, da sie kostengünstig und für viele Fragestellungen ausreichend ist. Die technische Entwicklung hat inzwischen Film-Folien-Systeme weitestgehend durch die digitale Radiografie ersetzt. Ihr Vorteil liegt in der nahezu unbegrenzten digitalen Speicherbarkeit der Untersuchungen sowie der leichteren Übermittlung der Bilddaten an andere Ärzte. Moderne Gerätetechnik ermöglicht bei vergleichbarer oder besserer diagnostischer Bildqualität eine deutliche Reduktion der Strahlenexposition.

Lungen- und Skelettdiagnostik

Hier ist das konventionelle Röntgen als Erstuntersuchung vielfach unverzichtbar. Konventionelle tomografische Untersuchungen sind inzwischen vollständig durch CT, CBCT/DVT und MRT ersetzt.

Mammografie

Die Mammografie ist noch vor Ultraschall und MRT die Methode der Wahl in der Diagnostik der Brustdrüse und in der Abklärung des Mammakarzinoms. Die Strahlenexposition wird durch die moderne Gerätetechnik soweit reduziert, dass das daraus resultierende geringe Strahlenrisiko in einem günstigen Verhältnis zum erzielten Nutzen

steht. Viele moderne Systeme bieten zusätzlich die Option der digitalen Brusttomosynthese (DBT). Durch Minderung von Überlagerungseffekten zeigen Studien im ergänzenden Einsatz zur Mammografie eine Steigerung der Befundungsgenauigkeit basierend auf einer Steigerung der Sensitivität und Spezifität. Im Rahmen einer selektiven Ergänzung der mammografischen Diagnostik kann die DBT nach Datenlage sinnvoll eingesetzt werden. Um in einer primären Anwendung eine doppelte Exposition pro Ebene (2D-Mammografie plus DBT) zu vermeiden, erscheint die ersetzende Verwendung der aus DBT-Daten errechneten, sogenannten synthetischen 2D-Mammografie vielversprechend; in Abstimmung mit den ärztlichen Stellen kann sie in der Diagnostik (nicht zum Mammografie-Screening) bei Erfüllung von geräte-, expositions- und befundungstechnischen Voraussetzungen eingesetzt werden. Für die Empfehlungen im Abschnitt J wurde, soweit anwendbar, die aktuelle S3-Leitlinie Mammakarzinom berücksichtigt.

Durchleuchtungsuntersuchungen des Gastrointestinaltrakts

Diese sind in der elektiven Diagnostik des Ösophagus, Magens und des Kolons weitgehend durch die Endoskopie ersetzt und werden nur noch in der Diagnostik von Dünndarmerkrankungen, bei Notfällen und

in der Abklärung perioperativer Komplikationen eingesetzt. Dynamische Untersuchungen (Defäkografie, Videokinetografie des Schluckaktes) sind Spezialverfahren zur Abklärung funktioneller Störungen.

Phlebografie mit Kontrastmittel

Sie ist der nach der farbkodierten Duplexsonografie (FKDS) der Standard zur Venenkompressionssonografie im B-Bild und der Darstellung von Beinvenenthrombosen (insbesondere am Unterschenkel) und zur präoperativen Varizendarstellung. Wo sonografische Verfahren gut beherrscht, von den klinisch tätigen Ärzten akzeptiert werden und verfügbar sind, haben sie die Phlebografie in vielen Fällen in der Primärdiagnostik ersetzt.

Computertomografie (CT)

In Deutschland sind inzwischen alle installierten CT-Scanner Multidetektor-CT-Geräte (MDCT) mit bis zu 320 Zeilen. Diese Technik erlaubt die Akquisition von Volumendaten bei einmaligem Atemanhalten. Die MDCT's können damit in so entscheidenden Fragen wie dem Nachweis einer Lungenembolie, oder sonstiger Pathologien der Arterien und Venen vom Gehirn bis zu den Beinen als CT-Angiografie eingesetzt werden. Trotzdem sollte man sich bewusst sein, dass die

Computertomografie eine relativ hohe Strahlenexposition bedingt. Es ist daher wichtig, die Entwicklung der Magnetresonanztomografie zu verfolgen, die einige der ursprünglichen Indikationen für CT Untersuchungen übernommen hat.

Vor diesem Hintergrund ist es sinnvoll und wichtig, bildgebende Verfahren ohne ionisierende Strahlen – Ultraschall und Magnetresonanztomografie – bei der Rechtfertigung mit einzubeziehen.

Grundsätzlich ist bei Schwangeren und Kindern die Indikation für die CT-Untersuchung des Abdomens sehr sorgfältig zu stellen und soweit möglich Niedrigdosisprotokolle anzuwenden. Besondere Vorsicht ist auch bei den häufigen Computertomografien des Gehirns und Gesichtsschädels angebracht, da die Augenlinse besonders strahlenempfindlich ist.

- CT bleibt die optimale Untersuchung für viele klinische Probleme in Thorax und Abdomen, besonders in der Akutdiagnostik.
- MDCT-Scanner erlauben die Untersuchung von großen Körperabschnitten in kurzer Zeit und hoher diagnostischer Qualität. Sie eignen sich besonders bei Symptomen oder Erkrankungen, die im

Vorfeld noch nicht einem bestimmten Organ zugeordnet werden können.

- CT wird unverändert sehr häufig bei Verdacht einer akuten intrakraniellen Pathologie, vor allem beim Trauma und beim akuten Schlaganfall, eingesetzt, aber selten in der zerebralen Diagnostik von Tumoren und neurodegenerativen Erkrankungen.
- CT ist eine etablierte und flächendeckend verfügbare Methode, um bei malignen Erkrankungen ein Staging durchzuführen, und ist besonders gut für Therapiekontrollen geeignet.
- CT ist sowohl präoperativ für die Operationsplanung von Tumoren als auch postoperativ zur Abschätzung von Komplikationen geeignet.
- CT ist im Rahmen von interventionellen radiologischen Eingriffen wichtig (Drainage, Biopsie, Hochfrequenzablation).
- CT ist besonders wichtig im Bereich der Traumatologie und bei Organverletzungen. Insbesondere bei schweren Polytraumata kommen CT-Untersuchungen mit schnellen MDCT-Scannern zum Einsatz und können durch eine schnellere Diagnostik zu einer Mortalitätsreduktion führen.

- CT ist bei adipösen Patienten besser geeignet als die Ultraschalluntersuchung.
- CT ist eine Alternative, wenn eine MRT kontraindiziert oder nicht verfügbar ist.

Nuklearmedizin (Nuk)

Die Versorgung mit allen diagnostischen nuklearmedizinischen Verfahren einschließlich moderner Hybridverfahren wie SPECT-CT und PET-CT sowie die Versorgung mit Radiopharmaka – auch mit kurzlebigen Radionukliden – ist in Deutschland flächendeckend sichergestellt.

Eine enge Kooperation mit den Radiologen und den zuweisenden Gebietsärzten ist im klinischen Alltag wichtig. Dieses gilt insbesondere bei weiterführender Diagnostik, diagnostischen Problemfällen und bei der Auswahl der richtigen Untersuchungsmethode. Die Diskussion der Ergebnisse ggf. auch interdisziplinär z. B. in Tumorboards und klinischen Konferenzen hilft bei der Optimierung der Patientenversorgung und insbesondere auch bei der Qualitätsentwicklung der Verfahren. Auch die Zusammenarbeit mit dem Medizinphysikexperten ist zur

Fortentwicklung der klinischen Untersuchungsmethoden in Hinblick auf die Strahlenexposition günstig.

In den letzten Jahren hat es eine deutliche technische Fortentwicklung der Aufnahmegерäte und eine substantielle Entwicklung der Software gegeben mit konsekutiver Verringerung der Strahlenexposition und Verbesserung der Bildqualität.

Insgesamt hält die Nuklearmedizin eine Reihe von Methoden vor, die im Rahmen der Erstdiagnostik, d.h. primär, eingesetzt werden: z. B. in der Onkologie und bei Schilddrüsenerkrankungen. Neben den klinisch lange erprobten Verfahren wie z. B. Schilddrüsenszintigrafie, Skelettszintigrafie, Myokardszintigrafie, Nierenszintigrafie, Lungenszintigrafie, Hirnszintigrafie und Sentinel-Lymphknotenszintigrafie entwickelt sich insbesondere die PET-CT in der Onkologie mit F-18-FDG beständig weiter. Dies betrifft insbesondere Staging und Therapiekontrolle von verschiedenen malignen Tumoren, wie z. B. beim Bronchialkarzinom, Lungenrundherd, malignem Lymphom, kolorektalem Karzinom sowie von Pankreas-, HNO-Tumoren und malignem Melanom.

Interventionelle Radiologie (Angiografie, Biopsie, Therapie)

Interventionelle radiologische Verfahren haben auch in den letzten Jahren ständig an Bedeutung zugenommen. An allen großen radiologischen Abteilungen gibt es mittlerweile Mitarbeiter mit interventionellem Schwerpunkt. Die Angioplastie ist durch Miniaturisierung der Materialien zunehmend für kleinere periphere Gefäße verfügbar. Die meisten abdominellen Abszesse werden über eine perkutane Drainage, die durch radiologische Verfahren geführt wird, behandelt. Ist eine interventionelle Maßnahme mit gleicher Sicherheit und Qualität unter sonografischer Führung durchführbar, sollte dem Ultraschall der Vorzug gegeben werden.

Neue Techniken im Rahmen der Interventionellen Radiologie sind ständig in Entwicklung. Einige dieser Neuerungen sind:

- Perkutane Implantationen von komplexen, z.T. individuell gefertigten Stents in den großen thorakalen und abdominellen Gefäßen
- Verschiedene interventionelle Techniken, um benigne und maligne Läsionen von Leber, Nieren, Lungen, Uterus oder Prostata zu behandeln

- In der Kardiologie stehen mit der minimalinvasiven Therapie von Erkrankungen der Herzklappen schonendere Verfahren zur Verfügung
- In der Neuroradiologie verbessert das Coiling von Aneurysmen und die Thrombusaspiration nach Schlaganfall die Prognose von Patienten deutlich
- Auch technisch einfach erscheinende Interventionen wie Pleura- oder Aszitespunktionen sollten, wenn möglich, unter sonografischer Führung erfolgen, da sich so auf einfache Weise Komplikationen vermeiden lassen.

Alle diese speziellen therapeutischen Maßnahmen setzen eine enge Zusammenarbeit zwischen dem betreuenden Kliniker und dem interventionellen Radiologen voraus und werden wegen der Komplexität des Eingriffs meist stationär durchgeführt.

Bei allen interventionell-radiologischen Verfahren ist eine Kommunikation mit dem Anforderer vor dem Hintergrund der klinischen Ausgangssituation unabdingbar.

Ultraschall (US)

In der Ultraschalldiagnostik sind heute alle technischen Verfahren wie Farbdoppler, Powerdoppler, Tissue- und Contrast Harmonic Imaging oder Elastografie flächendeckend verfügbar. Aus strahlenhygienischen Gründen ist der Einsatz der Sonografie, wann immer sinnvoll, vorzuziehen.

Man muss jedoch die diagnostischen Grenzen des Ultraschalls kennen, nicht nur wegen undurchdringlicher Strukturen wie Luft und Knochen. Die Untersuchung ist in hohem Maße von der Erfahrung des Untersuchers abhängig, zumal entgangene Befunde nicht regelmäßig anhand einer lückenlosen Dokumentation von einem zweiten Untersucher nachvollzogen werden können. Sofern durch PACS-Anbindung genügend Speicherplatz verfügbar ist, kann allerdings auch eine weitgehend volumendeckende Dokumentation anhand von gespeicherten Filmen erfolgen. Dies wird zwar nur an wenigen Zentren praktiziert, stellt aber eine Möglichkeit dar, diesem Problem entgegenzuwirken. Allerdings ist das Erstellen aussagekräftiger Filme durchaus anspruchsvoll und erfordert viel Erfahrung und sichere Untersuchungstechnik.

Ultraschall wird nicht nur von Radiologen, sondern auch von vielen Ärzten anderer Fachgebiete mit unterschiedlicher Geräteausstattung angewendet. Eine sichere sonografische Diagnostik setzt eine qualifizierte Ausbildung voraus, da sonst möglicherweise zusätzliche radiologische Folgeuntersuchungen veranlasst werden.

Trotz der physikalischen Grenzen, die dem Ultraschall gesetzt sind, ist das Einsatzgebiet dieses Verfahrens außerordentlich breit. Es ist schnell, flächendeckend verfügbar und nicht invasiv. Daher ist die Sonografie in vielen Fällen die erste Untersuchung und für zahlreiche Indikationen geeignet.

- Ultraschall kann bei Beachtung seiner Leistungsgrenzen im gesamten Abdomen für akute und chronische Erkrankungen eingesetzt werden und hat insofern eine „Lotsenfunktion“, indem er bereits in einer frühen klinischen Phase die weitere Diagnostik in die entscheidende Richtung zu lenken vermag.
- Ultraschall ist besonders gut für die Untersuchung parenchymatöser Organe geeignet. Mit Ultraschall-Kontrastmitteln in der Hand eines erfahrenen Untersuchers sind z. B. Sensitivität und Spezifität für

herdförmige Leberveränderungen denen der CT und MRT vergleichbar.

- Die Ultraschalldiagnostik des Abdomens und der relevanten Lymphknotenregionen gehört als Standard zu fast jedem onkologischen Staging und zu einer Vielzahl an Nachsorgeprotokollen, auch dann, wenn dieselben Regionen bereits mit der CT oder MRT erfasst wurden. Die Ultraschalldiagnostik gehört an den Anfang der Diagnostik, denn ist z. B. ein metastasiertes Tumorleiden bereits bei der Sonografie offensichtlich, relativiert sich die Indikation zu anderen, aufwändigeren oder invasiven Untersuchungen.
- Ultraschall ist eine sehr verlässliche Untersuchung bei arteriellen und venösen Gefäßerkrankungen, vor allem für die supraaortalen und Extremitätengefäße geeignet, kann jedoch auch intrakraniell oder intraabdominell eingesetzt werden.
- Ultraschall hat als Small-Parts-Sonografie für die Analyse von oberflächlich gelegenen Organbereichen (Schilddrüse, Lymphknoten, Mamma, Hoden usw.) erhebliche Bedeutung und ist bei hohen Sendefrequenzen der CT oder MRT hinsichtlich der Auflösung überlegen. Die Sonografie ist häufig die erste Untersuchung der Wahl, nicht selten sogar die einzige.

- Ultraschall ist das führende bildgebende diagnostische Verfahren in der Pädiatrie.

Nach § 83 Absatz 3 Strahlenschutzgesetz (StrlSchG 2017) sind andere Verfahren mit vergleichbarem gesundheitlichem Nutzen, die mit keiner oder einer geringeren Strahlenexposition verbunden sind, bei der rechtfertigenden Indikation zu berücksichtigen. Deshalb ist immer zu prüfen, ob nicht eine Ultraschall- oder MRT-Untersuchung einer röntgen- oder nuklearmedizinischen Untersuchung vorgezogen werden kann, wenn die Fragestellung mit gleicher diagnostischer Information zu beantworten ist.

Magnetresonanztomografie (MRT)

In Deutschland kann von einer ausreichenden und flächendeckenden Versorgung mit MRT Geräten ausgegangen werden.

Die meisten MR-Geräte werden mit Feldstärken zwischen 1 und 3 Tesla betrieben und haben eine Fülle von neuen Indikationsbereichen eröffnet, so dass Indikationskataloge ständig neu zu bewerten sind.

- MRT liefert im Allgemeinen detaillierte Information über pathologische Veränderungen intrakraniell, im Kopf-Hals-, Spinal- und Muskel-Skelett-Bereich sowie bei Gefäßen, vor allem wegen des hohen Weichteil-Kontrastaufklärungsvermögens.

- Wenn bei Kindern und Jugendlichen der Ultraschall keine ausreichende Diagnostik ermöglicht, ist die MRT, wenn immer möglich, der CT vorzuziehen. Es muss allerdings berücksichtigt werden, dass Kleinkinder nicht immer hinreichend zu sedieren sind, so dass dann die Abwägung zwischen einer MRT in Vollnarkose gegenüber einer CT getroffen werden muss. Hierbei sollte, wenn immer möglich, ein Kinderradiologe einbezogen werden.
- Derzeit ist die Magnetresonanztomografie in der Schwangerschaft, insbesondere im ersten Trimenon, nur mit enger Indikation einzusetzen. Die Möglichkeit einer Schädigung des Embryos wird gleichwohl als gering angesehen. Indikationen zum fetalen MRT können z. B. fetale Auffälligkeiten im US oder V. a. Plazentadysfunktion sein.

Bei der Auswahl des Verfahrens ist zu beachten, dass MRT-Untersuchungen länger dauern als CT-Untersuchungen, und ihre Qualität wesentlich mehr von den verfügbaren Protokollen und der Kooperationsfähigkeit des Patienten abhängig ist. Trotz aller Vorzüge und der Möglichkeit der Ganzkörper-Bildgebung ist in klinisch unklaren Situationen, die vorab noch nicht einem Organ oder Organsystem zugeor-

dnet werden können, bei Erwachsenen eine CT-Untersuchung möglicherweise zweckmäßiger, weil sie schneller zu einer Arbeitsdiagnose führt.

Es gibt einige Kontraindikationen der MRT, die man kennen sollte: Metallische, besonders ferromagnetische Fremdkörper z. B. in Orbita, Gehirn oder anderen Organen (heute werden überwiegend MRT-taugliche Implantate produziert, daher ist diesbezüglich beim Operateur oder Hersteller nachzufragen). Viele Schrittmacher, Defibrillatoren, Cochleaimplantate und Biostimulatoren sind eingeschränkt MRT kompatibel. Bei Gelenkprothesen und größeren Metallimplantaten an der Wirbelsäule ist mit eingeschränkter Bildqualität in der Nähe des Metalls zu rechnen. Im postoperativen bzw. perioperativen Verlauf ist die MRT oft nur erschwert einzusetzen (Monitoring, Sedierung, Fremdmaterial, Kooperationsfähigkeit des Patienten). Sollten hier Unsicherheiten hinsichtlich der Indikation entstehen, bitte Rücksprache mit dem anwendenden Arzt halten.

Viele MRT Untersuchungen sind nur nach Gabe von gadoliniumhaltigen Kontrastmitteln sinnvoll, die insgesamt deutlich sicherer und besser verträglich sind als iodhaltige Kontrastmittel. Extrem selten kann je-

doch eine Erkrankung ausgelöst werden (sog. Nephrogene systemische Fibrose = NSF), die mit einer Bindegewebserkrankung der Haut einhergeht und zu einer Einschränkung der Beweglichkeit führen kann, ggf. bis hin zur Gelenksteife. Im Verlauf können auch innere Organe geschädigt werden. Besonders gefährdet sind Patienten mit schwerer Nieren- oder Lebererkrankungen. Durch die Beschränkung auf zyklische Kontrastmittel und strengere Indikationsstellung bei den o.g. Vorerkrankungen ist dieses Risiko weitestgehend eliminiert. Wissenschaftlich noch nicht abschließend bewertet ist der Nachweis von Gadolinium Ablagerungen im Gehirn nach mehrfacher Anwendung, da bisher keine hiermit korrelierenden Symptome oder Erkrankungen bekannt sind.

A. Kopf (einschließlich HNO-Probleme)

28

Klinische Fragestellung		Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
A1 Kongenitale Erkrankungen (bei Kindern s. M1)		MRT	P	Definitiver Nachweis von Fehlbildungen
		CT	W	Beurteilung von Knochenanomalien. Ausschluss größerer Fehlbildungen
A2 Apoplexie; Schlaganfall		CT	P	Nachweis oder Ausschluss einer Blutung; eine CTA ist die wichtigste Untersuchung zur zeitnahen Intervention bei zerebralem Gefäßverschluss (s. N5)
			P	CT-Angiografie und Perfusions-CT: z. B. zur Interventionsvorbereitung
		FKDS der A. carotis, ggf. TCD	P	A. carotis: Nachweis von Stenosen, Stenosegradbestimmung, bei V. a. Dissektion
			W	Als ergänzende Gefäßdiagnostik bei zerebrovaskulären Erkrankungen, alternativ MRA oder CTA
		MRT	W	DWI sensitiver als CT; insbesondere im Bereich der hinteren Schädelgrube (Fossa cranii posterior) ist die MRT sensitiver. Diffusions-/Perfusions-Mismatch in der Indikationsstellung zur mechanischen Rekanalisation. MRT bei „wake-up Stroke“ und im „erweiterten Zeitfenster“. Methode der Wahl bei V. a. Dissektion
		TCD	W	Frage nach Stenose/Emboliequelle an den Hirnbasisarterien

A3		Echokardiografie	W	Suche nach kardialen Emboliequellen
		MRT	P	Im Nachweis von Blutungen ist die MRT nach über 7 Tagen sensitiver als CT; alternativ Liquorpunktion
		DSA	S	Zur interventionellen Therapie s. N4
	Transitorische ischämische Attacken (TIA) (Amaurosis fugax) (s. auch B5)	US und FKDS	P	A. carotis: Stenosenachweis, Verschlussnachweis, Gradabschätzung
		MRT mit MRA	P	Darstellung der Gefäße und des Hirnparenchyms, insbesondere DWI
		CT mit CTA	P	Wenn MRT nicht zur Verfügung steht und bei Kontraindikation zur MRT
		Echokardiografie	P	Suche nach kardialen Emboliequellen
		Nuk	S	Perfusions-SPECT (Tc-99m-HMPAO/-ECD); ggf. nach Stimulation (z. B. Diamox®), wenn CT und MRT nicht weiterführend sind

A. Kopf (einschließlich HNO-Probleme)

30

Klinische Fragestellung		Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
A4	Neurodegenerative Erkrankungen	MRT	P	Zum Ausschluss organischer Ursache (Demenzabklärung)
		CT	P	Bei Kontraindikationen zum MRT
		Nuk	W	Dopamin-Transporter-SPECT (DAT-Scan) zur DD Parkinson Syndrom vs essentieller Tremor und zur DD Lewy-Körperchen-Demenz vs Alzheimer-Demenz; MIBG-SPECT (Myokard) kann zur DD idiopathisches Parkinson-Syndrom vs Multisystematrophie angewandt werden
		PET-CT	S	Mit FDG zur DD atypischer Parkinson-Syndrome anhand der Muster (MSA, CBD, Lewy-Body Demenz) und zur Diagnostik unklarer Bewegungsstörungen, kortikaler Beteiligung des M. Parkinson/Parkinson-Demenz. Mit F-DOPA zur DD Parkinson Syndrom vs. essentieller Tremor. Ggf. Amyloid-PET-CT zur DD amyloid-positive vs -negative Erkrankung
A5	Demenz und Gedächtnisstörung, erstmals auftretende Psychose	MRT/CT	W	Ausschluss organischer Ursachen (vaskulärer Demenz, Normaldruck-Hydrozephalus)
		Nuk	W	Demenz vom Alzheimer-Typ (DAT-Scan): DD Lewy-Körperchen-Demenz vs Alzheimer-Demenz

		PET-CT	W	Mit FDG und Amyloid: Frühdiagnostik der primären Demenz. Mit FDG zur Diagnostik atypischer Parkinson-Syndrome/Bewegungsstörungen mit kognitiven Defiziten anhand der Muster (MSA, CBD, Lewy-Body Demenz), kortikaler Beteiligung des M. Parkinson/Parkinson-Demenz, Abgrenzung der Pseudodemenz. Ggf. Amyloid-PET-CT zur DD amyloid-positive vs -negative Demenzerkrankung
		CT	W	Ausschlussdiagnostik. Bei Kontraindikation von MRT
A6	Epilepsie bei Erwachsenen			
a)	Erstmaliger, einmaliger Krampfanfall	CT/MRT	P	Ausschluss organischer Ursachen
b)	Rezidivierender Anfall	MRT	P	Nach fachlicher Abklärung zum Nachweis epileptogener Fokus (spez. Epilepsie-MR-Protokoll)
(bei Kindern s. M5)		Nuk/PET-CT	W	Perfusions-SPECT/FDG-PET-CT zur Fokussuche, ggf. auch iktal

A. Kopf (einschließlich HNO-Probleme)

32

Klinische Fragestellung		Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
A7	Raumfordernde Läsion (Maligne RF s. L1)	MRT	P	Sensitiver als CT
		CT	P	Bei symptomatischen Patienten und Kontraindikationen zu MRT
A8	Entzündliche Erkrankungen des ZNS (Abszess, Enzephalitis, Meningitis) und Entmarkungskrankheiten	MRT	P	Deutlich sensitiver im Läsionsnachweis als CT. DWI bei V. a. Abszess
		PET-CT	S	Mit FDG bei limbischer Enzephalitis (ggf. kombiniert mit GKS zur TU-Suche). Mit FET oder F-DOPA zur DD zwischen Entmarkung und (niedrig gradig) malignem hirneigenen Tumor
A9	Kopfschmerzen, akute bzw. schwere, vor allem SAB, neurologisches Defizit, Papillenödem, Änderung der Bewusstseinslage (bei Kindern s. M8)	CT	P	Ausschluss organischer Ursache. Vor allem Ausschluss/Nachweis Hirnblutung/SAB. Cave: negativer CT-Befund schließt SAB nicht aus! (Bei längerem Intervall MRT und Liquorpunktion erwägen)
		CTA/MRA	W	Bei nachgewiesener SAB zum Aneurysmanachweis und Beurteilung der Morphologie, bei fehlendem Nachweis Wiederholung nach 2 bis 6 Wochen
		DSA	W	Zur Interventionsplanung, s. Abschnitt N
		MRT	W	Bei V. a. entzündliche Genese der Schmerzen sensitiver als CT

	MRA/CTA	W	V. a. Sinus-/Venenthrombose
A10 Kopfschmerzen, chronische	Rö Schädel	N	Liefert keinen Beitrag zur Abklärung von Kopfschmerzen
	MRT	P	Bei Änderung des Kopfschmerztyps oder fokalen neurologischen Zeichen
	CT	P	Bei Kontraindikationen zur MRT
	CT	W	Ausschluss von Verkalkungen
	Rö HWS/NNH	W	Nur bei definierter Fragestellung
	US (FKDS) der A. temporalis	S	Bei V. a. einer Riesenzellerarteriitis
A11 V. a. RF der Hypophyse oder im Bereich der Sella turcica	MRT	P	Verfahren der Wahl (dynamische Dünnschichtuntersuchung mit KM)
	CT	W	Bei MRT-Kontraindikationen oder zur weiteren Charakterisierung nach vorliegendem MRT
	PET-CT/Nuk	S	Somatostatin-Rezeptor-Szintigrafie (SPECT, PET-CT) bei endokrin aktivem TU/TU-Rezidiv
A12 V. a. Erkrankung in der hinteren Schädelgrube	MRT	P	CT nur bei Kontraindikation zu MRT oder im Notfall

A. Kopf (einschließlich HNO-Probleme)

N: Nicht indiziert, P: Primäruntersuchung, W: Weiterführende Untersuchung, S: Spezialverfahren

A. Kopf (einschließlich HNO-Probleme)

34

Klinische Fragestellung	Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
A13 Hydrozephalus (bei Kindern s. M3, M4)	MRT	P	Ursachenabklärung insbesondere bei jüngeren Patienten, VK
	CT	P	In der Akutdiagnostik/Ausschlussdiagnostik, postoperativ oder bei MRT-Kontraindikation
	Rö	W	Beurteilung des gesamten Shuntsystems (VK)
	Nuk	S	Liquorszintigrafie Zusatzdiagnostik bei V. a. Normaldruckhydrozephalus, V. a. Liquorzirkulationsstörung
A14 Symptome am Mittel- oder Innenohr (einschl. Vertigo)	CT/MRT	P	Nach gezielter fachärztlicher Abklärung
	US (FKDS)	W	Karotiden, Vertebralarterien, ggf. intrakranielle Arterien mit TCD
A15 Schallleitungs- oder kombinierte Schwerhörigkeit	CT	P	Bei Befundpersistenz ohne klinisch klärbare Ursache, bei Trauma (Frakturverdacht), Mittelohrtumor, -fehlbildung, Otosklerose
	MRT	P	Nur bei akuter Symptomatik
A16 Schallempfindungs-schwerhörigkeit (bei Kindern s. M 6)	MRT	P	RF KHBW; V. a. Akustikusneurinom (Ausschlussdiagnostik)
	CT/CBCT/DVT	W	Nachweis pathologischer Verknöcherungen im Ohr

A17 NNH-Erkrankungen		Nach fachärztlicher Abklärung, Bildgebung präoperativ oder bei Komplikationen	
- Akute Sinusitis	Rö	N	Die akute Sinusitis ist eine klinische Diagnose und erfordert keine Bildgebung. Das Rö der NNH ist nur zum Ausschluss grob pathologischer Befunde in klinischen Ausnahmesituationen geeignet, z. B. in Kombination mit einem Zahnstatus vor Knochenmarkstransplantation
	CT	W	Bei persistierenden therapierefraktären Beschwerden, präoperativ und bei V. a. orbitale Komplikation
	MRT	W	Nur bei V. a. intrakranielle Komplikation, bei Kindern V. a. orbitale Komplikation
- Chronische Sinusitis	CT	P	Als Low-Dose CT nach Therapie und zur OP-Planung; Voraussetzung für endonasale, navigationsgesteuerte Roboterchirurgie
- V. a. NNH-RF	CT/MRT	P	Bei V. a. maligne RF
(bei Kindern s. M9)	DSA	S	(Präoperative) Embolisation stark vaskularisierter oder blutender RF
A18 V. a. orbitale RF (Leitsymptom Protrusio bulbi)	US	P	Orientierende Erstuntersuchung
	MRT	P	Verfahren der Wahl zum Nachweis und zur Differenzierung orbitaler RF
	CT	P	Bei V. a. knöcherne Beteiligung oder Verkalkungen, bei Kontraindikation zur MRT

A. Kopf (einschließlich HNO-Probleme)

36

Klinische Fragestellung	Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
A19 Traumafolgen und FK in der Orbita	MRT	P	Nach augenärztlicher Untersuchung bildgebende Methode der Wahl, genaue Lokalisation, Begleitverletzungen. Cave: MRT kontraindiziert bei metallischen FK intraorbital
	CT	P	Bei Kontraindikation zur MRT
	Rö Orbita	S	Nicht indiziert für Lokalisationsdiagnostik, Ausschluss metallischer FK vor MRT
A20 V. a. intraorbitale Entzündung	MRT	P	Abszess, Orbitaphlegmone, Retrobulbärneuritis, Verlauf, postoperative Kontrolle
	CT	P	Bei Kontraindikation zur MRT
	CT	W	V. a. knöcherne Beteiligung
	US	W	Ausschluss Endophthalmitis, Nachweis umschriebener Veränderungen, Verlaufsuntersuchungen möglich
A21 V. a. endokrine Orbitopathie, Myositis	US	W	Nach augenärztlicher Untersuchung bei unklarem klinischen Befund
	MRT	W	MRT zur weiteren Abklärung und zur Therapie/Therapiekontrolle

A22 Sehstörungen (akute oder Gesichtsfeldausfälle) (s. auch A2/A3)	Rö Orbita	N	Liefert keinen Beitrag zur Abklärung
	MRT/CT	S	Nach gezielter fachärztlicher Abklärung. MRT bei Pathologie am N. opticus/Sehbahn (Retrobulbärneuritis, TU). CT, falls MRT nicht verfügbar/kontraindiziert und bei V. a. knöcherne Veränderungen
	US	S	Bei V. a. intraorbitale Pathologie

B. Hals

Weichteile (zur Wirbelsäule s. Abschnitt C [Wirbelsäule] und Abschnitt K [Trauma])

38

Klinische Fragestellung		Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
B1	Schilddrüsenknoten und -vergrößerungen	US	P	Morphologie, Volumetrie, Nachweis diffuser Veränderungen (Entzündungen, Morbus Basedow), erforderlichenfalls auch US-gezielte Punktion zur Dignitätsbeurteilung
		Quantitative Szintigrafie	W	Bei retrosternaler Struma mit I-123: DD heißer und kalter Knoten, funktionelle Autonomie
		CT oder MRT	S	Ausdehnung (retrosternale oder intrathorakale SD-Anteile). Cave: Bei CT kein KM
		Rö Trachea	S	Trachealverlagerung/-einengung
B2	SD-Fehlfunktion Hyperthyreose	US	P	Morphologie, Nachweis diffuser oder fokaler Veränderungen (Entzündungen, Morbus Basedow, Knoten)
		Nuk	P	Quantitative Szintigrafie: Autonomie, Abklärung einer hyperthyreoten Stoffwechsellage bei Hashimoto-Thyreoiditis, Iodkontamination
B3	SD-Dystopie (z. B. bei Zungengrundstruma)	Nuk	P	Lokalisation ektooper SD Anlagen. Cave: Szintigrafisch „kaltes“ Gewebe
		US	W	Bei oberflächennahen ektopten Knoten
		CT/MRT	W	V. a. intrathorakale Lage. Cave: Bei CT kein KM

B4	Hyperparathyreoidismus	US	P	Nachweis von Adenomen in typischer Lage
		Nuk	P	MIBI-SPECT: Nachweis vor allem bei ektooper Lage zervikal oder mediastinal bei Z.n. OP, vor geplanter minimal invasiver Resektion
		MRT	W	Bei nicht konklusivem Ergebnis von US und Nuk, ggf. auch genaue Morphologie präoperativ
		DSA	S	Selektive Venenblutentnahme präoperativ bei rezidiertem pHPT und nichtkonklusiver Bildgebung
B5	Auskultatorische Geräusche über der A. carotis	US (FKDS)	P	A. carotis: Verfahren der ersten Wahl
		MRA/CTA	W	Bei starken Gefäßverkalkungen
B6	Verschluckter FK	Rö Ösophagus	W	Nativ und ggf. mit wasserlöslichem KM, Lokalisation, Ausschluss Wandverletzung
		CT	S	V. a. Komplikationen, z. B. Perforation
B7	Inhalierter FK	Rö	P	Ggf. in Inspiration und Expiration
		CT	S	V. a. Komplikationen, z. B. Perforation

B. Hals

Weichteile (zur Wirbelsäule s. Abschnitt C [Wirbelsäule] und Abschnitt K [Trauma])

40

Klinische Fragestellung		Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
B8 RF unbekannten Ursprungs		US (FKDS)	P	Zur Verifikation, ggf. mit Punktion zur histologischen Abklärung
		MRT	P	Artdiagnostik, Ausdehnung
		CT	W	Ausnahme, bei Kontraindikation zu MRT
		PET-CT	S	Mit FDG: nach histologischer Sicherung bei Metastasen mit unklarem Primärtumor oder malignem Lymphom zur Erfassung weiterer Herde und ggf. des Primärtumors
B9	Dysfunktion Kiefergelenk	MRT	P	Funktions-MRT mit geöffnetem und geschlossenem Mund
B10	Obstruktion der Speicheldrüsen	US	P	V. a. Speichelstein
		Rö/MRT	W	Sialografie oder MRT zur Gangdarstellung
		Nuk	W	Funktionsszintigrafie: Verdacht auf Sicca-Syndrom, ggf. Indikation bei Strahlentherapie im Kopf-Hals-Bereich
B11	RF in den Speicheldrüsen (bei Tumoren s. L2)	US	P	Verfahren der ersten Wahl
		MRT	W	V. a. TU/Entzündung, insbesondere bei tiefen Parotisläsionen
		CT	W	Bei Kontraindikation zur MRT

B12 Autoimmunerkrankungen
der Speicheldrüsen
(Sjögren-Syndrom)

Sialografie

N

Liefert keinen Beitrag zur Abklärung

Nuk

N

Liefert keinen Beitrag zur Abklärung

US

P

Basisuntersuchung

MRT

W

Bei inkonklusivem US

C. Wirbelsäule

42

Klinische Fragestellung	Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
Halswirbelsäule (HWS)			
C1 Kongenitale Erkrankungen (bei Kindern s. M1)	MRT	P	Darstellung intra-/paraspinaler Anomalien bzw. Weichteilveränderungen, Beurteilung von Aufbau- und Segmentationsstörungen der WK
	Rö	S	Rein knöcherne Anomalien: falls kein isolierter Befund, ergänzendes Rö der übrigen WS-Abschnitte; a.p. und seitl. bei Skoliose. Zu Rückenschmerzen bei Kindern s. M16
	CT	S	Darstellung knöcherner Details
C2 Myelopathie: Tumoren, Entzündung, Infektion, Infarkt usw.	MRT	P	Darstellung knöcherner/spinaler Details
	CT	S	Wenn MRT kontraindiziert oder nicht verfügbar; ggf. Myelografie mit Myelo-CT
C3 Atlanto-axiale Subluxation	Rö	P	Laterale Aufnahme in Inklination. Verletzungsbedingte Subluxation s. Abschnitt K (Trauma)
	CT	W	Beste Darstellung der Gelenke und der Schädelbasis
	MRT	W	Beste Darstellung diskoligamentärer Verletzungen und von Verletzungen des Myelons sowie von Pannus bei rheumatologischen Erkrankungen

C4	Nackenschmerzen, Brachialgie, degenerative Veränderung	Rö	N	Bei unspezifischen Schmerzen ohne neurologische Symptomatik. Degenerative Veränderungen sind häufig nicht Ursache der Schmerzen
			W	Bei neurologischer Symptomatik, wenn MRT nicht zeitnah möglich
		MRT	W	Bei neurologischer Symptomatik

Brustwirbelsäule (BWS)

C5	Schmerzen ohne Trauma	Rö	N	Bei unspezifischen Schmerzen ohne neurologische Symptomatik: Degenerative Veränderungen sind häufig nicht Ursache der Schmerzen. Bei akuten Schmerzen andere Ursachen in Betracht ziehen (Aortendissektion, Lungenembolie, Pneumothorax, Herzinfarkt)
			W	Bei neurologischer Symptomatik, wenn MRT nicht zeitnah möglich
		MRT	W	Bei neurologischer Symptomatik
		CT	W	Falls MRT nicht verfügbar oder Kontraindikationen für MRT

C. Wirbelsäule

N: Nicht indiziert, P: Primäruntersuchung, W: Weiterführende Untersuchung, S: Spezialverfahren

Klinische Fragestellung	Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
Lendenwirbelsäule (LWS)			
C6 Rückenschmerzen			
a) Akute Rückenschmerzen ohne neurologische Symptomatik oder andere Warnsymptome	Rö	N	Knöcherne Veränderungen sind in der Regel nicht Ursache der Schmerzen
	MRT	N	Liefert keinen Beitrag zur Abklärung akuter Rückenschmerzen
	CT	N	Liefert keinen Beitrag zur Abklärung akuter Rückenschmerzen
b) Akute Rückenschmerzen mit neurologischer Symptomatik	MRT	P	Verfahren der ersten Wahl
	CT	P	Wenn MRT nicht verfügbar oder kontraindiziert
	Rö	P	Ausschluss einer manifesten Osteoporose, falls MRT und CT nicht verfügbar
	Nuk	S	Nur falls MRT/CT nicht konklusiv, z. B. zum Nachweis entzündlicher Ursachen
c) Chronische oder therapierefraktäre Rückenschmerzen ohne neurologische Symptomatik, sofern Infektparameter	Rö	W	Zum Nachweis struktureller Knochenveränderungen. Mit Vorsicht zu bewerten, da häufig nicht Ursache für die Schmerzen
	MRT	W	Bei therapierefraktären Beschwerden
	CT	W	Nur, wenn MRT nicht verfügbar, oder bei Kontraindikation für MRT

unauffällig sind und kein TU vorliegt	Nuk	S	Nur indiziert, falls MRT/CT nicht verfügbar oder nicht konklusiv, z. B. zum Nachweis entzündlicher Ursachen
d) Rückenschmerzen mit Warnsymptomen z. B. bei:	Rö	P	Basisuntersuchung; Ausschluss knöcherner Veränderungen
• Auftreten im Alter von < 20 oder > 55 Jahren	MRT	P	Ergänzend auch bei negativem Rö-Befund
• Neurologischen Defiziten inklusive Reithosenanästhesie und Sphinkter- oder Gangstörungen		W	MRT Methode der Wahl (primär) bei • Reithosenanästhesie • schwerer oder progressiver Beeinträchtigung der Motorik • ausgedehnten neurologischen Defiziten (Notfall)
• Früherer Tumorerkrankung	Nuk	S	Skelettszintigrafie zum Ausschluss Infektion; primärer -, sekundärer Knochentumor. PET bei Spondylitis
• Allgemeinsymptomen			
• HIV-Infektion			
• Gewichtsabnahme			
• I.v.-Drogenmissbrauch			
• Kortikosteroidtherapie			

D. Skelett und Muskulatur

46

Klinische Fragestellung		Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
D1	Osteomyelitis (bei Kindern s. M24)	Rö	P	Cave: Zu Beginn der Erkrankung falsch negative Befunde!
		MRT	W	Zur DD und zur Beurteilung der Ausdehnung, initial
		US	W	Darstellung von Weichteilkomponenten (Abszesse und Periostreaktion), V. a. bei Kindern
		CT	W	Nachweis von Sequestern, ggf. Lokalisation für perkutane Biopsie
		Skelett-GKS	S	Beurteilung der Floridität, Nachweis zusätzlicher Herde, Nachweis der Entzündung selbst
		PET-CT	S	Wenn MRT nicht schlüssig ist
D2	Primärtumor der Knochen	Rö	P	Basisuntersuchung
		MRT	W	Artdiagnose, Staging lokal
		Skelett-GKS/PET-CT	W	Zum Staging: bei allen Tumoren, die zu Knochenneubildung oder -zerstörung führen; ggf. auch PET-CT mit FDG
		CT	W	Beurteilung knöcherner Details. Für viele primäre maligne Knochentumoren: Ausschluss Lungenmetastasen bei negativem Rö Thorax, Biopsieplanung

D3	Primärtumor außerhalb des Skeletts, Suche nach Knochenmetastasen	Nuk	P	Basisuntersuchung
		Rö	W	Bei auffälligem Befund in der Szintigrafie
		MRT	W	DD einer Läsion bei Diskrepanz zwischen Szintigrafie und Rö. V. a. diffusen Knochenmetastasen-Befall oder bei Tumoren, deren Metastasen szintigrafisch häufig kalt sind (z. B. Schilddrüsenkarzinom)
		CT	W	Bei Kontraindikation zur MRT und zur Führung einer Biopsie
D4	RF in den Weichteilen (und mögliches Rezidiv)	US, ggf. mit FKDS oder KM	P	Ausschluss oder Bestätigung Weichteiltumor, Führung einer Biopsie
		MRT	P	Gesamtausdehnung und lokales Staging
		Rö	P	Knöcherne Beteiligung, Verkalkungen
		CT	W	Bei Kontraindikation zur MRT und zur Führung einer Biopsie
		PET-CT	S	Ergänzend zur MRT, mit FDG zum N- und M-Staging sowie zur Einschätzung der Aggressivität

D. Skelett und Muskulatur

48

Klinische Fragestellung	Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
D5 Myelom (s. L21)			
D6 Lokalisierter Knochenschmerz	Rö	P	Lokale Abklärung
	MRT	W	Bei persistierenden Beschwerden und negativem Rö-Befund
	CT	S	Bei Kontraindikation zur MRT und zur Biopsieplanung
	Skelett-GKS	S	Bei persistierenden Beschwerden ohne Korrelat in Rö, CT und MRT
D7 Metabolische Knochen-erkrankung	Osteodensitometrie (DEXA)	P	Basisuntersuchung
	Rö	P	Nachweis von Sinterungen, ermöglicht in gewissem Umfang eine DD des osteopenen Knochens wie z. B. Osteomalazie, HPT
	Nuk	S	Bei Hyperparathyreoidismus s. B4
D8 Osteomalazie	Rö	P	Lokaler Röntgenbefund zum Nachweis von Komplikationen bei Osteomalazie wie Sinterung, Ermüdungsbrüche
	MRT	W	DD frische/alte Sinterung, Nachweis/Ausschluss zugrundeliegender TU
	Nuk	S	Krankheitsaktivität und lokale Komplikationen

D9 Akute, lokalisierte Schmerzen in der WS, z. B. bei Osteoporose	Rö	P	Nachweis und Sinterungsgrad, DD zu anderen Ursachen
	MRT	W	DD frische/alte Frakturen; Ausschluss von pathologischen Frakturen (Tumoren)
	Skelett-GKS	S	Zur DD: frische/alte Fraktur, wenn MRT nicht möglich
	DEXA	S	Ausmaß einer Osteoporose, ggf. Planung einer medikamentösen Therapie
D10 Morbus Sudeck	Rö	P	Ausschluss einer anderen Ursache der Schmerzen
	MRT	W	Bei persistierenden Schmerzen ohne richtungsweisenden Röntgenbefund
	Nuk	W	Bei persistierenden Schmerzen ohne richtungsweisenden Röntgenbefund
D11 Nicht traumatische Arthropathie, erstmaliges Auftreten	Rö	P	Knöcherne Veränderungen der betroffenen Gelenke
	US (FKDS)	P	Begleitende Synovitis
	MRT	W	Nachweis von Synovitis und Erosionen; DD Einordnung bei GK-MRT Befall weiterer Gelenke
	Skelett-GKS	W	Befall weiterer Gelenke

D. Skelett und Muskulatur

50

Klinische Fragestellung	Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
D12 Arthropathie, VK	Rö	P	Beurteilung der knöchernen Komponenten, Therapieentscheidung
	US	P	Beurteilung der Weichteilkomponente, Nachweis früher Erosionen
	MRT	W	Beurteilung des Ausmaßes einer Synovitis, Erkennung früher Erosionen
	Nuk	S	Beurteilung der Floridität
D13 Schmerzen an der Endoprothese	Rö	P	Lockerung, Entzündung
	Nuk	W	Unauffälliges Szintigramm schließt Komplikation weitgehend aus
	US	W	Nachweis eines Gelenkergusses, ggf. mit FKDS zum Nachweis einer Weichteilreaktion
	CT	S	Periprosthetische Osteolyse u. Frakturen
	PET-CT	S	Mit FDG: Zum Nachweis einer Protheseninfektion (sensitiv, aber nicht zwingend spezifisch)
D14 Intra- und postoperative Kontrolle nach Prothesenimplantation	Rö	S	Bei individueller medizinischer Rechtfertigung. Alleinige Maßnahmen zur Qualitätssicherung ersetzen nicht die Rechtfertigung.

D15 Schmerzen im Schultergelenk	US	P	Basisuntersuchung, speziell der Rotatorenmanschette
	Rö	W	Bei persistierenden Beschwerden, V. a. Verkalkungen, Arthrose oder Frakturfolgen, Tumoren
	MRT	W	In komplexen Fällen bei nicht konklusivem US und Rö
D16 Impingement-Syndrom	Rö	P	Zeigt subakromiale Enge, Verkalkungen, AC-Arthrose, Humeruskopf-Hochstand
	US	P	Erguss, Läsion der Rotatorenmanschette
	MRT	W	Vor chirurgischem Eingriff
D17 Instabilität der Schulter	Rö	P	Zumindest bei erstmaliger Luxation
	US	P	Zeigt Verletzungen der Rotatorenmanschette, Hill-Sachs-Läsion, Funktions- und Instabilitätsdiagnostik
	MRT	W	Labrumpathologie (direkte oder indirekte MR-Arthrografie)
	CT- Arthrografie	W	Alternative zur MR-Arthrografie
D18 Ruptur der Rotatorenmanschette	US	P	Beurteilung der Rotatorenmanschette
	MRT	W	Falls klinisch und sonografisch unklarer Befund, präoperative Beurteilung einer Verfettung/Atrophie der Rotatoren

D. Skelett und Muskulatur

52

Klinische Fragestellung	Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
D19 Schmerzen im Iliosakralgelenk	Rö	P	Basisuntersuchung
	MRT	W	Bei unklarem Röntgenbefund, Diskrepanz zwischen Rö und Klinik oder zur Frühdetektion von Läsionen (z. B. bei Morbus Bechterew)
	Skelettszintigrafie	S	Bei Kontraindikation zur MRT, Nachweis weiterer Läsionen
D20 Hüftschmerzen: volle Bewegungsfähigkeit (bei Kindern s. M22)	Rö	W	In Abh. von der klinischen Symptomatik; lediglich bei persistierenden Beschwerden
	MRT	W	Bei persistierenden Beschwerden und unauffälligem Röntgenbefund, V. a. Hüftkopfnekrose, Subchondrale Insuffizienzfraktur
	US	W	Bei inkonklusivem Rö-Befund, Nachweis einer Weichteilpathologie
D21 Hüftschmerzen: eingeschränkte Bewegungsfähigkeit (bei Kindern s. M22)	Rö	P	Verfahren der ersten Wahl
	US	W	Wenn Röntgen die Symptomatik nicht erklärt: Nachweis eines Gelenkergusses und Weichteilpathologie
	MRT	W	Bei persistierenden Beschwerden und unauffälligem Röntgenbefund, Labrumverletzung

D22	Schmerzen im Knie ohne Trauma, Einklemmung oder eingeschränkte Bewegungsfähigkeit	Rö	P	Bei Beschwerden > 6 Wochen
		US	P	Nachweis kleiner Ergussmengen, synovialer Veränderungen oder poplitealer Zysten
D23	Schmerzen im Knie mit Einklemmung, eingeschränkter Bewegungsfähigkeit oder Erguss (spontan oder posttraumatisch)	Rö	P	Zur Identifizierung röntgendichter freier Gelenkkörper
		MRT	W	Bei persistierender Beschwerdesymptomatik oder bei akutem Auftreten nicht röntgendichter Fragmente, vor Arthroskopie oder OP
D24	Hallux valgus	Rö	P	Basisuntersuchung
D25	Aponeurosis plantaris, Kalkaneussporn	US	P	Basisuntersuchung
		Rö	W	In Abh. von der klinischen Symptomatik; V. a. Plantarfasziitis. Cave: Verkalkungen korrelieren selten mit der klinischen Symptomatik
		MRT	W	Exakte Dokumentation des Erkrankungsmaßes, Einfluss auf Therapie

D. Skelett und Muskulatur

N: Nicht indiziert, P: Primäruntersuchung, W: Weiterführende Untersuchung, S: Spezialverfahren

Klinische Fragestellung	Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
Herz und große Gefäße			
E1 Thoraxschmerz	Rö Thorax	P	Ausschluss Pneumothorax, Infiltrate, Beurteilung der Herzgröße und Lungengefäße
	Echokardiografie	P	Nachweis kardialer oder aortaler Ursachen
	US	P	Bei gut lokalisierten Schmerzen und stabilem, kooperativem Patienten zum Nachweis von Thoraxwandprozessen, Pneumothorax und Rippenfrakturen
	Rö Skelett	W	V. a. Knochenläsionen
	CT, CTA	W	Frage dissezierendes Aortenaneurysma, Lungenembolie
	MRT	W	Frage dissezierendes Aortenaneurysma bei CT-Kontraindikation (SD, Niere, KM-Unverträglichkeit), Ortsauflösung schlechter als CT. Cave: Nicht bei instabilem Patienten
	Nuk	W	Lungenventilations-/Lungenperfusionsszintigrafie: Lungenembolie. Myokard-Szintigrafie: KHK. Skelettszintigrafie: Nachweis von knöchernen Läsionen

E2	Perikarderguss	TTE	P	Primäre kardiologische Abklärung
		Rö Thorax	W	Zum Ausschluss von kardiovaskulären Begleit- und Folgeerkrankungen
		CT	W	Als Ergänzung bei nicht schlüssigem TTE-Befund
		MRT	S	Als Ergänzung bei nicht schlüssigem TTE-Befund, Ortsauflösung schlechter als CT. Cave: Nicht bei instabilem Patienten
E3	Herzinsuffizienz	US/TTE	P	Primäre kardiologische Abklärung, Nachweis von Pleura-/Perikarderguss
		Rö Thorax	P	VK Lungenödem, Herzgröße, Pleuraerguss, Infiltrat etc.
		MRT	W	Ergänzung zur primären TTE bei myokardialer Erkrankung (prätherapeutische DD der Hypertrophieformen etc.)
		Nuk	W	Myokard-Szintigrafie: Vitalität, Ischämie, LV-Funktion. MIBG-Szintigrafie: Myokardinnervation
		PET-CT	W	Mit FDG: Vitalitätsdiagnostik bei linksventrikulärer Ejektionsfraktion (LVEF) < 35 %
			S	Tc-Phosphonate zum Nachweis einer kardialen Amyloidose, ggf. Amyloid-PET-CT

E. Herz-Kreislaufsystem

56

Klinische Fragestellung	Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
E4 Hypertonie	Rö Thorax	P	Herzkonfiguration, Lungenstauung
	US (FKDS)	P	Nierenparenchymschaden/NAST, Aortenaneurysma
	Echokardiografie	W	Zeigt Grad der kardialen Hypertrophie
	Nuk	S	Bei V. a. renale Ursache: Nieren-Funktionsszintigrafie, ggf. mit ACE-Hemmern, bei V. a. Phäochromozytom: MIBG-Szintigrafie
	MR-/CT-/DSA-Angiografie	S	Ausschluss NAST bei unklarem Befund bei der vorgeschalteten Diagnostik
E5 Vitium Cordis (angeboren und erworben)	Echokardiografie	P	Primäre kardiologische Abklärung
	Rö Thorax	P	Ergänzung zur primären TTE, Beurteilung Lungengefäße
E6 Endokarditis, Implantatinfektionen	US	P	TTE
	PET-CT	W	Mit FDG zum Nachweis Endokarditis, Klappeninfektion, Implantatinfektionen (Schrittmacher, Defibrillatoren, linksventrikuläre Unterstützungssysteme), DD Mediastinitis, entzündlich bedingtes instabiles Sternum, Sarkoidose des Myokards

E7	Koronare Herzerkrankung (KHK)	Echokardiografie	P	Primäre kardiologische Abklärung, ggf. inklusive Stressechokardiografie
		Rö Thorax	P	Ausgangsbefund zur VK und vor OP, Lungengefäße, Ausschluss Begleiterkrankungen
		MRT	W	Als Ergänzung zur primären TTE zwecks Klärung komplexer Vitien
		Myokard-Szintigrafie	W	Belastungsischämie, Vitalitätsdiagnostik, LV-Funktion
		PET-CT	W	Mit FDG: Vitalitätsdiagnostik zur Planung revaskularisierender Eingriffe
		Stressechokardiografie	S	Weitere kardiologische Abklärung; ggf. Stress-MRT, wenn Stressechokardiografie nicht aussagefähig
		CT-/MR-Koronar-angiografie	S	Bei spezifischen kardiologischen Indikationen zum Ersatz invasiver Verfahren
E8	Kardiomyopathie	TTE	P	Primäre kardiologische Abklärung
		Rö Thorax	P	Ergänzung zur TTE
		MRT	W	Frage: Arrhythmogene rechtsventrikuläre Dysplasie, Kardiomyopathie

Klinische Fragestellung		Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
E9	Lungenembolie Grad I und II	CT	P	Lokalisation und Quantifizierung
		TTE/TEE	P	Pathologie der herznahen großen Gefäße?
		Rö Thorax	P	Ausschluss Pneumothorax etc.
		Nuk	P	Lungenventilations-/Lungenperfusionsszintigrafie: Zur Emboliediagnostik, z. B. bei pulmonaler Hypertonie
		CT-Venografie	S	Direkt nach Pulmonalis-CT Abdomen bis Leisten: Bei nachgewiesener Lungenembolie
		US	S	Nachweis und Kontrolle peripherer Lungeninfarkte
E10	Lungenembolie Grad III und IV	TTE/TEE	P	Primäre kardiologische Abklärung
		CT	P	Nicht invasiv und meist konklusiv
		CE-MRA	S	Lungenembolie Grad III
		DSA	S	Bei Möglichkeit einer CT nicht mehr indiziert, jedoch zur Intervention

E11 Aortenaneurysma/ Aortendissektion akutes Stadium	CT	P	Erkrankungsnachweis, OP-/Interventionsplanung, Therapiekomplicationen
	US Abdomen	P	Ausschluss abdominales Aortenaneurysma
	Rö Thorax	P	Ausschluss anderer Ursachen, z. B. Pneumothorax
	TEE	P	Erkrankungsnachweis, OP-/Interventionsplanung, Therapiekomplicationen
E12 Aortenaneurysma/ Aortendissektion chronisches Stadium, Aortitis	CT	P	Diagnose, OP-/Interventionsplanung, Komplikationen
	US	P	Diagnostik und VK bei abdominellem Befund
	Rö Thorax	P	Oft nicht konklusiv. VK Gefäßerweiterung
	MRT	W	Diagnose, OP-/Interventionsplanung, Komplikationen insbesondere bei Kontra- indikationen gegen iodhaltiges KM
	TEE	W	Erkrankungsnachweis thorakal, OP-/Interventionsplanung, Komplikationen
	PET-CT	S	Arteriitis-Diagnostik

E. Herz-Kreislaufsystem

60

Klinische Fragestellung	Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
E13 Obere Einflusstauung	US (FKDS)	P	Thrombosenachweis/Stenosegrad und -ausdehnung, DD, VK
	Rö Thorax	P	DD-Zuordnung der Ursache, falls nicht direkt CT indiziert
	CT/MRT	W	Mediastinale Ausdehnung, Klärung der Ursache (TU-Nachweis)
	Phlebografie	S	Mediastinale Ausdehnung, besonders bei geplanter Intervention
E14 Darstellung des tiefen Beinvenensystems (Thromboseverdacht, postthrombotisches Syndrom)	US (FKDS)	P	Thrombosenachweis und -ausdehnung, DD, VK
	Phlebografie	P	Falls FKDS nicht verfügbar oder Aussagekraft eingeschränkt
	MRA	S	Falls Phlebografie und FKDS technisch nicht durchführbar
E15 Varikosis	US (FKDS)	P	Verfahren der ersten Wahl
	Phlebografie	W	Ergänzung der US-Diagnostik und präoperativ

E16 Periphere arterielle
Verschlusskrankheit

US (FKDS) oder
Continuous Wave (CW)-
Doppler mit Verschluss-
druckmessung

P

Verfahren der ersten Wahl

CTA/MRA

W

Bei unklarem US und bei Mehretagenbefunden.
MRA bei Kontraindikationen zur CTA und Angiografie

Angiografie

W

Besonders im Rahmen einer geplanten Intervention

F. Thorax

62

Klinische Fragestellung		Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
F1	Infektion der oberen Atemwege	Rö Thorax	N	Kein Einfluss auf Diagnose und Therapie im oberen Respirationstrakt
F2	Pneumonie (bei Kindern s. M27)	Rö Thorax	P	Nur bei klinisch schwerer Pneumonie oder sekundärer Pneumonie
		US	W	Nachweis und DD eines Ergusses, ggf. Planung Punktion/Drainage
		CT	W	Bei immunsupprimierten Patienten, bei V. a. Komplikationen (z. B. Abszess), bei Persistenz oder Rezidiv einer Pneumonie trotz angemessener Therapie, bei unklarem Befund im Rö Thorax, vor Bronchoskopie
F3	Chronischer Husten COPD (Chronic Obstructive Pulmonary Disease)	Rö Thorax	P	Bei Erstdiagnose nicht zwingend, aber bei Änderung der Symptomatik, falls nicht ein CT primär indiziert ist
		CT	W	Low-Dose Nativ-CT. Bei pathologischem Rö-Befund. Bei V. a. Bronchiektasen mit Komplikationen. Bei Emphysem zur Charakterisierung und Quantifizierung der Erkrankung, ggf. in In- und Expiration, vor bronchoskopischen Interventionen
F4	Asthma	Rö Thorax	P	Bei Erstdiagnose oder Änderung der Symptomatik
		CT	W	Low-Dose Nativ-CT. Bei V. a. Exazerbation/Komplikationen

F5	Emphysem	Rö Thorax	P	Bei Erstdiagnose oder Änderung der Symptomatik
		CT	W	Bevorzugt dünn-schichtige native CT. Zur Charakterisierung und Quantifizierung der Erkrankung, zur Therapieplanung
		Nuk	S	Ventilations-/Perfusionsszintigrafie zur Interventionsplanung (operative oder endobronchiale Volumenreduktion)
F6	Interstitielle Lungenerkrankung	Rö Thorax	P	Bei Erstdiagnose sowie zur Verlaufsuntersuchung
		CT	P	Dünnschicht-HRCT, Diagnose, genaue Darstellung der Morphologie, ggf. zusätzlich in Bauchlage und/oder Expiration. Ggf. zum Therapiemonitoring
F7	Hämoptysen	Rö Thorax	P	Erstabklärung, orientierende Untersuchung
		CT	W	CT mit KM, Ausschluss einer Lungenembolie, Lokalisation eventueller Blutungsquellen (Bronchialarterien), AVM, Lungentumor
		MRT	W	V. a. Lungenembolie bei Schwangeren (im ersten Trimenon ohne KM!) oder jungen (< 40 J) kreislaufstabilen Patienten
		DSA	W	Bei anhaltender Blutung aus unklarer Quelle, bei therapierefraktärer oder lebensbedrohlicher Blutung in Embolisationsbereitschaft

Klinische Fragestellung		Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
F8	Primärer Lungentumor (s. L6)			
F9	Lungenmetastasen bei bekanntem Primärtumor (s. Kap. L), bei unbekanntem Primärtumor (s. L24 (CUP))			
F10	Mediastinaltumor (Primärtumor, LK-Metastase, LK-Neoplasie, Pseudo-TU) Primärdiagnostik	Rö Thorax	P	Basisuntersuchung
		CT	P	Anatomische Zuordnung, Erfassung der Ausdehnung, ggf. Biopsieplanung
		MRT	W	Zur weiteren Charakterisierung
		US	W	Transbronchiale oder transösophageale Sonografie zum Staging und zur ultraschallgeführten Biopsie
		Nuk	S	Abhängig von TU-Histologie: FDG-PET-CT: Staging, Therapiekontrolle, ggf. SD-Szintigrafie

F11 Pleuraerguss	Rö Thorax	P	Verfahren der ersten Wahl zur Diagnose eines Ergusses und gleichzeitigen Beurteilung der Lunge und des Herzens
	US	P	Nachweis geringer Ergussmengen, Drainageplanung, VK
	CT	W	Drainageplanung, V. a. pleurales Malignom oder Empyem
F12 Empyem	Rö Thorax	P	Basisuntersuchung der Empyemausdehnung und von Begleitbefunden
	US	P	Sensitiverer Nachweis von Flüssigkeit, Nachweis von Detritus im Erguss, Differenzierung solider Strukturen
	CT	W	Sensitiverer Nachweis von (gekammerter) Flüssigkeit, Differenzierung solider Strukturen
F13 Pneumothorax	Rö Thorax	P	In Inspiration
	US	P	Bei ausreichender Qualifikation des Untersuchers, insbesondere postinterventionell
	CT	W	Bei V. a. sekundären Spontanpneumothorax, Persistenz trotz Drainage und zur OP-Planung
F14 Präoperative Diagnostik	Rö Thorax	P	Vor kardiopulmonaler OP, bei anamnestisch bekannter Lungenerkrankung, Tumoranamnese, Alter > 60 Jahre (Nicht-Raucher), Alter > 55 Jahre (Raucher, Ex-Raucher) je nach individuellem Risiko, ggf. unter Abstimmung mit der Anästhesie

F. Thorax

N: Nicht indiziert, P: Primäruntersuchung, W: Weiterführende Untersuchung, S: Spezialverfahren

F. Thorax

66

Klinische Fragestellung	Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
F15 Dialysepatient	Rö Thorax	P	Bei Änderung der klinischen Situation (Lungenödem, Hydrierung)
F16 Thoraxwand-RF	US, ggf. mit KM	P	Zur direkten Darstellung des Thoraxwandprozesses, ggf. Histologiegewinnung
	CT	P	Nachweis der Ausdehnung und ggf. Infiltration
	Rö Thorax	P	Knöcherne Beteiligung, Ausmaß der RF
	MRT	W	Nachweis der Infiltrationstiefe (Therapie-Planung); MRT sollte wegen der besseren Abgrenzung der Weichteile bevorzugt werden
F17 Thoraxtrauma klinisch stabil	Rö Thorax	P	Ausschluss Pneumothorax, Kontusion, Rippenfrakturen
	US	P	Nachweis von Hämatothorax, Rippenfrakturen (bei lokalisiertem klinischem Befund) oder Pneumothorax, Thoraxwandhämatomen, Ausschluss begleitender Verletzungen von Oberbauchorganen
	Rö Skelett	P	V. a. Rippenfrakturen, die im Rö Thorax in Standardtechnik nicht zu sehen sind
	CT	W	V. a. instabiles Thoraxtrauma, Komplikationen

F18 Thoraxtrauma klinisch instabil	CT	P	Lungenkontusion, Blutung, Aortendissektion, Pneumothorax, instabiler Thorax/ V. a. dislozierte Rippenserienfraktur
	US	P	eFAST-Protokoll mit orientierender Untersuchung (Pneumothorax, Perikardtamponade, Hämatothorax), nur wenn Schockraum-CT nicht möglich
	Rö Thorax	P	Initial orientierende Untersuchung (je nach Schockraum-Algorithmus), wenn Schockraum-CT nicht primär indiziert oder nicht verfügbar
	TTE	W	V. a. hämodynamisch relevanten Perikarderguss
F19 Atypischer Thorax-Schmerz (bei V. a. kardiovaskuläre Ursache s. E1)	Rö Thorax	P	Ausschluss Pneumothorax, Pleuraerguss, Pneumonie, Mediastinum
	CT	W	Bei V. a. Lungenembolie, Aortenaneurysma, Aortendissektion
	MRT	W	Bei Kontraindikation für CT, bei Schwangeren (im ersten Trimenon ohne KM!) oder jungen (< 40 Jahre), kreislaufstabilen Patienten
	US	W	Gezielte Abklärung bei lokalisiertem Schmerz
F20 Solitärer Lungenrundherd, Diagnostik und VK	Rö Thorax	P	Vergleich mit Vorbildern obligat
	CT	W	Morphologische Analyse, VK Abklärende Maßnahmen (VK, invasive Abklärungen) abhängig von Herdgröße und Risikoanalyse. Fleischner-Kriterien in der jeweils gültigen Fassung

F. Thorax

N: Nicht indiziert, P: Primäruntersuchung, W: Weiterführende Untersuchung, S: Spezialverfahren

G. Verdauungssystem

68

Klinische Fragestellung	Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
Magen-Darmtrakt			
G1 Schluckbeschwerden	Ösophagogramm	P	Lokalisation einer Ösophagusveränderung
	Fluoroskopie	P	V. a. Schluckstörung, V. a. Aspiration
	US	P	Ausschluss einer zervikalen RF oder einer Struma
	Ösophagus-Szintigrafie	S	Transportstörung, Reflux
G2 Thoraxschmerzen: Verdacht auf Hiatushernie oder Refluxösophagitis	Ösophagogramm	W	Nach Endoskopie, in Abh. von der klinischen Symptomatik. Meist präoperativ
G3 Ösophagusperforation	CT	P	V. a. Komplikationen, V. a. Mediastinitis, sensitiv zum Nachweis extraluminaler Luft
	Ösophagogramm mit wasserlöslichem KM	P	Falls CT nicht verfügbar oder Lokalisation des Lecks nicht eindeutig möglich ist

G4	Akute gastrointestinale Blutung: Hämatemesis	Rö Abdomen	N	Ohne diagnostischen Wert. Endoskopie!
		Colon-KE	N	Ohne diagnostischen Wert. Endoskopie!
		CT	W	Nicht konklusive Endoskopie, CT-Angiografie, Sensitivität gleich bzw. höher als Angiografie
		Nuk	W	Nachweis der Blutungsquelle; Blutungsraten ab 0,1 ml/min können festgestellt werden
		Angiografie	S	Bei Planung eines chirurgischen Eingriffs oder zur Intervention
G5	Intestinaler Blutverlust, chronisch oder rezidivierend, okkulte Blutung	Video-Kapselendoskopie oder Enteroskopie	P	Verfahren der ersten Wahl
		CT/MRT	W	Wenn Video-Kapselendoskopie oder Endoskopie keine Ergebnisse brachten
		Sequenzszintigrafie mit markierten Erythrozyten	W	Nachweis von Blutungen ab 0,1 ml/min, besonders von intermittierenden okkulten Blutungen

G. Verdauungssystem

70

Klinische Fragestellung		Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
G6	Uncharakteristische Verdauungsstörungen	Bildgebende Untersuchung	N	Primäre Abklärung durch Gastroenterologie. Bildgebung erst nach genauer Fragestellung
		US	P	Nachweis von auffälligen Befunden der Wand von Magen und Darm sowie außerhalb der Hohlorgane
		Rö MDP	W	Nur wenn Endoskopie nicht möglich
G7	V. a. Anastomoseninsuffizienz postoperativ	Rö MDP	P	Ausschluss Anastomoseninsuffizienz mit wasserlöslichen KM
		CT	P	Sensitive Methode, zusätzlicher Nachweis intraabdominaler Folgen der Anastomoseninsuffizienz
G8	Akute Abdominalschmerzen mit V. a. Perforation/Obstruktion/Peritonismus	CT	P	Bei akutem Abdomen CT erste Wahl, ansonsten bei akutem Bauchschmerz (ohne Peritonismus) bei nicht konklusivem Rö/US, Lokalisation/Ursache/DD
		US	W	Nachweis von freier Luft, Aszites, dilatierten oder motilitätsgestörten Darmabschnitten
		Rö Abdomen	W	Wenn CT nicht möglich, Nachweis freier Luft, Ileus, Konkremente

G9 Dünndarmileus	Rö Abdomen	P	DD Ileus-Subileus
	US ggf. FKDS	P	Dilatierte Darmschlingen, Motilität, Wandschwellung, Perfusion, Fluss in den Mesenterialgefäßen
	CT	P	Bes. bei ausgeprägter klinischer Symptomatik, ggf. CT-Angiografie bei DD mesenteriale Ischämie
	DDK	W	Ursache - Ort der Obstruktion
G10 Dünndarmobstruktion: chronisch oder rezidivierend	US (FKDS)	P	Dilatierte Schlingen, freie Flüssigkeit, Adhäsion, Perfusion
	CT	W	Intra-/extraluminale Veränderungen, als CT-Enterografie höchste Sensitivität
	MRT Dünndarm	W	Intra-/extraluminale Veränderungen
G11 Verdacht auf entzündliche Erkrankung des Dünndarms (z. B. M. Crohn)	MRT	P	Lokalisation/Ausdehnung (Fistelsysteme)
	US	P	Lokalisation des Befalls, intra-/extraluminale Prozesse (Abszess)
	DDK	W	Falls MRT nicht möglich
	CT	W	Intra-/extraluminale Veränderungen, Komplikationen (Fistelsysteme)
	Nuk	S	Entzündungs-Szintigrafie mit mark. Leukozyten: Entzündungslokalisation, Floridität

G. Verdauungssystem

N: Nicht indiziert, P: Primäruntersuchung, W: Weiterführende Untersuchung, S: Spezialverfahren

G. Verdauungssystem

72

Klinische Fragestellung	Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
G12 Entzündliche Darmerkrankung: Schmerzen, Blutung, Veränderungen der Defäkationsgewohnheiten usw. (Dickdarmtumoren s. L12)	CT- bzw. MRT-Kolografie	P	Alternative zur Koloskopie. Vorteil: komplette Darstellung des Organs. Nachteil: keine Histologie, komplette Darmreinigung erforderlich
	US	P	Orientierende, symptomgeleitete Untersuchung: Dilatation, Ileuszeichen, Wandverdickung, Raumforderung
	CT	W	Intra-/extraluminale Beurteilung
	Nuk	S	Entzündungs-Szintigrafie oder FDG-PET-CT: Entzündungslokalisation
G13 Dickdarmileus: akut	CT	P	Ursache, intra-/extraluminale Veränderungen
	Rö Abdomen	P	Falls CT nicht möglich
	US	P	Aussagekräftig nur bei vollständiger Beurteilbarkeit und positivem Nachweis einer Ursache. Bei Nachweis einer Raumforderung Indikation zur Koloskopie
	Colon-KE mit wasserlöslichem KM	W	Falls CT nicht möglich

G14 Entzündliche Darmerkrankung des Kolons	Koloskopie	P	Verfahren der ersten Wahl
	US	P	Primäre Beurteilung Darmwandverdickung und Ausbreitungsmuster
	CT	W	Beurteilung der Ausbreitung, Suche nach intra- und extraluminaler Pathologie
	MRT	W	Beurteilung der Ausbreitung, Suche nach intra- und extraluminaler Pathologie
	Nuk	S	Entzündungs-Szintigrafie oder FDG-PET-CT: Lokalisation, Floridität
G15 Entzündliche Darmerkrankung des Kolons: VK	CT- oder MR-Kolonografie	W	Wenn Endoskopie nicht möglich bzw. zur Darstellung von Fistelsystemen
	US	W	Bei blandem Verlauf und ohne V. a. Komplikationen, wenn Koloskopie nicht möglich

Allgemeine abdominelle Beschwerden

G16 Akuter Unterbauchschmerz	Rö Abdomen	N	Zu unspezifisch
	US	P	Appendizitis, Abszess, Sigmadivertikulitis, gyn. Prozesse
	CT	W	Bei klinischem V. a. komplizierte Divertikulitis oder Appendizitis ohne US Nachweis
	MRT	W	Bei Kindern, Jugendlichen und Schwangeren bei fehlendem US Nachweis einer Unterbauch-Schmerzursache

G. Verdauungssystem

N: Nicht indiziert, P: Primäruntersuchung, W: Weiterführende Untersuchung, S: Spezialverfahren

G. Verdauungssystem

74

Klinische Fragestellung	Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
G17 Palpable RF	US	P	Verifikation des Befundes, Organzuordnung
	MRT	W	Zur weiteren Abklärung bei Kindern und Jugendlichen
	CT	W	Zur weiteren Abklärung und ggf. Tumorstaging
G18 Malabsorption	Rö	N	Liefert keinen Beitrag zur Abklärung
	Nuk	W	Spezielle Resorptions-Tests (Selen-75-Homotaurocholsäure (SEHCAT)-Test für Gallensäure-Absorption)
	CT	S	V. a. Lymphom
	MRT	S	Als MR-Enterografie
	US	S	Darmwandverdickung, V. a. entzündliche Darmerkrankungen, Lymphom
G19 Appendizitis	Rö	N	Meist klinische Diagnose
	US	P	Primäre bildgebende Diagnostik, Ausschluss anderer Ursachen der Symptomatik
	CT	W	Nur bei unklarem US, V. a. Komplikation, z. B. Perforation, und DD TU, Adipositas
	MRT	W	Kinder, Jugendliche, Schwangere bei unklarem US, V. a. Komplikation und DD TU

G20 Obstipation (bei Kindern s. M43)	Rö Abdomen	N	Kein weiterer diagnostischer Gewinn
	CT- oder MR-Kolonografie	W	V. a. TU als Ursache, wenn Koloskopie nicht möglich
	Rö	S	Kolontransferzeitbestimmung
G21 Abdominalsepsis; Pyrexie ungeklärter Ursache	US	P	Meist primär, häufig konklusiv, Intervention möglich
	CT	P	Definitive Aussage, Intervention möglich
	Nuk	S	Entzündungs-Szintigrafie oder FDG-PET-CT: Nachweis okkultter Abszesse, auch anderer Infektionen

Leber, Gallenblase und Pankreas

G22 Lebermetastasen (s. L10)			
G23 Hämangiom, FNH, Adenom, solitärer Leberherd	US	P	Primärdiagnostik
	CT	W	Nicht konklusiver US, weitere Herde?
	MRT	W	Alternativ zum CT oder bei unklarem CT-Befund, insbesondere bei Kindern, Jugendlichen und Schwangeren
	US mit KM	W	DD und Unterscheidung von malignen Herden

G. Verdauungssystem

N: Nicht indiziert, P: Primäruntersuchung, W: Weiterführende Untersuchung, S: Spezialverfahren

G. Verdauungssystem

76

Klinische Fragestellung	Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
G24 Ikterus Gallengangerkrankung	Hepatobiliäre Sequenzszintigrafie	S	Zur Abklärung benigner Leberherde
	PET-CT	S	Mit FDG: Bei unklarem Befund nach CT/MRT (CUP-Syndrom s. L24), DD zu benignen Leberherden
	Rö i.v. Cholangiografie	N	Veraltet, zu geringer Aussagewert
	US	P	Verifikation einer mechanischen Dilatation, Lokalisation der Höhe der Obstruktion, Nachweis einer RF als Ursache
	CT	W	Nicht konklusiver US oder unzureichender sonografischer Zugang
	MRT/MRCP	W	Wenn ERCP mit interventioneller Therapie nicht primär geplant
	ERCP	W	Besonders, wenn Interventionen geplant sind
	Hepatobiliäre Sequenzszintigrafie	W	Nur bei Kontraindikation zu KM-Untersuchung oder inkonklusiver Bildgebung

G25 Gallenblasenerkrankung	Rö i.v. Cholangiografie	N	Veraltet, zu geringer Aussagewert
	US	P	Basisuntersuchung
	CT/MRT	W	Bei Tumorverdacht oder Komplikation
G26 Pankreatitis: akut	US	P	DD biliäre Pankreatitis (Entscheidung zur ERCP), Basisuntersuchung
	CT	P	Nachweis von Nekrosen, Fisteln, Verkalkungen, Karzinom als Ursache
	MRT/MRCP	P	V. a. biliäre Genese, Beurteilung Pankreasgang
G27 Pankreatitis: chronisch	Rö	N	Kein diagnostischer Zugewinn
	US oder CT	P	US kann bei schlanken Patienten einen definitiven Befund erbringen; effektiver Nachweis von Kalzifikationen mittels CT
	MRT/MRCP	W	Beurteilung Komplikationen, Gang-Morphologie, Abgrenzung zum Pankreastumor
	PET-CT	W	Mit FDG: DD Pankreatitis-TU (bei unklarem CT/MRT)
G28 Postoperatives Gallengangsleck	US	P	Anatomische Lokalisation der Flüssigkeitsansammlung
	MRT/MRCP	W	Lokalisation der Austrittsstelle, wenn nicht primär ERCP geplant
	CT	W	Wenn US/MRT nicht konklusiv sind

G. Verdauungssystem

N: Nicht indiziert, P: Primäruntersuchung, W: Weiterführende Untersuchung, S: Spezialverfahren

G. Verdauungssystem

78

Klinische Fragestellung	Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
G29 Pankreastumor (s. L11)			
G30 Endokrin aktive Tumoren GEP (Gastro-Entero- Pankreatische neuro- endokrine Tumoren) (s. L25)			

H. Urologisches System

H1	Makro- oder Mikrohämaturie Proteingehalt < 100mg/dl (bei Kindern s. M49)	US	P	Abklärung kompletter Harntrakt: US und Zystoskopie (unterer Harntrakt) kombiniert eingesetzt
		CT-Urografie	W	Zur Abklärung des Harntraktes. Falls kein CT verfügbar, kann in Ausnahmefällen die IVP eingesetzt werden
		MRT	W	Ergänzend bei TU-Verdacht des gesamten Abdomens/Beckens, CT bei MRT-Kontraindikation
H2	Hypertonie ohne Nierenerkrankung, Hypertonie bei jungen Patienten	IVP	N	Liefert keinen Beitrag zur Abklärung der Hypertonie
		US (FKDS)	P	Cave: Sensitivität der FKDS nicht ausreichend zum Ausschluss einer NAST, nur bei positivem Befund verwertbar
		Nieren-Funktionsszintigrafie	P	Bei V. a. renale Ursache zur Beurteilung der hämodynamischen Relevanz einer NAST mit Captopril und im Hinblick auf die Organfunktion
		CTA/MRA	W	Morphologischer Nachweis einer NAST
		DSA	W	Bei geplanter Intervention

Klinische Fragestellung	Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
H3 Nierenversagen, akut	Rö Abdomen oder IVP	N	Beide Verfahren liefern keinen Beitrag zur Abklärung des Nierenversagens; zudem sind KM in dieser Situation kontraindiziert
	US (FKDS)	P	Organgröße, Parenchymveränderungen, Harnaufstau, Konkreme, zur ultraschallgeführten Biopsie
	Nativ-CT/-MRT	S	Nur bei speziellen Fragestellungen (Obstruktionen, Konkreme, Organmorphologie)
	Nieren-Funktions-szintigrafie DMSA/MAG-3	S	(seitengetrennte) Nierenvitalität und -funktion
H4 Nierenversagen, chronisch	Rö Abdomen oder IVP	N	Beide Verfahren liefern keinen Beitrag zur Abklärung des Nierenversagens; zudem sind KM in dieser Situation kontraindiziert
	US (FKDS)	P	Organgröße, Parenchymveränderungen, Hydronephrose, ggf. Nierenarterienstenose
	Nativ-CT/-MRT	S	Beurteilung der Organgröße und -morphologie, Nachweis einer möglichen Harntransportstörung

H5	Nierenkolik, akuter Flankenschmerz (bei Kindern s. M50)	CT	P	Primäruntersuchung, da auch DD geklärt werden können. Bei V. a. Konkreme erste CT-Serie nativ in Low Dose-Technik
		US	P	Nachweis einer Dilatation des NBKS. Akutdiagnostik, falls CT nicht zeitnah verfügbar
		IVP	W	Nur bei hinreichender Nierenfunktion. Höhe der Abflussbehinderung vor geplanter Steinsanierung, und wenn CT nicht durchführbar ist
		Seitengetrennte Funktionsdiagnostik (MAG-3 und Furosemid)	W	DD obstruktive funktionelle Störung
H6	Asymptomatische Nierensteine	Rö Abdomen / Nuk	N	
		US	P	Asymptomatische Nierensteine sind meist ein Zufallsbefund. Uretersteine im US oft nicht darstellbar. Weite des NBKS
		CT-Urografie	W	Zur Interventionsplanung

Klinische Fragestellung	Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
H7 RF der Nebennieren (NN) (s. L13, bei Kindern s. M44)	US	P	Darstellung rechts zuverlässiger als links
	CT/MRT	P	Bei klinischem oder sonografischem V. a. eine RF der NN, artdiagnostische Eingrenzung möglich
	Nuk	W	Spez. Tracer für NN-Mark oder -Rinde; Untersuchungsdauer bis 1 Woche! Hormonale Aktivität, ektope TU-Lokalisation
	PET-CT	S	Mit FDG: Bei V. a. eine NN-Metastase, oft nach Abklärung mit CT/MRT
	DSA	S	Seitengetrennte Blutabnahme bei Hormonaktivität ohne morphologisches Korrelat
H8 RF der Niere (Nierenkarzinom s. L13, bei Kindern s. M44)	IVP	N	Kein Primärverfahren zur Abklärung bei V. a. Nierentumor
	US	P	TU-Nachweis, DD zystische/solide RF, geringe Spezifität, falls verfügbar mit USKM, bessere Detektion von Tumoren und bessere Unterscheidung solider und liquider Befunde
	CT/MRT	P	TU-Nachweis, bei jedem sonografischen Verdacht DD-Klärung, präoperatives Staging inkl. venöser TU-Thrombus, weitere TU-Charakterisierung, Punktionsplanung

H9	RF Nieren- becken/Ureter/Blase (maligne TU der Blase s. L14) (bei Kindern s. M47)	US	P	Harntraktdilatation, Beurteilung der Nieren
		CT-Urografie	P	TU-Nachweis, DD-Klärung. CT- oder MR-Urografie zum TU-Nachweis und lokalem Staging. Ergänzende Zystoskopie zum Ausschluss eines synchronen Blasentumors empfohlen
		IVP	P	Bei Zweittumoren der oberen ableitenden Harnwege und nur , falls keine CT-Urografie möglich, retrograde Uretero-Pyelografie zum Nachweis auch sehr kleiner Tumoren der Ureteren
		MRT	W	Bei unklarem CT: TU-Nachweis, DD-Zuordnung, präoperatives Staging
H10	Harnwegsinfekt akut, komplizierte Pyelonephritis (bei Kindern s. M48)	US	P	Nachweis/Ausschluss Harntraktdilatation. KM-US bei V. a. renale Beteiligung zum Nachweis intrarenaler Abszesse
		IVP	W	Indiziert bei Obstruktion
		CT	W	Entzündliche Parenchyminfiltrationen, DD-Zuordnung, perirenale Komplikationen
		Nuk	W	Seitengetrennte Nierenfunktion (DMSA/MAG-3), Quantifizierung des Harnabflusses und der Nierenfunktion
H11	Harnwegsinfekt, chronisch (bei Kindern s. M48)	IVP	N	Liefert keinen Beitrag zur Abklärung
		US	P	Eingrenzung der DD, Harntraktdilatation. KM-US bei V. a. renale Beteiligung zum Nachweis intrarenaler Abszesse

Klinische Fragestellung	Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
H12 Prostataerkrankungen (Karzinom s. L15)	CT/MRT	W	Indiziert insbesondere bei Urogenitaltuberkulose und vermuteten perirenaln Komplikationen, bei Therapieresistenz
	Nuk	S	Nierenfunktion im Seitenvergleich (DMSA/MAG-3)
	IVP	N	Liefert keinen Beitrag zur Abklärung
	US	P	Transkutaner US: Harntraktdilatation, Restharn. Transrektaler US und transrektale Punktion: zur histologischen Abklärung. Ein negativer US-Befund schließt einen TU nicht aus
	MRT (multiparametrisch)	P	Zur Lokalisation, bei Z.n. negativer TRUS-Biopsie und zur Planung einer MR/TRUS-Fusionsbiopsie
H13 RF oder Schmerzen Scrotum/Hoden (bei maligner RF s. L16)	US	P	Erkrankungsnachweis, DD solider vs zystischer RF und testikulärer vs epidydimidaler Prozess, obligat bei jedem unklaren Tastbefund und bei skrotalen Schmerzen (Entzündung, Torsion), mit FKDS bei V. a. Torsion
	MRT	W	Zur weiteren Differenzierung bei unklarer RF

H14 Vesikoureteraler Reflux
(diagnostisches Vorgehen
wie bei Kindern, s. M48)

H15 Urethralstenose

Urethrografie

P

Präoperative Darstellung

H16 Harnverhalt

US

P

Beurteilung Harnblase und vorgeschaltete Harnwege sowie ggf. der Prostata durch transrektalen US

H17 Retroperitoneales Trauma
(Niere) (s. K39)

H18 Transplantatniere

US (FKDS)

P

Morphologie, Durchblutung

CE-MRA

W

Präoperative Anatomie, unklarer US, falls keine KM-Kontraindikation

Nuk

W

Funktionsszintigrafie: Funktion, Vitalität, Urinleck

Spenderniere
(Lebendspende)

US

P

Morphologie

Nuk

P

Seitengetrennte Funktion (MAG-3)

Klinische Fragestellung		Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
I1	Vorsorgeuntersuchung in der Schwangerschaft	US	P	Information über Gestationsalter, fetales Wachstum, fetale Zustandsdiagnostik (Dopplersonografie, fetale Fehlbildungen)
I2	Vermutete Schwangerschaft	US	W	In Ergänzung zum Schwangerschaftstest. Bei Verdacht auf Molengravidität dringend erforderlich
I3	Verdacht auf Extra-uterinschwangerschaft	US	P	Transvaginaler US
I4	Verdacht auf fetale Fehlbildungen	US	P	Vitalität, Entwicklungsstand
I5	Verdacht auf RF im Beckenraum	US	P	Kombination transvaginaler/transabdominaler US
		MRT	W	Dediziertes Becken-MRT
		CT	W	Bei Nichtverfügbarkeit von MRT oder Kontraindikationen
I6	Schmerzen im Beckenraum	US	P	Wenn klinische Untersuchung schwierig oder unmöglich
		MRT/CT	W	Wenn US nicht aussagefähig

I7	Endometriose	MRT	W	Bei klinischem Verdacht zum Nachweis von Endometrioseherden und ggf. Operationsplanung; Endometriosezysten sind auch im US sichtbar. Sicherung durch Laparoskopie
I8	Verlust Intrauterinpeppar (IUP)	US	P	Verfahren der ersten Wahl
		Rö	W	Wenn das IUP im US nicht zu sehen ist. Bei V. a. IUP Perforation und negativem Röntgen, je nach Art des IUP MRT oder CT
I9	Wiederholte Fehlgeburten	US	P	Uterusfehlbildungen
		MRT	W	Ergänzung zum US
I10	Infertilitätsabklärung bei der Frau	US transvaginal	P	Zum Ausschluss von Uterusfehlbildungen
		MRT	W	Zum Ausschluss von Uterusfehlbildungen
		Hysterosalpingografie (HSG)	W	Verdacht auf tubare Ursache
I11	Verdacht Missverhältnis Kopf/Becken	CT	N	Liefert keinen Beitrag zur Abklärung
		MRT	P	Wichtigstes Verfahren
		Rö Pelvimetrie	W	Bei Kontraindikation zur MRT

Klinische Fragestellung	Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
-------------------------	-------------------------------------	---------------------	-----------

Diagnose, Staging und VK einiger häufiger gynäkologischer Primärmalignome

I12 Ovarialkarzinom (s. L17)	Diagnose	US	P	Primärdiagnostik mittels US (einschl. transvaginal mit Doppler), Laparoskopie oder Laparotomie. Bei abdominellen Symptomen evtl. Diagnose mittels CT oder MRT
		MRT	W	MRT für die DD von RF geeignet
	Staging	CT/MRT/US Abdomen	W	Das primäre Staging erfolgt durch Laparoskopie; zusätzlich häufig CT, MRT oder US notwendig
		Nuk	W	Skelett-GKS, FDG-PET-CT: Staging bei V. a. Fernmetastasen
	Nachsorge	US Abdomen	P	Leber- oder LK-Metastasen, Aszites
		CT	W	Bei V. a. Rezidiv im US
		PET-CT	W	Mit FDG: bei Rezidiv, Suche nach LK- und Fernmetastasen

I13 Uterus: Zervixkarzinom
(s. L18)

Diagnose	MRT	N	Gewöhnlich klinische Diagnose
Staging	MRT	W	Bei FIGO-Stadien IB2 (klinisch erkennbarer TU > 4 cm): MRT liefert einen besseren Nachweis des TU und der lokalen Ausbreitung. Die paraaortalen LK und die Ureteren müssen ebenfalls untersucht werden. Auch beim FIGO-Stadium IV wird eine MRT des Beckens zur Erfassung der lokalen TU-Ausbreitung und zur Erkennung drohender Komplikationen empfohlen. MRT ist die Methode der Wahl nach Trachelektomie
Nachsorge	CT/US	W	Leber-, LK- und Fernmetastasen
	PET-CT	S	Mit FDG: Für Staging, Bestrahlungsplanung
	US	P	Leber-, LK- und Fernmetastasen
	MRT/CT	W	Bei nicht konklusivem US im Abdomen, zur Nachsorge des Lokalbefundes bei fortgeschrittenen TU
Rezidiv	MRT/CT	W	MRT liefert bessere Informationen bei TU im Beckenraum. Biopsie ist im CT leichter möglich

Klinische Fragestellung	Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
-------------------------	-------------------------------------	---------------------	-----------

Diagnose, Staging und VK einiger häufiger gynäkologischer Primärmalignome

I14	Uterus: Korpuskarzinom (Endometriumkarzinom) (s. L19)				
		Diagnose	US	P	Nachweis einer RF, Diagnose durch Kürettage
			MRT/CT	W	CT nur bei Kontraindikation zur MRT
			US/CT	W	Leber- und LK-Metastasen
		Staging	MRT	W	MRT ist zur Beurteilung der myometrialen Infiltrationstiefe geeignet
			PET-CT	S	Mit FDG: für Staging, Bestrahlungsplanung

J. Brusterkrankung

Asymptomatische Frauen

J1	Asymptomatische Frauen ohne Risikoerhöhung unter 40 Jahre	Mammografie	N	Ungünstiges Nutzen-Risiko-Verhältnis / keine gesetzliche Grundlage
		US	N	Liefert keinen Beitrag zur Abklärung
	Asymptomatische Frauen ohne Risikoerhöhung im Alter von 40-49 Jahren	US	P	Falls ein klinischer Tastbefund nicht zuverlässig zu erheben ist. Bei unklarem klinischem oder Ultraschall-Untersuchungsbefund: S. Mammografie nach J6
J2	Asymptomatische Frauen ohne Risikoerhöhung ab dem Alter von 50 Jahren	Mammografie	P	Im Alter von 50-69 Jahren: Alle 2 Jahre nach Einladung im Rahmen des deutschen Brustkrebs-Früherkennungsprogramms (Mammografie-Screening). Ab dem Alter von 70 Jahren gibt es zurzeit keine Empfehlung zur Fortsetzung der Früherkennung
		US	W	Als Zusatzuntersuchung bei unklarem Mammografiebefund und sonstigen Indikationen (ggf. bei hoher mammografischer Brustdicke)

J. Brusterkrankung

N: Nicht indiziert, P: Primäruntersuchung, W: Weiterführende Untersuchung, S: Spezialverfahren

Klinische Fragestellung

Bildgebendes
UntersuchungsverfahrenGrad der
Empfehlung

Kommentar

Frauen mit erhöhtem Risiko

J3	Frauen mit moderater Risikoerhöhung ab dem Alter von 40 Jahren	Moderates Risiko definiert als persönliches Erkrankungsrisiko von 15 % bis 29 % (abhängig z. B. von Anzahl und Alter erkrankter Familienmitglieder, histologisch nachgewiesener Risikoläsionen)		
		Mammografie	P	Individuell angepasstes Vorgehen (u. a. abhängig von individueller Risikoanalyse unter Berücksichtigung der Präferenzen und der Einwände der Frau); in der Altersgruppe von 50-69 Jahren: Teilnahme am Früherkennungsprogramm (Mammografie-Screening) und ergänzende Verfahren nach Nutzen-Risiko-Analyse erwägen
		US	P	Jährlich (insbesondere bei hoher Brustdicke) erwägen
		Mamma-MRT	S	Nur erwägen, wenn aufgrund einer Mammografie und Sonografie ein maligner Befund nicht ausreichend unwahrscheinlich ist. Für einen Einsatz der MRT als primäres Früherkennungsverfahren in der intermediären Risikogruppe liegen keine ausreichenden Daten vor

J4 Frauen mit stark erhöhtem Risiko/familiäre Hochrisiko-Situation

Die Betreuung der betroffenen Frauen sollte ausschließlich in spezialisierten, extern auditierten Zentren erfolgen

Hohes Risiko definiert als:

- (a) bekannte BRCA1/2 Mutation oder
- (b) persönliches Erkrankungsrisiko von $\geq 30\%$ oder
- (c) Heterozygotenrisiko $\geq 20\%$

Intensivierte Überwachung im Alter von:

25-70 Jahren bei Nachweis von BRCA 1/2 Mutation

30-70 Jahren bei Nachweis anderer Gen-Mutationen (z. B. RAD51C, RAD51D, CHEK2, PALP2) bzw. 5 Jahre vor Erkrankungsalter der jüngsten Erkrankten

30-50 Jahren bei fehlendem Mutationsnachweis von Risikogenen bzw. 5 Jahre vor Erkrankungsalter der jüngsten Erkrankten

Mamma-MRT	P	Alle 12 Monate
US	W	Jährlich in Verbindung mit der klinischen Tastuntersuchung. Nur erwägen, wenn aufgrund der Mamma-MRT ein maligner Befund nicht ausreichend unwahrscheinlich ist
	P	Bei Nachweis von BRCA 1/2 Mutation Primärverfahren zwischen den MRT im Halbjahresintervall
Mammografie	W	Nur erwägen, wenn aufgrund der Mamma-MRT ein maligner Befund nicht ausreichend unwahrscheinlich ist. Ab dem Alter von 40 Jahren alle zwei Jahre zu erwägen

Klinische Fragestellung

Bildgebendes
UntersuchungsverfahrenGrad der
Empfehlung

Kommentar

Symptomatische Frauen

J5	Klinische Symptomatik (unklarer, suspekter Tastbefund, lokaler Schmerz oder Retraktion, pathol. Sekretion) unter dem Alter von 40 Jahren	US	P	In jedem Fall indiziert
		Perkutane bildgestützte Nadelbiopsie	W	In Abh. vom klinischen Befund, US und individuell erhöhter Risikokonstellation
		Mammografie	W	In dieser Altersgruppe seltene Indikation. Nur erwägen, wenn aufgrund der klinischen Untersuchung und US ein maligner Befund nicht ausreichend unwahrscheinlich ist und eine individuell erhöhte Risikokonstellation vorliegt
		Mamma-MRT	S	Nur erwägen, wenn aufgrund der klinischen Untersuchung und US ein maligner Befund nicht ausreichend unwahrscheinlich ist und eine individuell erhöhte Risikokonstellation vorliegt
		Galaktografie	S	Bei pathologischer Sekretion (einseitig und spontan, oder auch zytologisch abklärungswürdig; nicht in Zusammenhang mit einer Entbindung)

J6	Klinische Symptomatik (unklarer, suspekter Tastbefund, lokaler Schmerz oder Retraktion, pathologische Sekretion) ab dem Alter von 40 Jahren	Mammografie	P	Verfahren der ersten Wahl
		US	P	Verfahren der ersten Wahl
		Mamma-MRT	S	Nur erwägen, wenn aufgrund der klinischen Untersuchung, Mammografie und US ein maligner Befund nicht ausreichend unwahrscheinlich ist und eine individuell erhöhte Risikokonstellation vorliegt
		Perkutane bildgestützte Nadelbiopsie	W	In Abh. von klinischem Befund, Mammografie und US
		Galaktografie	W	Bei pathologischer Sekretion (einseitig und spontan, oder auch zytologisch abklärungswürdig; nicht im Zusammenhang mit einer Entbindung). Duktoskopie kann in erfahrenen Zentren erwogen werden
J7	Mastitis/V. a. M. Paget	Mammografie	P	Ggf. Antibiotikatherapie bei Entzündung
		US	P	Ggf. dermatologische Begutachtung
		Perkutane bildgestützte Nadelbiopsie/ Punchbiopsie	W	In Abh. von klinischem Befund, Mammografie und US

J. Brusterkrankung

96

Klinische Fragestellung		Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
J8	Mammaaugmentationsplastik (Aufbauplastik nach Mammakarzinom s. J13)	US	P	Beurteilung der Implantatoberfläche bzw. von Restparenchym
		Mammografie	P	Ggf. Spezialaufnahmen
		Mamma-MRT	P	Bei Verdacht auf Implantatkomplikation
			S	Nur erwägen, wenn aufgrund der klinischen Untersuchung, Mammografie und US ein maligner Befund nicht ausreichend unwahrscheinlich ist und eine individuell erhöhte Risikokonstellation vorliegt
J9	Prätherapeutisches lokoregionäres Staging	Mammografie	P	Ipsi- und kontralateral
		Mamma-US	P	Ipsi- und kontralateral, inkl. Axilla-LK: Falls suspekter Cortexbreite ==> Nadelbiopsie
		Mamma-MRT	W	Bei nicht ausreichend sicherer Beurteilung durch klinische Untersuchung, Mammografie, US und perkutaner Biopsie und bei individuell erhöhter Risikokonstellation erwägen, insbesondere bei lobulärem Mammakarzinom; die Indikation hierzu sollte in einer multidisziplinären Konferenz gestellt werden
		Nuk	P	Wächter-LK-Darstellung (SLN-Biopsie)

Ganzkörperstaging	Bei Frauen mit höherem Metastasierungsrisiko (N+, > T2), aggressiver Tumorbilogie, klinischen Zeichen, Symptomen; bei geplanter systemischer Chemo-/Antikörpertherapie		
	Rö Thorax	N	Präoperative Situation: Kein ausreichender negativer Vorhersagewert im Fall eines notwendigen Stagings
	CT Thorax/ Abdomen/Becken	P	Verfahren der ersten Wahl
	Skelett-GKS	P	Verfahren der ersten Wahl
	MRT	W	Bei V. a. Knochenmarkskarzinose oder ZNS Befall bei negativem CT-Befund oder Kontraindikationen zur CT
	PET-CT	W	Kann zur weiteren Klärung diskrepanter Befunde bei dringendem Verdacht erwogen werden
J 10 Rezidivdiagnostik			Vorgehen wie unter J5/6 bzw. J9

Klinische Fragestellung	Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
-------------------------	-------------------------------------	---------------------	-----------

Nachsorge nach Mammakarzinom

J11 Nach brusterhaltender Therapie	Mammografie	P	Jährlich
	US	P	Jährlich, insbesondere bei dichtem Drüsenkörper
	Mamma-MRT	W	Nur Erwägen, wenn aufgrund der klinischen Untersuchung, Mammografie und US ein Rezidiv nicht auszuschließen ist
	Skelettszintigrafie	N	Keine Indikation in der Routine-Nachsorge
	PET-CT	N	Mit FDG: Keine Indikation in der Routine-Nachsorge
J12 Nach Ablatio	CT/MRT	N	Keine Indikation in der Routine-Nachsorge
	Nuk/GKS	N	Keine Indikation in der Routine-Nachsorge
	PET-CT	N	Mit FDG: Keine Indikation in der Routine-Nachsorge
	Mammografie	P	Jährlich kontralateral
	US	P	Beurteilung der Thoraxwand und der kontralat. Brust

	Mamma-MRT	W	Nur erwägen, wenn aufgrund der klinischen Untersuchung, Mammografie und US ein Rezidiv oder Zweitkarzinom nicht auszuschließen sind. Mammografie und US der kontralat. Brust
J13 Nach Mammaaugmentation	US	P	Beurteilung der Implantatoberfläche bzw. von Restparenchym
	Mammografie	P	Mammografie bds., ggf. Spezialaufnahmen der betroffenen Seite
	Mamma-MRT	P	Bei Verdacht auf Implantatkomplikation
		W	Nur erwägen, wenn aufgrund der klinischen Untersuchung, Mammografie und US ein Rezidiv nicht auszuschließen ist

Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
--	------------------------	-----------

Kopfverletzung allgemeine Vorbemerkungen:

Die Empfehlungen an dieser Stelle müssen erforderlichenfalls nach Konsultation eines neurochirurgischen Zentrums in Ihrer Region angepasst werden.
Die Kernfragen bei der Diagnose und Therapie von Kopfverletzungen sind:

Klinisch:

1. Liegen Anhaltspunkte für eine Hirnverletzung vor?
2. Liegen Anhaltspunkte für eine Schädelfraktur vor, und, wenn ja, sind Knochenfragmente in das Schädelinnere verlagert?
3. Sind andere Organsysteme/Körperregionen beteiligt?

Bei Verdacht auf Gefäßverletzungen sind spezielle Gefäßuntersuchungsverfahren erforderlich (s. Abschnitte E und N).

Behandlung:

1. Ist eine Hospitalisierung des Patienten zur Überwachung erforderlich?
2. Ist ein neurochirurgisches/neurologisches Konsil erforderlich?

Nuklearmedizin allgemeine Vorbemerkungen:

In bestimmten Situationen, in denen das Frakturalter nicht bekannt ist, kann die Indikation zu einer Skelettszintigrafie bestehen, ebenso beim Polytrauma zum Nachweis bisher nicht bekannter Frakturen (S).

Kopf/Hirnschädel: geringes Risiko einer intrakraniellen Verletzung

K1 • Voll orientiert • Keine Amnesie • Kein neurologisches Defizit • Keines der Kriterien aus K2 (bei Kindern s. M10)	Rö Schädel	N	Diese Patienten werden gewöhnlich nach Hause geschickt mit Anweisungen bezüglich ihrer Kopfverletzung an eine verantwortliche Person, auf Verhaltensauffälligkeiten zu achten
	CT	W	Nur bei klinischer Verschlechterung (z. B. neurologische Symptomatik)

Kopf/Hirnschädel: mittelhohes Risiko einer intrakraniellen Verletzung

K2 • Bewusstlosigkeit oder Amnesie • adäquates Trauma • Hämatom der Kopfhaut, Schwellung oder Laceration bis auf den Knochen oder mit einer Größe von > 5 cm • Neurologische Symptomatik (einschl. Kopfschmerzen, zweimaligen oder häufigeren Erbrechens, erneut vorstellig)	Rö Schädel	N	Ein fehlender Frakturnachweis schließt eine intrazerebrale Beteiligung nicht aus und ersetzt nicht ein CT
	CT	P	Ausschluss einer zerebralen Verletzung. Wenn keine erwachsene Person zur Beobachtung verfügbar ist oder wenn eine Fraktur vorliegt, wird der Patient gewöhnlich stationär aufgenommen (zu nichtakzidentellen Verletzungen bei Kindern s. M10)
	MRT	W	Ausschluss posttraumatischer Veränderungen

	Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
Unzureichende Anamnese (Epilepsie/Alkohol/Kind sw.)			

Kopf/Hirnschädel: hohes Risiko einer intrakraniellen Verletzung

K3 • Verdacht auf FK oder den Schädel penetrierende Verletzung • Desorientiert oder Bewusstseinsbeeinträchtigung • Fokale neurologische Symptomatik • Anfall • Nahtdehiszenz • ausgedehnte Schädelfraktur • Liquor cerebrospinalis aus	CT	P	Verfahren der ersten Wahl
	MRT	W	Bei Hirnstammkontusion oder Scherverletzung. Ggf. blutungssensitive Sequenzen
	Nuk	S	Bei V. a. okkulte oder intermittierende Liquorfistel

- der Nase oder Liquor cerebros spinalis/Blut aus dem Ohr
- Instabiler Allgemeinzustand, der eine Verlegung in eine Spezialabteilung erfordert
- Zweifelhafte Diagnose

Kopf/Hirnschädel: sehr hohes Risiko einer intrakraniellen Verletzung

K4	Wie K3 insbesondere wenn • Verschlechterung des Bewusstseins oder neurologische Symptome (z. B. Pupillenveränderungen) • Persistierende Verwirrung oder persistierendes Koma trotz Wiederbelebungsversuch	CT Schädel	P	Ist die primär dringlichste Notfalluntersuchung nach kardiopulmonaler Stabilisierung ggf. im Rahmen einer GK-CT-Untersuchung (keine Verzögerung durch sonstige Bildgebung)
-----------	--	------------	---	--

	Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
• Spannung der Fontanelle oder Nahtsprengung • Offene oder penetrierende Verletzung • Biegungs- oder Impressionsfraktur • Schädelbasisfraktur			

Kopf/Gesichtsschädel

K5 Nasentrauma	US	P	Bei V. a. isolierte Nasenbeinfraktur, nur bei positivem Befund verwertbar
	CT	W	Bei V. a. weitere Verletzungen zusätzlich zum Nasenbein oder falls Verdacht auf klinisch relevante Fraktur trotz negativem Schallbefund fortbesteht
	Rö NNH oder Gesichtsschädel	W	Nur falls CT nicht verfügbar

K6	Orbitatrauma: stumpfe Verletzung	CT	P	Bei V. a. Blow-out-Fraktur
		Rö Gesichtsschädel	W	Nur falls CT nicht verfügbar
K7	Orbitatrauma: penetrierende Verletzung, V. a. intraorbitalen FK	CT	P	Metalldichter FK, V. a. Fraktur (Low-Dose CT)
		US	W	Nachweis von Fremdkörpern oder Hämatomen, aber nur bei positivem Befund verwertbar
		MRT	W	Weichteilverletzung (falls kein V. a. metallische FK besteht)
		Rö Gesichtsschädel	W	Nur falls CT nicht verfügbar
K8	Mittelgesichts-trauma	CT	P	Bei V. a. Fraktur, als Spiral-Dünnschicht-CT mit der Möglichkeit planarer und sagittaler Rekonstruktionen
		Rö Gesichtsschädel	W	Falls CT nicht verfügbar
		Nuk/MRT	S	Bei V. a. okkulten oder intermitt. Liquorfisteln
K9	Unterkiefertrauma	Rö/Orthopantomogramm (OPG)	P	Unterkiefer
		CT	W	Zur Operationsplanung CT oder CBCT/digitale Volumentomografie (DVT)

	Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
Halswirbelsäule (HWS)			
K10 Bei bewusstseinsklarem Patienten mit V.a isolierte knöch. Verletzung der HWS	Rö HWS	P	Bei Patienten, auf die alle der folgenden Kriterien zutreffen: volles Bewusstsein, keine Vergiftung, keine Kopf- und/oder Gesichtsverletzung, kein auffälliger neurologischer Befund
K11 Ausschluss HWS-Verletzung bei isolierter Kopfverletzung und Bewusstlosigkeit	CT HWS	P	Ergänzend zum Schädel-CT zum Ausschluss knöcherne Verletzung
	Rö HWS	P	Falls CT nicht verfügbar
	US (FKDS)/MRT	W	Bei V. a. traumatische Dissektion der Halsgefäße, ligamentäre Verletzung
K12 Trauma: Schmerzen, ohne neurologisches Defizit	Rö HWS	P	Verfahren der ersten Wahl
	US/MRT	W	Bei V. a. Dissektion der Halsgefäße, ligamentäre Verletzung
	CT	W	Rö unklarer Befund, bzw. occipito-cervikaler oder cerviko-thorakaler Übergang nicht sicher abgebildet

K13 Trauma: Vorliegen eines neurologischen Defizits	CT	P	Ausschluss/Nachweis einer Fraktur
	Rö HWS	P	Wenn CT nicht verfügbar
	MRT	W	Ausschluss von Verletzungen des Myelons, der Halsgefäße, der Knochen oder der diskoligamentären Strukturen
	US	W	Bei V. a. Dissektion der Halsgefäße
	Myelo-CT	S	Bei Kontraindikation zur MRT
K14 Trauma: V. a. diskoligamentäre Verletzung	MRT	W	In Abh. von der klinischen Symptomatik
	Rö HWS	W	Bei Kontraindikation zur MRT oder falls MRT nicht verfügbar

Brust- und Lendenwirbelsäule

K15 Trauma: keine Schmerzen, ohne neurologisches Defizit	Rö	N	Liefert keinen Beitrag zur Abklärung
---	----	---	--------------------------------------

K. Trauma

	Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
K16 Trauma: Schmerzen ohne neurologisches Defizit	Rö	P	Gezieltes Rö der schmerzhaften Region
	CT	W	V. a. WK-Fraktur. Zur Therapieplanung
	MRT	W	Bei V.a auf begleitende Weichteilverletzungen, bei jungen Patienten

Brust- und Lendenwirbelsäule

K17 Trauma mit Schmerzen und neurologischem Defizit	CT	P	Ausschluss/Nachweis einer Fraktur
	Rö	P	Wenn CT nicht verfügbar
	MRT	W	Ausschluss von Verletzungen des Myelons, der Knochen oder der diskoligamentären Strukturen
	Myelo-CT	S	Bei Kontraindikation zur MRT

Becken und Kreuzbein

K18 Zustand nach Sturz Patient kann ohne Hilfe nicht mehr aufstehen	Rö Becken und Hüfte	P	Abhängig von der Lokalisation der Schmerzen
	CT	W	Bei negativem Rö-Befund und persistierenden Beschwerden oder zur Planung von operativen Eingriffen
	MRT	W	Zum Ausschluss okkulten Frakturen bei negativem CT-Befund oder Weichteilverletzungen
K19 Urethralblutung und Beckenverletzung	Rö Becken	P	Verfahren der ersten Wahl
	CT	W	Ausschluss Blasenruptur, ggf. Urethraverletzung
	Retrogrades Urethrogramm	W	Ausschluss Urethraverletzung (Männer)
K20 Trauma des Os coccygis oder Coccygodynie	Rö Os coccygis	W	In Abh. von der klinischen Symptomatik. Meist keine therapeutische Konsequenz
	MRT	W	Nur bei persistierenden Beschwerden

	Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
Obere Extremität			
K21 Schulterverletzung (s. D17)	Rö Schulter	P	Verfahren der ersten Wahl
	US	P	V. a. Weichteilverletzung (z. B. Rotatorenmanschette)
	CT der Schulter	W	Bei unklarem knöchernem Befund, Verletzungsfolgen nach Luxation, komplexer Fraktur präoperativ
	MRT	W	Ausschluss okkulte Fraktur/Weichteilverletzung, Verletzungen an Rotatorenmanschette, Labrum, Gelenkkapsel und langer Bizepssehne. Bei unauffälligem Rö bzw. US und persistierenden Beschwerden
K22 Ellbogenverletzung	Rö Ellbogen	P	Verfahren der ersten Wahl
	US	P	Ausschluss Gelenkerguss, Kollateralband- oder Weichteilverletzung. Ein Gelenkerguss bei negativem Röntgen ist eine Indikation zur weiterführenden Diagnostik bzw. Stabilitätsdiagnostik
	CT	W	Ausschluss Fraktur bei Gelenkerguss. Therapieplanung bei komplexen Frakturen
	MRT	W	Ausschluss okkulte Fraktur, Weichteilverletzung

K23 Hand- und Handgelenksverletzung (Bei Kindern s. M20)	Rö Hand, Handgelenk und distaler Unterarm	P	Verfahren der ersten Wahl
	MRT	W	Bei V. a. okkulte Handwurzelknochen-Fraktur, ggf. auch als Arthro-MRT: ligamentäre Verletzung
	CT	W	Genaue Beurteilung auch kleiner knöcherner Veränderungen der Handwurzelknochen. Arthro-CT: ligamentäre Verletzung (Alternative zur Arthro-MRT)
Untere Extremität			
K24 Knieverletzung	Rö Knie	P	Verfahren der ersten Wahl
	US	P	Gelenkerguss, Seitenbandverletzung
	CT	W	Bei V. a. komplexe Frakturen zur Klassifikation und zur Therapieplanung
	MRT	W	Bei V. a. okkulte Fraktur. Abklärung eines Kniebinnentraumas

	Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
K25 Knöchelverletzung	Rö Oberes Sprunggelenk	P	Verfahren der ersten Wahl
	US	P	Gelenkerguss, vordere Syndesmose, Stabilität, ggf. Bandapparat
	MRT	W	Bei V. a. Bandverletzung, osteochondrale Fraktur
K26 Fußverletzung	Rö Fuß	P	Verfahren der ersten Wahl
	CT	W	Zur Therapieplanung bei Talus-, Calkaneus- oder Fußwurzelfrakturen
K27 Ermüdungsbruch am Vorfuß	Rö	P	Verfahren der ersten Wahl
	MRT	W	Zum Nachweis bei negativem Rö und zur Klärung differenzialdiagnostischer Fragen
	US	S	Weichteilbeurteilung
	Nuk	S	V. a. okkulte Fraktur bei unklarem MRT
Fremdkörper (FK)			
K28 Weichteilverletzung: FK (Metall, Glas, Farben)	Rö	P	Alle Arten von Metall, Glas und einige Farben und Kunststoffe sind röntgendicht
	US	P	US ist heute eine wesentliche Ergänzung zum Rö (Anzahl, Ausmaß, Lokalisation)

K29 Weichteilverletzung: FK (Kunststoff, Holz)	Rö	N	Diese FK sind nicht röntgendicht
	US	P	Verfahren der ersten Wahl
	MRT	W	In Ausnahmefällen bei nicht konklusivem US
K30 Verschluckter FK, der im Pharynx oder im Bereich des oberen Ösophagus vermutet wird (bei Kindern s. M36)	Rö Weichteile des Halses	P	Nach der direkten Untersuchung des Oropharynx (wo die meisten FK lokalisiert sind) und wenn der FK wahrscheinlich röntgendicht ist. Die Abgrenzung von kalzifiziertem Knorpel kann schwierig sein. Die meisten Fischgräten sind auf der Rö-Aufnahme nicht zu erkennen
	Ösophagogramm	W	DL-KM-Untersuchungen (bei Perforationsverdacht wasserlösliche KM) hilfreich zur Abklärung bei FK-Verdacht im oberen GI
K31 Verschluckter, vermutlich röntgendichter FK, der aufgrund von Größe und Konfiguration den Magen-Darm-Trakt passieren kann (z. B. Münze) (bei Kindern s. M36)	Rö Thorax	P	Bei Kindern müsste eine einzige Frontalaufnahme (Rö Thorax) mit Einschluss der Halsregion ausreichend sein. Bei Erwachsenen kann neben einer frontalen eine laterale Aufnahme erforderlich sein. Wenn der FK innerhalb von ca. 6 Tagen nicht abgegangen ist, kann das Rö Abdomen bei der Lokalisierung hilfreich sein
	Rö Abdomen	W	In Abh. von der klinischen Symptomatik
	US	W	Bei ausreichend großem FK zur Klärung der endoskopischen Erreichbarkeit, aber nur bei positivem Befund verwertbar

	Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
K32 Verschluckter FK: spitz oder eventuell giftig (z. B. Nadel; Batterie)	Rö Abdomen	P	Die meisten verschluckten FK, die den Ösophagus passieren, passieren auch den Rest des GI ohne Komplikation. Es ist jedoch wichtig, Batterien zu lokalisieren, da ein Auslaufen gefährlich sein kann
	Rö Thorax	W	In Abh. von der klinischen Symptomatik. Außer bei negativem Rö-Befund des Abdomens
	US	W	Bei ausreichend großem FK zur Klärung der endoskopischen Erreichbarkeit, aber nur bei positivem Befund verwertbar
K33 Verschluckter FK: großer Gegenstand (z. B. Zahnersatz)	Rö Thorax	P	Zahnersatzmaterialien sind unterschiedlich strahlendurchlässig. Die meisten Zahnersatzmaterialien sind überwiegend aus Kunststoff und weitgehend strahlendurchlässig
	US	W	Bei ausreichend großem FK zur Klärung der endoskopischen Erreichbarkeit, aber nur bei positivem Befund verwertbar
	Rö Abdomen	Initial nicht indiziert	Bei negativem Rö Thorax-Befund kann eine Röntgenaufnahme des Abdomens erforderlich sein, genauso wie ein Barium-Breischluck oder eine Endoskopie. Eine späte Rö Thorax-Aufnahme kann hilfreich sein

Thorax und Abdomen

K34 Leichtes Thoraxtrauma V. a. Rippenfraktur	US	P	Bei gut lokalisierten Schmerzen zum Nachweis von Thoraxwandprozessen, Pneumothorax und Rippenfrakturen
	Rö Thorax	W	In Abh. von der klinischen Symptomatik. Der Nachweis einer Rippenfraktur beeinflusst die Behandlung meist nicht. Ggf. Schrägaufnahmen des knöchernen Hemi-Thorax
K35 Isoliertes mittelschweres bis schweres Thoraxtrauma	Rö Thorax	P	(Sero-)Pneumothorax, Lungenkontusion
	US	P	(Sero-)Pneumothorax, Frakturen
	CT Thorax	P	Alternativ als Basisuntersuchung zur Beurteilung des Ausmaßes der Verletzung
	CTA	W	Bei V. a. Aortenverletzung
	TTE/TEE	W	Herzbeteiligung
K36 Perforierende Verletzung z. B. Stichverletzung	Rö Thorax	P	(Sero-) Pneumothorax, Lungenkontusion
	US	P	Bei V. a. Flüssigkeit in der Perikard- oder Pleurahöhle, Pneumothorax
	CT	W	Beurteilung des Ausmaßes der Organverletzung; bei Schussverletzungen ist CT primär indiziert
	DSA	S	Bei geplanter Intervention z. B. bei traumatischer Aortenruptur

	Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
K37 Brustbeinfraktur	US	P	Sensitives Verfahren
	Rö Sternum seitl.	W	Ergänzend zu Rö Thorax oder Sonografie
	CT	W	Bei unklaren Rö- und US-Befunden und V. a. auf weitere thorakale Verletzungen
K38 Abdomen (einschl. der Nieren); offene oder perforierende Verletzung oder Stichverletzungen	CT	P	Sensitivste Untersuchungsmethode bei Verdacht auf Organverletzung
	US	P	FAST (Focused assessment with sonography for trauma): Nachweis freier Flüssigkeit als Hinweis auf Organverletzung, bevorzugter Einsatz bei Kindern
	Rö	P	Rö Abdomen in Rückenlage und Rö Thorax beim stehfähigen Patienten bzw. Rö Abdomen in Linksseitenlage zum Nachweis freier Luft
	DSA	S	Bei V. a. Gefäßverletzung und mit geplanter Intervention
K39 Nierentrauma	Nuk	N	Nierenfunktion bei Nierenruptur oder perirenalem Hämatom
	CT	P	Sensitivste Untersuchungsmethode
	US	P	Falls verfügbar US mit USKM, negativer nativer US schließt eine Nierenverletzung nicht aus
	DSA	S	Bei geplanter Intervention

Schweres Trauma

K40 Schweres Polytrauma – Patient nicht ansprechbar	CT Schädel + Ganzkörper	P	Bei Vorhandensein eines geeigneten Multidetektor-CT-Gerätes mit i.v. KM
	CCT	P	Ausschluss isolierter zerebraler Verletzungen
	US Abdomen und US Pericard/Pleura	P	eFAST-Protokoll, falls Patient instabil und somit nicht mehr in der CT untersucht werden kann, Ausschluss Organverletzung
	Rö Thorax/Becken/HWS	P	Wenn eine Abklärung mit Multidetektor-GK-CT nicht verfügbar oder nicht möglich ist

Klinische Fragestellung

Bildgebendes
UntersuchungsverfahrenGrad der
Empfehlung

Kommentar

L. Onkologie

Viele der klinischen Probleme im Zusammenhang mit der Diagnose von Karzinomen wurden bereits in den Abschnitten zu den einzelnen Körpersystemen abgedeckt. In diesem Abschnitt wird die Anwendung bildgebender Verfahren bei der Diagnose, dem Staging und der VK einiger häufiger Primärtumoren kurz umrissen. Pädiatrische Tumoren werden nicht berücksichtigt, da deren Behandlung immer dem pädiatrischen Onkologen überlassen wird. Zum Mammakarzinom s. Abschnitt J, zum ZNS s. Abschnitt A

L1	Primärer Hirntumor oder Metastasen (Diagnostik, Therapie- kontrolle und Nachsorge)	MRT	P	Sensitiver als CT
			S	Ggf. als multimodale MRT, ggf. inkl. MR-Spektroskopie
		CT	P	Bei symptomatischen Patienten und Kontraindikationen zur MRT
		PET	W	FDG-PET: Rezidivdiagnostik bei Gliomen, Vitalität von Resttumoren, „biologisches Zielvolumen“
			S	Fluor-18- / Iod-123-Aminosäure-PET/SPECT

L2	Parotis	Diagnose	US	P	Zum Nachweis einer RF, insbesondere bei oberflächlich gelegenen Läsionen
			MRT/CT	P	Nützlich im tiefen Teil der Drüse und vor einer komplexen Operation
		Staging	MRT/CT	P	LK-Staging und nach einer schwierigen Operation. Zur Feststellung von Lagebeziehungen und einer Beteiligung des tiefen Lappens
		Nachsorge	US Hals	P	Lokalrezidiv und LK-Metastasen
			MRT/CT Hals	W	Lokalrezidiv und LK-Metastasen
			CT Thorax/Abdomen	W	Bei V. a. Fernmetastasierung
			PET-CT	W	Response-Evaluation, mit FDG: Nachweis/Ausschluss von LK-Metastasen nach Chemotherapie vor LK-Dissektion
			Speicheldrüsen-Szintigrafie	W	Erhaltene Speicheldrüsenfunktion?

Klinische Fragestellung			Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
L3	Pharynx	Diagnose	CT/MRT	W	Nur in bioptisch unklaren Fällen bzw. bei unplausiblen negativen Befunden
			PET-CT	W	Mit FDG bei CUP
		Staging	US Hals	P	LK-Staging
			CT/MRT Hals	P	Bei V. a. lokal fortgeschrittenen TU und LK Staging
			CT Thorax/Abdomen	W	Bei V. a. Fernmetastasierung
			PET-CT	W	Mit FDG: Staging bezüglich LK- und Fernmetastasen. Response-Evaluation: Nachweis/Ausschluss von LK-Metastasen nach Chemotherapie und vor LK-Dissektion
		Nachsorge	US Hals	P	LK-Metastasen
			MRT/CT Hals	W	Lokalrezidiv und LK-Metastasen
			CT Thorax/Abdomen	W	Bei V. a. Fernmetastasierung

L4 Larynx

Diagnose Staging Nachsorge	Bildgebende Verfahren	N	Nur in Ergänzung zur klinischen Diagnose inkl. Endoskopie u. Histologie
	US Hals	P	LK-Staging
	CT/MRT Hals	P	Bei V. a. lokal fortgeschrittenen TU und LK-Staging
	CT Thorax/Abdomen	W	Bei V. a. Fernmetastasierung
	PET-CT	W	Mit FDG: Staging bezüglich LK- und Fernmetastasen. Response-Evaluation: Nachweis/Ausschluss von LK-Metastasen nach Chemotherapie vor LK-Dissektion
	US Hals	P	Nachweis von LK-Metastasen
	MRT/CT Hals	W	Lokalrezidiv und LK-Metastasen
	CT Thorax/Abdomen	W	Bei V. a. Fernmetastasierung
	PET-CT	W	Mit FDG: bei V. a. Rezidiv

Klinische Fragestellung		Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
L5	Schilddrüse (SD)	Diagnose		
	Staging	US	P	US-gesteuerte Biopsie von Knoten, Nachweis einer RF
		Nuk	P	Nachweis hypofunktioneller („kalter“) Knoten bzw. hyperfunktioneller („warmer“) Knoten
		MIBI-SPECT	W	Bei szintigrafisch kaltem Knoten und unklarer oder fehlender Zytologie
		Rö Trachea	W	Trachealverlagerung, besonders präoperativ
		Rö Thorax	N	
		US	P	Lokale Ausbreitung, LK, Lebermetastasen
		I-123/I-131-GKS	P	Nach Radioiodtherapie
		PET-CT	P	Mit FDG: bei V. a. ent- oder schlecht differenzierten TU
			W	Bei fehlender Iodspeicherung
		MRT	W	Lokale Tumorausbreitung

Postoperativ vor Radioiodtherapie Nachsorge	CT	W	Lokale Tumorausbreitung und Lungenmetastasen bei lokal fortgeschrittenem TU. (I. d. R. erst nach OP und ablativer Radioiodtherapie. Cave: KM! (Rücksprache mit Nuk erforderlich: Kein KM vor Radioiodtherapie!))
	Nuk	P	Mit I-131: Zur Therapieplanung
	PET-CT	W	Mit I-124: Ermöglicht eine bessere Dosimetrie als I-131-Szintigrafie
	US Hals/Abdomen	P	Lokal- und LK-Rezidive, Metastasen im Bauchraum
	Nuk	P	Mit I-131 oder I-124: bei auffälligen Tumormarkern oder V. a. Rezidiv
	PET-CT	P	Mit FDG: bei auffälligen Tumormarkern oder V. a. Rezidiv und bei fehlender Radioiodspeicherung
		W	Mit F-DOPA oder Ga-Somatostatinanaloga: Bei medullärem SD-Karzinom und auffälligen Tumormarkern vor geplanter operativer Therapie
	CT	W	Bei V. a. Metastasen im Mediastinum. Cave: KM vor Radioiodtherapie kontraindiziert

Klinische Fragestellung			Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
L6	Lunge	Früherkennung	Low-Dose CT Thorax	N	Nur zulässig aufgrund einer Rechtsverordnung: S. Einleitung zur Früherkennung
		Diagnose	Rö Thorax, 2 Ebenen	P	Erstes bildgebendes Verfahren zur Abklärung unklarer thorakaler Symptome
			CT Thorax	P	Verfahren der Wahl zum Nachweis pulmonaler RF
			PET-CT	W	Mit FDG: Zur DD solitärer unklarer Lungenrundherd größer 10 mm
		Staging	CT Thorax/Oberbauch	P	Nachweis von Metastasen in Mediastinum, Lunge, Leber und NN, ggf. ergänzt durch Abdomen-CT bei V. a. Metastasen im übrigen Abdomen, der LWS und im Becken
			US Abdomen/Hals	P	Halslymphknoten- oder Lebermetastasen
			MRT Schädel	P	Bei kurativer Intention zum Ausschluss von Hirnmetastasen und standardmäßig bei kleinzelligem Lungenkarzinom. MRT ist im Nachweis von Hirnmetastasen deutlich sensitiver als CT
			PET-CT	P	Mit FDG: LK- und Fernmetastasen, falls zum Staging präoperativ erforderlich
			MRT	W	Bei V. a. Knochenmetastasen, Beurteilung der Leber bei unklarem US oder CT Befund
			Skelett-GKS	W	Bei V. a. Skelettmetastasen, falls kein PET-CT erfolgt

		Nachsorge	Rö Thorax	N	Zu geringe Sensitivität zum Nachweis von Lungenmetastasen, Rezidiven oder Zweittumoren
			US Abdomen/Hals/ Supraklavikularregion	P	Metastasen im Oberbauch oder in supraklavikulären LK
			CT Thorax	P	Ausschluss thorakales Rezidiv, bei bekannter Tumorpersistenz zum Therapiemonitoring. Abdomen: Ausschluss abdominelles Rezidiv, ggf. zum Therapiemonitoring
			MRT Schädel	P	Ausschluss Hirnmetastasen
			MRT WS	W	Ausschluss Metastasen der WS
			Nuk	W	GKS bei V. a. Skelettmetastasen. FDG-PET-CT bei V. a. Rezidiv: LK- und Fernmetastasen
L7	Ösophagus	Diagnose	Endoskopie/ endoskopischer US	P	Endoskopie inkl. transösophagealem US zur Detektion
			Ösophagogramm	W	Bei Dysphagie vor der Endoskopie und zur Höhenlokalisation
		Staging	CT Thorax/Abdomen	P	Beurteilung Lokalbefund und Metastasierung inkl. Lebermetastasierung und retroperitoneale LK-Metastasen
			US Hals/Abdomen	P	LK-Staging, Nachweis von Lebermetastasen

Klinische Fragestellung		Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
	Nachsorge	Transösophagealer US	W	Intra- und transmurale Ausdehnung, insbesondere vor neoadjuvanter Therapie, s. Diagnose
		PET-CT	W	Mit FDG: V. a. LK- u. Fernmetastasen
		CT Thorax/Abdomen	P	Nachweis von Lokalrezidiven, Fernmetastasen oder zum Therapiemonitoring nach Radiochemotherapie oder OP
		US Hals/Abdomen	W	In späteren Kontrollen nach Vollremission zum Nachweis von Metastasen in Hals-LK, Leber und Retroperitoneum
		Rö	W	KM-Schluck/Passage nach OP zum Ausschluss einer Anastomoseninsuffizienz
		PET-CT	W	Mit FDG: Bei V. a. Lokalrezidiv, LK- u. Fernmetastasen
L8 Magenkarzinom	Diagnose	Endoskopie	P	Primäres Verfahren zum Nachweis und zur histologischen Sicherung
		Rö	W	MDP: Nur in Ausnahmefällen, z. B. falls Gastroskopie nicht möglich oder submuköser TU vermutet
	Staging	US Abdomen	P	Nachweis von Leber- und LK-Metastasen oder von Aszites

L9	Leber: Primäre Lebertumoren	Nachsorge			
			CT Abdomen	P	Staging im Abdomen inkl. Peritoneum, möglichst in optimierter Technik, z. B. Hydro-CT
			US	W	Als Endosonografie: Infiltrationstiefe, perigastrische LK, Beurteilung der Response nach neoadjuvanter Tumorthherapie
			CT Thorax	W	Ausschluss Lungenmetastasen vor kurativer Gastrektomie
			Rö	P	Schluck mit wasserlöslichem KM zur Überprüfung der Anastomose vor Wiederaufnahme der enteralen Ernährung
			CT	P	Nachweis von Lokalrezidiven, Fernmetastasen oder Therapiemonitoring nach kurativer OP oder palliativer Chemotherapie
			US Hals/Abdomen	W	In späteren Kontrollen nach Vollremission zum Ausschluss von Metastasen in Hals-LK, Leber und Retroperitoneum
			PET-CT	W	Mit FDG: Bei V. a. Rezidiv oder Metastasen von nicht-schleimbildenden TU
L9	Leber: Primäre Lebertumoren	Diagnose			
			US Abdomen	P	Die meisten Läsionen werden identifiziert, ggf. mit US-KM, ggf. mit Biopsie. Nachweis von extrahepatischen Metastasen im Abdomen und von Aszites
			CT Leber	P	Ggf. mit Biopsie

Klinische Fragestellung	Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
Staging	MRT	P	Bei Zirrhose bevorzugt MRT, bei DD FNH oder Adenom mittels leberspez. KM
	Nuk	S	Hepatobiliäre Funktionsszintigrafie: bei nicht konklusiver CT/MRT (s. G23), bei DD FNH oder Adenom oder Blutpool-Szintigrafie bei V. a. Hämangiom
	CT Leber/Abdomen	P	Prätherapeutisch zum Tumor/Nodus/Metastase (TNM)-Staging, bei Aszites oder eingeschränkter Respiration
	MRT	P	Bevorzugt zum lokalen insbesondere bei Zirrhose, bei V. a. CCC inkl. MRCP
	CT Thorax	W	Bei geplanter kurativer OP, Lebertransplantation oder SIRT zum Ausschluss von intrathorakalen Metastasen
Nachsorge	Nuk	W	Tc-99m-Mikroalbuminaggregat (MAA) vor SIRT zur Charakterisierung von Gefäßshunts
	US Abdomen	P	Nachweis von Rezidiven in Restleber und in LK, ggf. mit KM
	MRT Abdomen	P	Beurteilung Lokalbefund und Therapiemonitoring der Leber bevorzugt MRT, bei CCC inkl. MRCP. Ausschluss von extrahepatischen Metastasen im übrigen Bauchraum
	CT Abdomen	P	Bei erschwertem sonografischem Zugang, Aszites oder eingeschränkter Respiration und Abdomenstaging

L10 Leber: Metastasen

Diagnose	US Leber	P	Primärverfahren zum Nachweis von Lebermetastasen, aufgrund begrenzter Sensivität aber kein sicherer Ausschluss möglich. Ggf. US mit Kontrastmittel und US zur Steuerung einer Biopsie
	US Leber mit KM	W	Höhere Sensitivität und bessere Unterscheidung von benignen Herden als mit Nativ-US
	CT Leber	P	Bei nicht konklusivem US, insbesondere bei hohem Metastasierungsrisiko oder wenn für Therapieentscheidungen ein zuverlässiger Ausschluss von Metastasen erforderlich ist
	MRT Leber	P	Vor geplanter Metastasenresektion mit leberspez. KM
	PET-CT	W	Mit FDG: Zur Artdiagnose und zum Nachweis eines extrahepatischen Primärtumors. Bei neuroendokrinen TU vorzugsweise mit Somatostatinanaloga
	Staging PET-CT	W	Mit FDG: Vor Metastasenchirurgie zur lokalen Rezidivdiagnostik und zum Ausschluss extrahepatischer Metastasen
	Nuk	S	Evaluation vor SIRT mit Tc-99m-Phytat zur Bestimmung des funktion. Lebergewebes
	Nachsorge US Hals/Abdomen	P	Ausschluss einer intrahepatischen Progression oder neuer extrahepatischer LK-Metastasen sowie von Aszites. Bei bekannten persistenten Metastasen zum Therapiemonitoring

Klinische Fragestellung	Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
L11 Pankreas	CT	W	Bei erschwertem sonografischem Zugang und bei Anwendungen standardisierter Responsekriterien (z. B. RECIST)
	Diagnose CT/US Abdomen	P	Cave: US allein reicht nicht zum Ausschluss eines Pankreaskarzinoms aus
	MRCP	W	Zusätzlich Gangbeurteilung
	PET-CT	S	Mit FDG: Zur DD chronische Pankreatitis/TU
	Endoskopischer US	W	Bei kleinen Befunden. Möglichkeit der endosonografisch geführten Biopsie (s. G29)
	Staging CT Thorax/Abdomen	P	Möglichst mit CTA und Mehrphasentechnik
	MRT Leber	W	Ggf. mit spezifischen KM zum Ausschluss von Lebermetastasen vor kurativer OP
	PET-CT	W	Mit FDG: Bei V. a. Fernmetastasen, insbesondere vor kurativer OP
	Nachsorge US Abdomen	P	Verfahren der ersten Wahl
	CT Thorax/Abdomen	P	Nach kurativer Therapie sowie zur VK makroskopischer Residuen nach Chemotherapie

L12 Kolon und Rektum	Diagnose	Endoskopie	P	Verfahren der ersten Wahl
		Rö	W	Kolon-KE: Ergänzend sofern klinisch notwendig oder bei nicht vollständiger Koloskopie
		CT/MR	W	CT-/MR-Kolonografie: Sensitivere Alternative zum Kolon-KE
	Staging	CT	S	Virtuelle Koloskopie: Nur bei Kontraindikation einer Koloskopie
		US	P	Lebermetastasen, LK, Peritonealkarzinose
		MRT	P	Leber vor Metastasenresektion. Vor OP von Rektumkarzinomen hochauflösende MRT des kleinen Beckens zur Beurteilung des Mesorektums und einer perirektalen, extramuralen Gefäßinvasion
		CT Abdomen	W	TU-Ausbreitung vor Therapie lokal fortgeschrittener TU, ggf. RECIST-Beurteilung metastasierter TU
		US	W	Transrektale Endosonografie zum T- und N-Staging beim Rektumkarzinom
		PET-CT	W	Mit FDG: Staging vor Metastasenchirurgie
	Nachsorge	US Abdomen	P	Leber- oder LK-Metastasen sowie Aszites
		CT/MRT Abdomen	P	Bei Lebermetastasen oder peritonealer Aussaat

Klinische Fragestellung			Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
L13	Nieren, NN (s. H7 und H8)	Diagnose	PET-CT	W	Mit FDG: Bei V. a. Lokalrezidiv, Restaging vor Metastasenchirurgie, Rezidivdiagnostik bei unklarem Tumormarkeranstieg, Therapiekontrolle
			US	P	S. RF in der Niere
			CT	P	Bei sonografisch unklarem oder suspektem Befund
		Staging	CT/MRT Abdomen	P	Bestimmung des lokalen Ausmaßes und einer Beteiligung der Venen, LK, Harnleiter und der kontralateralen Niere usw.
			Rö Thorax	P	Lungenmetastasen
			CT Thorax	W	Bei fortgeschrittenen TU-Stadien
			Nuk	W	Skelett-GKS: Nachweis von Skelettmetastasen Nierenzintigrafie mit Tc-99m-MAG-3: Funktion der kontralateralen Niere vor OP
			DSA	S	Nur bei geplanter organerhaltender OP, präoperative/palliative Embolisation
		Nachsorge	US Abdomen	P	Leber- und LK-Metastasen, kontralaterale Niere
			CT/MRT Abdomen	W	Bei Symptomen, die auf ein Rezidiv im Nephrektomiebett hinweisen. Eine routinemäßige Durchführung wird nicht empfohlen

		PET-CT	S	Mit FDG oder F-DOPA zur Metastasendetektion beim Nierenzellkarzinom bei unklarem CT oder MRT	
L14	Blase	Diagnose	Zystoskopie	P	Verfahren der ersten Wahl zur Diagnose und ggf. Biopsie
			US	W	Beurteilung der Blasenwand in Ergänzung zur Zystoskopie
	Staging		CT Abdomen/Becken	P	Einschließlich CT-Urografie zur Beurteilung der Nieren und der Harnleiter bei weiteren urothelialen TU (Multifokalität häufig). CT-Urografie sensitiver als IVP
			MRT Abdomen/Becken	P	Bei Planung eines radikalen Eingriffs stellt die MRT meist das Verfahren mit der höheren Sensitivität im kleinen Becken dar.
			Skelett-GKS	W	Nachweis von Skelettmetastasen
			Retrograde Urografie	S	Bei V. a. Beteiligung der Ureteren
	Nachsorge		US Abdomen/Becken	P	Ausschluss von Metastasen in Leber, LK und im kleinen Becken sowie nach blasenerhaltenden Eingriffen in der Blasenwand
			CT Abdomen/Becken	P	Einschließlich CT-Urografie. Nachweis von metachronen Harnleiter- und Nierenbeckentumoren. CT-Urografie sensitiver als IVP
			MRT Abdomen/Becken	W	Bei Kontraindikation zur CT-Urografie
			PET-CT	W	Mit FDG: V. a. Fernmetastasen

Klinische Fragestellung			Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
L15 Prostata (s. H12)	Diagnose		Transrektaler US	P	Sensitivität und Spezifität für Prostatakarzinome begrenzt; Einsatz v. a. zur Führung einer Biopsie
			MRT	W	Multiparametrische MRT der Prostata bei klinischem Verdacht und negativer Biopsie
	Staging		MRT/CT Becken/Abdomen	W	MRT sensitiver als CT im lokalen Staging. Beim Nachweis einer Beteiligung des Beckens wird das Staging im übrigen Abdomen ergänzt.
			Skelett-GKS	W	Bei PSA-Erhöhung
			Nuk	S	SLN zur OP-Planung
			PET-CT	S	Mit PSMA-Liganden: LK- und Fernmetastasen
	Nachsorge		US/MRT Abdomen	W	Bei PSA-Anstieg zum Nachweis von Lokalrezidiven und LK-Metastasen
			Skelett-GKS	W	Bei PSA-Anstieg zum Nachweis von Skelettmetastasen
			PET-CT	S	Mit PSMA-Liganden: Lokalrezidiv, LK- und Fernmetastasen bereits ab PSA-Anstieg um mehr als 0,2 ng/ml nachweisbar. Vor radioguided surgery mit PSMA-Liganden

L16 Hoden**Diagnose**

US

P

Obligat bei jedem auffälligen Tastbefund.
Verifikation des Tastbefundes, Zuordnung zu Hoden oder Nebenhoden, Ausschluss von suspekten Herdbefunden im kontralateralen Hoden

MRT

W

Bei unklarem US-Befund vor eventueller OP

Staging

US Abdomen

P

Metastasen in Leber und im Retroperitoneum

CT Thorax/
Abdomen/Becken

P

Nachweis von Metastasen in Thorax, Retroperitoneum, Becken und Leber

PET-CT

S

Staging mit FDG: LK- und Fernmetastasen

Nachsorge

MRT

P

Aufnahme des kompletten Abdomens (aufgrund des Erkrankungsalters gegenüber der CT bevorzugt (keine Strahlenexposition)) zum Ausschluss von LK- oder Lebermetastasen

CT/US Abdomen

P

Bei Kontraindikation zur MRT

Rö/CT Thorax

P

Low-Dose CT sensitiver und spezifischer als Rö Thorax zum Ausschluss von Lungenmetastasen

PET-CT

W

Mit FDG: Bei klinischem Verdacht auf LK- oder Fernmetastasen oder unklarem Tumormarkeranstieg

Klinische Fragestellung			Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
L17 Ovar (s. I12)	Diagnose		US	P	Die meisten Läsionen werden mittels US (einschl. transvaginal mit Doppler), Laparoskopie oder Laparotomie diagnostiziert. Einige Läsionen werden mittels CT/MRT-Verfahren bei abdominalen Symptomen diagnostiziert.
			MRT Becken	W	Bei unklarer Sonografie
	Staging		CT Thorax/Abdomen	P	Abdominale und peritoneale, ggf. intrathorakale TU-Ausbreitung
			MRT Abdomen	W	Bei Kontraindikation zur KM-CT
			PET-CT	S	Mit FDG: Bei V. a. LK- u. Fernmetastasen
	Nachsorge		CT Abdomen ggf. Thorax	P	Metastasen in Abdomen und Thorax. Bei Tumorpersistenz zum Therapiemonitoring
			MRT	W	Bei Kontraindikation zu KM-CT
			PET-CT	W	Mit FDG: Bei V. a. LK- u. Fernmetastasen bei Tumormarkeranstieg

L18	Uterus: Zervix (s. I13)	Diagnose	Bildgebende Verfahren	N	Die Diagnose erfolgt klinisch, zytologisch, histologisch
		Staging	MRT Becken	P	Die MRT liefert einen Nachweis des TU und eine Beurteilung der Parametrien und der lokalen Ausbreitung. Bei FIGO-Stadien IB2 (klinisch erkennbarer TU >4cm) Untersuchung auch der paraaortalen LK und der Ureteren. Auch beim FIGO-Stadium IV zur Erfassung der lokalen TU-Ausbreitung und zur Erkennung drohender Komplikationen empfohlen. Methode der Wahl nach Trachelektomie
			CT/US	W	Je nach TU-Stadium zum Staging von Abdomen und Thorax
			Nuk	S	SLN-Markierung vor OP
			PET-CT	S	Mit FDG: Für Staging, Bestrahlungsplanung
		Nachsorge	US abdominal und transvaginal	P	Lokalbefund, Leber-, LK- und Fernmetastasen
			MRT/CT Abdomen	W	Bei klinischem Verdacht auf Metastasen oder hohem Metastasierungsrisiko. Bei nicht konklusivem US im Abdomen, zur Nachsorge des Lokalbefundes bei fortgeschrittenen TU
			PET-CT	W	Mit FDG: Bei V. a. Fernmetastasen

Klinische Fragestellung			Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
L19	Uterus: Korpus (s. I14)	Diagnose	Bildgebung	N	Die Diagnose erfolgt klinisch und mittels Abrasio
		Staging	US Transvaginal	P	Für Lokalbefund
			MRT Becken	P	Tumornachweis, Infiltrationstiefe und lokale Ausbreitung
			CT Becken	W	Bei Kontraindikation zur MRT
		Nachsorge	US	P	LK- und Lebermetastasen
			MRT/CT	W	Bei Rezidivverdacht
L20	Lymphom	Diagnose	US	P	Bei allen sonografisch zugänglichen LK
			CT	P	CT je nach klinischem Befund. Zur Planung einer möglichen Biopsie im Abdomen oder Thorax
			MRT Schädel	P	Bei V. a. ZNS-Befall
			PET-CT	S	Mit FDG: Bei Unklarheiten hinsichtlich der geeigneten Biopsiestelle
		Staging	CT Thorax/Abdomen, ggf. zusätzlich Hals	P	Beurteilung der LK-Regionen und extranodaler Manifestationen
			PET-CT	W	Mit FDG: primäres Staging beim Hodgkin-Lymphom und hochmalignen NHL

Nachsorge	US	P	Bei allen sonografisch zugänglichen LK
	CT/MRT Thorax/ Abdomen, ggf. zusätzlich Hals	P	Je nach Klinik
	PET-CT	W	Mit FDG: während und nach Abschluss der Chemotherapie beim Hodgkin-Lymphom und hochmalignen NHL zur Frühdiagnostik von Lokalrezidiven
	Skelett-GKS	S	Bei unauffälligem FDG-PET heute obsolet und nur indiziert, falls keine FDG-PET-CT vorliegt und V. a. Skelettbefall besteht

Klinische Fragestellung	Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
L21 Multiples Myelom (MM) und Vorläuferstadien Diagnose und Staging	Rö	N	Skelettstatus („Pariser Schema“): Sensitivität und Spezifität ungünstiger als Low-Dose GK-CT und nur geringfügig weniger dosisintensiv
	CT	P	Native GK-MRT mit diffusionsgewichteten Sequenzen und natives Low Dose GK-CT. Bei Patienten mit monoklonaler Gammopathie entscheidet das Vorliegen oder Fehlen von Endorganschäden (Hyperkalzämie, Niereninsuffizienz, Anämie, Destruktionen) über die Einstufung als asymptomatisches (monoklonale Gammopathie unklarer Signifikanz (MGUS)) oder smoldering multiples Myelom (SMM) oder therapiepflichtiges symptomatisches multiples Myelom (MM). Der Nachweis oder Ausschluss von Destruktionen des mineralisierten Knochens erfolgt mit der GK-CT. Die MRT dient dem Nachweis fokaler und diffuser Myelominfiltrate und ist hierbei insbesondere im Axialskelett und bei fehlender Destruktion des mineralisierten Knochens der CT überlegen. Der Nachweis von mehr als einer herdförmigen, myelomtypischen Läsion mit der MRT führt auch bei Fehlen knöcherner Destruktionen zur Diagnose eines therapiepflichtigen MM. Der Nachweis eines solitären Myelomherdes und Ausschluss eines weiteren fokalen oder diffusen Befalls führt in Verbindung mit einer negativen Knochenmarksbiopsie zur Diagnose eines solitären Plasmozytoms
	MRT	P	

Verlauf	PET-CT	W	Mit FDG:-Bei symptomatischem MM zum Nachweis eines herdförmigen Befalls. Eingeschränkte Sensitivität bei rein diffusen Befallsmustern. CT-Komponente mit ausreichend hoher Dosis durchführen, um die Beurteilung des Knochens zu gestatten und eine zusätzliche GK-CT einzusparen, sofern diese vorgesehen ist.
	CT	P	Natives Low-Dose GK-CT: Bei symptomatischem MM
		W	Natives Low-Dose GK-CT: Bei MGUS oder SMM bei vorangegangenem Nachweis einer Progression im MRT, zur Beurteilung einer möglichen Destruktion des mineralisierten Knochens
	MRT	P	Native GK-MRT mit diffusionsgewichteten Sequenzen: Bei MGUS oder SMM und nach Therapie eines solitären Plasmozytoms
		P	Native GK-MRT mit diffusionsgewichteten Sequenzen: Bei symptomatischem MM nach Erreichen einer serologischen Vollremission
	PET-CT	S	Mit FDG: Bei unklaren Befunden in CT und MRT. CT-Komponente mit ausreichend hoher Dosis durchführen, um die Beurteilung des Knochens zu gestatten und eine zusätzliche GK-CT einzusparen, sofern diese vorgesehen ist.

Klinische Fragestellung	Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
Therapiekontrolle	CT	P	Native Low Dose GK-CT: Zur Verifikation des Therapieerfolgs bei fokalen Befallsmustern
	MRT	P	Native GK-MRT mit diffusionsgewichteten Sequenzen: Zur Verifikation des Therapieerfolgs bei diffusem Befallsmuster
	MRT	W	Mit KM: Zur gezielten Klärung der Vitalität von Residualbefunden
	PET-CT	W	Mit FDG: Zur Verifikation des Therapieerfolgs bei fokalem Befallsmuster
Bei neuen Symptomen oder Frakturen	Rö	P	Im Rahmen der Frakturdiagnostik
	CT	P	Zum Nachweis oder Ausschluss neuer Knochendestruktionen oder zur differenzierten Frakturdiagnostik, zur Klärung der Stabilität
	MRT	W	Zur Klärung der Lagebeziehungen zum Rückenmark bei Läsionen oder Komplikationen der WS und zur Differenzierung von benignen von malignen Frakturen

L22 TU der Muskeln und des Skelettsystems

Diagnose	Rö	P	Bildgebendes Verfahren zur DD und Planung eines Biopsieortes. Obligate Ergänzung der histopathologischen Begutachtung
	MRT/CT	P	Beurteilung der nichtmineralisierten Komponente von TU
	US	P	Nachweis/Ausschluss Weichteiltumor, Biopsie
	Nuk	W	Skelett-GKS, DD von Knochentumoren, FDG-PET-CT zur Festlegung des Biopsieortes
	Staging	US	Leber-und LK-Metastasen, bei erhöhtem Risiko bevorzugt CT
		Rö Thorax	Lungenmetastasen, bei erhöhtem Risiko von pulmonalen Metastasen bevorzugt Thorax-CT
		CT	Lokalbefund und bei erhöhtem Metastasierungsrisiko, insb. Thorax-CT bei Sarkomen mit erhöhtem Risiko einer pulmonalen Metastasierung
		Skelett-GKS	Bei allen TU, die zu Knochenneubildung oder -zerstörung führen.
		PET-CT	Mit FDG
	Nachsorge lokal	Rö/MRT/CT/US	Kontrolle des Lokalbefundes

Klinische Fragestellung			Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
	Nachsorge bei erhöhtem Metastasierungsrisiko		Rö Thorax	N	Durch Low-Dose CT ersetzt
			CT Thorax/Abdomen	P	Bei alleinigem Thorax-CT ggf. als Low-Dose CT
			MRT Abdomen	P	Alternative zum CT-Abdomen, insbes. bei jüngeren Patienten
			US	W	Nachweis von Lebermetastasen, je nach Risiko bevorzugt CT
			PET-CT	S	Mit FDG: Zur Rezidivdiagnostik und zur Therapiekontrolle
L23	Melanom	Diagnose	Bildgebende Verfahren	N	Diagnose erfolgt klinisch und histologisch
		Staging	Rö Thorax	N	Für den Ausschluss von Lungenmetastasen nicht ausreichend
			US	P	Lokalbefund und LK Staging (gemäß S3-Leitlinie)
			Nuk	P	SLN-Szintigrafie präoperativ, ggf. präoperative Markierung
			CT	W	Staging LK- und Fernmetastasierung bei höheren Stadien (gemäß S3-Leitlinie)
			MRT	W	Hirnmetastasen bei höheren Stadien (gemäß S3-Leitlinie)
			PET-CT	W	Mit FDG: Metastasensuche, LK- und Fernmetastasen-Staging, bzw. Stadium IV vor möglichem kurativen OP Ansatz

Therapiemonitoring und Nachsorge	Rö Thorax	N	Für den Ausschluss von Lungenmetastasen nicht ausreichend
	US	P	Lokalrezidiv, kutane Metastasen oder LK-Metastasen
	CT/MRT	W	Bei klinischem V. a. Metastasierung bzw bei höheren Stadien (gemäß S3-Leitlinie), bei V. a. Lebermetastasierung s. L10 . Untersuchung des Gehirns bevorzugt mit MRT
	PET-CT	W	Mit FDG: Re-Staging zur Rezidivdiagnostik, LK- und Fernmetastasen
L24 Metastasen eines unbekannten Primärtumors (CUP) Diagnose und Staging	CT/MRT Hals/Thorax/Abdomen	P	Zur Suche des Primärtumors und zur Abschätzung des Ausbreitungsgrades mit Staging von LK- und Fernmetastasen im Thorax und Abdomen sowie weiteren klinisch verdächtigen Lokalisationen
	US Hals/Abdomen	P	Beurteilung der direkten Umgebung des primär gesicherten TU, zusätzlich Nachweis von LK- und Lebermetastasen sowie von Aszites
	PET-CT	W	Mit FDG: Zur Lokalisation eines Primärtumors, Ausmaß der Metastasierung bei CUP. Alternativ andere Tracer in Abhängigkeit von der Histologie

Klinische Fragestellung	Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
Therapiemonitoring und Nachsorge	US	P	Sonografie der Region, in der erstmals eine Metastase auftrat
	CT/MRT	P	Entsprechend des Ausbreitungsgrades bzw. bei neu aufgetretenen klinischen Symptomen
	PET-CT	W	Mit FDG: Bei vormals stoffwechselaktiven Metastasen. Alternativ andere Tracer in Abhängigkeit von der Histologie
L25 Endokrin aktive Tumoren GEP (Gastro-Entero-Pankreatische neuro-endokrine Tumoren)			
	Diagnose US	P	Nachweis von TU in der Duodenalwand schwierig
	CT/MRT Oberbauch	P	Wenn möglich MRT, da sensitiver als CT. Nachweis des TU und Abgrenzung von anderen, benignen Herdbefunden
	Endosonografie	S	Magen- oder Duodenalwand, Pankreas, falls mit US, CT oder MRT keine Klärung möglich ist

Staging	US Abdomen	P	Leber- und LK-Metastasen
	MRT Abdomen	P	Lokale Ausbreitung, Multifokalität und Operabilität, Nachweis von Metastasen in Leber, LK und Abdomen/Becken
	CT Abdomen	W	Bei Kontraindikationen zur MRT
	Nuk	W	Oktreotid GKS u. SPECT; ggf. DOTATOC-PET, Skelett-GKS bei Metastasen in Körperstamm und Extremitäten
	MRT	W	Schädel, Wirbelsäule und ggf. Neuroachse: Bei V. a. Metastasen im Axialskelett oder ZNS
Nachsorge	US Abdomen	P	Metastasen in Leber oder LK, Aszites
	CT Abdomen, ggf. CT Thorax	P/W	Abhängig vom Metastasierungsrisiko (z. B. Ki67) entweder primär oder bei Metastasierungsverdacht. Ausschluss von Leber-, LK-, Skelett- oder Organmetastasen sowie einer Peritonealkarzinose
	Nuk	W	Abhängig vom Metastasierungsrisiko: Oktreotid GKS u. SPECT; ggf. DOTATOC-PET, Skelett-GKS für Metastasen im Körperstamm oder in den Extremitäten

Klinische Fragestellung	Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
-------------------------	-------------------------------------	---------------------	-----------

M. Kinder

Bei Kindern und Jugendlichen ist es besonders wichtig, die Strahlendosis zu minimieren (As Low As Reasonably Achievable (ALARA)-Prinzip), es sind daher spezielle pädiatrische Algorithmen und Untersuchungsprotokolle bezogen auf die individuelle Fragestellung anzuwenden. Bei DL-Verfahren sollte, wenn möglich, mit Last-Image-Hold gearbeitet werden.

Schädel und ZNS

M1	Kongenitale Erkrankungen, Fehlbildungen, Metabolische Erkrankungen	US	P	Bei Neugeborenen und Säuglingen mit offener Fontanelle orientierendes Verfahren der ersten Wahl. Transkranielle Schnitte können zusätzliche Informationen ergeben
		MRT	P	Diagnoseführend für alle ZNS-Erkrankungen
		CT	W	Keine Routine-Indikation. Low-Dose CT. Zur OP-Planung bei komplexen Innen- und Mittelohr- sowie Mittelgesichtsfehlbildungen
M2	Prämatüre Nahtsynostose	Rö Schädel	N	Keine Indikation, ggf. in Einzelfällen (Syndrom)
		US	P	US der Nähte sowie transfontanellärer und transkranieller US des Gehirns
		CT	W	Keine Routineindikation. Präoperativ mit 3D-Rekonstruktion (Niedrig-Dosis), ggf. MRT mit spezieller 3D-Technik alternativ bei Verfügbarkeit

M3	Hydrozephalus/Makrozephalus	US	P	Wenn die Fontanellen offen sind; transkranielle Schnitte können auch bei geschlossener Fontanelle zusätzliche Informationen ergeben. FKDS zur Beurteilung assoziierten Hirndrucks
		MRT	P	Wenn die Fontanellen geschlossen sind und zum Ausschluss subduraler Flüssigkeitsansammlungen und Fehlbildungen
		CT	P	Nur in der Akutsituation (z. B. Ventildysfunktion, s. A13), falls MRT nicht verfügbar. Als dosisreduzierte CCT durchzuführen und mit eingeschränktem Untersuchungsvolumen
M4	Hydrozephalus – Shuntfehlfunktion	Rö	P	Das Röntgenbild bzw. die Röntgenbilder sollten das komplette Shuntsystem darstellen. (Die Darstellung des Shuntverlaufs in frontaler Ebene ist meist ausreichend. Darstellung der Lage und Integrität des Shuntventils, Überprüfung des Ventildrucks)
		US/MRT	P	US transfontanellär und transkraniell. MRT inkl. Liquordynamik bei älteren Kindern. Dopplersonografie bei Verdacht auf Hirndruckerhöhung, evtl. Optikussonografie zur Beurteilung der Papillen und der Sehnerven. US Abdomen bei ventrikuloperitonealem Shunt zur Frage nach freier Flüssigkeit, Shuntlage, Shuntverlauf bei Frage Infektion (Methode der Wahl), Diskonnektion (möglich)
		CT	W	CT in Akutsituation bei älteren Kindern (Dosisreduktion s.o.), falls MRT nicht verfügbar

Klinische Fragestellung	Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
M5 Epilepsie	Rö/CT Schädel	N	Keine Indikation
	MRT	P	Inklusive spezieller Sequenzen (z. B. koronarer Dünnschicht-MRT des Temporallappens, Inversion-Recovery Sequenzen etc.)
	US	P	Erstuntersuchung bei offenen Fontanellen; transkranielle Schnitte können auch bei geschlossener Fontanelle zusätzliche Informationen ergeben
	Nuk	W	Perfusions-SPECT/FDG-PET-CT zur Fokussuche, ggf. auch iktal, bei unklarer Lokalisation des Fokus vor Epilepsiechirurgie
M6 Taubheit bei Kindern	MRT	P	Insbesondere Felsenbein-MRT, bei angeborener oder erworbener Taubheit, präoperativ vor Cochlea-Implantat
	CT	W	Hochauflösende Darstellung der Gehörknöchelchen oder bei speziellen Fragestellungen (z. B. Otosklerose) und zur OP-Planung; alternativ CBCT (Dosisreduktion)
M7 Entwicklungsverzögerung Zerebrale Lähmungen	MRT	P	Inklusive spezieller Sequenzen (z. B. DWI/ Diffusions-Tensor-Bildgebung (DTI), MR-Spektroskopie, Suszeptibilitätsgewichtete Bildgebung (Susceptibility Weighted Imaging, SWI) etc.)

M8	Kopfschmerzen, akute bzw. schwere, vor allem SAB, neurologisches Defizit, Papillenödem, Änderung der Bewusstseinslage	MRT	P	In Abh. von der klinischen Symptomatik
		CT	W	CT nur, wenn dringlicher Verdacht auf Hirndruck besteht und kein MRT verfügbar ist
M9	Sinusitis	Rö	N	Röntgenaufnahmen der NNH sind nicht indiziert
		MRT	P	Insbesondere bei Immundefekt, komplizierter Sinusitis, Orbitaphlegmone, meningealer Affektion
		CT	W	Bei V. a. Orbitaphlegmone zur knöchernen Beurteilung, falls MRT nicht verfügbar. Dosisreduzierte Technik zur Operationsplanung und -navigation bei chronischer Sinusitis und Polyposis

Klinische Fragestellung	Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar	
M10 Schädeltrauma akut	ohne neurologische Symptomatik	Rö/CT	N	Keine Indikation für Rö (Ausnahme V. a. Kindesmisshandlung), Schädel-CT ist nicht indiziert, wenn primär keine neurologische Symptomatik besteht. Eine Hospitalisierung für 48/72 Stunden ist bei mittelschweren Traumen und bei unklaren Fällen immer in Erwägung zu ziehen. Enges klinisches Monitoring – sofortige CT/MRT bei Verschlechterung. Ein epidurales Hämatom ist auch ohne Fraktur möglich
		US	P	Transfontanellärer, evtl. transkranieller US als Basisuntersuchung bei Säuglingen; keine Zeit verlieren bei absoluter CT-Indikation
	mit neurologischer Symptomatik	CT Schädel	P	In Abh. vom pädiatrischen Glasgow Coma Score, für absolute und relative CT-Indikation Leitlinie Schädel-Hirn-Trauma (SHT) im Kindesalter beachten, für relative CT-Indikation nach Leitlinie alternativ MRT prüfen, falls verfügbar. Ggf. Kontroll-CT auch bei primär unauffälligem Befund, falls MRT nicht verfügbar
		MRT	P	Bei Verfügbarkeit und stabilem Patienten; Blutungs- und ödemsensitive Sequenzen; VK bevorzugt im MRT, unauffällige CCT und auffällige Neurologie, MRT aufgrund höherer Sensitivität

M11	Schädel-Hirn-Trauma subakut, alt mit neurolo- gischer Symptomatik	MRT	P Nachweis von Blutungen, Hirnödemen, Hygrom, Hydrozephalus, diffusem Axon- schaden
M12	Orbitatrauma	Rö Schädel	N Nicht indiziert
		CT Orbita	W In Abh. vom klinischen Schweregrad zum Frakturnachweis bei adäquatem Trauma
		MRT	W Weichteilbeurteilung, Einblutungen
M13	Gesichtsschädelverletzung und -malformation	Rö Gesichtsschädel	N Nicht indiziert
		CT	P Vor operativer Rekonstruktion, Dünnschichtuntersuchung ggf. mit 3D- Rekonstruktion
		MRT	S Bei Gesichtsschädelmalformation zur ergänzenden Darstellung der Weichteile
Hals und Wirbelsäule			
M14	Angeborene Hypothyreose	US	P SD-Morphologie, Untersuchung von Zungengrund bis Jugulum
		Nuk	S Tc-99m, I-123 zur Detektion ektopen SD-Gewebes

Klinische Fragestellung	Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
M15 Torticollis ohne Trauma	US	P	Beim Neugeborenen und im Säuglingsalter Sonografie des Halses, insbesondere des Musculus sternocleidomastoideus (Fibromatosis colli)
	MRT	W	Beim älteren Kind z. B. TU im Spinalkanal oder in der hinteren Schädelgrube; Beurteilung des Plexus cervicobrachialis
	CT	W	Abklärung von Luxation, atlanto-axialer Rotationssubluxation
	Rö HWS in 2 Ebenen	W	Die Fehlhaltung wird üblicherweise durch Spasmen ohne signifikante Knochenveränderungen verursacht. Rö HWS kann ergänzend zum Ausschluss von Anomalien, Osteodestruktion, Luxation oder TU erforderlich sein
M16 Nacken- oder Rückenschmerzen	Rö in 2 Ebenen	P	Bei Skoliose, WS-Fehlbildung, Entzündung, Osteoporose, M. Scheuermann, Spondylolyse/-listhesis, Skelettdysplasie (zusätzlich Rö Schädel seitlich, Hand, Becken, Knie)
	MRT	P	Rückenschmerzen ohne zugrundeliegende Pathologie sind bei Kindern sehr ungewöhnlich; MRT kann die primäre Bildgebung sein. Beurteilung von spinalen Malformationen, Entzündungen, RF, Spondylolyse/Spondylolisthese

	CT	S	Bei Osteoidosteom und ggf. bei OP-pflichtiger Pathologie präoperativ
M17 Okkulte Dysraphie	US	P	Sakralgrübchen sind häufige Varianten ohne klinische Bedeutung. Bei Vorliegen neurologischer Auffälligkeiten bei Säuglingen: Abklärung mittels US, wenn möglich in den ersten zwei Lebenswochen; zusätzlich Sonografie des gesamten Spinalkanals und des ZNS
	MRT	P	Bei älteren Kindern Methode der Wahl; bei Neugeborenen/Säuglingen mit sonografischen Auffälligkeiten
	Rö	S	Lediglich bei komplexen Fehlbildungen, Skoliose
M18 Dermalsinus, medianer Nävus, Hämangiom (lumbosacral)	Rö/CT	N	Keine Indikation
	US	P	Der lumbale US ist besonders in der Neugeborenenperiode sinnvoll, um spinale/myelogene Fehlbildungen zu erkennen; zusätzlich Sonografie über die Fontanelle und nuchal zur Beurteilung des kraniozervikalen Übergangs
	MRT	W	MRT des Spinalkanals vor allem bei Vorliegen neurologischer Symptome (präoperativ)

Klinische Fragestellung	Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
Muskel/Skelett			
M19 Kindesmisshandlung (battered child), Verletzung ohne Unfall	Bildgebung	P	Sonografie und Rö-Skelettscreening sind primäre Verfahren der Bildgebung bei V. a. Kindesmisshandlung. CT, MRT, Nuk stellen Spezialverfahren dar. Die situationsbezogene Abklärung sollte mit einem Kinderradiologen festgelegt werden (AWMF 2019)
M20 Extremitätenverletzung	Rö in 2 Ebenen mit Abbildung angrenzender Gelenke	P	Obsolet ist das Röntgen der Gegenseite zum Vergleich (unnötige Strahlenexposition)
	MRT	P	Bei Weichteilläsionen Methode der Wahl und zur Suche nach Knochenmarködem, bei Diskrepanz zwischen Röntgen u. klinischer Symptomatik (okkulte Frakturen)
	CT	W	Weiterführende Untersuchung bei Beckenfrakturen, bei Übergangsftrakturen und komplexen Gelenkfrakturen (z. B. Ellenbogengelenk, oberes Sprunggelenk, Hand) bzw. zur OP-Planung/-Navigation
	US	S	Bei entsprechender Expertise hohe Sensitivität und Spezifität im Frakturachweis. Evtl. für VK; hilfreich bei Knorpelverletzungen der Epiphysen. Weiterführend indiziert bei V. a. Bandläsion, Gefäßläsion (FKDS). Vorteile bei Clavicula, Sternum, Rippen

M21 Verdacht auf Hüftdysplasie/Hüftluxation	US	P	In den ersten 4 (-6) Lebensmonaten; Screening zur U3
	Rö	W	Nach dem 6. Lebensmonat
M22 Schmerzhaftes Gelenke	US	P	Gelenksonografie von ventral zum Ergussnachweis (V. a. Coxitis fugax), Differenzierung einer septischen Arthritis (echogener Erguss, Perfusion) nicht sicher möglich; Navigation der diagnostischen/therapeutischen Punktion
	MRT	P	Bei persistierendem Hüftgelenkerguss zur Frage nach M. Perthes. Notfallindikation bei V. a. septische Arthritis und Osteomyelitis mit Abszessbildung
	Rö	W	In Abh. von der klinischen Symptomatik, bei V. a. Epiphyseolysis capitis femoris primär indiziert (Beckenübersicht u. Lauenstein-Projektion der betroffenen Seite)
	CT	W	Bei Verdacht auf Osteoidosteom; alternativ dynamische MRT mit KM-Gabe
	Skelettszintigrafie	S	Nur bei speziellen Fragestellungen

Klinische Fragestellung	Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
M23 Hinken	Skelettszintigrafie	N	Keine Indikation
	US	P	Gelenksonografie (Hüfte bis oberes Sprunggelenk) zum Nachweis eines Gelenkergusses bzw. Oberschenkelpathologie
	Rö	P	Bei Kleinkindern ggf. gesamte untere Extremität der betroffenen Seite (zunächst a.p.)
	MRT	W	Bei Beschwerdepersistenz, insbesondere bei Infektkonstellation (Osteomyelitis, Pyomyositis)
M24 Lokalisierter Schmerz	Rö in 2 Ebenen	P	Cave: Bei Osteomyelitis können Röntgenaufnahmen anfangs normal sein
	US	P	Kann hilfreich sein bei Frage nach Fraktur oder Abszess
	MRT	W	Besonders zum Ausschluss einer Osteomyelitis oder eines primären Knochen-/Weichteiltumors
	Nuk	S	Falls kein MRT verfügbar bei V. a. Osteomyelitis, okkulte Fraktur, Knochentumor

M25 Wachstumsstörung	Rö li. Hand	P	Ab 6. Lebensmonat: Zur Erhebung des Knochenalters. Zum Nachweis metabolischer und endokrinologischer Erkrankungen. Bei Verdacht auf Skelettdysplasie kann sich die Notwendigkeit ergeben, die Untersuchung mit einem Skelettstatus (Rö Schädel seitlich, WS seitlich, Becken a.p., Knie a.p.) zu ergänzen
	Rö Unterschenkel seitlich	S	Bei Säuglingen 0-1 Jahr. Inklusive Fußwurzel. Alternativ: US des re. Knie, Nachweis der Epiphysenkerne. Zum Nachweis endokrinologischer und metabolischer Erkrankungen
	MRT Hypophyse/Hypothalamus	P	Bei endokrinologisch nachgewiesener Hypophyseninsuffizienz, bei Pubertas tarda; Dünnschicht-MRT mit KM-Dynamik
M26 Pubertas praecox	MRT Hypophyse/Hypothalamus	P	Dünnschichttechnik (KM-Dynamik)
	US	P	Nebennieren/Uterus/Ovarien/Hoden

Klinische Fragestellung	Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
Thorax [Keine Röntgen-Routineaufnahme des Thorax vor Narkose außer bei spezieller Indikation (WHO-Empfehlung!)]			
M27 Akute Lungeninfektion	Rö Thorax	W	In Abh. von der Schwere der klinischen Symptomatik indiziert – primär keine Röntgenaufnahme bei einfacher Pneumonie/Bronchitis erforderlich
	US	W	Nachweis und Verlaufskontrolle pleuranaher Infiltrate, Pleuraerguss
M28 Wiederholter produktiver Husten	Rö Thorax	W	In Abh. von der klinischen Symptomatik Rö primär in einer Ebene, zweite Ebene ggf. bei Tbc, CF. Bronchitis ist keine Indikation zum Röntgen
	HRCT	W	In Einzelfällen. Zum Ausschluss von Bronchiektasien
	MRT	S	VK bei Mukoviszidose (CF)
M29 V. a. FK Aspiration	Rö Thorax	P	Expirationsaufnahmen oder DL zur Evaluation eines Bronchoventilmechanismus (air trapping). Die Anamnese in Bezug auf die Aspiration ist häufig nicht klar, eine Bronchoskopie ist bei entsprechender Klinik auch bei normalem Rö-Befund des Thorax indiziert
	Rö Halsweichteile seitlich	W	Bei entsprechender Symptomatik mit Beurteilung des prävertebralen Raums. Bei Aspirationsverdacht nicht indiziert

	Rö Fluoroskopie	P	Dokumentation mit gespeicherten Bildern oder Sequenzen der Durchleuchtung (LIH, Last Image Hold) von In- und Expiration zur Beurteilung von Belüftung und Atemverschieblichkeit von Zwerchfell und Mediastinum
M30 Stridor	Rö Thorax	W	Epiglottitis und Croup sind klinische und endoskopische Diagnosen. Bei negativem endoskopischem Befund ggf. Ösophagogramm. Ggf. Rö Hals lateral zur Frage FK oder Retropharyngealabszess
	US	W	Zur Beurteilung von Trachea- und Kehlkopfbeweglichkeit, supraaortale Gefäße
	MRT/MRA/CTA	W	Frage nach Gefäßfehlbildungen der Aorta und Arteria pulmonalis
M31 Herzgeräusche	US	P	Echokardiografie durch Kinderkardiologen, bei pathologischem Befund weitere Diagnostik wie M32
M32 Angeborene Herzfehler und kardiovaskuläre Erkrankungen	US	P	Echokardiografie durch Spezialisten
	Rö Thorax eine Ebene	W	Kardio-pulmonaler Status, Herzgröße, Lungendurchblutung
	MRT/MRA/CTA	W	Je nach klinischem und echokardiografischem Befund
	Herzkatheter	S	Je nach Klinik und bildgebendem Befund

Klinische Fragestellung	Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
M33 Chronische Lungenerkrankungen	Rö Thorax	P	Basisdiagnostik
	CT	W	Insbesondere bei interstitiellen Lungenerkrankungen, Dosisanpassung an Größe und Gewicht. Ggf. Scan in In- und Expiration, Atemstillstand, Nativ
M34 Angeborene Lungenfehlbildung	Rö	P	Basisdiagnostik
	US	W	Differenzierung von Verschattungen im Röntgenbild, Beurteilung der Gefäßversorgung
	MRT	W	Bei V. a. Lungensequester MRA. Adenomatoidzystische Malformation (CPAM) häufig besser im CT darstellbar

Abdomen

M35 Invagination	US	P	Primäre Untersuchung
	Reposition bevorzugt mit US, alternativ DL	P	Reposition unter US-Kontrolle vorzugsweise mit physiologischer Kochsalzlösung als Einlauf (Cave: Perforation). Ggf. Reposition mittels Luftinsufflation oder iodhaltigen, niedrigosmolaren KM unter DL-Kontrolle
	Rö Abdomen	W	Keine Routineindikation. Ausschluss Perforation, Nachweis Ileus, ggf. Kontrolle nach Reposition

M36 Verschluckter FK	Rö Abdomen/Thorax	P	Abbildung von Epipharynx bis Symphyse (abhängig vom Zeitintervall zwischen Inspiration und Rö), ggf. Rö des Abdomens nach 6 Tagen
	US	W	Bei ausreichend großem FK zur Klärung der endoskopischen Erreichbarkeit, aber nur bei positivem Befund verwertbar
M37 Stumpfes Bauchtrauma	Rö Abdomen	N	Keine Indikation
	US	P	Im Sinne einer Stufendiagnostik (gemäß Schockraumprotokoll). Eventuell mit Doppler-US der abdominalen Gefäße, ggf. Erweiterung um CEUS (Contrast-Enhanced Ultrasound, offlabel use)
	CT mit KM	W	In Abh. von der Klinik bei schwerem Bauchtrauma. Pädiatrisch adaptierte Schockraumprotokolle mit geteiltem KM-Bolus und gewichtsadaptierter Dosisreduktion. Eventuell Spätaufnahmen wegen KM-Extravasat
	MRT	W	Bei kreislaufstabilem Kind und in Abh. von der Klinik alternativ zur CT
M38 Erbrechen im Schwall beim Säugling	US	P	Insbesondere zum Nachweis einer hypertrophen Pylorusstenose (nach Füttern), ggf. Nachweis eines Pancreas anulare
	Rö Fluoroskopie	W	Rö obere Magen-Darm-Passage mit wässrigem KM (Iod) zur Frage Pancreas anulare, Malrotation

Klinische Fragestellung	Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
M39 Wiederholtes Erbrechen	Rö Fluoroskopie Ösophagus/Magen/Duodenum	W	KM-Untersuchungen bei Neugeborenen und Säuglingen sollten kinderradiologischen Abteilungen vorbehalten sein. Darstellung des gesamten Duodenums in 2 Ebenen (Atresie oder Duplikatur)
	US Schädel	W	Bei V. a. erhöhten Hirndruck (rez. Erbrechen ohne abdominellen Fokus); inklusive FKDS
	US Oberbauch	W	Lage der Arteria und Vena mesenterica superior (Malrotation)
	US	S	Darstellung der Cardiaregion zum Nachweis eines relevanten gastroösophagealen Refluxes (nach Füttern)
M40 Ikterus prolongatus	US	P	Frühzeitige Untersuchung ist wichtig. Das Fehlen einer Dilatation intrahepatischer Gallengänge schließt eine obstruktive Cholangiopathie, z. B. eine Gallengangs-atresie, nicht aus. Fehlende Darstellung oder Hypoplasie der Gallenblase kann jedoch ein Hinweis darauf sein
	Nuk	W	Hepatobiliäre Funktionsszintigrafie: In Abh. von der klinischen Symptomatik. Nachweis einer angeborenen Gallengangs-atresie
	MRT	W	MRCP bei V. a. Gallengangs-atresie

	ERCP	S	Untersuchung zur Verifizierung der Gallengangsatresie vor OP/Biopsie – ist spezialisierten Zentren mit Leberchirurgie/Lebertransplantation/Hepatology vorbehalten
M41 Atresie / Stenose/ M. Hirschsprung	Rö Abdomen	P	Bestimmung der Höhe der Obstruktion (Aufnahme im Hängen/im Stehen)
	US	P	Zur Beurteilung der Darmmorphologie und Peristaltik. Perinealer Zugang zur Beurteilung Analatresie (Distanz Rektum)
	Rö Fluoroskopie	W	Präoperative Darstellung mit iodhaltigem nicht-ionischem KM (abhängig vom Ort der Enge KM-Gabe von oral, von rektal)
M42 Rektale Blutung	US	P	Beurteilung von Darmwandverdickungen, Fehlbildungen (inkl. Divertikel, Polypen)
	Nuk	S	Bei V. a. Meckel-Divertikel mit Tc-99m Pertechnetat zum Nachweis ektooper Schleimhaut

Klinische Fragestellung	Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
M43 Obstipation	US	P	Beurteilung von Darmwand und -peristaltik; Weite der Darmabschnitte (Rektum)
	Rö Fluoroskopie Kolon-KE	W	Zur Beurteilung der Länge des aganglionären Segmentes bei M. Hirschsprung, ohne vorhergehende Darmreinigung oder Vorbereitung vor OP. Cave: Auswahl des Röntgen-KM
	Rö Abdomen	S	In Einzelfällen, abhängig von der klinischen Symptomatik. Bei Neugeborenen und Säuglingen. Die Höhe der Obstruktion, ein Volvulus oder M. Hirschsprung können erkannt werden. Bei gleichzeitiger Blasenfunktionsstörung genaue Beurteilung der WS auf okkulte Dysraphie
	Rö Fluoroskopie/ Defäkografie	S	Bei therapieresistenten und stark ausgeprägten Formen: Defäkografie zur Beurteilung der Relaxation des inneren analen Sphinkters und des anorektalen Winkels. Ggf. Rektummanometrie zusätzlich

M44 Palpable RF im Abdomen oder Becken	US	P	Neuroblastom, Wilmstumor, Ovarialtumor, Teratom, Rhabdomyosarkom, Hepatoblastom, primitiv neuroektodermaler TU (PNET), etc. – Basisdiagnostik mit B-Bild, Farbdoppler zur Beurteilung lokale Ausdehnung, LK-Status, Gefäßinfiltration, Staging
	MRT	W	Staging mit Diffusionsbildgebung und KM-Gabe abhängig vom GPOH (Gesellschaft für Pädiatrische Onkologie und Hämatologie)-Protokoll
	CT	W	Wenn MRT nicht möglich
M45 Enuresis	US	P	Enuresis nocturna oder Enuresis diurna, immer mit Restharnbestimmung. Ausschluss von Nierenpathologien
M46 Kontinuierliches Harnträufeln	US	P	Um doppelte Systeme und ggf. einen ektopen Ureter nachzuweisen; unbedingt genaue klinische Inspektion bei Mädchen
	MRT	W	Mit KM-Applikation (ggf. funktionelle MR-Urografie) und hochauflösender Darstellung der KM-Ausscheidung (3D) zur Lokalisation der Uretermündungen (ektope Einmündung in Urethra, Vagina möglich)
	MUS	S	In Abh. von der klinischen Symptomatik zur Frage nach assoziiertem Reflux und zur Urethraurteilung; MCU nur bei sehr komplexem Fehlbildungssyndromen indiziert

Klinische Fragestellung	Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
M47 Pränatal diagnostizierte Dilatation des Harntrakts	US	P	Zeitpunkt abhängig vom Ausmaß der Dilatation vor Entbindung. Am Ende (!) der ersten Lebenswoche; Kontrolle nach 4-6 Wochen auch bei postnatal unauffälligem Befund unbedingt notwendig
	MUS	W	Miktionsurosonografie mit US-KM bei fortbestehender Harntraktdilatation und Verdacht auf möglichen vesikoureterorenenalen Reflux sowie zur Beurteilung der Urethra unter Miktion
	MCU	W	Alternative zum MUS. Aus strahlenhygienischen Gründen sollte, falls verfügbar, MUS bevorzugt werden
	Nuk	W	Seitengetrennte Nierenfunktion und Beurteilung des Urinabflusses mit Tc-MAG-3
	MRT	W	Funktionelle MR-Urografie zur Beurteilung des Urinabflusses, frühestens ab 3. Lebensmonat

M48 Nachgewiesene Harntraktinfektion

US	P	Bei allen Harnwegsinfektionen (außer bei unkomplizierter Zystitis); weitere Untersuchungsprotokolle abhängig vom Ausmaß des Harnwegsinfektes (Fieber, Bakteriurie, Leukozyturie, Blutsenkungsgeschwindigkeits-Erhöhung etc.), Messungen des Nierenvolumens; FKDS und ggf. KM-US bei V. a. Abszedierung
MRT	P	Bei V. a. Abszedierung mit Diffusionswichtung, ggf. KM
MUS	W	Zum Nachweis/Ausschluss eines vesikoreteralen Refluxes bei rezidivierenden fieberhaften Harnwegsinfekten
MCU	S	Ggf. beim Knaben mit V. a. subvesikale Obstruktion (Urethralklappen)
Nuk	S	Tc-MAG-3 zum Nachweis von Abflussstörungen und zur seitengetrenten Nierenfunktionsbestimmung
FMRU (Funktionelle MR-Urografie)	S	Zum Nachweis von Abflussstörungen und Nierenanlagen getrennten Funktionsbestimmung. Vor allem bei Harnträufeln und komplexen Doppelanlagen indiziert, bei denen die MAG-3 nicht ausreicht
IVP	S	Nur noch in absoluten Ausnahmefällen bei komplexen Fehlbildungen indiziert. Durchführung an spezial. kinderradiolog. Abteilungen durch US und MR-Urografie ersetzt

Klinische Fragestellung	Bildgebendes Untersuchungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
M49 Hämaturie blande	US	P	Ausschluss Urolithiasis, RF
M50 Hämaturie mit Koliken	US	P	Konkrementnachweis im B-Mode; Farbdoppler zum Nachweis von Twinkling Sign
	CT	W	Zum Konkrementnachweis nativ in dosisreduzierter-Technik nur in ausgewählten Einzelfällen
M51 Nicht palpable Hoden	US	P	Zur Lokalisierung und Differenzierung von Leistenhoden, Pendelhoden, Maldescensus. Zur Lokalisation intraabdominaler Hoden wird die Laparoskopie eingesetzt

N. Interventionelle Radiologie (Die Abkürzung P bedeutet hier primäre Therapie)

N1	Asymptomatische Erkrankung der Karotiden	Endovaskuläres Prozedere (Angioplastie Stents)	N	Die kritische Durchsicht der Literatur zeigt die Notwendigkeit weiterer kontrollierter Studien. Für die asymptomatische Karotisstenose liegen bisher keine gesicherten Daten vor
			S	Bei bestehender Indikation Behandlung nur in interventionellen Zentren mit hoher Expertise nach neurologischem Konsil. Zu fordern: Neurologische Untersuchung vor und nach PTA/Stent
N2	Symptomatische Erkrankung der Karotiden	Perkutane Ballonangioplastie und Stentimplantation	S	Behandlungsalternative zur Karotisoperation. Behandlung nur in interventionellen Zentren mit hoher Expertise. Methode der Wahl bei radiogenen Stenosen, Restenose nach Operation, weit kranial gelegenen Stenosen. Interdisziplinäre Indikationsstellung. Zu fordern: Neurologische Untersuchung vor und nach PTA/Stent
N3	Intrakranielle Aneurysmen	Coiling	P	Bei rupturierten Aneurysmen Methode der Wahl. Behandlung bevorzugt in interventionellen Zentren
			S	Bei nicht rupturierten/asymptomatischen Aneurysmen strenge interdisziplinäre Indikationsstellung

Klinische Fragestellung		Bildgebendes Behandlungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
N4	Thrombusentfernung nach Schlaganfall	Retriever (Aspiration)	P	Bei geeignetem Zeitfenster Verfahren der Wahl zur Minimierung zerebraler Substanzdefekte. Nach aktueller Studienlage der systemischen Lyse deutlich überlegen. Behandlung bevorzugt in interventionellen Zentren
N5	Zerebrale AVM	Embolisation	S	Behandlung bevorzugt in interventionellen Zentren mit hoher Expertise. Interdisziplinäres Indikationsstellungs- und Behandlungskonzept
N6	Lungenembolie	Implantation eines Vena Cava Filters	S	Bei nachgewiesener Thrombose der Becken-/Beinstrombahn ist die Implantation eines Cavafilters ausschließlich bei nachgewiesener Lungenembolie trotz adäquater Antikoagulation indiziert; des Weiteren bei Kontraindikationen gegen eine Antikoagulation
		Fragmentation und Lyse	S	Bei Rechtsherzbelastung und hämodynamischer Relevanz

N7	Pulmonale AVM	US	N	Derzeit Gegenstand wissenschaftlicher Evaluation. Doppler-US der Karotiden oder der Herzhöhlen mit US-KM zum Nachweis des Re-Li-Shunts
		CT-Angiografie	P	Nützlich für die Diagnostik pulmonaler AVM und zur Interventionsplanung
		Rö Thorax	W	Im Rahmen der Nachsorge ergänzend zur kardiologischen Diagnostik
		MRT Schädel	S	Zum Nachweis abgelaufener paradoxer Embolien bei Patienten mit AVM und zum Nachweis zerebraler AVM bei Patienten mit assoziierter hereditärer hämorrhagischer Teleangiektasie
		MRT Thorax	S	Alternative zum Thorax-CT, zur Bestätigung der Diagnose einer pulmonalen AVM und zur Therapieplanung
		DSA	S	Embolisation des AVM bei rezidivierendem Infekt, Schlaganfall, Blutung oder hämodynamischer Relevanz
N8	Aortenaneurysma	Stent-Graft Implantation	S	Endovaskuläre Therapie bevorzugt an interventionellen Zentren. Interdisziplinäre Indikationsstellung durch Radiologie/Gefäßchirurgie/Herzchirurgie
N9	Beinischämie (Claudicatio, Ruheschmerz mit oder ohne Gewebsschädigung) bei Iliakalverschluss/Stenose	Stentversorgung der Iliakalarterie	S	Die primäre Stentversorgung ist akzeptiertes Verfahren

Klinische Fragestellung	Bildgebendes Behandlungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
N10 Beinischämie (Claudicatio, Ruheschmerz mit oder ohne Gewebsschädigung) bei Verschlusskrankheit der Femoralisstrombahn	PTA der A. femoralis superficialis/A. poplitea ggf. mit Stent	S	Die PTA der A. femoralis superficialis und poplitea ist, was die Kurzzeitergebnisse angeht, zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit effektiv; zur Vermeidung einer Bypassoperation kann eine wiederholte PTA durchgeführt werden. Die primären klinischen Erfolgsraten der PTA sind denen des chirurgischen Bypasses unterlegen
N11 Beinischämie (Claudicatio, Ruheschmerz mit oder ohne Gewebsschädigung) bei Verschlusskrankheit der tibiofibularen Strombahn	PTA der tibio-fibularen Arterien ggf. mit Stent	P	Bei geeigneter Situation im Bereich des Truncus tibiofibularis ist die PTA Verfahren der 1. Wahl bei Patienten mit kritischer Ischämie und Claudicatio
N12 Arterielle Embolie der peripheren Arterien	Perkutane Thrombektomie	P	Alternativ zur chirurgischen Therapie

N13 Akute, substitutionspflichtige gastrointestinale Blutung unklarer Ursache	Endoskopie/DSA in Embolisationsbereitschaft	S	Die Stabilisierung des Patienten hat Vorrang. Die Endoskopie ist primäres Interventionsverfahren. Bei negativer oder erfolgloser Endoskopie DSA in Embolisationsbereitschaft im direkten Anschluss. Der Nachweis einer Blutungsquelle setzt die aktive Blutung mit KM-Austritt voraus. Bei erfolgloser Embolisation Indikation zur Chirurgie
	Nuk	S	Markierte Erythrozyten zum Blutungsnachweis, bei V. a. Meckel-Divertikel Pertechneat-Szintigrafie
N14 Hepatobiliäre Obstruktion	Perkutane transhepatische Drainage, ggf. mit Stent	W	Falls eine retrograde endoskopische Intervention nicht möglich ist. Bei TU-Erkrankungen ggf. mit Metallstent, um Reinterventionen zu vermeiden
N15 Portale Hypertension, hepatorenales Syndrom, therapierefraktärer Aszites, Budd-Chiari Syndrom	Transjugulärer Intrahepatischer Porto-Systemischer (Stent-)Shunt (TIPSS)	S	Interdisziplinäre Indikationsstellung. Intensivmedizinische Überwachung nach Eingriff. Behandlung bevorzugt in interventionellen Zentren
N16 Portimplantation (venös)	Portimplantation	P	Alternativ zur chirurgischen Implantation. Zugang bevorzugt über V. subclavia, alternativ V. brachialis
N17 Stenose eines Dialyseshunt	PTA	P	Alternativ zur chirurgischen Revision

Klinische Fragestellung	Bildgebendes Behandlungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
N18 Thrombose von Dialyseshunts	Perkutane Embolektomie	P	Alternativ zur chirurgischen Revision
N19 Hypertonus bei fibromuskulärer Dysplasie der Nierenarterie	PTA mit oder ohne Stentimplantation	P	Behandlung bevorzugt in interventionellen Zentren
N20 Hypertonus bei arteriosklerotischer NAST	PTA mit oder ohne Stentimplantation	S	Der Hypertonus bei arteriosklerotischer NAST sollte zunächst medikamentös behandelt werden. Erst bei medikamentös nicht kontrollierbarem Hypertonus kann die renale PTA/Stentimplantation in ausgewählten Fällen vorteilhaft sein
N21 Nierenversagen aufgrund arteriosklerotischer NAST	PTA mit oder ohne Stentimplantation	S	Diese Intervention sollte nur unter sorgfältiger Patientenselektion in spezialisierten Zentren durchgeführt werden (Einzelfallentscheidungen). Standardindikationen sind bisher nicht definiert
N22 Lungenödem infolge arteriosklerotischer NAST	PTA mit oder ohne Stentimplantation	S	Renale PTA/Stentimplantationen sollten bei Patienten mit rezidivierenden Episoden eines Lungenödems und signifikanter bilateraler NAST oder NAST einer Einzelnier erwogen werden

N23	Nierenkonkremente	Perkutane Nephrolithotomie	S	Die perkutane Nephrolithotomie ist als primäre Therapie bei Nierensteinen mit einem Durchmesser von ≥ 3 cm akzeptiert sowie bei anatomischen Besonderheiten wie Kelchdivertikeln, einer rotierten oder ektopen Niere und extrem adipösen Patienten bei Versagen anderer Therapieverfahren
N24	Varikozele	Embolisation/ Sklerosierung	P	Effektives Verfahren zur Behandlung einer Varikozele bei eingeschränkter Fertilität oder bei symptomatischen Patienten; die Komplikationsrate ist geringer als bei chirurgischen Verfahren. Cave: TU als Ursache bei älteren Patienten und/oder rechtsseitiger Varikozele
N25	Bauchtrauma mit akuter GI-Blutung (mit oder ohne retroperitonealer oder intraperitonealer Blutung)	DSA/Embolisation	S	Zum Nachweis der Blutungsquelle per DSA ist eine aktive Blutung (KM-Austritt) Voraussetzung. Bei geeigneter Situation Embolisation oder Operation. Interdisziplinäre Indikationsstellung durch Radiologie und Chirurgie
N26	Unkontrollierbare Blutung nach Beckenfraktur	Embolisation	S	Patienten mit Beckenfrakturen und persistierender Kreislaufinstabilität nach Erstversorgung sollten einer diagnostischen Beckenangiografie zugeführt werden. Bei Nachweis einer Blutungsquelle folgt die Embolisation

Klinische Fragestellung	Bildgebendes Behandlungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
N27 Pulmonale RF	DL-gesteuerte Biopsie	S	Das Verfahren hat eine niedrige Komplikationsrate und eine hohe diagnostische Aussagekraft
	CT-gesteuerte Biopsie	S	Das Verfahren ist geeignet zur histologischen Dignitätsabklärung (Verwendung einer Schneidbiopsiekanüle) bei Patienten mit pulmonalen Rundherden
	US-gesteuerte Biopsie	S	Das Verfahren ist geeignet zur histologischen Abklärung pulmonaler Läsionen mit Thoraxwandkontakt
N28 Mediastinale RF	CT-gesteuerte Biopsie	S	Geeignet zur Biopsie unklarer RF im vorderen, mittleren und hinteren Mediastinum
	US-gesteuerte Biopsie	S	Die Mehrzahl der RF im vorderen Mediastinum kann über einen parasternalen oder supraklavikulären Zugangsweg US-gesteuert, ggf. auch transbronchial biopsiert werden
N29 Cava-Obstruktion	Stentimplantation Obere oder untere V. cava	S	Bei Patienten mit kurzer Lebenserwartung stellt die Stentversorgung eine einfache palliative Maßnahme mit hoher Erfolgsrate dar. Eventuelle Rezidive können erneut behandelt werden. Bei Patienten mit benignen Stenosen oder höherer Lebenserwartung sollten eher eine PTA oder eine Operation erfolgen
N30 Perkutane Gastrostomie zur parenteralen Ernährung	Perkutane Gastrostomie	S	Die perkutane und endoskopische Gastrostomie stellen gleichwertige Verfahren dar; die Wahl hängt von der vorhandenen Expertise und dem möglichen Zugangsweg ab

N31	Fokale Leberläsionen (abklärungsbedürftig)	CT-/US-gesteuerte Biopsie	P	Voraussetzung sind ausreichende Gerinnungsparameter; die Wahl der Modalität (CT oder US) hängt von der lokalen Expertise ab
N32	Lebertumoren (irresektabel)	Radiofrequenz-/Mikrowellenablation/Irreversible Elektroporation (IRE)	S	Verfahren zur Ablation einer kleineren Anzahl gut zugänglicher Lebertumoren, die für eine Resektion nicht in Frage kommen. Die Mikrowellenablation ist das am häufigsten eingesetzte Verfahren
N33	Primäres Hepatom (HCC) und Lebermetastasen	Radiofrequenz-/Mikrowellenablation / TACE	S	Die Verfahren sind beim HCC und bei Lebermetastasen indiziert. Sie sind bei der überwiegenden Mehrzahl der Lebermetastasen effektiver als die TACE. Die TACE hat einen signifikanten antitumoralen Effekt, der sich allerdings durch die Kompromittierung des nicht betroffenen/gesunden Parenchyms relativiert. Die selektive TACE minimiert diesen Effekt. Die TACE wird auch zur palliativen Therapie neuroendokriner TU und Sarkometastasen eingesetzt
		SIRT	S	Bei primären Lebertumoren und Metastasen, die für eine lokale Ablation oder TACE nicht geeignet sind. Die Behandlung erfolgt nach interdisziplinärer Indikationsstellung in Zusammenarbeit von Nuklearmedizin und Radiologie. Nach SIRT sollte eine Aufnahme in einer nuklearmedizinischen Therapiestation erfolgen

Klinische Fragestellung	Bildgebendes Behandlungsverfahren	Grad der Empfehlung	Kommentar
N34 Uterusmyome	Embolisation	P	Bei symptomatischen Patientinnen mit abgeschlossener Familienplanung und Uterusmyomen, die nicht gestielt endocavitär oder intraabdominell liegen, ist die Embolisation die am wenigsten invasive Alternative zur Operation oder Hormonbehandlung (interdisziplinäre Indikation). MR-guided-fokussierter-US (MRgFUS) auch für jüngere Patientinnen mit Kinderwunsch geeignet
N35 Benigne Prostata-Hyperplasie	Embolisation	S	Minimalinvasive Alternative zur transurethralen Resektion; Behandlung bevorzugt in interventionellen Zentren

Abkürzungsverzeichnis

a.p./p.a.	anterior-posterior/posterior-anterior
AVM	Arteriovenöse Malformation
BWS	Brustwirbelsäule
CBCT	Cone Beam Computertomografie
CCC	Cholangiozelluläres Karzinom
CCT	Kraniale Computertomografie
CE-MRA	Kontrastverstärkte Magnetresonanz-angiografie
CF	Cystische Fibrose
cMRT	Kraniale Magnetresonanztomografie
CT	Computertomografie
CTA	CT-Angiografie
CUP	Cancer of unknown primary origin
DD	Differenzialdiagnose

DDK	Dünndarmdoppelkontrastuntersuchung
DEXA	Dual Energy X-ray Absorptiometry
DL	Durchleuchtung
DRW	Diagnostische Referenzwerte
DSA	Digitale Subtraktionsangiografie
DWI	Diffusionsgewichtete Magnetresonanztomografie
eFAST	Extended Focused Assessment with Sonography for Trauma
ERCP	Endoskopische retrograde Cholangiopankreatikografie
FDG	F-18-Fluordesoxyglukose
FET	O-(2-[18F]Fluoroethyl-L-Tyrosin
F-DOPA	Fluor-L-Dihydroxyphenylalanin
FIGO	Fédération Internationale de Gynécologie et d'Obstétrique
FK	Fremdkörper

FKDS	Farbkodierte Dopplersonografie/Duplexsonografie
FNH	Fokale noduläre Hyperplasie
GEP	Gastroenteropankreatisch
GI	Gastrointestinaltrakt
GK	Ganzkörper
GKS	Ganzkörper-Szintigrafie
GPOH	Gesellschaft für Pädiatrische Onkologie und Hämatologie
HIV	Humanes Immundefizienz-Virus
HNO	Hals-Nase-Ohren-Heilkunde
HPT	Hyperparathyreoidismus
HRCT	Hochauflösende Computertomografie (high resolution CT)
HWS	Halswirbelsäule
IUP	Intrauterinpessar

IVP	Intravenöse Pyelografie
KE	Kontrasteinlauf
KFE-RL	Krebsfrüherkennungs-Richtlinie
KHBW	Kleinhirnbrückenwinkel
KHK	Koronare Herzkrankheit
KM	Kontrastmittel
KM-US	Kontrastmittelsonografie
LK	Lymphknoten
LV	Linker Ventrikel
LWS	Lendenwirbelsäule
MAG-3	Tc-99m-Mercaptoacetyltriglycin
MCU	Miktionszystourethrogramm
MDP	Magen-Darm-Passage
MGUS	Monoklonale Gammopathie unklarer Signifikanz
MIBG	I-123-Metaiodbenzylguanidin

MIBI	Tc-99m-Methoxyisobutyl-isonitril
MM	Multiples Myelom
MR	Magnetresonanz
MRA	Magnetresonanzangiografie
MRCP	Magnetresonanz-Cholangiopankreatikografie
MRT	Magnetresonanztomografie
MUS	Miktionsurosonografie
NAST	Nierenarterienstenose
NBKS	Nierenbeckenkelchsystem
NHL	Non-Hodgkin-Lymphom
NN	Nebennieren
NNH	Nasennebenhöhlen
Nuk	Nuklearmedizin
OP	Operation
PACS	Picture Archiving and Communication System

PET	Positronen-Emissions-Tomografie
PET/CT oder PET- CT(synonym)	PET/CT(PET-CT)-Hybridbildgebung
PSA	Prostata-spezifisches Antigen
PSMA	Prostata-spezifisches Membranantigen
PTA	Perkutane transluminale Angioplastie
RECIST	Response Evaluation Criteria in Solid Tumors
RF	Raumforderung
Rö	Röntgenuntersuchung
SAB	Subarachnoidalblutung
SD	Schilddrüse
SIRT	Selektive Interne Radiotherapie
SMM	Smoldering Multiples Myelom
SLN	Sentinel Lymph Node (Wächterlymphknoten)
SPECT	Single Photon Emission Computed Tomography

TACE	Transarterielle Chemoembolisation
TCD	Transkranielle Dopplersonografie
TEE	Transösophageale Echokardiografie
TIA	Transitorische ischämische Attacke
TRUS	Transrektaler Ultraschall der Prostata
TTE	Transthorakale Echokardiografie
TU	Tumor
US	Ultraschall
USKM	Ultraschallkontrastmittel
VK	Verlaufskontrolle
WK	Wirbelkörper
WS	Wirbelsäule
ZNS	Zentrales Nervensystem

Literaturverzeichnis

- AWMF 2014 Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e.V. (AWMF).
Verfahrensanleitung für die technische Durchführung der nuklearmedizinischen Wächter-
Lymphknoten-Diagnostik. DGN-Handlungsempfehlung (Deutsche Gesellschaft für Nuklearmedizin
e.V.), AWMF-Registernummer: 031 - 033, Stand: 31.10.2014, gültig bis 30.10.2019,
<https://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/031-033.html>, zuletzt aufgerufen am 12.06.2019
- AWMF 2018 Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e.V. (AWMF).
Früherkennung, Diagnostik, Therapie und Nachsorge des Mammakarzinoms. S3-Leitlinie, AWMF-
Registernummer 032 - 045OL, Stand: 06.09.2018, gültig bis 30.11.2022,
<https://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/032-045OL.html>, zuletzt aufgerufen am 12.06.2019

- AWMF 2019 Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e.V. (AWMF). Kindesmisshandlung, -missbrauch, -vernachlässigung unter Einbindung der Jugendhilfe und Pädagogik (Kinderschutzleitlinie). S3-Leitlinie, AWMF-Registernummer 027 – 069, Stand: 05.02.2019, gültig bis 31.01.2024, <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/027-069.html>, zuletzt aufgerufen am 12.06.2019
- BfS 2012 Bundesamt für Strahlenschutz (BfS). Bekanntmachung der aktualisierten diagnostischen Referenzwerte für nuklearmedizinische Untersuchungen. Vom 25. September 2012, BAnz AT 19.10.2012 B5
- BfS 2016 Bundesamt für Strahlenschutz (BfS). Bekanntmachung der aktualisierten diagnostischen Referenzwerte für interventionelle Röntgenanwendungen. Vom 22. Juni 2016, BAnz AT 15.07.2016 B8
- BfS 2018 Bundesamt für Strahlenschutz (BfS). Bekanntmachung der aktualisierten diagnostischen Referenzwerte für interventionelle Röntgenanwendungen. Vom 16. August 2018, BAnz AT 03.09.2018 B8

- BMUB 2017 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB). Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung: Unterrichtung durch die Bundesregierung, Parlamentsbericht 2015.
Erscheinungsdatum: 28-Jul-2017, urn:nbn:de:0221-2017072814312
- Euratom 2014 Rat der Europäischen Union. Richtlinie 2013/59/Euratom des Rates vom 5. Dezember 2013 zur Festlegung grundlegender Sicherheitsnormen für den Schutz vor den Gefahren einer Exposition gegenüber ionisierender Strahlung und zur Aufhebung der Richtlinien 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom und 2003/122/Euratom. Amtsblatt der Europäischen Union, L 13/1, 17.01.2014
- ICRP 2007 International Commission on Radiological Protection (ICRP). The 2007 Recommendations of the ICRP. ICRP Publication 103. Ann. ICRP 37(2-4), Elsevier, 2007, ISBN 978-0702030482, http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/ANIB_37_2-4

- ICRP 2015 International Commission on Radiological Protection (ICRP) (authors on behalf of ICRP: Mattsson S, Johansson L, Leide Svegborn S, Liniecki J, Noßke D, Riklund KÅ, Stabin M, Taylor D, Bolch W, Carlsson S, Eckerman K, Giussani A, Söderberg L, Valind S). Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals: A Compendium of Current Information Related to Frequently Used Substances. ICRP Publication 128. Ann. ICRP. 2015 Jul;44(2 Suppl):7-321. doi: 10.1177/0146645314558019
- Schegerer et al. 2019 Schegerer A, Loose R, Heuser LJ, Brix G: Diagnostische Referenzwerte für diagnostische und interventionelle Röntgenanwendungen in Deutschland: Aktualisierung und Handhabung. Fortschr Röntgenstr 2019; DOI: 10.1055/a-0824-7603
- StrlSchG 2017 Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzgesetz - StrlSchG) vom 27. Juni 2017 (BGBl. I S. 1966), das durch Artikel 2 des Gesetzes vom 27. Juni 2017 (BGBl. I S. 1966) geändert worden ist