


publiziert bei:	 Das Portal der wissenschaftlichen Medizin		
-----------------	---	--	--

AWMF-Register Nr.	085-003	Klasse:	S2e
-------------------	---------	---------	-----

Leitlinieninitiative

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ULTRASCHALL IN DER MEDIZIN



085-003 S2e Leitlinie (Leitlinienreport)

Fraktursonografie

Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin e.V. (DEGUM)
und

Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie e.V. (DGOU)

Deutsche Gesellschaft für Kinderchirurgie e.V. (DGKCH)

Deutsche Röntgengesellschaft e.V. (DRG)

Deutsche Gesellschaft für Handchirurgie e.V. (DGH)

Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin e.V. (DGKJ)

Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie e.V. (DGOOC)

Gesellschaft für Pädiatrische Radiologie e.V. (GPR)

Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V. (DGU)




DGH
DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR HANDCHIRURGIE



DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.



DEUTSCHE
GESELLSCHAFT FÜR
UNFALLCHIRURGIE

Version 1.0

gültig von: 1.2.2023 bis: 31.1.2028

Diese Leitlinie sollte wie folgt zitiert werden: AWMF 085-003 S2e Leitlinie, **Fraktursonografie**, Ackermann O, Fischer C, Grosser K, Hauenstein C, Kluge S, Berthold D, Tesch C, von Kaisenberg C.

<https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/085-00>

Impressum

Herausgebende

Federführende Fachgesellschaft

DEGUM

Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin

Charlottenstr. 79/80

10117 Berlin

Tel.: +49 (0)30 2060 8888-0

Fax: +49 (0)30 2060 8888-90

Internet: www.degum.de

E-Mail: geschaeftsstelle@degum.de

Weitere beteiligte Fachgesellschaften

Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie e.V. (DGOU)

Deutsche Gesellschaft für Kinderchirurgie e.V. (DGKCH)

Deutsche Röntgengesellschaft e.V. (DRG)

Deutsche Gesellschaft für Handchirurgie e.V. (DGH)

Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin e.V. (DGKJ)

Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie e.V. (DGOOC)

Gesellschaft für Pädiatrische Radiologie e.V. (GPR)

Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V. (DGU)

Bitte wie folgt zitieren:

Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin e. V. (DEGUM). S2e-Leitlinie Fraktursonografie – Leitlinienreport. Version 1.0. 2021, verfügbar unter www.awmf.org/leitlinien/detail/II/085-003.html. Zugriff am: [Datum].

Inhaltsverzeichnis

Impressum	2
Inhaltsverzeichnis	3
1 Geltungsbereich und Zweck	4
1.1 Begründung für die Auswahl des Leitlinienthemas	4
1.2 Zielorientierung der Leitlinie	4
1.3 Zielpopulation	4
1.4 Versorgungsbereich	4
1.5 Anwenderzielgruppe/Adressatinnen und Adressaten	4
2 Zusammensetzung der Leitliniengruppe: Beteiligung von Interessensgruppen	5
3 Genauigkeit der Leitlinienentwicklung	6
3.1 Einführung	6
3.2 Suchstrategie.....	8
3.3 Suchergebnisse	9
3.4 Bewertungsmodus und -kriterien.....	10
3.5 SIGN-Bewertung von klinischen Studien, Meta-Analysen und systematischen Reviews ...	12
3.6 Empfehlungsgraduierung	16
4 Externe Begutachtung und Verabschiedung	16
5 Redaktionelle Unabhängigkeit	16
5.1 Finanzierung der Leitlinie	16
5.2 Darlegung von Interessen und Umgang mit Interessenkonflikten	16
6 Verbreitung und Implementierung	16
7 Gültigkeitsdauer und Aktualisierungsverfahren	17
Anhang A: Evidenztabelle mit Bewertung	18
Anhang B: Übersicht Interessenkonflikte	84

1 Geltungsbereich und Zweck

1.1 Begründung für die Auswahl des Leitlinienthemas

Das Thema ist hoch relevant, da es insbesondere die potentielle Einsparmöglichkeit für ionisierenden Strahlen bei Frakturen betrifft.

Neben einer hohen Zahl von Veröffentlichungen sind in den letzten Jahren mehrere Metaanalysen zur Fraktursonografie international publiziert worden.

Die Publikation von definierten Algorithmen ermöglicht eine breite multidisziplinäre Anwendung. Allein für die am besten erforschte Anwendung, der distalen Unterarmfraktur bei Kindern, besteht ein hohes Anwendungspotential. Bei ca. 180.000 Verdachtsfällen auf eine Vorderarm Fraktur im Kindesalter pro Jahr in Deutschland könnten hierbei 288.000 Röntgenaufnahmen (80% von 180.000 x 2 Röntgenaufnahmen) jährlich in der Bundesrepublik eingespart werden und das bei einem sehr strahlensensiblen Patientengut. Durch eine konsequente Anwendung der Fraktur-Sonografie bei allen bisher bekannten Indikationen liegt das Potential zur Vermeidung von ionisierender Strahlung um ein Vielfaches höher.

Weiterhin ist die Methode mit den bisher vorhandenen Ultraschallgeräten sicher durchführbar. Die Anwendung der Ultraschalltechnik ist einfacher, sicherer und mit weniger personellem, apparativen und baulichen Aufwand durchführbar als die Röntgendiagnostik. Sie kann in jeder Klinik und Praxis, welche über ein Ultraschallgerät verfügt, ohne weitere Investitionen durchgeführt werden. Die Anwendung der Fraktursonografie ist allen mit Ultraschall vertrauten Ärztinnen und Ärzten nach kurzem Training möglich. Es ist daher bei entsprechendem Training eine weite und schnelle Verbreitung zu erwarten. Hierfür ist eine Leitlinie erforderlich, welche die wissenschaftliche Evidenz umfassend aufgearbeitet. Es ist zu erwarten, dass sich die Fraktursonografie bei bestimmten Indikationen als Standarddiagnostik etablieren wird.

Nach Meinung der Leitliniengruppe weist keine andere Methode in der Ultraschalldiagnostik ein so hohes Potential für die Einsparung von Röntgenbelastung, für die weite Verbreitung in der klinischen Medizin und für die Erschließung neuer Indikationen auf.

1.2 Zielorientierung der Leitlinie

Aufarbeitung und Zusammenfassung der klinischen Evidenz zur Frakturspaltsonographie, insbesondere im Vergleich zum konventionellen Röntgen, Entwicklung von Algorithmen, Etablierung von Standards für die regelhafte Anwendung der Fraktursonografie.

1.3 Zielpopulation

Patientinnen und Patienten mit Frakturen; Traumapatienten, schwerpunktmäßig im Kindesalter; indikationsabhängig auch bei Erwachsenen.

1.4 Versorgungsbereich

Diagnostik, allgemein - und spezialärztliche Versorgung: ambulant, stationär, teilstationär.

1.5 Anwenderzielgruppe/Adressatinnen und Adressaten

Chirurgie, Orthopädie und Unfallchirurgie, Kinderchirurgie, Radiologie,; Klinikärzte und niedergelassene Ärzte der o.g. Fachrichtungen und dient zur Information für Notfallmediziner und alle Ärzte, die Frakturen diagnostizieren und versorgen.

2 Zusammensetzung der Leitliniengruppe: Beteiligung von Interessensgruppen

Beteiligte Fachgesellschaften

Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin e.V. (DEGUM)
Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie e.V. (DGOU)
Deutsche Gesellschaft für Kinderchirurgie e.V. (DGKCH)
Deutsche Röntgengesellschaft e.V. (DRG)
Deutsche Gesellschaft für Handchirurgie e.V. (DGH)
Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin e.V. (DGKJ)
Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie e.V. (DGOOC)
Gesellschaft für Pädiatrische Radiologie e.V. (GPR)
Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V. (DGU)

Mandatstragende/Teilnehmende der Fachgesellschaften/Organisationen

Mandatstragende	Fachgesellschaft/ Organisation	Zeitraum
PD Dr. Christian Fischer	DGOU, DGOOC, DGU	gesamter Zeitraum
Dr. Kay Grosser	DGKCH	gesamter Zeitraum
Dr. Christina Hauenstein	DRG	gesamter Zeitraum
Dr. Sebastian Kluge	DGH	gesamter Zeitraum
PD Dr. Jörg Detlev Moritz	GPR	gesamter Zeitraum
PD Dr. Ole Ackermann	DEGUM	gesamter Zeitraum
Dr. Daniel Berthold	GPR (Vertreter)	gesamter Zeitraum
PD Dr. Christian Tesch	DEGUM (Vertreter)	gesamter Zeitraum
Weitere Teilnehmende	Fachgesellschaft/Organisation	Zeitraum
Dr. med. Monika Nothacker	AWMF (methodische Beratende)	gesamter Zeitraum
Univ.-Prof. Dr. Constantin von Kaisenberg	DEGUM (Bauftragter und AWMF zertifizierter LL Berater)	gesamter Zeitraum

Patientenvertreterinnen und Patientenvertreter wurden nicht beteiligt, es wurde keine spezifische Selbsthilfeorganisation identifiziert. Es handelt sich um rein nicht-invasive und (im Gegensatz zum Röntgen) nebenwirkungsfreie diagnostische Maßnahmen, bei denen die Autor*innen von einer hohen Akzeptanz der Betroffenen ausgehen.

3 Genauigkeit der Leitlinienentwicklung

Im Auftrag der DEGUM erfolgte für die S2e-Leitlinie „Fraktursonografie“ (AWMF 085-003) eine systematische Literaturrecherche, erstellt durch Dr. med. Vladimir Patchev, ExSciMed, März 2021.

Liste der Abkürzungen der Literaturrecherche

	Abkürzung	Ausschrift
A	AC	akromioklavikular (Gelenk)
C	CC	korakoklavikular (Gelenk)
	CT	Computertomografie
D	DLS	double line sign / Doppellinienzeichen (US)
G	GCS	Glasgow Coma Scale
M	MFK	Mittelfußknochen
	MHK	Mittelhandknochen
	MRT	Magnetresonanztomografie
N	n.a.	non-applicable / nicht anwendbar
	NLR	Negative likelihood ratio/negatives Wahrscheinlichkeitsverhältnis
	NPV	Negative predictive value / negativer Vorhersagewert
O	ObP	Schräge Projektion
	OR	odds ratio / Chancenverhältnis
	OSG	oberes Sprunggelenk
P	PLR	Positive likelihood ratio / positives Wahrscheinlichkeitsverhältnis
	POC	Point-of-care / bei Aufnahme o. vor Ort
	PPV	Positive predictive value / positiver Vorhersagewert
Q	QUADAS	Quality Assessment of Diagnostic Accuracy Studies
R	RCT	randomized controlled trial /randomisierte kontrollierte Prüfung
	ROC	Receiver Operating Characteristic (curve) /bGrenzwertoptimierungs(kurve)
	Rö	Röntgenaufnahme, Radiografie
S	SC	sternoklavikular (Gelenk)
	s/w	grayscale / schwarz-weiß
U	US	Ultraschall
	USG	unteres Sprunggelenk
V	VAS	visual analogue scale / Visuelle Analogskala
	⊗	Publikation bezieht sich auf mehr als einen Inhaltspunkt und wurde mehrmals bewertet
	▲	Population entspricht nicht der vorgegebenen Altersgruppe oder der anatomischen Zielregion

3.1 Einführung

Die Recherche wurde in den elektronischen Literatur-Datenbanken **PubMed**, **Google Scholar** und **Cochrane Database of Systematic Reviews** durchgeführt. Zusätzlich wurden aus den Referenzlisten von Übersichtspublikationen einige relevante Quellen extrahiert, die durch den vorgegebenen Suchraster nicht erfasst wurden bzw. in den festgelegten Datenbanken nicht referiert werden.

Zu Beginn wurden folgende AWMF Leitlinien ausgewählt und im weiteren inhaltlich berücksichtigt:

- 006-040 proximale Humerusfraktur,

- 012-014 S1 Suprakondyläre Humerusfraktur beim Kind
- 012-015 S2e Distale Radiusfraktur
- 012-026 S2k Frakturen des distalen Unterschenkels im Kindesalter
- 064-019 S1 Trauma des muskuloskeletalen Systems im Kindes- und Jugendalter – Bildgebende Diagnostik
- 006-062: S1 Unterarmschaftfrakturen im Kindesalter
- 006-131: S1 Tibia- und Unterschenkelschaftfraktur im Kindesalter

Die Suche umfasst Publikationen, die in der Zeit vom 01. Januar 2000 bis zum 01. März 2021 veröffentlicht wurden.

Nach abgestimmten Kriterien fokussierte sich die Suche auf Publikationen, die Ergebnisse von a) randomisierten kontrollierten klinischen Prüfungen, b) klinischen Beobachtungsstudien, c) Meta-Analysen und d) systematischen Reviews berichten. Leitlinien, Konsensus-Fachkonferenzen, Übersichtsartikel (Reviews), Fallberichte und Expertenmeinungen wurden von der Suche ausgeschlossen.

Die Suchstrategie basiert auf 22 Inhaltspunkten (ferner im Text PICO-Fragen), die für die jeweilige medizinische Fragestellung die Dimensionen **P**opulation, **I**ntervention, **C**omparison und **O**utcome definieren und bestimmte anatomische Strukturen und Altersgruppen umfassen. Ferner wurden zu jedem Inhaltspunkt der zu erarbeitenden Leitlinie Schlüsselwörter ausgewählt und nach zweifacher Durchsicht durch Mitglieder der Leitlinienarbeitsgruppe bestätigt. Eine detaillierte Beschreibung der Suchstrategie ist im Kapitel 3.2 Suchstrategie dargestellt.

Die primären Suchergebnisse wurden durch Sichtung der Zusammenfassungen gefiltert und irrelevante Treffer aus der weiteren Analyse ausgeschlossen. Dieser Prozess ist im Kapitel 3.3 Suchergebnisse abgebildet.

Die relevanten Artikel wurden, soweit verfügbar, als Volltext-Versionen gespeichert und einer detaillierten Analyse unterzogen. Bei drei (aus 182) Publikationen wurde auf die Beschaffung der Volltexte verzichtet, da diese nur in der Originalsprache (Ungarisch, Koreanisch, Persisch) verfügbar waren. In diesen Fällen wurde die Qualitätsbewertung anhand der Daten in der englischsprachigen Zusammenfassung durchgeführt.

Die Ergebnisse der Analyse zu den jeweiligen Inhaltspunkten wurden in tabellarischer Kompaktform dargestellt. Die Formvorlagen entsprechen den Vorgaben des Guidelines International Network in einer modifizierten deutschen Version der AWMF vom 20.7.2011. In Die Evidenzbewertung erfolgte nach dem vom **Scottish Intercollegiate Guidelines Network (SIGN)**¹ vorgegebenen SIGN Grading System 1999-2012². Die Vorgehensweise wird in Kapitel 3.4 Bewertungsmodus und -kriterien in Details dargestellt.

Die Bewertungen nach den SIGN Kriterien umfassen alle Literaturquellen, die für die jeweilige PICO-Frage von Relevanz sind (d.h. inklusive Meta-Analysen, systematische Reviews und Beobachtungsstudien). Die Details der Bewertungen zu den jeweiligen Inhaltspunkten sind im Kapitel 3.5 SIGN-Bewertung von klinischen Studien, Meta-Analysen und systematischen Reviews geschildert.

Eine Evidenzbewertung nach den Vorgaben der internationalen Arbeitsgruppe **Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation (GRADE)** wurde für RCT vorgesehen. Da die Recherche keine Studien dieser Art identifizieren konnte, wurde im vorliegenden Abschlussbericht auf diesen Bewertungsmodus verzichtet. Des Weiteren sollten die folgenden Argumente für diese Entscheidung hervorgehoben werden:

¹ SIGN 50: a guideline developer's handbook; revised edition 2019

² www.sign.ac.uk/media/1641/sign_grading_system_1999_2012.pdf

- keine der analysierten klinischen Studien enthielt eine unabhängige Kontrollpopulation; vielmehr diente die Untersuchung der Patientenpopulation durch eine alternative diagnostische Modalität als Auto-Vergleichskontrolle;
- in keiner der Studien erfolgte eine randomisierte Einteilung der Patientenpopulation zur Untersuchung durch die Index- (Sonografie) bzw. Referenz-Methode;
- in der Mehrheit der Studien wurden als Referenzstandard diagnostische Verfahren verwendet (z. B. konventionelle Radiografie), die keine 100-prozentige Sensitivität und Spezifität aufweisen.

Die zusammenfassende Bewertung (Kapitel **Error! Reference source not found. Error! Reference source not found.**) stellt eine kondensierte Auflistung der wichtigsten Erkenntnisse und Schlussfolgerungen zu den einzelnen PICO-Fragen dar. Diese kurzen Zusammenfassungen sind als Bullet-point-Statements formuliert und mit einem dreistufigen Schema zur Graduierung von Empfehlungen (A= Starke Empfehlung, B= Empfehlung, 0= Empfehlung offen) versehen³.

3.2 Suchstrategie

Die Suchstrategie wurde in Zusammenarbeit des Rechercheurs mit dem Auftraggeber etabliert. Auf der Basis der vom Auftraggeber vorgeschlagenen PICO-Fragenformulierungen und Keywords wurde zunächst ein allgemeiner Suchraster mit den folgenden Parametern erstellt:

	Suchbereich	Suchbegriff / Parameter
	MeSH Term OR Title/Abstract	fracture
AND	MeSH Term OR Title/Abstract	ultrasound OR ultrasonic OR sonograph* OR ultrasonograph*
AND	Date-Publication	2000/01/01 – 2021/03/01
AND	Language	English OR German OR French
AND	Article type	clinical study OR clinical trial OR observational study OR meta analysis OR systematic review
NOT	Article type	case report OR review

Die Anwendung des allgemeinen Rasters bei den Datenbanken **PubMed** und **Cochrane** ergab 351 Treffer. Die Suche in der Datenbank **Google Scholar** ergab 157 Literaturquellen, die sich

z.T. mit denjenigen in PubMed überlappten. Nach Bereinigung der Duplikate verblieben von der Google-Scholar-Suche 32 Treffer. Weitere 12 Quellen wurden durch die Durchsicht von Referenzlisten von Übersichtsartikeln identifiziert. Somit erhöhte sich die Gesamtzahl der Treffer auf 395.

Anschließend erfolgte eine Einschränkung der Suche durch Hinzufügung von Bezeichnungen der jeweiligen anatomischen Struktur von Interesse sowie von PICO-Fragen-spezifischen Keywords (s. Liste der zusätzlichen Suchbegriffe in **Texttabelle 1**).

Allgemeines Raster		
AND	Title/Abstract	anatomische Struktur/Region AND PICO-spezifische Suchbegriffe

Nach Bestätigung des Suchalgorithmus durch den Auftraggeber erfolgte ein inhaltliches Screening der Treffer durch Sichtung der Abstracts.

Publikationen, die nicht auf einer definierten anatomischen Region/Struktur beschränkt sind, wurden in dem Inhaltspunkt „Allgemein“ zusammengefasst.

Einer Evidenzbewertung anhand der Volltexte wurde bei **182** Quellen (**146** klinische Studien und **36** Meta-Analysen und systematischen Reviews) durchgeführt. Die Verteilung der Quellen zu den

³ Entwicklung einer Methodik für die Ausarbeitung von Leitlinien für optimale medizinische Praxis. Empfehlung Rec(2001)13 des Europarates und Erläuterendes Memorandum

einzelnen Inhaltspunkten (PICO-Fragen) ist in der **Texttabelle 2** (s. Kapitel 3.3 Suchergebnisse) dargestellt.

Texttabelle 1: Erweiterter Suchalgorithmus

PICO	Region/Struktur	Suchbegriffe
1	Schädel	skull OR head
2	Clavicula	clavic* OR collar
3	AC-Gelenk	acromioclavicular OR AC-joint
4	SC-Gelenk	sternoclavicular OR SC-joint
5	Humerus	(humerus) AND (subcapital OR proximal)
6	Fettpolsterzeichen	elbow AND „fat pad“
7	Ellenbogen	elbow
8	Distaler Vorderarm	wrist OR forearm OR (distal AND forearm) OR radius OR ulna*
9	Mittelhand	hand OR metacarp*
10	Fibrocartilago palmaris	(palmar AND plate) OR (volar AND plate) OR fibrocartilage
11	Scaphoid	scaphoid OR navicular
12	Triquetrale Flake-Fraktur	triquetr* OR (triquetr* AND flake) OR (intercarpal) OR (radiocarpal)
13	Rippen	rib OR thorax
14	Sternum	sternum OR thorax
15	Femur Wulstfraktur	(femur OR thigh) AND torus
16	Tibiakopf	tibia* OR (tibia* AND head)
17	Mittelfuß	foot OR metatars* OR Jones
18	Toddler's Fraktur	toddler OR toddler's OR (distal AND tibia)
19	Stressfraktur	stress OR march NOT osteoporosis
20	Frakturdislokation	displacement OR dislocation OR reduction
21	Kallus	callus OR healing
22	Pseudarthrose	pseudoarthrosis OR nonunion OR non-union

3.3 Suchergebnisse

Quellencharakteristika

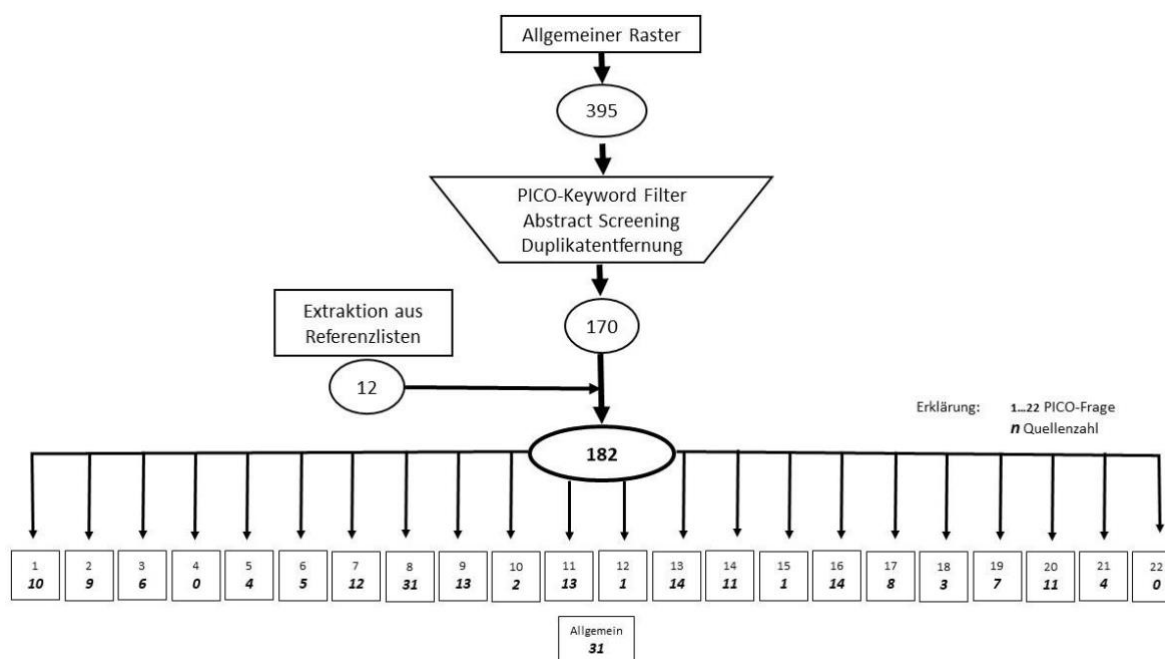
Texttabelle 2: Verteilung der Quellen zu einzelnen Inhaltspunkten⁴

PICO	Region/Struktur	Beobachtungsstudien	Meta-Analysen und systematische Reviews	Gesamt
1	Schädel	8	2	10
2	Clavicula	6	3	9
3	AC-Gelenk	3	3	6
4	SC-Gelenk	0	0	0
5	Humerus	4	0	4
6	Fettpolsterzeichen	5	0	5
7	Ellenbogen	10	2	12
8	Distaler Vorderarm	28	3	31

⁴ Die Gesamtzahl der Quellen ist höher als 182, da einzelne Quellen enthalten Information zu mehr als eine PICO-Frage und wurden im Bericht wiederholt bewertet

PICO	Region/Struktur	Beobachtungsstudien	Meta-Analysen und systematische Reviews	Gesamt
9	Mittelhand	11	2	13
10	Fibrocartilago palmaris	2	0	2
11	Scaphoid	8	5	13
12	Triquetrale Flake-Fraktur	0	1	1
13	Rippen	12	2	14
14	Sternum	9	2	11
15	Femur Wulstfraktur	1	0	1
16	Tibiakopf	11	3	14
17	Mittelfuß	8	0	8
18	Toddler's Fraktur	3	0	3
19	Stressfraktur	4	3	7
20	Frakturdislokation	11	0	11
21	Kallus	4	0	4
22	Pseudarthrose	0	0	0
0	ohne definierte Region	21	10	31

Flowchart



3.4 Bewertungsmodus und -kriterien

Beobachtungsstudien, Meta-Analysen und systematische Reviews wurden nach SIGN Kriterien bewertet und die Ergebnisse zu jeder PICO-Frage tabellarisch dargestellt (s. SIGN-Bewertung von klinischen Studien, Meta-Analysen und systematischen Reviews und Anhang A: Evidenztabelle mit Bewertung).

Bei der Einschätzung der Evidenzqualität wurden die Bias-Risiken beim Studiendesign und, bei vorhandenem Anlass, die adäquate Behandlung des Einflusses von Störfaktoren (Confounder) berücksichtigt. Das Vorgehen stützte sich so weit wie möglich auf den Kriterien, die bei der Bewertung der Evidenzqualität nach GRADE Anwendung finden (s. **Texttabelle 3**). Allerdings erlaubte der dominierende Typ der Studien (prospektive Beobachtung mit Querschnitt-Design bzw. willkürlichen

Stichproben und aufeinanderfolgender Untersuchung durch das Index- und Referenz-Verfahren) nur die teilweise Berücksichtigung von Qualitätskriterien (s. Stern-Markierungen in **Texttabelle 3**)

Texttabelle 3: Kriterien zur Bewertung der Evidenzqualität nach GRADE

Kriterium	Inhaltliche Aspekte
Bias-Risiko beim Studiendesign	<ul style="list-style-type: none"> *keine Verblindung *unvollständige Berichterstattung (Protokollabweichungen, Probandenausfall) *selektive Outcome-Berichterstattung <ul style="list-style-type: none"> • frühe Beendigung (weniger als 200 dichotome bzw. 500 kontinuierliche Events) *nicht validierte Methoden zur Outcome-Erfassung (Surrogat-Endpunkte) *Rekrutierung-Bias (willkürliche Stichprobe) <ul style="list-style-type: none"> • Übertragung von Effekten bei Cross-over-Studiendesign
Inkonsistenz	<ul style="list-style-type: none"> • große Streuung der Messergebnisse zwischen den Studien • keine Überlappung der Konfidenzintervalle zwischen den Studien • inkonsistente Signifikanzwerte (grenzwertige p-Werte)
Indirektheit	<ul style="list-style-type: none"> *unterschiedliche bzw. heterogene Studienpopulationen *unterschiedliche Interventionen *unterschiedliche klinische Endpunkte <ul style="list-style-type: none"> • indirekte Vergleiche (z.B. zu historischen Daten oder Generalpopulation)
Ungenauigkeit	<ul style="list-style-type: none"> • weniger als 300 dichotome oder 400 kontinuierliche Events • grenzüberschreitende Konfidenzintervalle *Nichterreichen der kalkulierten Stichprobenstärke (underpower) *kleine Stichproben bzw. geringe Zahl von Zielevents (z.B. Frakturen)
Publikation-Bias	<ul style="list-style-type: none"> *vorläufige Ergebnisse <ul style="list-style-type: none"> • Nichtveröffentlichung negativer Ergebnisse • Veröffentlichung in Periodika mit nicht überzeugender Reputation

Die wichtigsten Inhalte und Schlussfolgerungen von Meta-Analysen wurden in Kurzform zusammengefasst. Seit einigen Jahren enthalten Meta-Analysen grundsätzlich Bewertungen der Qualität der eingeschlossenen Studien, die Inkonsistenzen und Bias-Risiken einschätzen. Sofern solche Angaben im Text vorhanden waren, wurden diese in die tabellarische Zusammenfassung übernommen; anderenfalls wurden die Publikationen bezüglich der Qualität der Methoden vom Rechercheur geprüft und mit einer entsprechenden SIGN Einstufung versehen.

Das letztere Vorgehen wurde auch bei der Bewertung von systematischen Reviews angewendet, die üblicherweise keine Qualitätsangaben enthalten.

Die Anforderungen für die Vergabe entsprechender Evidenzgrade bei einer Bewertung nach SIGN sind in **Texttabelle 4** aufgelistet.

Texttabelle 4: SIGN Evidenzgrade und Qualitätskriterien

Evidenzgrad	Anforderungen an die Publikation
1++	<ul style="list-style-type: none"> • hochwertige Meta-Analysen, systematische Reviews von RCT oder RCT mit sehr geringem Verzerrungsrisiko
1+	<ul style="list-style-type: none"> • gut durchgeführte Meta-Analysen, systematische Reviews von RCT oder RCT mit niedrigem Verzerrungsrisiko
1-	<ul style="list-style-type: none"> • Meta-Analysen, systematische Reviews von RCT oder RCT mit hohem Verzerrungsrisiko


Evidenzgrad	Anforderungen an die Publikation
2++	<ul style="list-style-type: none"> hochwertige systematische Reviews von Fall-Kontroll- oder Kohortenstudien hochwertige Fall-Kontroll- oder Kohortenstudien mit niedrigem Verzerrungsrisiko bzw. mäßigen Confounder-Einflüssen und hoher Wahrscheinlichkeit eines Kausalzusammenhangs
2+	<ul style="list-style-type: none"> gut durchgeführte Fall-Kontroll- oder Kohortenstudien mit niedrigem Verzerrungsrisiko bzw. mäßigen Confounder-Einflüssen und moderater Wahrscheinlichkeit eines Kausalzusammenhangs
2-	<ul style="list-style-type: none"> Fall-Kontroll- oder Kohortenstudien mit starken Confounder-Einflüssen bzw. Verzerrungsrisiken und signifikanter Wahrscheinlichkeit eines fehlenden Kausalzusammenhangs
3	<ul style="list-style-type: none"> nicht-analytische Studien (z.B. Fallberichte, Fallserien)
4	<ul style="list-style-type: none"> Expertenmeinungen, formale Konsenserklärungen

Wie bereits erwähnt, wurden zusätzlich zu den o.g. Kriterien bei der Bewertung von klinischen Studien design-abhängige Risikofaktoren berücksichtigt, die im GRADE System Verwendung finden.

Der Charakter einer Beobachtungsstudie erlaubt nach SIGN Kriterien keinen Evidenzgrad von 1. Es soll vermerkt werden, dass bei der Erstellung der Zusammenfassenden Bewertung (s. Kapitel **Error! Reference source not found. Error! Reference source not found.**) nur diejenigen Beobachtungsstudien als Informationsquellen berücksichtigt werden, die einen SIGN Evidenzgrad von 2++ und 2+ erzielt haben. Die Beobachtungsstudien mit einer Bewertung von 2- können zwar als Informationsquelle benutzt werden, jedoch erlauben ihre Verzerrungsrisiken und Schwächen keine eindeutigen Schlüsse, die in eine LL- Empfehlung übernommen werden sollten. Studien, die mit einer als **n.a.** bezeichneten Evidenzqualität weisen entweder eine marginale Kompatibilität mit der PICO Frage oder sind durch sehr große Schwächen belastet, um in der weiteren Analyse einbezogen zu werden.

Einige Meta-Analysen wurden unter Berücksichtigung aktueller Qualitätsvorschriften verfasst; entsprechend wurden die von den Autoren ermittelten Bias-Risiken und Evidenzqualität in die SIGN-Tabelle eingetragen. Die Verfasser von systematischen Reviews verwenden selten einheitliche Qualitätskriterien. Wenn Angaben dazu im Manuskript vorlagen, wurden sie in der SIGN-Evidenztabelle Tabelle (Spalte „Schwächen/Bias“) erwähnt; jedoch erfolgte grundsätzlich eine Prüfung nach etablierten Kriterien (QUADAS) durch den Rechercheur vor einer Evidenzeinstufung nach SIGN Kriterien.

3.5 SIGN-Bewertung von klinischen Studien, Meta-Analysen und systematischen Reviews

Die Literatursuche identifizierte 146 Berichte zu klinischen Beobachtungsstudien und 36 Meta-Analysen bzw. systematische Reviews. Einige Publikationen adressierten Aspekte, die für mehr als einen Inhaltspunkt relevant sind; entsprechend wurde diese Studien wiederholt bewertet. In den Evidenztabelle sind solche Artikel durch das Symbol  in der Spalte

„Referenz“ (Erstautor und Jahrgang) gekennzeichnet.

In einem Fall (PICO 8) wurde festgestellt, dass es sich um redundante Publikationen handelt, die auf identischen Populationen, Interventionen und Outcomes basieren. Entsprechend wurde nur eine von diesen Parallel-Publikationen evaluiert.

Bei 21 Studienberichten und 10 Übersichtspublikationen war eine Zuordnung zu den festgelegten anatomischen Regionen bzw. Inhaltspunkten nicht möglich. Diese Quellen wurden in einem separaten Cluster „PICO 00_Allgemein“ gruppiert und nach SIGN Kriterien bewertet.

Einige Publikationen beziehen sich auf Studienpopulationen, die nicht den vorgegebenen Altersgrenzen oder der genauen anatomischen Zielregion entsprechen. Diese Quellen wurden in den

Evidenztabelle mit dem Symbol ▲ gekennzeichnet.

PICO 1 “Schädelfrakturen”

Die Analyse umfasst 8 Beobachtungsstudien, deren Populationen bis auf eine Ausnahme im Alter unter 18 Jahren waren. CT ist in allen Studien die Referenzintervention. Der primäre Endpunkt ist die diagnostische Leistungsfähigkeit der US-Untersuchung; nur bei einer Studie war die Notwendigkeit zusätzlicher CT Untersuchungen das primäre Outcome. Die zwei Meta-Analysen zeichnen sich durch hohe Qualität aus.

Die Ergebnisse sind im **Anhang A PICO 01** dargestellt.

PICO 2 “Clavicula-Frakturen”

Es wurden 6 Beobachtungsstudien identifiziert. Bei der Ermittlung der diagnostischen Leistung von US wurden unterschiedliche (Radiografie, CT) Referenzstandards verwendet; bei 2 Studien gab es keine Vergleichsuntersuchung. Insgesamt sind die Publikationen von unterdurchschnittlicher Qualität und durch viele design-bedingte Verzerrungsrisiken belastet.

Die Ergebnisse sind im **Anhang A PICO 02** dargestellt.

PICO 3 “AC-Gelenksprengung”

Zu diesem Inhaltspunkt wurden 4 klinische Berichte von meist guter Qualität und 3 Meta-Analysen gefunden. Radiografie wurde als Referenzstandard verwendet. Neben der diagnostischen Leistung von US wurde auch die Korrelation zwischen dem sonografischen und dem radiologischen Befund untersucht. Die Meta-Analysen betreffen nur teilweise die PICO-Fragestellung.

Die Ergebnisse sind im **Anhang A PICO 03** dargestellt.

PICO 4 “SC-Gelenksprengung”

In der Zeit zwischen 2000 und 2021 wurden keine klinischen Studien, Meta-Analysen und systematische Reviews veröffentlicht, die Aspekte der US-Diagnostik dieser Verletzung behandeln. Andererseits wurden mehr als 40 Übersichtsartikel und Fallberichte identifiziert, die den Vorgaben der Suchstrategie nicht genügten.

Der **Anhang A PICO 4** enthält keine Daten und ist nur vollständigheitshalber eingeschlossen.

PICO 5 „Proximale/subkapitale Humerus-Fraktur“

Zu diesem Inhaltspunkt wurden 4 Beobachtungsstudien identifiziert. Ihre Qualität wird durch niedrige Fallzahlen negativ beeinflusst; in einem Bericht weicht das Populationsalter von den Suchvorgaben ab.

Die Ergebnisse sind in **Anhang A PICO 05** tabellarisch dargestellt.

PICO 6 „Fettpolster-Zeichen“

Bei der Formulierung dieser PICO-Frage wurde die diagnostische Index-Methode nicht auf Sonografie eingeschränkt. Entsprechend wurde der Endpunkt als „Aussagefähigkeit des Fettpolster-Zeichens beim Ausschluss einer Fraktur, unabhängig vom diagnostischen Vorgehen“ formuliert. Es wurden 5 Beobachtungsstudien gefunden; die Qualität wurde als zufriedenstellend bewertet. Die Population einer Studie war älter als die Zielvorgabe.

Die Ergebnisse sind in **Anhang A PICO 06** dargestellt.

PICO 7 „Ellenbogen-Frakturen“

Die Literatursuche ergab 10 klinische Studien und 2 Meta-Analysen. Als Referenzverfahren wurde in allen Fällen konventionelle Radiografie verwendet. Während die meisten Studien von akzeptabler Qualität sind, stellte man bei 2 Berichten erst bei der Volltextbearbeitung fest, dass es sich um Fallserien handelt, die durch das Suchraster nicht ausgeschlossen wurden. Auf Grund der sehr kleinen Fallzahl sowie verschiedener Design-Schwächen, wurden diese Quellen mit dem Evidenzgrad von Fallberichten bewertet.

Die tabellarische Bewertung findet sich in **Anhang A PICO 07**.

PICO 8 „Distale Vorderarm-Frakturen“

Zu diesem Inhaltspunkt wurden 14 klinische Studien und 3 Meta-Analysen identifiziert. Ihre Qualität ist sehr unterschiedlich; in allen Studien dient konventionelle Radiografie als Referenzverfahren. Sechs Studienpopulationen sind gemischt (d.h. Kinder und Erwachsene) oder bestehen nur aus Patienten älter als 18 Jahre. Eine Publikation stellte eine Fallserie vor, die aus einer größeren, jedoch nicht näher beschriebenen, Patientenpopulation extrahiert wurde.

Die Ergebnisse der Bewertung sind in **Anhang A PICO 08** dargestellt.

PICO 9 „Mittelhand-Frakturen“

Die Suche zu diesem Inhaltspunkt ergab 11 Beobachtungsstudien und 2 Meta-Analysen. Die Studien sind von durchschnittlicher Qualität; als wichtigste Faktoren mit negativer Auswirkung können design-assoziierte Verzerrungen, willkürliche Stichproben und heterogenes Qualifikationsniveau der Untersucher hervorgehoben werden.

Die Bewertung ist in **Anhang A PICO 09** dargestellt.

PICO 10 „Fibrocartilago palmaris“

Zu diesem Inhaltspunkt wurden 2 klinische Studien identifiziert, die nur einen indirekten Bezug zu US-Frakturdiagnostik aufweisen. Eine der Studien hatte beträchtliche Design- Defizite; bei der anderen gab es keine Fraktur-Fälle in der untersuchten Population.

Die Ergebnisse sind in **Anhang A PICO 10** dargestellt.

PICO 11 „Scaphoid-Frakturen“

Es wurden 8 klinische Studien und 5 Meta-Analysen identifiziert. Alle Quellen sind von guter Qualität, jedoch durch die Anwendung unterschiedlicher Referenz-Verfahren gekennzeichnet. Als häufige vorkommende Defizite sollen die fehlende Verblindung der Untersucher bezüglich der Ergebnisse der Referenzuntersuchung sowie die relativ geringen Fallzahlen erwähnt werden.

Die Bewertung findet sich in **Anhang A PICO 11**.

PICO 12 „Triquetrale Flake-Fraktur“

Zu diesem Inhaltspunkt wurde lediglich eine umfangreiche und gut durchgeführte Meta- Analyse gefunden. Daraus wird ersichtlich, dass in der Zeit seit 2000 keine klinische Studie die Anwendung von US zur Diagnostizierung von Triquetrum-Frakturen untersucht hat.

Die detaillierten Angaben sind in **Anhang A PICO 12** dargestellt.

PICO 13 „Rippenfrakturen“

Vom Einsatz von US bei der Diagnose von Rippenfrakturen berichten 12 Beobachtungsstudien und 2 Meta-Analysen. Die klinischen Studien sind von durchschnittlicher Qualität, häufig mit deskriptivem (nicht-analytischem) Charakter und durch design-bedingte Bias belastet. Die Meta-Analysen sind von hoher Qualität und Ausführlichkeit.

Die Ergebnisse der Bewertung sind in **Anhang A PICO 13** dargestellt.

PICO 14 „Sternumfrakturen“

Die Anwendung von US bei der Diagnose von Sternumfrakturen wird in 9 klinischen Studien und 2 Meta-Analysen erörtert. Alle Quellen sind von unterdurchschnittlicher Qualität, deskriptivem Charakter und durch beträchtliche Bias-Risiken belastet.

Die Bewertung ist in **Anhang A PICO 14** dargestellt.

PICO 15 „Femur-Wulstfrakturen“

Die einzige identifizierte Publikation zu diesem Inhaltspunkt berichtet von Befunden bei erwachsenen

Patienten und entspricht nicht der PICO-Fragestellung.

Nichtsdestoweniger wurde sie bewertet und der Bericht in **Anhang A PICO 15** dargestellt.

PICO 16 „Tibia-Frakturen“

Keine der gefundenen Quellen – 11 Beobachtungsstudien und 2 Meta-Analysen – bezieht sich auf die vorgegebene anatomische Region (Tibiakopf); die Altersgruppe (Kinder unter 12 Jahren) stimmte nur bei 2 Studien mit der Vorgabe überein. Alle Studien fokussierten sich auf die distale (malleolare) Tibia-Region. Die Studienqualität ist auf Grund des deskriptiven Charakters und verschiedener Bias-Risiken als unterdurchschnittlich einzuschätzen.

Obwohl die Suchergebnisse von der prädefinierten Fragestellung abweichen, wurden die Publikationen analysiert und in **Anhang A PICO 16** dargestellt.

PICO 17 „Mittelfuß-Frakturen“

Zu dieser Fragestellung wurden 8 klinische Beobachtungsstudien gefunden. Die Studienqualität darf als gut bezeichnet werden. Neben konventioneller Radiografie kommen vereinzelt auch CT und MRT als Referenzverfahren zum Einsatz. Weitere Faktoren mit negativer Auswirkung auf die Qualität sind die kleinen Frakturzahlen, sehr unterschiedliche Qualifikation der Untersucher und die manchmal beträchtliche zeitliche Verzögerung der US Untersuchung nach dem traumatischen Ereignis.

Die Resultate sind in **Anhang A PICO 17** dargestellt.

PICO 18 „Toddler’s Fraktur“

Es wurden 3 klinische Berichte gefunden, darunter eine Fallserie. Im Allgemeinen sind diese Quellen durch mehrere Bias-Risiken und niedrige Qualität charakterisiert.

Die Ergebnisse der Bewertung sind in **Anhang A PICO 18** zusammengefasst.

PICO 19 „Stressfrakturen“

Die Literatursuche ergab 4 Publikationen zu klinischen Studien und 3 Meta-Analysen. Bis auf einzelnen Ausnahmen, sind die Studien von guter Qualität und lassen keine schwerwiegende Bias-Risiken erkennen.

Die tabellarische Bewertung ist in **Anhang A PICO 19** dargestellt.

PICO 20 „Frakturdislokation“

Die Verwendung von US bei der Diagnostik von Frakturdislokationen wurde in 11 Studienberichten erörtert. In allen Studien wurde konventionelle Radiografie als Referenzstandard eingesetzt. Die meisten Arbeiten zeichneten sich durch kleine Fallzahlen dislozierter Frakturen aus; dadurch wurde in vielen Fällen die Evidenzqualität negativ beeinflusst.

Die Ergebnisse der Bewertung sind in **Anhang A PICO 20** dargestellt.

PICO 21 „Kallusdarstellung“

US Untersuchung der Kallusbildung wurde in 4 klinischen Berichten beschrieben. In allen Studien diente Radiografie als Referenzverfahren. Die Index-Methode US wurde in einigen der Studien in der Form von Farb-Doppler oder Puls-Wave-Doppler eingesetzt, um die Dynamik der Vaskularisation im Kallus zu verfolgen. Mit Ausnahme einer Studie ist die Qualität der Arbeiten durch schwerwiegende Bias-Risiken beeinflusst.

Die Ergebnisse der Bewertung sind in **Anhang A PICO 21** dargestellt.

PICO 22 „Pseudoarthrose“

Zu diesem Inhaltspunkt ergab die Recherche keine relevanten Veröffentlichungen.

Der **Anhang A PICO 22** enthält keine Daten und ist nur vollständigheitshalber eingeschlossen.

PICO 00 „Allgemein“

Insgesamt 31 Publikationen zu US-Frakturdiagnostik (21 Beobachtungsstudien und 10 Meta-Analysen und systematische Reviews) konnten keiner der vorbestimmten anatomischen Regionen zugeordnet werden. Auf Grund ihres meist hohen Informationswertes wurden sie in die Sondergruppe „Allgemein“ aufgenommen und nach SIGN Kriterien analysiert.

Mehr als die Hälfte dieser Quellen zeichnet sich durch überdurchschnittliche Qualität aus. Als Referenzstandard wurde fast ausschließlich Radiografie verwendet.

Die Ergebnisse der Bewertung dieser Arbeiten sind in **Anhang A PICO 00** dargestellt.

3.6 Empfehlungsgraduierung

Die Empfehlungsformulierung und Vergabe von Empfehlungsgraden erfolgte unter Berücksichtigung der Information aus den Beobachtungsstudien, Meta-Analysen und systematischen Reviews mit einem SIGN- Evidenzniveau von 2+ und 2++ und der Nutzen-Schaden Abwägung, wie sie in der Leitliniengruppe diskutiert wurde (s.a. Hintergrundtexte). Die Vergabe von Empfehlungsgraden erfolgte dreistufig: A („soll“), B („sollte“), 0 („kann“) entsprechend des AWMF Regelwerks (<https://www.awmf.org/leitlinien/awmf-regelwerk/II-entwicklung/awmf-regelwerk-03-leitlinienentwicklung.html>).

Die abschließende Festlegung der Empfehlungen erfolgte in mehreren Online-Sitzungen. Obwohl nicht zwingend erforderlich bei einer S2e-Leitlinie, wurde eine formale Abstimmung für alle Empfehlungen durchgeführt. Ein Konsens war bei >75%, ein starker Konsens bei >95% erreicht. Für alle Empfehlungen wurde ein Konsens oder starker Konsens erzielt.

4 Externe Begutachtung und Verabschiedung

Die Begutachtung der Leitlinie erfolgte durch die AWMF und wurde von den Vorständen der beteiligten Fachgesellschaften verabschiedet.

5 Redaktionelle Unabhängigkeit

5.1 Finanzierung der Leitlinie

Die Leitlinie wurde von der DEGUM e.V. finanziert; eine Einflussnahme auf Diskussion, Ergebnis und Inhalte der Leitlinie fand weder direkt noch indirekt statt.

5.2 Darlegung von Interessen und Umgang mit Interessenkonflikten

Die Angaben zu den Interessen wurden mit dem AWMF-Formblatt von 2018 erhoben und in Abstimmung mit Frau Nothacker von der AWMF Leitlinie vom Koordinator in Absprache mit der Leitliniengruppe bewertet.

Als geringer Interessenkonflikt wurde die Mitwirkung bei Kursen, Autorenschaften oder Vorträge mit Finanzierung durch thematisch relevante Industrieunternehmen bewertet, als moderater Interessenkonflikt Mitarbeit in einem Wissenschaftlichen Beirat oder Gutachtertätigkeit sowie Aktienbesitz von thematisch relevanter Industrie.

Im Ergebnis wurden keine geringen Interessenkonflikte festgestellt und moderate Interessenkonflikte bei zwei von neun Autorinnen und Autoren. Aufgrund der schützenden Faktoren der unabhängigen Evidenzaufarbeitung und der interdisziplinären Leitliniengruppe sowie der Tatsache, dass mehr als 50% der Leitliniengruppe keine finanziellen Interessenkonflikte aufwiesen, wurde auf eine Enthaltung bei Abstimmungen verzichtet.

Eine Übersicht über die Erklärung von Interessen und das Ergebnis der Bewertung von Interessenkonflikten ist unter Anhang B: Übersicht Interessenkonflikte zu finden.

6 Verbreitung und Implementierung

Die Leitlinie wird auf der Website der AWMF publiziert (www.awmf.org/leitlinien/detail/II/085-003.html).

7 Gültigkeitsdauer und Aktualisierungsverfahren

Die Leitlinie ist von 12/2021 bis 12/2026 gültig.

Vorgesehen sind regelmäßige Aktualisierungen; bei dringendem Änderungsbedarf werden diese gesondert publiziert. Kommentare und Hinweise für den Aktualisierungsprozess sind ausdrücklich erwünscht und können an das Leitliniensekretariat gesendet werden.

Kontakt Leitliniensekretariat: DEGUM, Charlottenstr. 79/80 10117 Berlin Tel.: +49 (0)30 2060 8888-0
Fax: +49 (0)30 2060 8888-90; Internet: www.degum.de; E-Mail: geschaeftsstelle@degum.de

Anhang A: Evidenztabellen mit Bewertung

PICO 01 Schädel

Klinische Studien

Ref	Design	Popula- tion	Stich- probe	Intervention	Komparator	Primär- Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Choi et al_2020	Prospektiv Auto- Kontrolle	Alter < 4 J. Kopf- trauma GCS >14	87	Point of care US	CT	US vs. CT <ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität • Spezifität • PPV • NPV 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 77% • Spezifität 100% • PPV 100 % • NPV 96 % 	<ul style="list-style-type: none"> • Willkürliche Stichprobe • niedrige Qualifikation der US Untersucher (8 h) • kleine pathologische Fallzahl (13/87) 	2+
Debozorgi et al_2021	Prospektiv Auto- Kontrolle	Alter < 14 J Kopf- trauma	168	Point of care US	CT	US vs. CT <ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität • Spezifität • PPV • NPV • Genauigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 82 % • Spezifität 100 % • PPV 100 % • NPV 99 % • Genauigkeit 99 % 	<ul style="list-style-type: none"> • Willkürliche Stichprobe • kleine pathologische Fallzahl (11/168) 	2+
Masacli et al_2019	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter <18 J bis zu 24 h nach Kopf- trauma	538	Point of care US	CT	US vs. CT bei Diagnose von Frakturen und Hämorrhagien <ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität • Spezifität 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität Fraktur 92 % • Spezifität Fraktur 96 % <p>Sensitivität bei Hämatomdiagnose nimmt mit dem Alter ab; Spezifität unverändert bei 97 %</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Interobserver-Variabilität (0,36 bis 0,82) 	2+
Parri et al_2013	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter <18 J Kopftrau- ma sichtbar GCS >14	55	Point of care US	CT	US vs. CT <ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität • Spezifität • PPV • NPV 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 100 % • Spezifität 95 % • PPV 97 % • NPV 100 % 	<ul style="list-style-type: none"> • variable US • Qualifikation • relativ kleine Stichprobe 	2+

Ref	Design	Popula- tion	Stich- probe	Intervention	Komparator	Primär- Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Parri et al_2018	Prospektiv Auto- Kontrolle	Alter < 2 J. Kopf- trauma GCS 14-15	115	Point of care US	CT	US vs. CT <ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität • Spezifität • PPV • NPV 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 91 % • Spezifität 85 % • PPV 95 % • NPV 74 % 	<ul style="list-style-type: none"> • willkürliche Stichprobe • kein US bei Schädelbasis 	2+
Rabiner et al_2013_b	Prospektiv Auto- Kontrolle	Alter <21 J Kopf- trauma	69	Point of care US	CT	US vs. CT <ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität • Spezifität • PLR • NLR 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 88 % • Spezifität 97 % • PLR 27 • NLR 0,13 	<ul style="list-style-type: none"> • willkürliche Stichprobe • variable US Qualifikation • kleine pathologische Fallzahl (8/69) 	2+
Riera & Chen_2012	Prospektiv Auto- Kontrolle	Alter <18 J Kopf- trauma	46	Point of care US	CT	US vs. CT <ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität • Spezifität • PPV • NPV 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 82 % • Spezifität 94 % • PPV 82 % • NPV 94 % 	<ul style="list-style-type: none"> • Willkürliche Stichprobe • z.T. keine Verblindung • variable US Qualifikation • kleine Stichprobe und pathologische Fallzahl (11/46) 	2-
Trenchs et al_2009	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter <1 J Leichtes Kopf- trauma -Lineare Fraktur durch Rö diagnosti- ziert	123	transfontanel- larer US mit Farb-Doppler	CT bei Bedarf	<ul style="list-style-type: none"> • Inzidenz zusätzlicher CT 	<ul style="list-style-type: none"> • zusätzliche CT in 5,7 % der Fälle 	<ul style="list-style-type: none"> • Rö als erste Maßnahme • Entschei- dung für US oder CT durch den aufneh- menden Arzt • deskriptiv 	2-

Meta-Analysen und Systematische Reviews

Ref	Quellen	Fallzahl	Zusammenfassung	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Alexandridis et al_2020	Ovid, Cochrane, Embase, Google Scholar	7 Studien 925 Fälle	<p><i>Im Vergleich zu CT diagnostiziert US Schädelfrakturen bei Kindern mit</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 91 % • Spezifität 96 % • PPV 88 % • NPV 97 % <p>Die Interpretation der US Befunde ist von der Qualifikation des Untersuchenden sehr stark abhängig</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Gute Studienqualität durch QUADAS verifiziert • geringes Verzerrungsrisiko • 1 Studie betrifft nicht nur Schädelfraktur 	2++
Gordon et al_2020	Pubmed, Embase, Web of Science	6 Studien 393 Fälle	<p><i>US diagnostiziert Schädelfrakturen mit</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 91 % • Spezifität 96 % • PLR 14,4 • NLR 0,14 <p>Die durchschnittliche Prävalenz von Schädelfrakturen bei den bewerteten Studien beträgt 31%. Ein positiver US Befund würde die Wahrscheinlichkeit einer Frakturdiagnose auf 87% erhöhen, während ein negativer US Befund die Wahrscheinlichkeit auf 6 % reduzieren.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Gute Studienqualität durch QUADAS verifiziert • relativ niedrige Fallzahl 	2+

PICO 02 Clavicula


Klinische Studien

Ref	Design	Popula- tion	Stich- probe	Intervention	Komparator	Primär- Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Chien et al_2011	Prospektiv Autokont- rolle	Alter <17 Verdacht auf Clavi- culafraktur	58	Point-of-care US	Rö	US vs. Rö <ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität • Spezifität • PPV • NPV • PLR • NLR • Dauer der Untersuchung 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 90 % • Spezifität 89 % • PPV 95 % • NPV 81 % • PLR 8,33 • NLR 0,11 • Dauer US (76 Min.) sign. kürzer als bei Rö (107 Min.) 	<ul style="list-style-type: none"> • willkürliche Stichprobe • minimale bzw. fehlende US Ausbil- dung • keine Ver- blindung • relativ kleine Fallzahl 	2-
Cross et al_2010	Prospektiv Autokont- rolle <i>Post-hoc</i> - Bewertung	Alter <18 Schulter- trauma	100	Point-of-care US	Rö	US vs. Rö <ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität • Spezifität • PPV • NPV 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 95 % • Spezifität 96 % • PPV 95 % • NPV 96 % 	<ul style="list-style-type: none"> • Willkürliche Stichprobe • Verblindung erst bei Abschlußbew- er-tung durch US Spezialist • 97 % durch einen US- Untersucher 	2-
Kayser et al_2003	Prospektiv Cross- section	Neugebo- rene Verdacht auf Clavi- culafraktur	15	Point-of-care US	kein	<ul style="list-style-type: none"> • US Befund 	<ul style="list-style-type: none"> • US Befund bestätigt kli- nischen Verdacht 	<ul style="list-style-type: none"> • rein deskrip- tiv • sehr kleine Fallzahl 	2-
Kozaci et al_2019	Prospektiv Cross- section	Thorax- Trauma	81	Thorax US	CT	US vs. CT <ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität • Spezifität 	Für Clavicula-Frakturen <ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 83 % • Spezifität 100 % 	<ul style="list-style-type: none"> • Teil-Ergebnis • nur 2 Clavicula- Frakturen in der Stichprobe 	2-

Ref	Design	Popula-tion	Stich-probe	Intervention	Komparator	Primär-Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/Bias	Evidenz-Niveau
Thorsmark et al_2017	Prospektiv Cross-section AutoKontrolle	Radiologisch bestätigte Clavicula-Fraktur Keine Altersgrenze	53	2x US Längenmessung innerhalb von 3 Wo. nach Fraktur	kein	<ul style="list-style-type: none"> • Längenveränderung zw. 1.-9. und 20.-26. Tag 	<ul style="list-style-type: none"> • Schlüsselbein-Länge bleibt stabil über 3 Wochen nach Fraktur 	<ul style="list-style-type: none"> • keine validierte Untersuchungsmethode • keine radiologische Kontrolle 	2- oder n.a.
Wüstner et al_2005	Prospektiv Cross-section AutoKontrolle	Stumpfes Thorax-Trauma Keine Altersgrenze	100	US	Rö	<ul style="list-style-type: none"> • regionale Verteilung der Verletzungen 	<ul style="list-style-type: none"> • nur 1 Fall von Clavicula-Fraktur 	<ul style="list-style-type: none"> • Inklusion zu verschiedenen Zeitpunkten nach Trauma • verschiedene US Geräte 	3 oder n.a.

Meta-Analysen und Systematische Reviews

Ref	Quellen	Fallzahl	Zusammenfassung	Schwächen/Bias	Evidenz-Niveau
Ackermann et al_2020	n.a.	n.a.	<p><i>Beim diagnostischen Vorgehen bez. Clavicula-Frakturen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • existieren keine einheitliche Standards • gibt es keine eindeutige Indikationen für Rö-Kontrolle • soll die US-Untersuchung in 2 Ebenen (ventral und kranial) erfolgen • wird bei Unsicherheit zusätzliche Untersuchung in ventro-kranialer Ebene empfohlen • wird bei technischen Schwierigkeiten eine fokussierte US-Untersuchung empfohlen • soll eine US-Untersuchung bei unklarem radiologischen Befund vorgenommen werden 	<ul style="list-style-type: none"> • erfüllt nicht die QUADAS Qualitätskriterien 	4
Sprague_2020	Medline, Cochrane, Google Scholar, Clinical Key	2 Publikationen 258 Fälle (s. Cross et al, 2010 und Chien et al. 2011)	<p><i>Diagnostizierung von pädiatrischen Clavicula-Frakturen durch US</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • ist der radiologischen Diagnostik nicht unterlegen • ist mit kürzerer Dauer der Untersuchung assoziiert • wird von der variablen Qualifikation der US-Untersucher beeinflusst 	<ul style="list-style-type: none"> • Analyse nach Cochrane Kriterien zeigt keine schwerwiegende Bias 	1+

Ref	Quellen	Fallzahl	Zusammenfassung	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Yousefifard et al_2016 	Medline, Embase, Scopus, Web of Science, Cochrane, Pro Quest	17 Publikationen 1 667 Fälle	<p><i>Im Vergleich zu radiologischen Verfahren zeigt US</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • höhere Sensitivität bei der Diagnostizierung von Frakturen im Thorax-Bereich (97 vs. 94 %) • Die Sensitivität bei der Detektion von Clavicula- und Sternum-Frakturen ist niedriger als diese für Rippen-Frakturen (91 vs. 97 %) • Die Sensitivität hängt von der Qualifikation des US-Untersuchers ab (Radiologie-Facharzt 96% vs. Notfallmedizin-Facharzt 90%) 	<ul style="list-style-type: none"> • Qualitätsbewertung nach QUADAS • geringfügiges Verzerrungsrisiko • Clavicula-Analyse ist nur Teilergebnis 	2+

PICO 03 AC-Gelenk

Klinische Studien

Ref	Design	Popula- tion	Stich- probe	Intervention	Komparator	Primär- Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Akyol et al_2016	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter >15 Verdacht auf AC- Disloka- tion	103	Point-of-care US vor und nach Reposi- tion	Rö Diagnostik	Dislokation- Diagnose • Sensitivität • Spezifität Fraktur-Dia- gnose • Sensitivität • Spezifität	<ul style="list-style-type: none"> • US diagnostiziert Dislokation mit 100% Sensitivität und Spezifität • US schließt Frakturen mit 100% Sensitivität und 84% Spezifität aus • US bestätigt erfolgreiche Reposition mit 100% Spezi- fität 	<ul style="list-style-type: none"> • willkürliche Stichprobe • US Training für 2,5 h • zwei Typen von US-Geräten verwendet 	2+
Faruch Bilfeld et al_2017	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Verdacht auf Schul- terdisloka- tion	47	Point-of-care US	-Rö -3T MRI als Referenz	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnose und Einstufung von Läsionen des <i>Lig. coraco-claviculare</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • US diagnostiziert Läsionen mit 89% Sensitivität und 90% Spezifität (PPV 92%, NPV 86%) • US und MRT Befunde zeigen hohe Übereinstimmung (Korrelation 83%) • Rö Befunde unterschätzen die Läsion in mehr als 50% der Fälle mit niedrigerer Korrelation zu US (69%) 	<ul style="list-style-type: none"> • US Läsion- bewertung nach modifizierter Rockwell-Skala un- terschiedlich vom Rö/MRT Einschätzung • nur 1 US- Untersucher • relativ kleine Stichprobe 	2+
Iovane et al_2004	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Verdacht auf Schul- terdisloka- tion	18	Point-of-care US	Rö (bevor US)	<ul style="list-style-type: none"> • Übereinstimmung von Messungen der AC und CC Ligamente 	<ul style="list-style-type: none"> • gute Übereinstimmung zw. Rö und US Messungen 	<ul style="list-style-type: none"> • deskriptiv • sehr kleine Stichprobe • keine Ver- blindung 	2-

Ref	Design	Popula- tion	Stich- probe	Intervention	Komparator	Primär- Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Secko et al_2020	Prospektiv Auto- Kontrolle	Verdacht auf Schul- terdisloka- tion	65	Point-of-care US mit dorsa- lem Zugang	3D-Rö	<ul style="list-style-type: none"> • Leistungs- indizes US • Identifizie- rung spezifi- scher Fraktur- arten • Zeitaufwand 	<ul style="list-style-type: none"> • US zeigt 100% Sensitivität und Spezifität bei Diagnose von Dislokation (PPV und NPV 100%) • US diagnostiziert non-Hill-Sachs/non-Bankraft Frakturen mit 92% Sensitivität und 100% Spezifität • US Diagnose in 18 Sek. 	<ul style="list-style-type: none"> • willkürliche Stichprobe • Missing data in 5 Fällen • ungleiche Qualifikation 	2+

Meta-Analysen und Systematische Reviews

Ref	Quellen	Fallzahl	Zusammenfassung	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Krill et al_2018	Medline, Ovid, Cochrane	2 Studien 191 Fälle	<p><i>Leistungsindizes von körperlichen Untersuchungsmethoden zur Diagnose von AC Gelenkpathologie</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Paxino's-Zeichen und O'Brien-Test zeigen bei aufeinanderfolgender Anwendung Spezifität von 96% und (die höhere) PLR von 2,71 • gleichzeitige Anwendung von Paxino's-Zeichen und Hawkins-Kennedy Test zeigen Sensitivität von 94% und (niedrigere) NLR von 0,35 	<ul style="list-style-type: none"> • betrifft nicht die Fragestellung „US Diagnostik“ 	n.a.
Pogorzelski et al_2017	Medline, Cochrane, Embase	17 Studien +660 Fälle	<p><i>Standarduntersuchung zur Diagnostik von AC Gelenkpathologie</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Es kann keine bevorzugte Methode empfohlen werden • Die Beurteilung der vertikalen Instabilität des Schlüsselbeins ist weitgehend reproduzierbar, während diese der horizontalen Instabilität weist hohe Inter-Observer-Variabilität auf • Radiografie ist wegen ihrer Unabhängigkeit von der Qualifikation des Untersuchenden obligatorisch für den Ausschluss von Frakturen • Es gibt keine einheitliche Meinung, ob zusätzliche Untersuchungen die radiologischen Ergebnisse verbessern können 	<ul style="list-style-type: none"> • keine Bewertung der Studienqualität • keine Meta-Analyse 	2+

Ref	Quellen	Fallzahl	Zusammenfassung	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Tat et al_2020	Medline, Embase, Web of Science, Scopus	24 Studien	<ul style="list-style-type: none"> • US Diagnostik bei Schultergelenk-Verletzungen • Sehr gute Leistung bei der Diagnose partieller und kompletter Risse der Rotatorenmanchette • ungenügende Evidenz bei der Diagnostik von Labrum-Schädigungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Qualität-Bewertung nach QUADAS • geringes Bias-Risiko • keine direkte Beziehung zur Fraktur-Fragestellung 	2+ oder n.a.

PICO 05 Humerus

Klinische Studien

Ref	Design	Popula- tion	Stich- probe	Intervention	Komparator	Primär- Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Ackermann et al_2010_b	Prospektiv Cross-section Auto-Kontrolle	Alter < 12 Verdacht auf Humerusfraktur	33	Point-of-care US in 4 Projektionen	Rö	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität • Spezifität • Methodenqualität-Score • Schmerzhaftigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> • US Sensitivität 94% • US Spezifität 100% • Qualitätscore US höher in 16 Fällen (vs. 5 bei Rö) • übereinstimmende Therapie-Empfehlung bei US und Rö 	<ul style="list-style-type: none"> • Bewertungsmodus nicht validiert • relativ kleine Stichprobe • recruitment bias 	2-
Ackermann et al_2013_a	Prospektiv Cross-section Auto-Kontrolle	Alter <12 Verdacht auf Humerusfraktur	30	Point-of-care US in 4 Projektionen	Rö	<ul style="list-style-type: none"> • maximale Achsabweichung • Sicherheit der Messung 	<ul style="list-style-type: none"> • größere Dislokation häufiger durch US bestimmt • Sicherheit der Messung höher bei US 	<ul style="list-style-type: none"> • Sicherheitsbewertungsmodus nicht validiert • relativ kleine Stichprobe 	2-
Ackermann et al_2013_b	Retrospekt. Modellvalidierung	Fachärzte für Radiologie und Unfallchirurgie	5	Modellanwendung an Rö-Aufnahmen	keine	<ul style="list-style-type: none"> • Übereinstimmung zw. Modellberechnung und Interpretation der Aufnahme 	<ul style="list-style-type: none"> • Rö Aufnahmen erlauben keine korrekte Beurteilung von Rotation und Kippung des proximalen Humerus Suche nach Alternativen zu Rö empfohlen 	<ul style="list-style-type: none"> • keine Untersuchung an pathologischen Beispielen 	2- oder n.a.
Ruffen et al_2006 ▲	Cross-section	Alter >21 Persistierender Schmerz 2-300 Tage nach Trauma	57	US	Rö (bevor US) bei klinischem Frakturverdacht +MRT (bei diskordanten Rö-US-Befunden)	<ul style="list-style-type: none"> • Validierung des „Doppellinienszeichen“ (DLS) als US Merkmal okkulten Fraktur 	<ul style="list-style-type: none"> • DLS ist vorhanden in 93% der Frakturen und, somit, häufiger als periostale Erhebungen, Diskontinuität und step-off-Deformationen • Hochauflösung-US ist eine zuverlässige Alternative zu CT, MRT und Arthroskopie 	<ul style="list-style-type: none"> • missing Rö • Daten für 30% der Fälle • post-hoc-Vergleiche ohne Verblindung • deskriptiv 	2-

Meta-Analysen und Systematische Reviews

PICO 06 Fat Pad Zeichen

Klinische Studien

Ref	Design	Popula- tion	Stich- probe	Intervention	Komparator	Primär- Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Al-Aubaidi & Torfing_2012	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter 6-15 Ellenbogen trauma mit Fat pad Rö Zeichen	26	Rö	MRT	<ul style="list-style-type: none"> • Übereinstimmung zw. Fat pad Zeichen und Frakturbefund 	<ul style="list-style-type: none"> • Fat pad im Rö Bild ist kein sicheres Zeichen okkulturer Fraktur • MRT Befunde haben keinen Einfluss auf Therapie vorgehen 	<ul style="list-style-type: none"> • kleine Fallzahl • Alterseinschränkung 	2-
Blumberg et al_2011	Prospektiv Cross- section	Alter 1-18 Ellenbogen trauma	197	Rö	kein	<ul style="list-style-type: none"> • Assoziation zw. normalem Anterior Fat Pad-Befund und fehlender Fraktur 	<ul style="list-style-type: none"> • Normales Anterior Fat Pad Zeichen schließt eine Fraktur mit 96% Sensitivität aus (NPV 98%) 	<ul style="list-style-type: none"> • missing data in 15% der Fälle 	2++
Burnier et al_2016	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter <15 Ellenbogen trauma	34	US	Rö bei Aufnahme und nach 15 Tagen	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnose okkulturer Fraktur durch US • Behandlungskosten 	<ul style="list-style-type: none"> • US Fat Pad Zeichen diagnostiziert okkulte Frakturen bei unauffälligem Rö Bild • Fat Pad Zeichen identifiziert Fraktur mit 100% Sensitivität • Lipohämarthrose indiziert Fraktur mit 92% Sensitivität • US Anwendung führt zu Kosteneinsparung von 29 € 	<ul style="list-style-type: none"> • nur 1 US Untersucher • US Untersuchung zeitversetzt • variables Interobserver-Agreement bei Rö Bewertung • kleine Stichprobe 	2+
Eckert et al_2014	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter <14 Verdacht auf Ellen- bogen- Fraktur	79	Point-of-care US	Rö	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnostische Genauigkeit von US Dorsal Fat Pad Zeichen 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 97 (92)% • Spezifität 90 (93)% • PPV 90 (92)% • NPV 97 (93)% • PLR 10 (12,6) • NLR 0,03 (0,09) • Diagnose korrekt 94 (92)% • Diagnose falsch 6 (8)% 	<ul style="list-style-type: none"> • Parameter-Differenzen durch Zweit-bewertung • US Befund beeinflusst durch klinisches Bild 	2++

Ref	Design	Popula- tion	Stich- probe	Intervention	Komparator	Primär- Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Rabiner et al_2015	Prospektiv Cross- section	Alter <5 J Radius- kopf-Sub- luxation	42	Point-of-care US	kein	<ul style="list-style-type: none"> • Assoziation von Posterior Fat Pad Zeichen mit Radiuskopf-Subluxation 	<ul style="list-style-type: none"> • Posterior Fat Pad Zeichen und/oder Lipohämarthrose nicht ausgeschlossen, jedoch selten (in nur 17% der Fälle) • Negativer US Befund unterstützt sofortige Reposition 	<ul style="list-style-type: none"> • hochqualifizierte Untersucher • kein Vergleich (erfolgreiche Reposition dient als Beweis) • deskriptiv 	2-

PICO 07 Ellenbogen

Klinische Studien

Ref	Design	Popula- tion	Stich- probe	Intervention	Komparator	Primär- Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Avci et al_2016▲	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter 5-65 (50% <18) Ellenbogen trauma	49	Point-of-care US	Rö CT (Referenz)	<ul style="list-style-type: none"> • Fraktur- Detektion und • *Diagnose epiphysealer Involvierung 	US Indizes vs. CT <ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 97/*100 % • Spezifität 88/*97 % • PPV 94/*92 % • NPV 93/*100 % US und CT sind Rö überlegen	<ul style="list-style-type: none"> • sehr undeutliche sprachliche Fassung • kurzes US Training • relativ kleine Stichprobe 	2+
Burnier et al_2016☼	Prospektiv Cross- section Auto-Kont- rolle	Alter <15 Ellenbogen trauma	34	US	Rö bei Auf- nahme und nach 15 Tagen	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnose okkultur Frak- tur durch US • Behandlungs- kosten 	<ul style="list-style-type: none"> • US Fat Pad Zeichen diag- nostiziert okkulte Frakturen bei unauffälligem Rö Bild • Fat Pad Zeichen identifiziert Fraktur mit 100% Sensitivität • Lipohämarthrose indiziert Fraktur mit 92% Sensitivität • US Anwendung führt zu Kosteneinsparung von 29 € 	<ul style="list-style-type: none"> • nur 1 US Untersucher • US Untersuchun- g zeitversetzt • variables Interobserver- Agreement bei Rö Bewertung • kleine Stichprobe 	2+
Eckert et al_2013_a	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter 1-13 Ellenbogen trauma	67	Point-of-care US (7 Projek- tionen)	Rö (2 Ebenen)	<ul style="list-style-type: none"> • Fraktur- Detektion 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 98 % • Spezifität 95 % • PPV 98 % • NPV 95 % Negativer US Befund macht Rö überflüssig Fat Pad Zeichen ist sicheres Frakturmerkmal		2++

Ref	Design	Popula- tion	Stich- probe	Intervention	Komparator	Primär- Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Eckert et al_2013_b	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter 1-13 Ellenbogen trauma	106	Point-of-care US (7 Projek- tionen)	Rö (2 Ebenen)	<ul style="list-style-type: none"> • Fraktur- Detektion • Verschie- bung-Einstu- fung 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 100 % • Spezifität 94 % • PPV 95 % • NPV 100 % • Übereinstimmende Einstu- fung von Verschiebungen bei US und Rö 	<ul style="list-style-type: none"> • keine Zweit- validierung • US Unter- sucher mit sehr hoher Qualifikation 	2++
Pistor & Graffstädt_2003	Prospektiv nach retro- spektiver Lernphase Cross- section	Alter ??? Ellenbogen trauma	25	US	Rö	<ul style="list-style-type: none"> • Eignung ei- nes modifizier- ten Diagnose- verfahrens 	<ul style="list-style-type: none"> • Die Anwendung von zusätzlichen dorsalen radialen und ulnaren Sektionen verbessert die US Diagnostik suprakondilärer Frakturen • Sensitivität 80% • Spezifität 50% • PPV 71% • NPV 62% 	<ul style="list-style-type: none"> • keine demo- graphischen Angaben • deskriptiv • kleine Fall- zahl • sehr kleine Untergruppen 	2-
Rabiner et al_2013_a	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter <21 Ellenbogen trauma	130	Point-of-care US	Rö	<ul style="list-style-type: none"> • Fraktur- Detektion • Interobser- ver-Agree- ment zw. 26 Untersuchern 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 98% • Spezifität 70% • PLR 3,3 • NLR 0,03 • US Anwendung würde Rö in 48% der Fälle ersparen, wobei 1 Fehldiagnose zustande käme • Agreementkoeffizient 0,77 	<ul style="list-style-type: none"> • Training für 1 Stunde • Fat Pad oder Lipohämarth- rose als Referenzmerk- male gesetzt • willkürliche Stichprobe 	2+

Ref	Design	Popula-tion	Stich-probe	Intervention	Komparator	Primär-Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/ Bias	Evidenz-Niveau
Tokarski et al_2018	Prospektiv Cross-section Auto-Kontrolle	Alter <21 Ellenbogen trauma	100	Point-of-care US	Rö	<ul style="list-style-type: none"> • Fraktur-Detektion • Notwendigkeit von Rö-Bestätigung • Untersuchungsdauer 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 88% • Spezifität 74% • PPV 71% • NPV 90% • PLR 3,4 • NLR 0,16 • Rö-Notwendigkeit um 23% reduziert • US-Diagnose dauert 3 Min Rö-Diagnose – 60 Min 	<ul style="list-style-type: none"> • Training für 1 Stunde • Frakturdiagnose nur anhand Posterior Fat Pad u/o Lipohämarthrose Präsenz • Differenzen zw. Experten- und Anfänger-Ergebnisse um 10-15% 	2+
Vocke-Hell & Schmid_2001	Prospektiv Fallserie	Alter 4-9 Fraktur des lateralen Humerus-Kondylus	6	US	Rö (vor US) Rö follow-up	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnose von Gelenkknorpelläsion 	<ul style="list-style-type: none"> • Gelenkknorpel-Läsion in 2 Rö-negativen Fällen diagnostiziert • US eignet sich als Untersuchungsmodalität bei nicht-ossifizierten Regionen 	<ul style="list-style-type: none"> • sehr kleine Stichprobe • keine Verblindung • deskriptiv 	3
Zhang & Chen_2008	Prospektiv Fallserie	Alter 2-9 Fraktur des lateralen Humerus-Kondylus	9	US	Rö (vor US) Rö follow-up	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnose von Gelenkknorpelläsion 	<ul style="list-style-type: none"> • Gelenkknorpel-Läsion in 6 Rö-unsicheren Fällen diagnostiziert • US eignet sich für die Diagnostizierung intraartikulärer Läsionen bei nicht-dislozierten Kondylusfrakturen 	<ul style="list-style-type: none"> • sehr kleine Stichprobe • deskriptiv • keine Verblindung 	3

Ref	Design	Popula- tion	Stich- probe	Intervention	Komparator	Primär- Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Zuazo et al_2008	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter 5-15 Ellenbo- gentrau- ma mit Erguss, aber ne- gativem Rö- Bild	14	US	Rö (vor US) MRT (<i>post- hoc</i> -Standard	<ul style="list-style-type: none"> • Assoziation von Gelenkerguss mit kortikaler Läsion 	<p>-Lipohämarthrose ist meist mit okkulten kortikalen Läsionen assoziiert</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 88% • Spezifität 100% • PPV 100% • NPV 86% <p>-Einfache Hämarthrose ist nur in Einzelfällen von kortikalen Läsionen begleitet</p> <p>-Extraartikuläre und trabekuläre Frakturen sind durch US nicht erfassbar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • kleine Fallzahl • US zeitlich verzögert • Verblindung nur bei MRT 	2-

Meta-Analysen und Systematische Reviews

Ref	Quellen	Fallzahl	Zusammenfassung	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Lee & Yun_2019	Pubmed, EMBASE	10 Studien 519 Fälle	<p><i>Die durchschnittliche Leistungsfähigkeit von US Diagnostik bei pädiatrischen Ellenbogen- Frakturen beträgt</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 96% • Spezifität 89% • Fläche unter der ROC Kurve 0,97 • Falsch-negative Aussagenrate 3,7% <p><i>Wichtigster Störfaktor ist die Qualifikation des US Untersuchers</i></p> <p><i>Die Auswirkung des Störfaktors macht sich durch Beeinflussung der Sensitivität bemerkbar Keine Daten zu Salter-Harris-Frakturen</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Qualitätsbewertung nach QUADAS-2 • Meta-Regressionsanalyse mehrerer Störvariablen • Methoden-Differenzen können verzerrende Effekte verursachen 	2+

Ref	Quellen	Fallzahl	Zusammenfassung	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Tsou et al_2020	Pubmed, EMBASE, Web of Science	32 Studien 2 994 Fälle (davon 12 zu Ellenbogenfrak- turen)	<p><i>Die durchschnittliche Leistungsfähigkeit von US Diagnostik bei pädiatrischen Ellenbogen- Frakturen beträgt</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 95% • Spezifität 87% • Fläche unter der ROC Kurve 0,9 • PLR 7,10 • NLR 0,06 <p><i>Die diagnostische Genauigkeit von US bei Ellenbogen-Frakturen ist geringer als bei der Untersuchung von Armfrakturen</i></p> <p><i>Die Rolle des subjektiven Faktors (Qualifikation) wird unterstrichen</i></p> <p><i>Die Bedeutung zusätzlicher nicht-messbarer Störvariablen kann nicht ausgeschlossen werden</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Qualitätsbewertung nach QUADAS-2 • Meta-Regressionsanalyse von Störfaktoren • signifikante Publikation- und Selektion-Bias-Risiken • häufige Anwendung indirekter Diagnosekriterien (Fat Pad, Lipohäm arthrose) 	2+

PICO 08 Vorderarm

Klinische Studien

Ref	Design	Popula- tion	Stich- probe	Intervention	Komparator	Primär- Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Ackermann et al_2009	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter 0-12 Trauma- anamnese Unterarm- schmerz	93	Point-of-care US	Rö	<ul style="list-style-type: none"> • US diagnos- tische Leist- ung 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 94% • Spezifität 99% • Differenz der axialen Ab- weichung vs. Rö – Radius 1,8⁰, Ulna 0,7⁰ 	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminierung von 0-Werten bei Berech- nung der Ab- weichung • Untersucher mit ungleicher Qualifikation 	2+
Ackermann et al_2010_a	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter 0-12 Trauma- anamnese Unterarm- schmerz	93	Point-of-care US	Rö	<ul style="list-style-type: none"> • US diagnos- tische Leist- ung 	<ul style="list-style-type: none"> • identisch mit Ackermann et al_2009 		n.a. redundant
Ackermann et al_2019	Prospektiv Cross- section	Alter 0-12 Vorderarm Frakturver- dacht	498	Diagnostik nach Wrist- SAFE-Algo- rithmus (US in 6 Projektionen)	Rö-Überprü- fung unklarer Befunde	<ul style="list-style-type: none"> • Zuverlässig- keit des Algo- rithmus • Aussagekraft klinischer Prä- diktoren • Radiografie- Vermeidung • Training- Anforderung 	<ul style="list-style-type: none"> • Wrist-SAFE ermöglicht korrekte Diagnose (Fehler- quote 3-6%) • Schmerz (spontan und pal- patorisch) und Schwellung haben sign. höhere Aussage- fähigkeit • Rö wurde in 81% der Fälle vermieden • Sicherheitsniveau von 98% wird nach 50 Untersuchun- gen erreicht • diagnostischer Zeitauf- wand <5 Min in 89% der Fälle 	<ul style="list-style-type: none"> • Follow-up durch Telefon- interview 	2++

Ref	Design	Popula- tion	Stich- probe	Intervention	Komparator	Primär- Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Ahmed et al_2018	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter 1-17 Fraktur- Verdacht	42	Point-of-care US	Rö	<ul style="list-style-type: none"> • US diagnos- tische Leist- ung • Zeit bis Untersuchung 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 93% • Spezifität 92% • PPV 97% • NPV 85% • PLR 11,6 • NLR 0,07 • US nach 30 Min, Rö in 2 h 	<ul style="list-style-type: none"> • willkürliche Stichprobe • Rö-Zeit aus retrospektiver Kohorte • Relativ klei- ne Fallzahl • US Training für 1 h 	2-
Al-Allaf & Al- Dubouni_2008	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter 1-17 Fraktur- Verdacht	100	Point-of-care US	Rö	<ul style="list-style-type: none"> • US Befund nach Fraktur- typ 	<ul style="list-style-type: none"> • Subperiostales Hämatom und Reverberation-Echo in allen Frakturtypen • Kortikale Läsion in 100% der Torus- und 36% der Grünzweig-Frakturen • Axiale Abweichung in 100% der Grünzweig- und 46% der Torus-Frakturen 	<ul style="list-style-type: none"> • deskriptiv • kein Anga- ben zum Refe- renzvergleich 	2-
Chaar-Alvarez et al_2011	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter 1-17 Fraktur oh- ne Axisab- weichung	101	Point-of-care US in 4 Pro- jektionen	Rö	<ul style="list-style-type: none"> • US diagnos- tische Leist- ung • Schmerz- empfindung 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 96% • Spezifität 93% • PPV 92% • NPV 96% • diagnost. Genauigkeit 94% • Schmerzintensität sign. geringer bei US 	<ul style="list-style-type: none"> • Analgesie 30 Min vor US- Untersuchung • Richtigkeit durch neutra- len Experten (nicht durch Referenzmeth- ode) ermittelt 	2+
Chen et al_2007	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter 2-21	68	Point-of-care US in 4 Pro- jektionen	Rö	<ul style="list-style-type: none"> • US diagnos- tische Leist- ung • Erfolgsrate von US Repo- sition 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 97% • Spezifität 100% • Erfolgsrate 92% • mehrere Salter-Harris- Frakturen 	<ul style="list-style-type: none"> • willkürliche Stichprobe • 1 US Unter- sucher • keine Refe- renzmethode für Erfolgsrate 	2+

Ref	Design	Popula- tion	Stich- probe	Intervention	Komparator	Primär- Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Dubrovsky et al_2015	Prospektiv Cross- section	Alter <18 Reposition (keine kom- binierte, Monteggia o. Galeazzi Frakturen)	100	Point-of-care- Reposition un- ter US Kont- rolle	Durchleuch- tung (Fluoro- skopie)	<ul style="list-style-type: none"> • Erkennung inkorrekt Reposition 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 50% • Spezifität 89% • PPV 29% • NPV 95% • Übereinstimmung der Un- tersucherbeurteilung 98% 	<ul style="list-style-type: none"> • willkürliche Stichprobe • US Training für 1 Stunde • sehr einge- schränkte Ein- schlußkriterien • 30% der In- terventionen durch 1 Exper- ten durchge- führt 	2+ oder n.a.
Eckert et al_2012_a	Prospektiv Cross- section Auto-Kont- rolle	Alter 2-14 Verdacht auf distale Vorderarm fraktur	115	Point-of-care US (6 Projek- tionen)	Rö (2 Ebenen)	<ul style="list-style-type: none"> • US diagnos- tische Leist- ung • axiale Radi- usabweichung Differenz in der Sagittal- ebene 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 95% • Spezifität 98% • PPV 96% • NPV 97% • Achsabweichungsdifferenz 1,7⁰ 	<ul style="list-style-type: none"> • ungenaue Rö-Aufnah- men verzerren Bewertung der axialen Ab- weichung 	2++
Eckert et al_2012_b	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter 1-14 Verdacht auf meta- physäre Vorderarm- Fraktur	76	Point-of-care US (6 Projek- tionen)	Rö (2 Ebenen)	<ul style="list-style-type: none"> • US diagnostisch e Leistung • Achsabweich- ungsdifferenz dislozierter Frakturen 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 96% • Spezifität 97% • Achsabweichungsdifferenz 2,1⁰ 	<ul style="list-style-type: none"> • Bestimmung der Achsab- weichungsdif- ferenz in nur 9 Fällen 	2++

Ref	Design	Popula- tion	Stich- probe	Intervention	Komparator	Primär- Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Epema et al_2019	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter 0-14 Verdacht auf distale Vorderarm fraktur	100	Point-of-care US	Rö	<ul style="list-style-type: none"> • US diagnos- tische Leist- ung • Schmerz- empfindung 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 95% • Spezifität 86% • PPV 92% • NPV 91% • PLR 6,86 • NLR 0,05 • diagnost. Genauigkeit 92% • Schmerzbewertung sign. niedriger bei US 	<ul style="list-style-type: none"> • variable US Erfahrung • 3 verschie- dene (altersab- hängige) Ska- len für Algesie • Vergleich nichtparamet- rischer Daten mit t-Test • willkürliche Stichprobe 	2+
Esmailian et al_2013 ▲	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter 22- 73 Geschlos- sene Repo- sition dis- taler Radi- usfraktur	154	US Kontrolle	Rö Kontrolle	<ul style="list-style-type: none"> • US Leistung bei Bestäti- gung korrekter Reposition • Interobser- ver Agreement 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 99% • Spezifität 100% • PPV 100% • NPV 89% • Kappa-Koeffizient 0,94 	<ul style="list-style-type: none"> • 1 Operateur • keine Anga- ben über Zahl der US Untersucher 	2+
Gallebebitia Laka et al_2019	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter <15 Verdacht auf distale Vorderarm fraktur	115	Point-of-care US	Rö	<ul style="list-style-type: none"> • US diagnos- tische Leist- ung 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 94% • Spezifität 97% • PPV 93% • NPV 98% 	<ul style="list-style-type: none"> • willkürliche Stichprobe • keine Inter- observer-Ag- reement-Be- wertung 	2+
Herren et al_2015	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter 4-11 Verdacht auf distale Vorderarm fraktur	201	Point-of-care US (6 Projek- tionen)	Rö	<ul style="list-style-type: none"> • US diagnos- tische Leist- ung • Achsabwei- chungsdiffe- renz (nur bei OP-Fällen) 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 99,5 % • Spezifität 99,5 % • Achsabweichungsdifferenz 0,2⁰ 	<ul style="list-style-type: none"> • kurzes Trai- ning, variable Qualifikation • inkomplete Verblindung 	2++

Ref	Design	Popula- tion	Stich- probe	Intervention	Komparator	Primär- Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Javadzadeh et al_2013 ▲	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter 18- 74 Vorderarm trauma	260	Point-of-care US	Wasserbad US Rö (Referenz)	<ul style="list-style-type: none"> • Vergleich US diagnostischer Leistungsindizes (POCUS vs. Wasserbad) bei Vorderarm Frakturen 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 97 % • Spezifität 100 % • PPV 100 % • NPV 94 % • PLR 5,1 • NLR 0,03 • Genauigkeit 92 vs 95 % Die Wasserbad-Untersuchung zeigt durchweg sign. bessere Ergebnisse 	<ul style="list-style-type: none"> • kleine Teilpopulation mit Vorderarm-Frakturen • keine Randomisierung der Reihenfolge der US-Anwendung • keine Verblindung 	2- oder n.a.
Ko et al_2017	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter 2-15 Trauma des distalen Vorderarms	51	Point-of-care US	Rö (3 Ebenen)	<ul style="list-style-type: none"> • US diagnostische Leistung 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 89 vs 94 % • Spezifität 94 vs 96 % • PPV 93 vs 95 % • NPV 90 vs 96 % • PLR 15,6 vs 21,8 • NLR 0,12 vs 0,06 	<ul style="list-style-type: none"> • US- und Rö-Befund durch denselben Untersucher (keine Verblindung) • relativ kleine Stichprobe 	2-
Kozaci et al_2015_a ▲	Prospektiv Cross- section Auto-Kontrolle	Alter 5-55 Verdacht distale Radius-Fraktur	83 (60<18 Jahre)	Point-of-care US	Rö	<ul style="list-style-type: none"> • US diagnostische Leistung bei a) linearen, b) Wulst-Frakturen und c) Fissuren 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität a) 96 b) 78 c) 100 • Spezifität a) 93 b) 98 c) 100 • PPV a) 87 b) 93 • NPV a) 98 b) 94 	<ul style="list-style-type: none"> • Untersucher mit 1 Stunde US oder Rö-Training • sehr kleine Untergruppen 	2-

Ref	Design	Popula- tion	Stich- probe	Intervention	Komparator	Primär- Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Lau et al_2017 ▲	Prospektiv Kontrolliert	Alter >18 Distale Ra- diusfraktur Gesunde Kontrollen	23 Fraktur 20 gesund	Tragbares US- Smartphone- Gerät	Rö	<ul style="list-style-type: none"> • US diagnos- tische Leist- ung • Erkennungs- rate korrekter Reposition • Interobser- ver Agreement 	Frakturdiagnose <ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 100 % • Spezifität 90-95 % Reposition korrekt <ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 76-93 % • Spezifität 93-94 % Agreement κ 0,82-0,86	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Post-hoc</i>-US und Rö-Bild- Analyse durch „verblindete“ Experten • Ergebnisdif- ferenzen durch ärztliche Fach- richtung • kleine Fall- zahl 	2-
Pietsch_2018	Fallserie	Alter 4-16 Verdacht auf distale Vorderarm- Fraktur	5	Point-of-care US	Rö	<ul style="list-style-type: none"> • Überlegen- heit der US Untersuchung 	<ul style="list-style-type: none"> • 5 Fälle mit negativem Rö und positivem US Befund • Sensitivität und Spezifität von US Diagnostik 99,5% (bei 101 Fällen) 	<ul style="list-style-type: none"> • Serie von Sonderfällen • deskriptiv • keine Anga- ben zu Stu 	3
Poonai et al_2017	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter 4-17 Verdacht auf distale Vorderarm- Fraktur	169	Point-of-care US	Rö	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnosti- sche Leistung • Schmerz- empfindung • Untersuch- ungsdauer 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 95% • Spezifität 94 % • sign. niedrigere Algesie • sign. kürzere Untersuch- ungsdauer 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Post-hoc</i>-US Bild Experten- Bewertung • retrospektive Algesie-Bewer- tung • Analgetika- Anwendung bei Aufnahme 	2++
Pountos et al_2010	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle Randomi- siert bez. Therapie	Alter 0-16 Wulst- und Grünzweig- Frakturen mit <10 ⁰ Abweich- ung	79	US innerhalb von 2-3 Tagen nach Trauma	Rö bei Auf- nahme (vor US)	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnosti- sche Leistung 	<ul style="list-style-type: none"> • 100% der Frakturen durch US diagnostiziert • 5% der Frakturen durch Rö verfehlt 	<ul style="list-style-type: none"> • Schwer- punkt Thera- pieverfahren • deskriptiv • US nach Rö, keine Angabe zu Verblin- dung 	2-

Ref	Design	Popula- tion	Stich- probe	Intervention	Komparator	Primär- Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Rezashah et al_2014▲	Prospektiv Cross-section Auto-Kontrolle	Alter >21 Reposition distaler Radius- Fraktur	30	US nach Re- position	Rö	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnose korrekter Re-position 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 100% • Spezifität 80% • PPV 97% • NPV 100% 	<ul style="list-style-type: none"> • Schwerpunkt Re-position • keine Verblindung • geringe Fallzahl 	2- oder n.a.
Rowlands et al_2016	Prospektiv Cross-section Auto-Kontrolle	Alter 0-16 Verdacht Vorderarm- Fraktur	419	Point-of-care US	Rö	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnostische Leistung von minimalausgebildeten Ärzten • Schmerzempfindung 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 92% • Spezifität 88% • PPV 97% • NPV 100% • keine sign. Differenz zw. Algesie bei US und Rö 	<ul style="list-style-type: none"> • willkürliche Stichprobe • heterogene Qualifikation • nicht-standardisierte Analgesie bei >50% • missing data bei Analgesie-Bestimmung 	2++
Sivrikaya et al_2016▲	Prospektiv Cross-section Auto-Kontrolle	Alter >17 Vorderarm Trauma	90	Point-of-care US	Rö (± CT bei Unsicherheit)	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnostische Leistung bei Radius- und Ulna-Frakturen 	<p>Radius</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 100% • Spezifität 88% • PLR 8,5 • NLR 0,0 <p>Ulna</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 90% • Spezifität 94% • PLR 16,5 • NLR 0,11 	<ul style="list-style-type: none"> • CT nicht in allen Zweifelsfällen • Untersucher erst nach erfolgreichem Test zugelassen 	2+
Slaar et al_2016	Prospektiv Cross-section Auto-Kontrolle	Alter 3-18 Handge- lenktrauma (ohne Handwur- zelknochen	787	Point-of-care US	Rö	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnostische Leistung • Validierung von diagnostischem Modell basiert auf 6 Klinischen 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 96% • Spezifität 37% • Rö-Vermeidung in 22% • Modellanwendung verfehlt Frakturen in 4,3% • ROC-Fläche 0,79 	<ul style="list-style-type: none"> • Selection Bias nicht ausgeschlossen • Spezifität-Schwelle zugunsten höherer Sensitivität definiert 	2++

Ref	Design	Popula- tion	Stich- probe	Intervention	Komparator	Primär- Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
						Prädiktoren			
Tandogan et al_2015	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter 1-15 Vorderarm Trauma	105	Point-of-care US	Rö	• Diagnostische Leistung	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 98% • Spezifität 96% • PPV 97% • NPV 98% • PLR 23,6 • NLR 0,018 • Genauigkeit 97% 	<ul style="list-style-type: none"> • nur Grundlagentrai- ning • Suche beschränkt auf Diaphyse und kortikale Läsion 	2+
Varga et al_2017	Prospektiv Cross- section Auto-Kont- rolle	Kinder Handge- lenktrauma bei nicht- geschlosse- ner Wachs- tumsfuge	467	Point-of-care US	Rö (2 Ebenen)	• Diagnostische Leistung	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 97% • Spezifität 96% 	• Volltext auf Ungarisch	2+
Williamson et al_2000	Prospektiv Cross- section Auto-Kont- rolle	Alter 2-14 Verdacht auf nicht- dislozierte Fraktur ohne Ge- lenkbetei- ligung	26	Point-of-care US	Rö (2 Ebenen)	• Diagnostische Leistung	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 100% • Spezifität 100% 	<ul style="list-style-type: none"> • Inklusion nach Entscheidung des aufnehmenden Arztes • Minimaltranin- g • sehr kleine Fallzahl 	2-

Meta-Analysen und Systematische Reviews

Ref	Quellen	Fallzahl	Zusammenfassung	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Douma den-Hamer et al_2016	Medline, Web of Science, Cochrane	16 Studien 1 204 Fälle	<i>Zusammengefasste US Leistungscharakteristika bei pädiatrischen distalen Vorderarmfrakturen</i> <ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 97% • Spezifität 95% • PLR 20,0 • NLR 0,03 • Diagnostic odds ratio 667 <i>US in 6 Projektionen zeigt bessere Leistungsindizes als 4 Projektionen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • mittlere bis gute Studienqualität • Qualitätsbewertung nach QUADAS-2 	2++
May & Grayson_2000	Medline Cochrane Google 1950-2009	4 Studien	<i>Trotz vielversprechender Daten gibt es keine eindeutige Empfehlung für die Bevorzugung von US vor Radiografie als diagnostisches Verfahren in pädiatrischen Vorderarmfrakturen</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Kurze Übersicht • keine Angaben zu Studienqualität 	2+
Katzer et al_2015	Medline, EMBASE, Cochrane	8 Studien 2 Reviews 777 Fälle	<i>Zusammengefasste US Leistungscharakteristika bei pädiatrischen Vorderarmfrakturen</i> <ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 64-100% • Spezifität 73-100% <i>Ersatz von Radiografie durch US erbringt Kosteneinsparung von 22,8%</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Qualitätsbewertung nach QUADAS-2 • Bias-Risiko niedrig bis moderat • 2 Studien und Reviews mit Teilergebnissen (mehrere anatomische Regionen untersucht) 	2++

PICO 09 Mittelhand & Handgelenk


Klinische Studien

Ref	Design	Popula- tion	Stich- probe	Intervention	Komparator	Primär- Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Aksay et al_2015	Prospektiv Auto- Kontrolle	Alter >14 Handtrau- ma	81	Point-of-care US	Rö (vor US)	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnosti- sche Leistung bei Fraktur des MHK V 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 97% • Spezifität 93% • PPV 98% • NPV 93% • PLR 14 • NLR 0,03 	<ul style="list-style-type: none"> • willkürliche Stichprobe • heterogene US Qualifika- tion • Intervall zw. Trauma und Untersuchung bis zu 7 Tagen 	2+
Aksay et al_2016	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter >14 Verdacht auf Pha- lanxfraktur	119	Point-of-care US	Rö (vor US)	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnosti- sche Leistung bei proximaler und mittlerer Phalanx- Fraktur 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 79% • Spezifität 90% • PPV 72% • NPV 93% • PLR 7,93 • NLR 0,23 	<ul style="list-style-type: none"> • underpower • minimales Training • unzureichen- de Auflösung der Radiogra- fie 	2+
Hakimi Nia et al_2019	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Erwachsen Verdacht auf meta- karpale Fraktur	73	Point-of-care US	Rö	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnosti- sche Leistung bei metakarpa- len Frakturen 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 84% • Spezifität 88% • PPV 84% • NPV 90% • Korrelation zwischen US und Rö κ 0,78 	<ul style="list-style-type: none"> • Volltext auf Persisch, da- her Bias nicht identifizierbar 	2-

Ref	Design	Popula- tion	Stich- probe	Intervention	Komparator	Primär- Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Hedelin et al_2017	Prospektiv	Alter 3-16 Verdacht auf Fraktur im Hand- gelenkbe- reich	6 Ärzte mit Mini- maltrai- ning 116 Fälle	Point-of-care US	Rö	<ul style="list-style-type: none"> • US Triage nach Minimal-training • US Differenzierung zw. kompletten und Wulst-Frakturen 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 97% • Spezifität 84% • Unfallärzte mit Minimal-erfahrung können durch US Handgelenkfrakturen erfolg-reich identifizieren • Ungenügende Leistung ist bei der Differenzierung zw. kompletten und inkomplet-ten Frakturen bemerkbar 	<ul style="list-style-type: none"> • willkürliche Stichprobe • underpower • geringe Zahl von US Unter-suchern 	2-
Hennecke et al_2010	Prospektiv Observa- tion	Erwachsen Subkapita- le Fraktur von MHK IV oder V 2 Wo nach Trauma/ Therapie	20 Fälle 2 Unter- sucher	US	Rö	<ul style="list-style-type: none"> • Vergleich der palmaren Abkippung • Eignung der US Methode 	<ul style="list-style-type: none"> • Rö-Messung zeigt durch- weg höhere Abkippung als US • Interobserver-Übereinstim- mung ist höher bei US Mes- sungen 	<ul style="list-style-type: none"> • US Messver- fahren nicht validiert • kleine Un- tersucher- und Fall-Zahl • unterschied- liche Fraktur- Behandlung 	2-
Javadzadeh et al_2014	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter 18- 74 Handge- lenktrauma	155 davon 49 Frak- turen	Point-of-care US	Wasserbad US Rö (Referenz)	<ul style="list-style-type: none"> • Vergleich US diagnos- tischer Leist- ungsindizes (POCUS vs. Wasserbad) 	<ul style="list-style-type: none"> • Bei Mittelhand- und Pha- lanx- Frakturen zeigt POCUS die höchsten NPV und NLR • Das Wasserbad-Verfahren zeigt die höchste Sensitivität bei Phalanx-Frakturen 	<ul style="list-style-type: none"> • keine Ran- domisierung der Reihenfol- ge der US-An- wendung • keine Ver- bindung • kleine Un- tergruppen 	2+
Kocaoglu et al_2016	Prospektiv Auto- Kontrolle	Alter >18 Verdacht auf MHK Fraktur	96	Point-of-care US	Rö	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnosti- sche Leistung 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 92% • Spezifität 98% • PPV 97% • NPV 95% 	<ul style="list-style-type: none"> • kein bzw. lange zurück- liegendes Training • underpower • willkürliche Stichprobe 	2+

Ref	Design	Popula- tion	Stich- probe	Intervention	Komparator	Primär- Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Kozaci et al_2015_b	Prospektiv Cross-section Auto-Kontrolle	Alter 5-55 Verdacht auf MHK Fraktur	66	Point-of-care US	Rö	• Diagnostische Leistung	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 92% • Spezifität 87% • PPV 89% • NPV 90% 	<ul style="list-style-type: none"> • keine Angaben zu Zahl und Qualifikation der Untersucher 	2+
Neri et al_2014	Prospektiv Cross-section Auto-Kontrolle	Alter 2-17 Handtrauma	204	Point-of-care US 6 Untersucher	Rö (vor US)	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnostische Leistung • Übereinstimmung zw. US-Experten und Unfallärzten 	Experten/Unfallärzte <ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 91/92% • Spezifität 97,6/96,8% • PPV 96/95% • NPV 95/95% Häufigste Fehlerquelle: Epiphysenfuge als Fraktur interpretiert	<ul style="list-style-type: none"> • willkürliche Stichprobe 	2++
Simanovsky et al_2009	Prospektiv Cross-section Auto-Kontrolle	Alter 2-16 Handtrauma mit negativem Rö-Befund	17	Point-of-care US nach negativem Rö-Befund	-Rö vor US -kontralaterale intakte Region -Periostale Reaktion im Rö Follow-up nach 3 Wo	<ul style="list-style-type: none"> • US Detektion von Rönegativen Frakturen 	<ul style="list-style-type: none"> • US kann Rönegative Frakturen visualisieren • US wird nicht als führende Diagnostikmethode empfohlen 	<ul style="list-style-type: none"> • sehr kleine Fallzahl • deskriptiv 	2-
Tayal et al_2007	Prospektiv Cross-section Auto-Kontrolle	Alter >17 Trauma distal vom Handgelenk	78	Point-of-care US 4 Untersucher	Rö	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnostische Leistung 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 90% • Spezifität 98% • PPV 97% • NPV 94% • PLR 42,5 • NLR 0,1 	<ul style="list-style-type: none"> • erfahrene Untersucher • klinische und US Untersuchung durch denselben Arzt 	2+

Meta-Analysen und Systematische Reviews

Ref	Quellen	Fallzahl	Zusammenfassung	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Krastman et al_2020 	Medline, Embase, Cochrane, Web of Science, ProQuest, Cinahl ab 2000	35 Studien davon 3 mit US als Index-Test für die Handregion	<p><i>US wurde als Index-Test für die Diagnose metakarpaler und phalangealer Frakturen in 3 Studien verwendet. Die Leistungsindizes sind</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 73-94% • Spezifität 78-98% • PPV 79-97% • NPV 70-98% • Genauigkeit 70-96% <p><i>Die folgenden Vorteile empfehlen US Anwendung in der Notaufnahme</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • kurze Zeitdauer • Vermeidung von Radiografie • Wiederholbarkeit • Verfügbarkeit vor Ort 	<ul style="list-style-type: none"> • Qualitätsbewertung nach QUADAS-2 • Untererfassung wichtiger Angaben in 23 von 35 Studien • inkomplette Beschreibung des Index- o. Referenz-Tests 	2+
Zhao et al_2019	Pubmed, Embase, Cochrane, Web of Science bis 06.2019	7 Studien 842 Fälle	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnostische US Anwendung zeigt die folgende Leistungen • Sensitivität 91% • Spezifität 96% • PLR 20,66 • NLR 0,09 • Diagnostische Odds-Ratio 231,17 	<ul style="list-style-type: none"> • Qualitätsbewertung nach QUADAS-2 • relativ hohe Studienqualität • vorwiegend monozentrische Studien • Selection Bias 	2++

PICO 10 Fibrocartilago palmaris

Klinische Studien

Ref	Design	Popula- tion	Stich- probe	Intervention	Komparator	Primär- Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Saito et al_2016	Prospektiv Observat.	Alter >18 Trauma proximaler interphalan- gealer Ge- lenke ± Palmarplat- tenriss	11	US 12 Wo nach Trauma	kein	• Bewegungs- einschränkung	• US kann durch Darstel- lung der Palmarplatten-Mo- bilität die posttraumatische Bewegungseinschränkung einschätzen	• sehr kleine Fallzahl • heterogene Traumen (50% ohne Involvierung der Palmar- platte)	2-
Xue et al_2020	Observat. Cross- section	Erwachsen Osteoarth- ritis, rheu- matoide Arthritis, gesunde Kontrollen	379 davon 101 gesund	US	kein	• Prävalenz von Effusion zwischen der Palmarplatte und der Schne von <i>m. flexor digitorum</i>	• US Zeichen von Effusion sind ein häufiger Normal- befund bei Gesunden (38%). • Prävalenz bei Osteoarth- ritis ist 35%; bei rheumatoi- der Arthritis 12% • Die Prävalenz ist gleich bei der dominanten und nicht-dominanten Hand • US Effusion ist kein Zei- chen inflammatorischer o. degenerativer Prozesse	• kein age- matching	2++

Meta-Analysen und Systematische Reviews

-

PICO 11 Scaphoid

Klinische Studien

Ref	Design	Popula- tion	Stich- probe	Intervention	Komparator	Primär- Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Fusetti et al_2005	Prospektiv Verblindet Auto- Kontrolle	Alter >18 Verdacht auf Scapho id- Fraktur bei unkla- rem Rö	24	Hochauflö- sung US	CT	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnosti- sche Leistung • Validierung prädiktiver Kriterien 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 100% • Spezifität 79% • PPV 56% • NPV 100% • Gelenkerguss, kortikaler Riss und hoher Hauger Ver- dachtsindex sind zuverlässige Frakturprädiktoren 	<ul style="list-style-type: none"> • relativ kleine Fallzahl • US kann den Scaphoid nicht als Ganzes erfassen 	2+
Hauger et al_2002	Prospektiv Auto-Kont- rolle	Alter 10- 75 Verdacht auf Scapho id-Fraktur bei unkla- rem Rö	54	Hochauflö- sung US	Rö-Nachkont- rolle CT, MRT. Szintigrafie in Einzelfällen	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnosti- sche Leistung bei Prädiktor -Kortikalriss -Weichteilver- änderungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Kortikalriss zeigt sehr gute Prädiktionsstärke • Sensitivität 100% • Spezifität 98% • PPV 83% • NPV 100% • Genauigkeit 98% • Weichteilveränderungen ha- ben geringe Spezifität • Sensitivität 100% • Spezifität 65% • PPV 23% • NPV 100% • Genauigkeit 68% 	<ul style="list-style-type: none"> • Ergebnis nicht genera- lisierbar, da alle Fraktur- fälle im Tail- lenbereich • keine Ver- blindung 	2+
Herneth et al_2001	Prospektiv Auto-Kont- rolle	Alter 16- 55 Verdacht auf okkulte Scaphoid- Fraktur	15	Hochauflö- sung US	Rö (vor US) MRT als Refe- renz	<ul style="list-style-type: none"> • Vergleich der diagnosti- schen Parame- ter von US und Rö 	<ul style="list-style-type: none"> • Leistung US vs. Rö • Sensitivität 78 vs 56% • Spezifität 100 vs 100% • PPV 100 vs 100% • NPV 75 vs 60% • Genauigkeit 87 vs 73% 	<ul style="list-style-type: none"> • sehr kleine Fallzahl 	2+

Ref	Design	Popula- tion	Stich- probe	Intervention	Komparator	Primär- Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Jain et al_2018	Prospektiv Auto-Kont- rolle	Alter 10- 65 Verdacht auf Scapho id-Fraktur	114	Hochauflö- sung US mit Farb-Doppler bei Bedarf	Rö MRT als Refe- renz	<ul style="list-style-type: none"> • Vergleich der diagnosti- schen Parame- ter von US und Rö 	Leistung US vs. Rö <ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 80 vs 36% • Spezifität 77 vs 40% • PPV 90 vs 62% • NPV 58 vs 18% • Genauigkeit 98 vs 20% 	<ul style="list-style-type: none"> • keine Ver- blindung bez. Rö-Ergebnis 	2++
Munk et al_2000	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter 13- 82 Klinische Fraktur- Symptome	57	US 7,5 MHz und Doppler 5-10 MHz	Rö bei Auf- nahme Rö nach 14 Tagen	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnosti- sche Leistung US vs. Rö 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 50% • Spezifität 91% • PPV 56% • NPV 90% • Genauigkeit 84% 	<ul style="list-style-type: none"> • kleine Zahl pathologischer Fälle • Diagnose- Kriterien nicht klar definiert 	2+
Platon et al_2011	Prospektiv Auto-Kont- rolle	Alter >18 Verdacht auf Scapho id-Fraktur bei negati- vem Rö	62	US	CT (Referenz)	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnosti- sche Leistung • Identifizie- rung von Hoch- risikofrakturen (im proxima- len o. middle- ren Drittel) 	Frakturdiagnose allgemein <ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 92% • Spezifität 71% • PPV 46% • NPV 97% Risikofraktur-Diagnose <ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 100% • Spezifität 67% • PPV 30% • NPV 100% 	<ul style="list-style-type: none"> • US Unter- sucher ohne Spezialerfah- rung • Diagnosekri- terium „Häm- arthrose“ un- sicher, insbe- sondere bei Frakturen be- nachbarter Knochen 	2+
Senall et al_2004	Prospektiv Auto- Kontrolle	Alter 10-77 Verdacht auf Scapho id-Fraktur bei negati- vem Rö	18	Hochauflö- sung US	Rö bei Auf- nahme Rö nach 10-14 Tagen (mehr- fach)	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnosti- sche Leistung • Kostenein- sparung 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 78% • Spezifität 89% • PPV 88% • NPV 80% Kosten ca. 65% niedriger als CT oder MRT	<ul style="list-style-type: none"> • sehr kleine Stichprobe • t-Test für nichtparamet- rische Daten 	2-

Ref	Design	Popula- tion	Stich- probe	Intervention	Komparator	Primär- Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Yildirim et al_2013	Prospektiv Auto-Kont- rolle	Verdacht auf Scapho- id-Fraktur bei negati- vem Rö	63	Point-of-care US	MRT	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnosti- sche Leistung 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 100% • Spezifität 34% • PPV 30% • NPV 100% • Genauigkeit von US und MRT ist vergleichbar 	<ul style="list-style-type: none"> • keine Ver- blindung zu klinischen Ergebnissen • Hand-US Training der Untersucher 	2+


Meta-Analysen und Systematische Reviews

Ref	Quellen	Fallzahl	Zusammenfassung	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Bäcker et al_2020	Medline, Cochrane, Google	42 Studien zu 51 diagnostischen Verfahren (darunter 10 mit 589 Fällen zu US)	<ul style="list-style-type: none"> • MRT zeigt die höchste Sensitivität (94%) • Sensitivität von US (82%) ist mit dieser von CT gleich • Die Spezifität von US (74%), sowie PPV (63%) und NPV (89%) sind signifikant geringer als bei allen anderen Modalitäten (CT, MRT, Szintigrafie) 	<ul style="list-style-type: none"> • PRISMA Protokoll nicht eingehalten (keine Quali- tätsbewertung) • keine Angabe zu statistischen Vergleichen 	2+
Baldry_2010	Medline, CINAHL, EMBASE	5 Publikationen	<ul style="list-style-type: none"> • US ist bei der Detektion okkulten Scaphoid-Frakturen anwendbar • US Sensitivität ist nicht ausreichend, um eine Scaphoid-Fraktur auszuschließen • Die Kriterien, die ein positives US Ergebnis sind variabel und nicht immer klar definiert 	<ul style="list-style-type: none"> • Erfüllt nicht QUADAS Qualitätskrite- rien • kurze Über- sicht 	2+
Carpenter et al_2014	Pubmed, EMBASE	75 Studien (darunter 6 mit US)	<ul style="list-style-type: none"> • Die vorgegebene Wahrscheinlichkeit einer okkulten Scaphoid-Fraktur beträgt 25% • Anamnese und klinische Merkmale (mit der Ausnahme von Schmerz in der <i>Foveola radialis</i>) sind keine zuverlässige Prädiktoren der Diagnose • US Leistungsparameter (gepoolt): Sensitivität 80%, Spezifität 87%, PLR 5,6, NLR 0,27 • US kann eine Alternative zu CT oder Szintigrafie sein, wenn MRT nicht verfügbar ist • Diagnostische Genauigkeit und Zuverlässigkeit von US in Abhängigkeit von der Qualifikation des Untersuchers benötigen zusätzlicher Bewertung 	<ul style="list-style-type: none"> • QUADAS-2 findet niedrige Studienqualität (heterogene De- sign, Standard, Populationen) 	2++

Ref	Quellen	Fallzahl	Zusammenfassung	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Krastmann et al_2020	Medline, Embase, Cochrane, Web of Science, ProQuest, Cinahl ab 2000	35 Studien davon 3 mit US als Index-Test für die Handregion	<ul style="list-style-type: none"> Die diagnostische Genauigkeit von US bei Scaphoid-Frakturen ist mit der von CT, MRT und Szintigrafie vergleichbar Die klinische Symptomatik hat moderate Auswirkung auf die Diagnose von Scaphoid- Frakturen 	Qualitätsbe- wertung nach QUADAS-2: <ul style="list-style-type: none"> Untererfas- sung wichtiger Angaben in mehreren Studien inkomplette Beschreibung des Index- o. Referenz-Tests 	2+
Kwee & Kwee_2018	Medline EMBASE bis Jan 2018	7 Studien 314 Fälle	<ul style="list-style-type: none"> US Leistungsparameter (gepoolt): Sensitivität 86%, Spezifität 83% Spezifität diagnostischer Kriterien <ol style="list-style-type: none"> Kortikalriss 94-98% Radio-Scaphoid-Gelenkerguss 42% Erguss im Scaphoid-Trapezium-Trapezoideum-Gelenk 84% Hämarthrose oder Hämatom im Scaphoidbereich 65% -Kombination aus a+b+c 100% -Kombination aus a+d 65% 	QUADAS-2 Bewertung: <ul style="list-style-type: none"> 2 Studien mit hohem Verzer- rungsrisiko (ihr Ausschluss än- dert nicht das Ergebnis) 	2++


PICO 12 Triquetrum

Meta-Analysen und Systematische Reviews

Ref	Quellen	Fallzahl	Zusammenfassung	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Krastman et al_2020 	Medline, Embase, Cochrane, Web of Science, ProQuest, Cinahl ab 2000	35 Studien davon 3 mit US als Index-Test für die Handregion	<ul style="list-style-type: none"> • Die diagnostische Sensitivität der klinischen Untersuchung und Radiografie bei Triquetrum- Frakturen beträgt 75% • Es gibt keine Berichte über die Anwendung von US für die Diagnostizierung von Triquetrum-Frakturen 	<ul style="list-style-type: none"> • Qualitätsbewertung nach QUADAS-2 • Untererfassung wichtiger Angaben in 23 von 35 Studien • inkomplette Beschreibung des Index- o. Referenz-Tests 	2+ oder n.a.

PICO 13 Rippen

Klinische Studien

Ref	Design	Popula- tion	Stich- probe	Intervention	Komparator	Primär- Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Hurley et al_2004	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter >16 Verdacht auf Rippen- fraktur	14	US	Rö Thorax Rö schräge Rippenprojek- tion (ObP)	<ul style="list-style-type: none"> • Fraktur-Er- kennungsrate • Dauer der Untersuchung 	<ul style="list-style-type: none"> • US 93% • Rö Thorax 73% • Rö ObP 87% • US Dauer 13 Min US ist als Routine nicht zu empfehlen: die Detektion ist nur marginal besser bei höherem Zeitaufwand und Schmerzbelastung	<ul style="list-style-type: none"> • sehr kleine Fallzahl • keine Ver- blindung • deskriptiv 	2-
Hwang & Lee_2016	Retrospekt. Cross- section Auto- Kontrolle	Alter 3-91 Thorax- Trauma	201	US	Rö (vor US)	<ul style="list-style-type: none"> • Fraktur-Er- kennungsrate 	<ul style="list-style-type: none"> • Rö erkennt insgesamt 34% • US erkennt insgesamt 85% • US erkennt 25% der Frak- turen, die Rö nicht erkannt hat 	<ul style="list-style-type: none"> • deskriptiv • keine Anga- ben zu Verblin- dung • langes Inter- vall zwischen Trauma und Untersuchung 	2+
Kara et al_2003	Prospektiv Cross- section	Alter >16 Thorax- Trauma ohne Rö- Frakturzei- chen	37	Transthoraka- ler US	Rö-Befund (vor US)	<ul style="list-style-type: none"> • Fraktur-Er- kennungsrate 	<ul style="list-style-type: none"> • US erkennt Fraktur in 40% der Rö-negativen Fälle • Alter und Dauer der Schmerzbeschwerden kor- relieren signifikant mit posi- tivem US-Befund 	<ul style="list-style-type: none"> • relativ kleine Fallzahl • keine Ver- blindung 	2+
Kozaci et al_2019 	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter >18 Multiples Trauma inkl. Tho- rax	81	Point-of-care US	CT	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnosti- sche Leistung 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 67% • Spezifität 98% • höchste US Sensitivität bei Sternum- und Clavicula- Frakturen, jedoch niedriger als diese von CT 	<ul style="list-style-type: none"> • CT durch 1 Radiologen bewertet • Geringe Zahl von Rippenfraktu- ren 	2+

Ref	Design	Popula- tion	Stich- probe	Intervention	Komparator	Primär- Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Lalande et al_2017	Prospektiv Auto- Kontrolle	Alter >18 Thorax- Trauma	96 Fälle 11 Not- ärzte	Point-of-care US	Rö	<ul style="list-style-type: none"> • Machbarkeit von US-Thoraxuntersuchung in der Notaufnahme • Schmerzempfindung • Übereinstimmung US-Rö 	<ul style="list-style-type: none"> • 65% der Notärzte finden US-Untersuchung machbar • Fettsucht ist führende patientenabhängige Hindernis • US entdeckt mehr Rippenfrakturen (+29%) als Rö 	<ul style="list-style-type: none"> • Endpunkt-Bewertung mit nicht-validierter VAS • willkürliche Stichprobe • kein Referenzstandard 	2-
Lee et al_2012	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter >17 Thorax- Trauma mit negativem Rö- und CT- Befund	93	US	Rö (vor US) CT (vor US)	<ul style="list-style-type: none"> • Erkennungsrate von Rippenknorpel-Frakturen 	<ul style="list-style-type: none"> • Rippenknorpel-Fraktur wurde durch US in 69% der Fälle festgestellt • Subperiostales Hämatom ist ein häufiges Begleitzeichen der Rippenknorpel-Fraktur (15% der Fälle) 	<ul style="list-style-type: none"> • deskriptiv • unklare Angaben zur In-/Exklusion von Patienten mit subperiostalen Hämatomen 	2+
Paik et al_2005	Cross- Section Va- lidierungs- studie	Alter >22 Trauma- o. Ca-Ana- mnese mit positivem Szintigra- fie-Befund	58	US	Rö	<ul style="list-style-type: none"> • Differentialdiagnostischer Vergleich 	<ul style="list-style-type: none"> • US verifiziert 96% und Rö 42% der szintigrafischen Läsionen • Frakturen und Metastasen haben unterschiedliche Erscheinungsbilder 	<ul style="list-style-type: none"> • keine Angaben zur Verblindung • deskriptiv 	2-
Pishbin et al_2017	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter >14 Thorax- Trauma	61	US	Rö US+Rö Detek- tionsrate als Referenz	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnostische Leistung US vs. Rö • Übereinstimmung der Diagnose • Zeitdauer der Untersuchung 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 98 vs 41% • Spezifität 100 vs 100% • PPV 100 vs 100% • NPV 96 vs 40% • Übereinstimmung κ 0,28-0,32 • Untersuchungsdauer US um 15 Min kürzer 	<ul style="list-style-type: none"> • hochqualifizierte Untersucher • summarische Detektionsrate (US+Rö) als Referenz benutzt 	2+

Ref	Design	Popula- tion	Stich- probe	Intervention	Komparator	Primär- Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Rainer et al_2004	Prospektiv Cross-section Auto-Kontrolle	Alter >10 Thorax-Trauma	88	US bei Aufnahme	Rö (vor US) US Kontrolle nach 3 Wo. als Referenz	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnostische Leistung US vs. Rö vs. klinische Symptomatik 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 80 -24 -26% • Spezifität 83 -92 -92% • OR 20,3 -3,4 -3,7 	<ul style="list-style-type: none"> • Indexmethode (US) als Referenz benutzt 	2+
Turk et al_2010	Prospektiv Cross-section Auto-Kontrolle	Alter >25 Thorax-Trauma mit negativem Rö-	20	US bei Aufnahme	Rö (vor US)	<ul style="list-style-type: none"> • Fraktur-Erkennungsrate 	<ul style="list-style-type: none"> • US diagnostiziert Frakturen in 90% der Rö-negativen Fälle 	<ul style="list-style-type: none"> • sehr kleine Fallzahl • deskriptiv 	2-
Uzun et al_2013	Prospektiv Cross-section Auto-Kontrolle	Alter >15 Thorax-Trauma	100	US	Rö	<ul style="list-style-type: none"> • Fraktur-Erkennungsrate 	<ul style="list-style-type: none"> • Rö diagnostiziert Fraktur in 45% der Fälle • US erkennt zusätzlich Fraktur in 85% der Rö-negativen Fälle 	<ul style="list-style-type: none"> • deskriptiv • Intervall zw. Trauma und Untersuchung 2-14 Tage 	2+
Wüstner et al_2005	Prospektiv Cross-section Auto-Kontrolle	Erwachsen Thorax-Trauma	100	US	Rö	<ul style="list-style-type: none"> • Fraktur-Erkennungsrate • Pleuraerguß-Erkennungsrate 	<ul style="list-style-type: none"> • Frakturerkennung: US 100%; Rö 57% • Pleuraerguß: US 100%; Rö 30% • US entdeckt auch subpleurale Infiltrate (suggestiv für Lungenkontusion) 	<ul style="list-style-type: none"> • deskriptiv • inkorrekte Datenbehandlung • Intervall zw. Trauma und Untersuchung 1-36 Tage 	2+

Meta-Analysen und Systematische Reviews

Ref	Quellen	Fallzahl	Zusammenfassung	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Battle et al_2019	Medline, EMBASE, Cochrane, Science Direct	13 Studien 886 Fälle	<ul style="list-style-type: none"> • US ist bei der Diagnostizierung von Rippenfrakturen der Radiografie überlegen • Die zahlreichen Schwächen und Verzerrungsrisiken verhindern eine eindeutige Empfehlung 	<ul style="list-style-type: none"> • kleine mono-zentrische Studien mit niedriger Qualität • QUADAS-2 Bewertung: hohes Bias-Risiko, hohe Heterogenität, uneinheitliche Referenzstandards 	2++
Youseffard et al_2016	Medline, EMBASE, Cochrane, Web of Science, Scopus, ProQuest	17 Studien 1 667 Fälle	<ul style="list-style-type: none"> • US: Sensitivität (gepoolt) 97%; Spezifität (gepoolt) 94% • Rö: Sensitivität (gepoolt) 77%; Spezifität (gepoolt) 100% • Durch Radiologen durchgeführte US Untersuchung zeigt höhere Sensitivität (96%), als solche, die von einem Notarzt vorgenommen werden (90%) • US diagnostiziert Rippenfrakturen mit höherer Sensitivität als solche von Sternum und Clavicula (91%) • Die Interpretation des Radiologen ist der entscheidende Faktor für die diagnostische Leistung der Radiografie 	<ul style="list-style-type: none"> • QUADAS-2 Analyse dokumentiert mehrere Bias-Risiken (kleine Fallzahlen, fehlende Verblindung, hohe Heterogenität, selection bias) 	2++


PICO 14 Sternum

Klinische Studien

Ref	Design	Popula- tion	Stich- probe	Intervention	Komparator	Primär- Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Chaplin & Mooney_2020	Retrospekt. Observat. über 10 J.	Alter 6-16 Diagnosti- zierte Ster- numfraktu- ren	65	Rö CT MRT	kein	<ul style="list-style-type: none"> Häufigkeit der Anwen- dung einer diagnostischen Methode 	<ul style="list-style-type: none"> keine Fraktur wurde durch US diagnostiziert häufigste Anwendung war Radiografie (63%), gefolgt von Thorax-CT (17%), Sternum-Rö (11%) und MRT (8%) 	<ul style="list-style-type: none"> monozent- risch missing data nicht ausge- schlossen deskriptiv 	2-
Engin et al_2000	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter >18 Thorax- Trauma	23	Point-of-care US	Rö vor US (frontale und laterale Pro- jektion)	<ul style="list-style-type: none"> Diagnosti- sche Leistung 	<ul style="list-style-type: none"> US diagnostiziert zusätzlich Frakturen in 9% der Fälle, die als Rö-negativ ein- geordnet wurden 	<ul style="list-style-type: none"> relativ kleine Fallzahl keine Ver- blindung deskriptiv 	2-
Jin et al_2006	Prospektiv Cross- section Auto-Kont- rolle	Alter >15 Thorax- Trauma	50	US	Rö Szintigrafie	<ul style="list-style-type: none"> Diagnosti- sche Leistung 	<ul style="list-style-type: none"> US 100% Detektion Rö 31% Detektion Szintigrafie 46% Detektion 	<ul style="list-style-type: none"> deskriptiv kein Refe- renzstandard 	2+
Kozaci et al_2019	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter >18 Multiples Trauma inkl. Tho- rax	81	Point-of-care US	CT	<ul style="list-style-type: none"> Diagnosti- sche Leistung 	<ul style="list-style-type: none"> Sensitivität 83% Spezifität 97% höchste US Sensitivität bei Sternum- und Clavicula- Frakturen, jedoch niedriger als diese von CT 	<ul style="list-style-type: none"> CT durch 1 Radiologen bewertet Geringe Zahl von Ster- numfrakturen 	2+
Mahlfeld et al_2001	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter >27 Schmerzen in der Ster- numregion	11	US	Rö	<ul style="list-style-type: none"> Fraktur-Dia- gnose 	<ul style="list-style-type: none"> US und Rö entdeckten alle Frakturen führende US-Frakturmerkmale sind Kortikalis-Unterbrechung und echoarme Zone 	<ul style="list-style-type: none"> sehr kleine Fallzahl deskriptiv 	2-

Ref	Design	Popula- tion	Stich- probe	Intervention	Komparator	Primär- Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Rainer et al_2004	Prospektiv Cross-section Auto-Kontrolle	Alter >10 Thorax-Trauma	88	US bei Aufnahme	Rö (vor US) US Kontrolle nach 3 Wo. als Referenz	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnostische Leistung US vs. Rö vs. klinische Symptomatik 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 80 -24 -26% • Spezifität 83 -92 -92% • OR 20,3 -3,4 -3,7 	<ul style="list-style-type: none"> • Indexmethode (US) als Referenz • keine Trennung Sternum vs. Rippen 	2+
Wüstner et al_2005	Prospektiv Cross-section Auto-Kontrolle	Erwachsen Thorax-Trauma	100	US	Rö	<ul style="list-style-type: none"> • Fraktur-Erkennungsrate 	<ul style="list-style-type: none"> • US entdeckt 100% und Rö 86% der Sternum-Frakturen 	<ul style="list-style-type: none"> • deskriptiv • sehr kleine Zahl von Sternumfrakturen • Intervall zw. Trauma und Untersuchung 1-36 Tage 	2+
Yeom et al_2001	Prospektiv Cross-section Auto-Kontrolle	Alter 5-81 Schmerzen in der Sternumregion nach Thoraxtrauma	44	US	Rö (vor US) Szintigrafie	<ul style="list-style-type: none"> • Fraktur-Erkennungsrate 	<ul style="list-style-type: none"> • US 100%, Rö 43%, Szintigrafie 62% • US ist geeignet auch für Diagnostik von Weichteil-Pathologie (Hämatome, Knorpelläsionen) 	<ul style="list-style-type: none"> • nur Abstract; Volltext Koreanisch • deskriptiv • keine Angaben zu Verblindung 	2-
You et al_2010	Prospektiv Cross-section Auto-Kontrolle	Alter 8-78 Schmerzen in der Sternumregion nach Thoraxtrauma	36	US bei Aufnahme US-Kontrollen am 3. Tag und nach 1, 2 und 3 Wochen	Rö (vor US)	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnostische Leistung 	<ul style="list-style-type: none"> • US Sensitivität und Spezifität 100% • Rö Sensitivität 71%, Spezifität 75% • US Frakturkriterium Kortikalis-Unterbrechung 	<ul style="list-style-type: none"> • relativ kleine Fallzahl • Konsensus-Entscheidung • kein Referenzstandard 	2+

Meta-Analysen und Systematische Reviews

Ref	Quellen	Fallzahl	Zusammenfassung	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Racine & Drake_2015	Medline, EMBASE, Cochrane	4 Studien	<ul style="list-style-type: none"> • Bei der Diagnostizierung von Sternum-Frakturen ist US der Radiografie überlegen 	<ul style="list-style-type: none"> • deutschsprachige Publikationen ausgeschlossen • kein Referenzstandard • kleine Fallzahlen 	2+
Youseffard et al_2016 	Medline, EMBASE, Cochrane, Web of Science, Scopus, ProQuest	17 Studien 1 667 Fälle (davon 5 Studien zu Sternum-Fraktur)	<ul style="list-style-type: none"> • US: Sensitivität bei Sternum-Frakturen (gepoolt) 91%; Spezifität (gepoolt) 93% • Rö: Sensitivität (gepoolt) 77%; Spezifität (gepoolt) 100% • Durch Radiologen durchgeführte US Untersuchung zeigt höhere Sensitivität (96%), als solche, die von einem Notarzt vorgenommen werden (90%) • US diagnostiziert Rippenfrakturen mit höherer Sensitivität als solche von Sternum und Clavicula (91%) • Die Interpretation des Radiologen ist der entscheidende Faktor für die diagnostische Leistung der Radiografie 	<ul style="list-style-type: none"> • QUADAS-2 Analyse dokumentiert mehrere Bias-Risiken (kleine Fallzahlen, fehlende Verblindung, hohe Heterogenität, selection bias) 	2+

PICO 15 Femur

Klinische Studien

Ref	Design	Popula- tion	Stich- probe	Intervention	Komparator	Primär- Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Akimoto et al_2020 ▲	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Erwachsen Akuter Schmerz im Hüftbe- reich	52	Tragbares US Gerät	Rö CT MRT	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnostische Leistung nach Kriterien „kortikale Diskontinuität“ und „Gelenkerguß“ • Differentialdiagnostik von akuter Arthritis 	<ul style="list-style-type: none"> • US Kortikale Diskontinuität • Sensitivität 96% • Spezifität 92% • US Gelenkerguß • Sensitivität 62% • Spezifität 77% 	<ul style="list-style-type: none"> • kein Bezug zur vorgegebenen Altersgruppe • keine Methodenvalidierung bez. Körpergröße 	2+ oder n.a.

PICO 16 Tibia

Klinische Studien

Ref	Design	Popula- tion	Stich- probe	Intervention	Komparator	Primär- Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Allen et al_2020 ▲	Prospektiv Auto- Kontrolle	Alter >18 Knöchel- verstauch- ung bei ne- gativem Rö- Befund	100	US innerhalb von 5 Tagen nach Trauma	CT innerhalb von 5 Tagen nach Trauma	• Diagnosti- sche Leistung	Frakturdetektion • CT 19%; US 7% Abriss-Frakturen • CT 43%; US 40% -Gelenkerguss ist nicht im- mer mit Fraktur assoziiert -US kann radiologische Un- tersuchungsmethoden nicht vollständig ersetzen	• deskriptiv • keine Untersuchung der Korrelation zwischen Rö- und CT-Be- fund • betrifft nicht Zielregion und Altersgruppe	2+ oder n.a.
Atila et al_2014 ▲	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter >18 Knöchel- verstauch- ung Erfüllte Ottawa Kriterien	246	Point-of-care US	Rö bewertet durch Ortho- päden CT bei Bedarf	• Diagnosti- sche Leistung	• US Sensitivität 87% • US Spezifität 96%	• Referenz: Rö Bewertung durch 1 Person • geprüfte US Untersucher • betrifft nicht Zielregion und Altersgruppe	2+ oder n.a.
Bullock et al_2017 ▲	Prospektiv Auto- Kontrolle	Alter >18 Knöchel- verstauch- ung bei ne- gativem Rö- Befund	100	US innerhalb von 5 Tagen US Follow-up	CT	• Inzidenz und Art der Weich- telverletzung • Genesungs- dynamik	• US entdeckt Ligamentver- letzungen in allen Fällen • Häufigste Lokalisation: <i>Lig. talofibulare ant., Lig. calcaneofibulare, Lig. talo- naviculare</i>	• 60% missing follow-up • betrifft nicht Zielregion und Altersgruppe	2+ oder n.a.

Ref	Design	Popula- tion	Stich- probe	Intervention	Komparator	Primär- Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Canagasabay et al_2010 ▲	Prospektiv Auto- Kontrolle	Alter >16 Knöchel- verstauch- ung Erfüllte Ottawa Kriterien	110	US	Rö	• Diagnosti- sche Leistung bei Frakturen	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 91% • Spezifität 91% • PPV 53% • NPV 99% • PLR 10,0 • NLR 0,10 	<ul style="list-style-type: none"> • sehr kleine Fraktur-Fall- zahl • US Unter- sucher mit 2 T. Training • betrifft nicht Zielregion und Altersgruppe 	2+ oder n.a.
Crombach et al_2020 ▲	Prospektiv Auto-Kont- rolle	Alter >17 Knöchel- verstauch- ung Erfüllte Ottawa Kriterien	158 23 Unter- sucher 1 Experte	Point-of-care US	Rö	• Diagnosti- sche Leistung Untersucher/ Experte	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 80 / 83% • Spezifität 90 / 99% • PPV 70 / 97% • NPV 94 / 95% 	<ul style="list-style-type: none"> • hochqualifizierte US Untersucher • Abrissfrakturen ausgeschlossen • Inkomplette Verblindung • betrifft nicht Zielregion und Altersgruppe 	2+ oder n.a.
Ekinci et al_2013 ▲	Prospektiv Auto-Kont- rolle	Alter >16 Knöchel- verstauch- ung Erfüllte Ottawa Kriterien	131	Point-of-care US	Rö	• Diagnosti- sche Leistung	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 100% • Spezifität 99% • PPV 95% • NPV 100% 	<ul style="list-style-type: none"> • hochqualifi- zierte US Un- tersucher • relativ kleine Frakturzahl • betrifft nicht Zielregion und Altersgruppe 	2+ oder n.a.
Massaeli et al_2020 ▲	Cross- section Auto- Kontrolle	Alter >16 Knöchel- verstauch- ung	36	US	Rö	• Diagnosti- sche Leistung	• Sensitivität und Spezifität 100%	<ul style="list-style-type: none"> • nur 2 Frak- turfälle • betrifft nicht Zielregion und Altersgruppe 	2- oder n.a.



Ref	Design	Popula- tion	Stich- probe	Intervention	Komparator	Primär- Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Ozturk et al_2017 ▲	Prospektiv Auto-Kont- rolle	Alter >18 Verdacht auf laterale Maleolar- fraktur	120	Point-of-care US	Rö CT (bei Bedarf)	• Diagnosti- sche Leistung US vs Rö	• Sensitivität US 100, Rö 93 • Spezifität US 93, Rö 100	• willkürliche Stichprobe • CT als Refe- renz nur bei Unsicherheit • betrifft nicht Zielregion und Altersgruppe	2+ oder n.a.
Simanovsky et al_2005	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter 5-13 Frakturver- dacht bei negativem Rö-Befund	20	US	Rö (vor US) Follow-up US	• Fraktur-De- tektionsrate	• US diagnostiziert Malleus- Frakturen in 35% der Rö- negativen Fälle	• deskriptiv • sehr kleine Fallzahl • betrifft nicht Zielregion	2- oder n.a.
Simanovsky et al_2009 ☼	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter 2-16 Knöchel- Trauma bei negativem Rö-Befund	41	Point-of-care US	Rö vor US -kontralaterale intakte Region -Periostale Re- aktion im Rö Follow-up nach 3 Wo	• Fraktur-De- tektionsrate	• US diagnostiziert Fibula- Frakturen in 30% der Rö- negativen Fälle	• deskriptiv • relativ kleine Frakturzahl • betrifft nicht Zielregion	2- oder n.a.
Tollefson et al_2016 ▲	Prospektiv Auto- Kontrolle	Alter >18 Knöchel- trauma Erfüllte Ottawa Kriterien	50	Point-of-care US	Rö	• Diagnosti- sche Leistung • Einfluss von US Anwen- dung auf Otta- wa- Kriterien	• US Sensitivität, Spezifität, PPV und NPV 100% • Durch US anstelle einer Radiografie steigt Ottawa- Kriterien-Spezifität von 50 auf 100%	• willkürliche Stichprobe • underpower • betrifft nicht Zielregion und Altersgruppe	2+ oder n.a.



Meta-Analysen und Systematische Reviews

Ref	Quellen	Fallzahl	Zusammenfassung	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Jonckheer et al_2016 ▲	Medline, ochrane, EMBASE, Pedro, CINAHL, Medion	21 Studien 1 Review	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität und Spezifität von Ottawa Kriterien betragen 92-100 bzw. 16-52% • Einführung von US kann die diagnostische Leistung der Ottawa Kriterien verbessern und ca. 80% der Radiografien vermeiden 	<ul style="list-style-type: none"> • betrifft nicht Zielregion und Altersgruppe • moderates Bias-Risiko • nur 3 US Studien, z.T. mit inkonklusiven Ergebnissen 	2+ oder n.a.
Najaf-Zadeh et al_2014 ▲	Medline, INIST, Cochrane	9 Studien 187 Fälle (davon 2 mit US als Index-Test)	<p>Prävalenz okkulten Frakturen 24%</p> <p>US Detektion okkulten Knöchel-Frakturen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 100% • Spezifität 93 - 97% • PLR 9 – 20 • NLR 0,04 – 0,08 <p>US ist eine erfolgversprechende diagnostische Methode bei okkulten Frakturen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Adaptation eines nicht-standardisierten Systems für Qualitätsbewertung • kleine Fallzahlen • Verifizierung der US Diagnose durch Röntgen-Follow-up • betrifft nicht Zielregion 	2+ oder n.a.
Wu et al_2020 ▲	Medline, EMBASE, Cochrane	10 Studien 1065 Fälle	<ul style="list-style-type: none"> • US diagnostische Leistung • Sensitivität 96% • Spezifität 94% • PLR 15,0 • NLR 0,04 • Odds ratio 367 • ROC Kurvenfläche 0,99 	<p>QUADAS-2 Bewertung</p> <ul style="list-style-type: none"> • hohe Heterogenität • geringe Bias-Risiken • betrifft nicht Zielregion und Altersgruppe 	2++ oder n.a.

PICO 17 Mittelfuß

Klinische Studien

Ref	Design	Popula-tion	Stich-probe	Intervention	Komparator	Primär- Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/ Bias	Evidenz-Niveau
Atila et al_2014 	Prospektiv Auto-Kont- rolle	Alter >18 Knöchel- o. Fußge- lenk ver- stauchung Erfüllte Ottawa Kriterien	246	Point-of-care US an -Knöchel - <i>Os naviculare</i> -MFK 5	Rö bewertet durch Ortho- päden CT bei Bedarf	• Diagnosti- sche Leistung	<ul style="list-style-type: none"> • US Sensitivität 87% • US Spezifität 96% 	<ul style="list-style-type: none"> • Referenz: Rö Bewertung durch 1 Person • geprüfte US Untersucher 	2++
Banal et al_2009	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter >22 Verdacht auf MFK Stress-Frak- tur bei ne- gativem Rö- Befund	37	US	Rö (vor US) MRT als Refe- renzstandard	• Diagnosti- sche Leistung	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 83% • Spezifität 76% • PPV 59% • NPV 92% • PLR 3,45 • NLR 0,22 	<ul style="list-style-type: none"> • relativ kleine Frakturfallzahl • Untersuch- ung mehrere Wochen nach Auftreten der Beschwerden • 1 US Unter- sucher 	2+
Crombach et al_2020 	Prospektiv Auto-Kont- rolle	Alter >17 Knöchel- o. Fußge- lenk ver- stauchung Erfüllte Ottawa Kriterien	158 23 Unter- sucher 1 Experte	Point-of-care US an -Knöchel - <i>Os naviculare</i> -MFK 5	Rö	• Diagnosti- sche Leistung Untersucher/ Experte	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 80 / 83% • Spezifität 90 / 99% • PPV 70 / 97% • NPV 94 / 95% 	<ul style="list-style-type: none"> • hochqualifi- zierte US Un- tersucher • Abrissfrak- turen ausge- schlossen • inkomplette Verblindung • relativ kleine Frakturfallzahl 	2+

Ref	Design	Popula- tion	Stich- probe	Intervention	Komparator	Primär- Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Dudkiewicz et al_2005	Prospektiv Auto-Kontrolle	Alter >16 Knöchel-o. Fußtrauma mit negativem Rö- Befund	121	US	Rö (vor US) Rö nach US als Referenz bzw. Szinti- grafie bei un- klarem Befund	• Frakturdi- gnose	<ul style="list-style-type: none"> • 22 Frakturen von MFK 5 diagnostiziert • US ist eine reliable dia- gnostische Option bei okkul- ten Frakturen 	<ul style="list-style-type: none"> • deskriptiv • relativ kleine Frakturfallzahl • wiederholte Rö-Nutzung als Referenz 	2-
Ebrahimi et al_2019	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter >16 Stumpfes Fußtrauma	102	Point-of-care US	Rö	• Diagnosti- sche Leistung	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 97% • Spezifität 84% • PPV 73% • NPV 98% • PLR 6,25 • NLR 0,04 • Fläche unter ROC 0,91 	•	2++
Ekinci et al_2013 	Prospektiv Auto-Kontrolle	Alter >16 Knöchel- o. Sprung- gelenk- Trauma Erfüllte Ottawa Kriterien	131	Point-of-care US an -OSG -USG -MFK 1-5	Rö	• Diagnosti- sche Leistung	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 100% • Spezifität 99% • PPV 95% • NPV 100% 	<ul style="list-style-type: none"> • hochqualifi- zierte US Un- tersucher • kleine Frak- tur-Fallzahl, mit >50% am Lateralknöchel 	2+
Tollefson et al_2016 	Prospektiv Auto-Kontrolle	Alter >18 Knöchel-o. Fußtrauma Erfüllte Ottawa Kriterien	50	Point-of-care US	Rö	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnosti- sche Leistung • Einfluss von US Anwen- dung auf Otta- wa- Kriterien 	<ul style="list-style-type: none"> • US Sensitivität, Spezifität, PPV und NPV 100% • Durch US anstelle einer Radiografie steigt Ottawa- Kriterien-Spezifität von 50 auf 100% 	<ul style="list-style-type: none"> • willkürliche Stichprobe • underpower • nur 4 MFK Frakturen 	2-
Yesilaras et al_2014	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter >14 Fußtrauma, Verdacht auf MFK 5 Fraktur	48	Point-of-care US	Rö	• Diagnosti- sche Leistung	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 97% • Spezifität 100% • PPV 100% • NPV 98% • PLR (extrem hoch) • NLR 0,03 	<ul style="list-style-type: none"> • nur 1 US Untersucher ohne Spezial- training 	2+


PICO 18 Toddlers Fraktur

Klinische Studien

Ref	Design	Popula- tion	Stich- probe	Intervention	Komparator	Primär- Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Carsen et al_2020	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter <3 Verdacht auf Todd- lerfraktur	27	Point-of-care US	Rö bei Auf- nahme Rö zur Diagno- sebestätigung nach 7-10 T.	<ul style="list-style-type: none"> • Fraktur-Dia- gnoserate 	<ul style="list-style-type: none"> • Frakturdetektion in 18% (davon 7% Rö-negativ bei Aufnahme) • Rö Bestätigung anhand von periostaler Reaktion in allen US- diagnostizierten Fällen 	<ul style="list-style-type: none"> • Kongress- Abstract • kleine Fall- zahl 	2-
Lewis & Logan_2006	Fallserie	Alter <2 Verdacht auf Todd- lerfraktur bei negati- vem Rö- Befund	3	Point-of-care US	Rö zur Diagno- sebestätigung	<ul style="list-style-type: none"> • Fraktur-Dia- gnoserate 	<ul style="list-style-type: none"> • US diagnostiziert Toddler- Frakturen mit hoher Zuverlässigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> • Fallserie • extrem nied- rige Fallzahl 	2-
Llorente Pelayo et al_2020	Retrospekt. über 5 J. Deskriptiv	Alter <3 Toddler Fraktur	53	keine	keine	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnosti- sche Methode 	<ul style="list-style-type: none"> • Inzidenz 70% • US wurde in 1 Fall (1,9%) verwendet • Follow-up US wurde bei 5 Fällen (9%) verwendet • Rö-Befund unauffällig in 25% der Fälle • Radiografie hat ungenügende Sensitivität 	<ul style="list-style-type: none"> • Fall-Identifi- zierung nach Dunbar-Krite- rien durch den aufnehmenden Arzt 	2-

PICO 19 Stress-Fraktur

Klinische Studien

Ref	Design	Popula- tion	Stichpr- obe	Intervention	Komparator	Primär- Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Banal et al_2009 	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter >22 Verdacht auf MFK Stress-Frak- tur bei ne- gativem Rö- Befund	37	US	Rö (vor US) MRT als Refe- renzstandard	• Diagnosti- sche Leistung	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 83% • Spezifität 76% • PPV 59% • NPV 92% • PLR 3,45 • NLR 0,22 	<ul style="list-style-type: none"> • relativ kleine Frakturfallzahl • Untersuchung mehrere Wochen nach Auftreten der Beschwerden • 1 US Unter- sucher 	2+
Farkash et al_2008	Prospektiv Auto-Kont- rolle	Alter >18 Verdacht auf Tibia- Stressfrak- tur (auch bilateral)	31 (62 Tibiae)	US	Szintigrafie (vor US)	• Diagnosti- sche Leistung	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 67% • Spezifität 53% • PPV 57% • NPV 63% • keine Korrelation zw. Kortikalis-Stärke und Frak- turinzidenz • US hat niedrigere Detek- tionsrate als Szintigrafie 	<ul style="list-style-type: none"> • 1 US Unter- sucher • sehr homogene Population mit starker Belastung (Wehrdienst) • keine klinische Untersuchung vor US Test 	2+
Papalada et al_2012	Prospektiv Auto-Kont- rolle	Alter 17-28 Verdacht auf einsei- tige Stress- fraktur (Un- terschenkel und Fuß)	113	US Therapie (2W/cm ²)	MRT	• Diagnosti- sche Leistung	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 82% • Spezifität 67% • PPV 99% • NPV 13% • Genauigkeit 81% • US diagnostische Leistung steigt mit Schweregrad der Läsion 	<ul style="list-style-type: none"> • homogene Population (Leistungs- sportler) • symptom- freie Extremität als Kont- rolle • 1 hochquali- fizierter Unter- sucher 	2++

Ref	Design	Popula-tion	Stichpr-obe	Intervention	Komparator	Primär-Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/ Bias	Evidenz-Niveau
Romani et al_2000	Prospektiv Intervention	Alter >18 Symptome tibialer Stressfraktur	26	Therapeutische US Anwendung 1 MHz mit steigender Intensität alle 30 s.	US Anwendung am gesunden Bein	<ul style="list-style-type: none"> • MRT Zeichen von Knochen-Remodellierung als Merkmal okkulten Stressfraktur • VAS Messung der Schmerzempfindung nach US Therapie 	<ul style="list-style-type: none"> • kein positiver MRT Frakturbefund konnte durch Veränderungen der Schmerzempfindung bestätigt werden • US hat 0% Sensitivität und 100% Spezifität bei der Diagnostizierung okkulten Stressfrakturen der Tibia 	<ul style="list-style-type: none"> • keine US Befund-Visualisierung • MRI findet keine einzige Kortikalis-Läsion • Remodellierung auch im gesunden Knochen festgestellt 	2-


Meta-Analysen und Systematische Reviews

Ref	Quellen	Fallzahl	Zusammenfassung	Schwächen/ Bias	Evidenz-Niveau
Miller et al_2011	Medline, EMBASE, Cochrane	41 Publikationen	27 Klassifikationssysteme für Stressfrakturen; davon <ul style="list-style-type: none"> • 16 nach anatomischen Regionen • 11 nach Röntgen-Symptomatik • 16 nach verschiedenen radiologischen Modalitäten • nur 1 Studie mit US Untersuchungsergebnissen verwendet nicht-US-Klassifikation (Fredericson) Die Klassifikationssysteme berücksichtigen kaum klinische Frakturparameter	<ul style="list-style-type: none"> • 33 Reviews und Fallserien • keine Qualitätsbewertung 	2+ oder n.a.
Schneiders et al_2012	Medline, EMBASE, AMED, CINAHL, PeDRO, Scopus 1950-2011	9 Publikationen (davon 7 mit US Therapie und 2 mit Stimmgabel-Test)	Keine Evidenz zugunsten der Nutzung von US als diagnostische Methode für Stressfrakturen <ul style="list-style-type: none"> • Diagnostische Leistung (gepoolt): Sensitivität 64%, Spezifität 63%, PLR 2,1, NLR 0,3 • Stimmgabel-Test (nicht gepoolt): Sensitivität 35-92%, Spezifität 19-83%, PLR 0,6-3,0, NLR 0,4-1,6 Radiologische Bildgebung als Methode der Wahl empfohlen	<ul style="list-style-type: none"> • QUADAS Bewertung: hohe Heterogenität, meist moderate Qualität und Genauigkeit 	2++

Ref	Quellen	Fallzahl	Zusammenfassung	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Wright et al_2015	Medline, EMBASE, CINAHL, SportDiscus bis Jan 2014	21 Studien	<p>Leistungsvergleich diagnostischer Methoden</p> <ul style="list-style-type: none"> • Radiografie: Sensitivität 12-56%, Spezifität 88-96% • Szintigrafie: Sensitivität 50-97%, Spezifität 33-98% • MRT: Sensitivität 68-99%, Spezifität 4-97% • CT: Sensitivität 32-38%, Spezifität 88-98% • US: Sensitivität 43-99%, Spezifität 13-79% <p>MRT als diagnostische Methode der Wahl empfohlen US ist mehr sensitiv als spezifisch und zeichnet sich durch niedrige falsch-negative Raten aus US Nutzung wird bevorzugt für den Ausschluss von Frakturen empfohlen (starke Evidenz)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • QUADAS 1 <p>Bewertung: meist moderate Evidenz (B); US Studien mit Evidenzgrad A</p>	2++

PICO 20 Fraktur-Dislokation

Klinische Studien

Ref	Design	Popula- tion	Stich- probe	Intervention	Komparator	Primär- Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Akinmade et al_2018 	Prospektiv Auto- Kontrolle	Alter 1-15 Verdacht auf Fraktur langer Knochen	62	Point-of-care US Follow-up US nach 3 und 6 Wochen	Rö bei Auf- nahme Rö Follow-up nach 3 und 6 Wochen	<ul style="list-style-type: none"> Dislokation Detektion 	<ul style="list-style-type: none"> US-gemessene Dislokation ist sign. größer als diese er- mittelt bei Radiografie (4,94 mm vs. 2,48 mm) US diagnostiziert sign. mehr Frakturen, die eine Reposition erfordern 	<ul style="list-style-type: none"> Nebenergeb- nis 	2++
Dallaudiere et al_2015_a	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter >18 Verdacht auf Fraktur nach Kfz- Unfall	83	Point-of-care US	Point-of care Rö	<ul style="list-style-type: none"> Fragment- zahl Dislokation 	<ul style="list-style-type: none"> Fragmentzahl US 3,31 vs Rö 2,28 Dislokation in mm: US und Rö 5,47 keine signifikante Differenz bei der Beurteilung der Fraktur- Fragmentzahl und -Dislokation 	<ul style="list-style-type: none"> Nebenergeb- nis Rö als Refe- renzstandard 	2++
Eckert et al_2013_a	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter 1-13 Ellenbogen trauma	67	Point-of-care US (Projektio- nen n. Reetz und Pistor)	Rö (2 Ebenen)	<ul style="list-style-type: none"> Dislokation Detektion 	<ul style="list-style-type: none"> Dorsoradiale und dorsoulnare Projektion stellen reliables Vorgehen zur Beurteilung der Dislokation dar Bei Dislokationsverdacht ist Rö für die Diagnose ausschlaggebend 	<ul style="list-style-type: none"> sehr kleine Fallzahl dislo- zierter Fraktu- ren (5) keine Quan- tizierung der Dislokation 	2+
Eckert et al_2013_b	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter 1-13 Ellenbogen trauma	106	Point-of-care US (7 Projek- tionen)	Rö (2 Ebenen)	<ul style="list-style-type: none"> Dislokation Detektion Verschie- bung-Einstu- fung 	<ul style="list-style-type: none"> Übereinstimmende Einstufung von Verschiebungen bei US und Rö 	<ul style="list-style-type: none"> sehr kleine Fallzahl dislo- zierter Fraktu- ren (4) keine Quan- tizierung der Dislokation 	2+

Ref	Design	Popula- tion	Stich- probe	Intervention	Komparator	Primär- Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Engin et al_2000	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter >18 Thorax- Trauma	23	Point-of-care US	Rö vor US (frontale und laterale Pro- jektion)	<ul style="list-style-type: none"> Dislokation Detektion (mehr als 25% der Knochenstärke in lateraler Projektion) 	<ul style="list-style-type: none"> US diagnostiziert in 2 Fällen einen niedrigeren Dislokationsgrad als Rö US ist weniger geeignet für die Beurteilung der Dislokation von Sternumfrakturen wegen unklarer Darstellung der hinteren Sternumgrenze 	<ul style="list-style-type: none"> kleine Fallzahl dislozierter Frakturen keine Verblindung deskriptiv 	2-
Mahlfeld et al_2001	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter >27 Schmerzen in der Sternumregion	11	US	Rö	<ul style="list-style-type: none"> Dislokation Detektion 	<ul style="list-style-type: none"> US bestätigt alle Dislokationen, die durch Rö festgestellt wurden 	<ul style="list-style-type: none"> sehr kleine Fallzahl deskriptiv Nebenergebnis 	2-
Varga et al_2017	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Kinder Handge- lenktrauma bei nicht- geschlossen er Wachs- tumsfuge	467	Point-of-care US	Rö (2 Ebenen)	<ul style="list-style-type: none"> Dislokation Detektion 	<ul style="list-style-type: none"> US bestätigt alle Dislokationen, die durch Rö festgestellt wurden 	<ul style="list-style-type: none"> Volltext auf Ungarisch keine Zahlenangaben Nebenergebnis 	2+
Wawrzyk et al_2015	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter 2-18 Zustand nach Frak- tur langer Knochen	24	US	Rö	<ul style="list-style-type: none"> Dislokation Detektion 	<ul style="list-style-type: none"> keine Differenzen zw. US und Rö 	<ul style="list-style-type: none"> kleine Zahl dislozierter Frakturen (4) deskriptiv Nebenergebnis 	2-
Yesilaras et al_2014	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter >14 Fußtrauma, Verdacht auf MFK 5 Fraktur	48	Point-of-care US	Rö	<ul style="list-style-type: none"> Dislokation Messung 	<ul style="list-style-type: none"> US 1,2 mm, Rö 1,8 mm gute Korrelation zw. US und Rö Messergebnissen ($\kappa = 0,88$) US kann Dislokation in mehreren Ebenen bewerten 	<ul style="list-style-type: none"> 1 US Untersucher 	2++

Ref	Design	Popula- tion	Stich- probe	Intervention	Komparator	Primär- Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
You et al_2010	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter 8-78 Schmerzen in der Ster- numregion nach Tho- raxtrauma	36	US bei Auf- nahme US-Kontrollen am 3. Tag und nach 1, 2 und 3 Wochen	Rö (vor US)	<ul style="list-style-type: none"> • Dislokation Detektion (mehr als die Knochenstärke in lateraler Projektion) 	<ul style="list-style-type: none"> • übereinstimmende US und Rö Ermittlung von Dislokation 	<ul style="list-style-type: none"> • kleine Zahl dislozierter Frakturen (5) • kein Refe- renzstandard • Nebenergeb- nis 	2-
Zhang & Chen_2008	Prospektiv Fallserie	Alter 2-9 Fraktur des lateralen Humerus- Kondylus	9	US	Rö (vor US) Rö follow-up	<ul style="list-style-type: none"> • Dislokation Detektion 	<ul style="list-style-type: none"> • US diagnostiziert Dislokation >2 mm in 6 von 9 Fällen • US ist geeignet für die Differenzierung instabiler Frakturen des Ellenbogens 	<ul style="list-style-type: none"> • sehr kleine Stichprobe • deskriptiv • keine Ver- blindung 	2-

PICO 21 Kallus

Klinische Studien

Ref	Design	Popula- tion	Stich- probe	Intervention	Komparator	Primär- Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Akinmade et al_2018	Prospektiv Auto-Kontrolle	Alter 1-15 Verdacht auf Fraktur langer Knochen	62	Point-of-care US Follow-up US nach 3 und 6 Wochen	Rö bei Aufnahme Rö Follow-up nach 3 und 6 Wochen	<ul style="list-style-type: none"> • Kallus-Detektion 	<ul style="list-style-type: none"> • US erkennt Kallus-Bildung in 97% nach 3 Wochen und in 100% nach 6 Wochen • Rö erkennt Kallus-Bildung in 42% nach 3 Wochen und in 90% nach 6 Wochen 	<ul style="list-style-type: none"> • relativ kleine Fallzahl 	2++
Caruso et al_2000	Prospektiv Longitudinale Observation	Tibia-Fraktur mit externer Fixation Gesunde Kontrollen	20	US und Farb-Doppler 10 Tage nach OP und alle 25 Tage	Rö in 4 Projektionen alle 25 Tage	<ul style="list-style-type: none"> • Kallus-Detektion • Resistenz-Index 	Bei normaler Kallus-Entwicklung zeigt Farb-Doppler bis zu ca. 100 Tagen post- OP Zeichen von Vaskularisation und der Resistenz-Index nimmt ab <ul style="list-style-type: none"> • Fehlende Vaskularisation und hoher Resistenzindex deuten auf verzögerte Frakturheilung hin 	<ul style="list-style-type: none"> • Farb-Doppler mit Betrachtungsfeld von 120⁰, s/w US umfasst >250⁰ • deskriptiv • kein Vergleich US-Rö-Kontrollgruppe nur zu visuellem Training 	2-
Paik et al_2005	Cross-Section Validierungsstudie	Alter >22 Trauma- o. Ca-Anamnese mit positivem Szintigrafie-Befund	58	US	Rö	<ul style="list-style-type: none"> • Differentialdiagnostischer Vergleich 	<ul style="list-style-type: none"> • US identifiziert Kallus bei Rippenfrakturen so gut wie Szintigrafie 	<ul style="list-style-type: none"> • keine Angaben zur Verblindung • deskriptiv • Nebenergebnis 	2-
Wawrzyk et al_2015	Prospektiv Cross-section Auto-Kontrolle	Alter 2-18 Zustand nach Fraktur langer Knochen	24	US Pulsed-Wave-Doppler	Rö	<ul style="list-style-type: none"> • Kallus-Bewertung • vaskulärer Resistenz-Index 	<ul style="list-style-type: none"> • keine Differenzen zw. US und Rö in Kallusabmessung • Resistenz-Index <0,2 indiziert fragilen Kallus und verzögerte Heilung 	<ul style="list-style-type: none"> • relativ kleine Stichprobe • Resistenz-Index und Kallusqualität nach subjektiven Kriterien verglichen 	2+

PICO 00 Allgemein (keine definierte Lokalisation)

Klinische Studien

Ref	Design	Popula- tion	Stich- probe	Intervention	Komparator	Primär- Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Abi Khail et al_2011	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter <14 Extremität- Trauma Rö-Befund negativ o. einseitige Kortikalis- Läsion	50	Point-of-care US	Rö (vor US)	<ul style="list-style-type: none"> • Fraktur bzw. Weichteil-Läsion 	<ul style="list-style-type: none"> • US diagnostiziert zusätzlich Frakturen bzw. Weichläsionen in 30% der Fälle • US ist überlegen bei der Diagnose bzw. Ausschluss okkulten Frakturen und Hämatome 	<ul style="list-style-type: none"> • keine Verblindung bez. Rö-Befund • deskriptiv 	2-
Akinmade et al_2018	Prospektiv Auto-Kont- rolle	Alter <16 Trauma langer Kno- chen	62	Point-of-care US	Rö	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnosti- sche Leistung 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 96% • Spezifität 100% • PPV 100% • NPV 83% 	<ul style="list-style-type: none"> • willkürliche Stichprobe • Schlussfol- gerungen bez. Regionaldif- ferenzen an- hand von 2 Fällen 	2-
Barata et al_2012	Prospektiv Auto-Kont- rolle	Alter <18 Frakturver- dacht nach Trauma langer Kno- chen	53 (98 US)	Point-of-care US	Rö	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnosti- sche Leistung -Frakturerken- nung -Indikation für Reposition 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 95 und 100% • Spezifität 85 und 97% • PPV 84 und 86% • NPV 96 und 100% 	<ul style="list-style-type: none"> • willkürliche Stichprobe • niedrige US Qualifikation • underpower mit kleinen Untergruppen • Parameter über Fraktur- zahl berechnet 	2-
Beltrame et al_2012	Prospektiv Auto-Kont- rolle	Alter 7-88 Frakturver- dacht (ohne Ge- lenke)	86	Point-of-care US	Rö	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnosti- sche Leistung • Übereinstim- mung US-Rö 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 94% • Spezifität 92% • Übereinstimmung 93% (bei Hand- und Fußfrakturen nur 75%) 	<ul style="list-style-type: none"> • willkürliche Stichprobe • Konsensus- Diagnostik • Gelenkfrakturen ausgeschlossen 	2+

Ref	Design	Popula- tion	Stich- probe	Intervention	Komparator	Primär- Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Bolandparvaz et al_2013	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter >18 Polytrau- ma der Ex- tremitäten	80	Point-of-care US	Rö	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnosti- sche Leistung • Übereinsti- mung US-Rö 	Leistung und Übereinstim- mung variieren bez. Lokali- sation und Gelenknähe <ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität: Arm 56, Bein 75, Arm-gelenk 60, Beinge- lenk 60% • Spezifität: Arm 84, Bein 72, Arm-gelenk 69, Beinge- lenk 62% • PPV: Arm 71, Bein 66, Arm-gelenk 42, Beingelenk 33% • NPV Arm 73, Bein 80, Arm-gelenk 81, Beingelenk 83% • Übereinstimmung (κ): Arm 0,58, Bein 0,52, Arm- gelenk 0,47, Beingelenk 0,25 • US ist als primäre Diagno- se-Modalität nicht geeignet 	<ul style="list-style-type: none"> • kleine Unter- gruppen • kein Follow- up falsch po- sitiver US Be- funde 	2++
Bonnefoy et al_2006	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter >14 Fraktur- Verdacht nach Knie- Trauma	48	Point-of-care US	Point-of-care Rö CT als Refe- renzstandard	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnosti- sche Leistung von <i>a</i>)US und <i>b</i>)Rö vs. CT 	Frakturerkennung <ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität: a) 94 b) 84 • Spezifität: a) 94 b) 88 • PPV: a) 97 b) 93 • NPV: a) 89 b) 75 Lipohämarthrose <ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität: a) 97 b) 55 • Spezifität: a) 100 b) 100 • PPV: a) 100 b) 100 • NPV: a) 94 b) 55 Erkennung von Lipohämar- throse ist der Vorteil von US	<ul style="list-style-type: none"> • underpower • verschiedene intraartikuläre Lokalisationen und Untergrup- pen • keine Unter- suchung in schräger Projektion 	2+

Ref	Design	Popula- tion	Stich- probe	Intervention	Komparator	Primär- Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Caroselli et al_2021	Prospektiv Auto-Kont- rolle	Alter <17 Frakturver- dacht (oh- ne Schädel	554	Point-of-care US	Rö (vor US)	Qualifikations- abhängige • Diagnosti- sche Leistung • Übereinstim- mung US-Rö	Leistungsparameter sind qualifikationsabhängig (hoch vs. standard) • Sensitivität 92 vs 72% • Spezifität 83 vs 89% • PPV 89 vs 76% • NPV 91 vs 79% • 0,85 vs 0,54 Qualifikation und Feststellung von Knochendiskontinuität sind für Übereinstimmung ausschlaggebend	<ul style="list-style-type: none"> • willkürliche Stichprobe • keine Verblindung • ungleiche Pat.- Verteilung zw. Zentren mit hoher und niedriger Qualifikation • 1 Untersucher / Zentrum 	2+
Cho et al_2010	Prospektiv Auto-Kont- rolle	Alter <15 Verdacht auf okkulte Extremität- Fraktur	25	US	Rö (vor US) Rö Follow-up MRT o. Szin- tografie bei Unklarheit	• Fraktur- Diagnose	• Frakturverdacht in allen Fällen bestätigt	<ul style="list-style-type: none"> • kleine Falzähl • illustrative Fallsektion post hoc • deskriptiv 	2-
Dallaudiere et al_2015	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter >18 Fraktur- Verdacht	83	Point-of-care US	Point-of-care Rö	• Diagnosti- sche Leistung	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 98% • Spezifität 98% • PPV 100% • NPV 95% • Genauigkeit 99% 	• nur 1 hochqualifiziert er US Bewerter	2++
Dulchavsky et al_2002	Prospektiv Auto-Kont- rolle	Alter >18 Extremität- Frakturver- dacht	95 (158 Unter- suchun- gen)	US durch nicht ärztliche Un- tersucher	Rö	• Diagnosti- sche Leistung	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 50-92% (je nach Lokalisation) • Spezifität 100% • Nicht-ärztliches Personal kann US Diagnostik durchführen 	<ul style="list-style-type: none"> • Minimales Training • nicht berechtigte Statistik 	2+
Eksioglu et al_2003	Prospektiv Deskriptiv	Alter <14 Rö-positi- ve Fraktur ossifizier- ter Kno- chen	39	US	Rö (vor US)	• US Merkma- le pädiatri- scher Fraktu- ren	<ul style="list-style-type: none"> • Subperiostales Hämatom, Kortikalis-Unterbrechung und reverberierendes Echo sind bei allen Frakturen ver- treten • Biegung nur bei inkompletten Frakturen präsent 	<ul style="list-style-type: none"> • keine Verblindung • deskriptiv • kleine Fallzahlen 	2-

Ref	Design	Popula- tion	Stich- probe	Intervention	Komparator	Primär- Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Hübner et al_2000	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Kinder Fraktur- verdacht	163 (224 Fraktu- ren)	Point-of-care US	Rö	• Diagnosti- sche Leistung	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 98% • Spezifität 69% • gute Leistung bei Diaphy- sen- Frakturen, niedrigere Parameter bei Gelenknähe, Salter-Harris oder Fraktur-Spalt <1 mm 	<ul style="list-style-type: none"> • hochqualifi- zierte Unter- sucher 	2++
Marshburn et al_2004	Prospektiv Auto- Kontrolle	Alter >28 Extremität- Fraktur	58	Point-of-care US	Körperliche Untersuchung Rö als Refe- renz	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnosti- sche Leistung US bzw. kör- perliche Un- tersuchung 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 93 vs 79% • Spezifität 83 vs 90% • Minimales Training ist für Frakturdiagnostik langer Knochen ausreichend 	<ul style="list-style-type: none"> • willkürliche Stichprobe • ältere Popu- lation • US Training für 1 Stunde 	2+
McNeil et al_2009	Retrospekt. Auto-Kont- rolle	Alter >18 Fraktur- Verdacht	44	Point-of-care US mit tragba- rem Gerät	Rö (falls keine Symptombes- serung nach 72 Stunden)	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnosti- sche Leistung 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 100% • Spezifität 94% 	<ul style="list-style-type: none"> • willkürliche Stichprobe • Fall-Subse- lektion <i>ex iu- vantibus</i> • kleine Frak- tur-Fallzahl • kein Follow- up negativer Fälle 	2-
Moritz et al_2008	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter <17 Fraktur- Verdacht nach Trau- ma	653 (726 Lokali- satio- nen)	US	Rö	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnostische Leistung US vs. Rö 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 93 vs 93% • Spezifität 99,5 vs 99,8% • PPV 99 vs 100% • NPV 94,5 vs 94,8% • Genauigkeit 97 vs 97% • US und Rö sind bei Fraktur- diagnostik gleichwertig 	<ul style="list-style-type: none"> • qualifizierte Untersucher 	2++
Musa & Wilson_2015	Prospektiv Auto-Kont- rolle	Alter >2 Verdacht auf distale Extremität- fraktur	97	US	Rö	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnostische Leistung 	<ul style="list-style-type: none"> • US Sensitivität 85% • US und Rö zeigen vergleichbare Leistungen 	<ul style="list-style-type: none"> • willkürliche Stichprobe • keine demografische Angaben • keine Parameterbere- chnung 	2-

Ref	Design	Popula- tion	Stich- probe	Intervention	Komparator	Primär- Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Patel et al_2009	Prospektiv Auto-Kont- rolle	Alter 2-17 Verdacht auf Fraktur langer Knochen (Gelenke ausgesch- lossen)	33 (66 Lokalisati- onen)	Point-of-care US	Rö	Diagnostische Leistung bez. <ul style="list-style-type: none"> • Frakturdiag- nose (a) • notwendiger Reposition (b) • korrekter Reposition (c) 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität a)97 b)100 c)100% • Spezifität a)93 b)85 c)80% • PPV a) 95 b) 86 c) 89% • NPV a) 96 b) 100 c) 100% • Übereinstimmung a) 0,91 b)0,85 c) 0,74 	<ul style="list-style-type: none"> • willkürliche Stichprobe • kleine Fall- zahl und Un- tergruppen • Gelenke aus- geschlossen 	2-
Sinha et al_2011	Prospektiv Auto-Kont- rolle	Alter 7-17 Verdacht auf Fraktur langer Knochen	41	Point-of-care US	Rö	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnosti- sche Leistung 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 89% • Spezifität 100% • PPV 100% • NPV 97% 	<ul style="list-style-type: none"> • willkürliche Stichprobe • relativ kleine Fallzahl • minimales US Training • Gelenke aus- geschlossen 	2-
Tomer et al_2006	Prospektiv Cross- section Auto- Kontrolle	Alter >18 Fraktur- Verdacht	51	Point-of-care US	Rö	<ul style="list-style-type: none"> • Frakturdiag- nose 	<ul style="list-style-type: none"> • Frakturerkennung variiert nach anatomischer Region • inkorrekte Diagnose bei obesen Patienten (BMI>25) 	<ul style="list-style-type: none"> • qualifizierte • Untersucher • kleine Fallzahl und Untergruppen • deskriptiv 	2-
Waterbrook et al_2013	Prospektiv Auto- Kontrolle	Kinder und Erwachsen Verdacht auf Fraktur langer Knochen	106 (147 Lokali- sation- en)	Point-of-care US	Rö	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnosti- sche Leistung 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 90% • Spezifität 96% • PPV 90% • NPV 96% • PLR 23,0 • NLR 0,10 • Diskriminierung ROC 0,93 • Übereinstimmung κ 0,92 	<ul style="list-style-type: none"> • Willkürliche Stichprobe • underpower • sehr hetero- gene Qualifi- kation 	2+

Ref	Design	Popula- tion	Stich- probe	Intervention	Komparator	Primär- Endpunkt	Wichtigste Ergebnisse	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Weinberg et al_2010	Prospektiv Auto-Kont- rolle	Alter <25 Fraktur- Verdacht	212 (348 Lokalisat ionen)	Point-of-care US	Rö oder CT	Diagnostische Leistung bez. <ul style="list-style-type: none"> • Knochentyp <i>a</i>)lang <i>b</i>)kurz • Alter <i>c</i>)>18 <i>d</i>)<18 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität <i>a</i>)73 <i>b</i>)77 <i>c</i>)60 <i>d</i>)78 • Spezifität <i>a</i>)92 <i>b</i>)93 <i>c</i>)92 <i>d</i>)93 • mehr als 85% der Fehldia- gnosen im Epiphysenbereich 	<ul style="list-style-type: none"> • willkürliche Stichprobe • minimales US Training • Sprung- und Handgelenk- Ausschluss • relativ kleine Untergruppen 	2++

Meta-Analysen und Systematische Reviews

Ref	Quellen	Fallzahl	Zusammenfassung	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Ackermann & Eckert_2015	Selektive Literatur- Recherche bis 2015	n.a.	<p><i>Sonografie in pädiatrischen Fällen wird als Hauptuntersuchung empfohlen bei</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • distale Unterarm- und Clavicula-Frakturen • Ausschluss von Ellenbogenfrakturen • Ausschluss bzw. Bestimmung der Achsenabweichung bei proximalen Humerusfrakturen • Initialdiagnostik von Schädelfrakturen und Intrakranialdiagnostik bei Säuglingen <p><i>Sonografie bei Erwachsenen wird empfohlen bei</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Stellungskontrolle • Monitoring von Kallus-Bildung • Sternum-Frakturdiagnostik 	<ul style="list-style-type: none"> • keine Qualitätsbewer- tung der Quellen 	4
Ackermann et al_2020	Experten- Meinung	n.a.	<p><i>Indikationen für Sonografie-Diagnostik im Kindesalter</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • distale Unterarmfrakturen (Evidenzklasse Ia) • Ellenbogenverletzungen (IIa) • proximale Humerusfrakturen (IIa) • Clavicula-Frakturen (IIa) • Screening bei Frakturverdacht (IIa) • AC Gelenksprengung (IIIb) 	<ul style="list-style-type: none"> • keine Quali- tätsbewertung der Quellen 	4

Ref	Quellen	Fallzahl	Zusammenfassung	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Champagne et al_2019	Medline, EMBASE, Cochrane	26 Studien 2 360 Fälle	<p><i>Bei der Diagnostizierung von Extremitätenbrüchen in Erwachsenen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • variiert US Sensitivität je nach dem jeweiligen Referenzstandard im Bereich 42-100% und Spezifität zwischen 65 und 100% • Beste diagnostische Genauigkeit wird bei Fuß- und Knöchelfrakturen festgestellt • Gepoolte Werte für Sensitivität und Spezifität entsprechen 93 und 92% für Armbrüche und 83 und 93% für Beinbrüche • 18 von 26 Studien berichten von Sensitivität und Spezifität über 90% <p><i>Die Studienevidenz erlaubt keine Empfehlung zugunsten der US Anwendung als primäre diagnostische Methode bei Extremitätenfrakturen in Erwachsenen</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • unterschiedliche Referenzstandards • Qualitätsbewertung nach CASP und SIGN 	2++
Chartier et al_2017	Medline EMBASE bis 07/2015	30 Studien 3 506 Fälle	<p><i>Point-of-care US diagnostiziert Frakturen langer Knochen mit</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 65-100%; Spezifität 79-100%, PLR >3,11, NLR <0,45 • Sensitivität und Spezifität für adäquate Reposition sind 94-100 bzw. 56-100% <p><i>Diagnose pädiatrischer Unterarmfrakturen (gepoolt aus 10 Studien)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität und Spezifität jeweils 93% <p><i>Diagnose von Knöchel- und Sprunggelenkfrakturen bei Erwachsenen (gepoolt aus 4 Studien)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Sensitivität 90%, Spezifität 94% 	<ul style="list-style-type: none"> • QUADAS-2 Bewertung: geringes Bias-Risiko • sehr variable Untersucher-Qualifikation • methodische Heterogenität 	2++
Joshi et al_2013	Medline, EMBASE 1965-2012	9 US Studien 8 Studien zu körperlicher Untersuchung	<ul style="list-style-type: none"> • Im Vergleich zu Röntgen stellt US eine zuverlässige Methode für die Diagnostizierung bzw. den Ausschluss von Frakturen der oberen Extremität dar • Die durchschnittliche US Sensitivität und Spezifität bei pädiatrischen Unterarm- und Clavicula-Frakturen übersteigt 90% • Die diagnostische Leistungsfähigkeit der körperlichen Untersuchung ist unschlüssig 	<ul style="list-style-type: none"> • QUADAS-2: variable Qualität • häufig zufällige Stichprobe • relativ kleine Fallzahlen 	2++
Schmid et al_2017	Medline, EMBASE, Cochrane	48 Studien 4 427 Fälle (5 436 Untersuchungen)	<ul style="list-style-type: none"> • Gepoolte US Sensitivität und Spezifität: 91 bzw. 94% • US zeigt höhere Sensitivität bei der Diagnostizierung von Humerus-, Unterarm-, Knöchel- und pädiatrischen Frakturen und niedrigere Leistung bei kurzen Knochen, Hand- und Fußgelenk und generell bei Erwachsenen 	<ul style="list-style-type: none"> • QUADAS-2: auffallende Heterogenität • unterschiedliche Referenzstandards 	2++

Ref	Quellen	Fallzahl	Zusammenfassung	Schwächen/ Bias	Evidenz- Niveau
Sorensen & Hunskaar_2019	Medline bis 07/2019	38 Studien und Meta-Analysen zu US Anwendung bei Traumen des Stützapparats (28 zu Frakturen)	<ul style="list-style-type: none"> • Bis auf wenigen Ausnahmen zeigt US Diagnostik hohe Sensitivität und Spezifität • Die US Untersuchungsdauer ist meist kürzer als andere Modalitäten <ul style="list-style-type: none"> • Korrekte US Anwendung ist auch durch Allgemeinmediziner mit minimalem Training möglich • US Diagnostik ist stärker verbreitet in den USA, Korea und in der Türkei 	<ul style="list-style-type: none"> • deskriptiv • keine Qualitätsbewertung • Teilergebnis 	2+
Tong et al_2018	Medline, EMBASE	29 Studien	<ul style="list-style-type: none"> • Quantitative US Untersuchung ist für die Vorhersage bzw. das Monitoring metabolischer Knochenerkrankungen bei Neugeborenen geeignet • US-Werte korrelieren häufig (jedoch nicht immer) mit dem Geburtsgewicht bei Frühgeburten 	<ul style="list-style-type: none"> • nur Englisch • Studienqualität in vielen Fällen nicht definierbar 	2+ oder n.a.
Tsou et al_2020	Medline, EMBASE, Web of Science bis 11/2019	32 Studien 2 994 Fälle	<ul style="list-style-type: none"> • Im Vergleich zu konventioneller Radiografie zeigt US hervorragende Leistung bei der Diagnostizierung pädiatrischer Oberarmfrakturen oberhalb des Ellenbogens (Sensitivität 95%, Spezifität 95%, PLR 21,1, NLR 0,05) • Die diagnostische Leistung bei Ellenbogenfrakturen ist: Sensitivität 95%, Spezifität 87%, PLR 7,3, NLR 0,06 • Die Fläche unter der ROC-Kurve beträgt 0,98 bzw. 0,96 • Die Frakturlokalisierung (Ellenbogen vs. nicht-Ellenbogen) beeinflusst signifikant die diagnostische Genauigkeit von US 	QUADAS-2: <ul style="list-style-type: none"> • Selection bias in 31% • keine Verblindung in 25% • unklare Verblindung in 41% 	2++
Vossschulte et al_2020	Retrospektive Analyse eigener Daten über 1 J.	1 072 Fälle mit 672 Frakturen	<ul style="list-style-type: none"> • Die Mehrheit pädiatrischer Frakturen wird durch Radiografie diagnostiziert (über 75%) <p><i>Empfehlungen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Bei Frakturverdacht ohne OP-Indikation soll US verwendet werden • Bei klarem Frakturverdacht mit OP-Indikation soll Rö verwendet werden • Bei Lebensgefahr bzw. Hochrasanz-Traumata soll das schnellste bildgebende Verfahren (üblicherweise Rö) verwendet werden • MRT soll CT vorgezogen werden 	<ul style="list-style-type: none"> • deskriptiv • monozentrisch 	2+

Anhang B: Übersicht Interessenkonflikte

Tabelle zur Erklärung von Interessen und Umgang mit Interessenkonflikten LL Fraktursonografie

	Berater*innen-bzw. Gutachter*innentätigkeit	Mitarbeit in einem Wissenschaftlichen Beirat (advisory board)	Bezahlte Vortrags- /oder Schulungs- tätigkeit	Bezahlte Autor*innen-/oder Coautor*innenschaft	Forschungs- vorhaben/Durchführung klinischer Studien	Eigentümer*innen- interessen (Patent, Urheber*innen-recht, Aktienbesitz)	Indirekte Interessen	Von COI betroffene Themen der Leitlinie1, Einstufung bzgl. der Relevanz, Konsequenz
v. Kaisenberg	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine
Ackermann	keine	keine	Kursinstructor (keine Industriefinanzierung)	Buchherausgeber "Fraktursonografie" (Springer)	ja, unbezahlt	keine	keine	keine
Großer	keine	Kinderneurologiehilfe - SHT	Bundeswehr-KH Ulm- Sono-Kurse	keine	keine	keine	keine	keine
Hauenstein	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine
Kluge	Canon Medical Systems	Ultraschall in Med HaMiPla Arch Orthop Trauma Surg	GE Healthcare GmbH Canon Medical Systems	Buchherausgeber "Ultraschalldiagnostik der Hand"	keine	keine	keine	moderate Interessenkonflikt
Moritz	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine
Tesch	keine	Beirat UIM	keine	Intervent Sono, Fraktursonographie Fokus Sono Notauf	keine	keine	keine	keine
Berthold	keine	keine	keine	keine	keine	Aktienbesitz Medizingerätehersteller	keine	geringer Interessenkonflikte
Fischer	keine	keine	keine	keine	Ja, DEGUM und Bracco	keine	keine	Abstimmung bei Indikation „Pseudarthrose“ nicht berücksichtigt

In die tabellarische Zusammenfassung wurden hier nur die Angaben übertragen, für die nach Diskussion und Bewertung der vollständig entsprechend Formblatt der AWMF offengelegten Sachverhalte in der Leitliniengruppe ein thematischer Bezug zur Leitlinie festgestellt wurde. Die vollständigen Erklärungen sind im Leitliniensekretariat hinterlegt.

Versionsnummer: 1.0

Erstveröffentlichung: 02/2023

Nächste Überprüfung geplant: 012028

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit des Inhalts keine Verantwortung übernehmen. **Insbesondere bei Dosierungsangaben sind stets die Angaben der Hersteller zu beachten!**

Autorisiert für elektronische Publikation: AWMF online