

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 (Kurzversion)

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)



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/085-003>
C, von Kaisenberg C. <https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/085-003>

Herausgebende federführende Fachgesellschaft:

Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin (DEGUM)
 Charlottenstr. 79/80
 10117 Berlin
 Tel.:+49 30 2060 8888-0, Fax: +49 30 2060 8888-90
 Internet: www.degum.de
 e-mail: geschaeftsstelle@degum.de

Präambel

Die Fraktursonografie ist eine Methode, die mit hoher Sensitivität und Spezifität Frakturen erkennt.

Für einige Frakturtypen kann sie das Röntgen ersetzen.

Für andere Frakturen kann sie die Indikation zum MRT / Schnittbilddiagnostik erhärten.

Wieder andere Frakturen benötigen eine primäre Schnittbilddiagnostik.

Voraussetzung der Fraktursonografie:

- Verfügbarkeit von Ultraschallgeräten von mindestens mittlerer Qualität, mit hoch auflösendem Linearschallkopf
- Absolvieren eines spezifischen Trainings (z.B. Kurs der DEGUM, oder Hospitation)
- Standardisierte Dokumentation (Nachprüfbarkeit der Einstellungen)
- Motivation

Bei Einhaltung der Qualitätskriterien kann der Ultraschall die Röntgendiagnostik in vielen Fällen ohne Einbuße der diagnostischen Testgüte ersetzen.

Die wichtigste Empfehlung auf einen Blick

7.1	Empfehlung	Stand 14.11.2021
Empfehlungsgrad A	Die Fraktursonografie soll als Standarddiagnostik bei dem V.a. eine distale Unterarmfraktur im Wachstumsalter bis 12 Jahre angewendet werden, bei geplanter operativer Therapie soll zusätzlich eine Röntgenkontrolle erfolgen, bei konservativer Behandlung ist keine Röntgenkontrolle notwendig. <i>starker Konsens</i>	
Evidenzgrad 2++	Douma-den Hamer D, Blanker MH, Edens MA, et al. Ultrasound for Distal Forearm Fracture: A Systematic Review and Diagnostic Meta-Analysis. PLoS One. 2016;11(5):e0155659. doi:10.1371/journal.pone.0155659 Ackermann O, Wojciechowski P, Dzierzega M, et al. Sokrat II - An International, Prospective, Multicenter, Phase IV Diagnostic Trial to Evaluate the Efficacy of the Wrist SAFE Algorithm in Fracture Sonography of Distal Forearm Fractures in Children. Ultraschall Med. 2019;40(3):349-358. doi:10.1055/a-0825-6284	

1. Geltungsbereich und Zweck

1.1 Zielsetzung und Fragestellung

Aufarbeitung und Zusammenfassung der klinischen Evidenz zur Frakturspaltsonografie, insbesondere im Vergleich zum konventionellen Röntgen, Entwicklung von Algorithmen, Formulierung von Empfehlungen für die regelhafte Anwendung der Fraktursonografie als Beitrag zur Etablierung von Standards für diese Methode.

1.2 Versorgungsbereich

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

1.3 Patienten-Zielgruppe

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

1.4 Adressaten

Ärztinnen und Ärzte für Chirurgie, Orthopädie und Unfallchirurgie, Kinderchirurgie, Handchirurgie, Kinder- und Jugendradiologie, Radiologie; Klinikärztinnen und Klinikärzte und niedergelassene Ärztinnen und Ärzte der o.g. Fachrichtungen und zur Information für Notfallmediziner und alle Ärztinnen und Ärzte, die Frakturen diagnostizieren und versorgen.

1.5 Hinweise zum Sprachgebrauch

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird bei Personenbezeichnungen und personenbezogenen Hauptwörtern die männliche Form verwendet. Entsprechende Begriffe gelten im Sinne der Gleichbehandlung für alle Geschlechter.

1.6 Weitere Dokumente zu dieser Leitlinie

- Langversion
- Kurzversion
- Leitlinienreport mit Evidenztabellen der eingeschlossenen und kritisch bewerteten Studien

Alle Dokumente finden sich unter: <https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/085-003>

2. Handlungsempfehlungen & Hintergrundtexte

2.1 Einleitung

Die Fraktursonografie hat sich in den letzten 20 Jahren durch vermehrte wissenschaftliche Tätigkeit und eine Verbesserung der Ultraschallgeräte substanziell entwickelt. Sie wird eingesetzt zur Frakturdiagnostik, zur Kontrolle der Frakturheilung und Dislokation, bei Bandinstabilitäten und bei traumatischen Weichteilverletzungen. Gegenstand dieser Leitlinie ist, den aktuellen Stand der Sonografie im Hinblick auf die Frakturdiagnostik und Diagnostik bei Gelenkinstabilität anhand der aktuellen Literatur aufzuzeigen. Dabei ist den Autoren klar, dass diese Leitlinie zu einer diagnostischen Methode, anders als bei LL zu definierten Krankheitsbildern, ihre Limitationen im Hinblick auf die Empfehlungsgrade hat, da bei vielen Indikationen aktuell noch keine Evidenz mit hohem Evidenzlevel vorliegt.

Die Fraktursonografie ist nicht geeignet, die Röntgendiagnostik komplett zu ersetzen (Tougas et al. 2022), sondern nur bei definierten Indikationen zu ergänzen und überflüssige Aufnahmen mit ionisierenden Strahlen zu vermeiden. Insbesondere im Wachstumsalter ist es ein lohnendes Ziel, Strahlenbelastung für unsere Patienten möglichst weit zu reduzieren. Hierbei ist dem ALARA Prinzip („as low a reasonably achievable“) zu folgen, sodass bei gleicher Sicherheit und Effizienz Röntgenstrahlung eingespart werden soll, wenn andere Methoden zur Verfügung stehen, die das gleiche Ergebnis erbringen.

Die meisten Frakturen im Wachstumsalter entstehen an den Metaphysen, die in der Regel der Sonografie gut zugänglich sind. Die selteneren Schaftfrakturen werden generell operativ versorgt; deswegen ist die Röntgendiagnostik in diesen Fällen absolut vorzuziehen, weil damit die Frakturausdehnung, vor allem inkomplette Biegungskeile, sehr viel besser visualisiert werden können (Kraus, Wessel 2010).

Wenn mittels Ultraschall eine eindeutige Diagnose gestellt werden kann, so lässt sich die Diagnostik deutlich beschleunigen, da gegebenenfalls nur ein einzelner Arzt-Patientenkontakt notwendig ist und eine Überweisung zur Röntgenuntersuchung entfällt. Auch zeigt die Literatur (Chaar-Alvarez 2011, Poonai et al 2017, Rowlands et al 2017, Epema et al 2019), dass die Schmerzen bei der korrekt indizierten und durchgeführten Fraktursonografie im Durchschnitt weniger ausgeprägt sind als bei der Röntgendiagnostik. Dies liegt daran, dass eine spezielle Lagerung in vielen Fällen nicht notwendig ist, weil die verletzte Extremität mit dem Ultraschallkopf umfahren werden kann. Auch wirkt das Ultraschallgel kühlend und schmerzstillend. Ein festes Aufdrücken des Ultraschallkopfes ist nicht notwendig (Ackermann et al 2019a).

Ein weiterer Vorteil der Ultraschalldiagnostik ist eine weite Verbreitung der Ultraschallgeräte, die zusätzliche Investitionen weitgehend überflüssig macht.

Besonderheiten der sonografischen Diagnostik

Für den an die Röntgendiagnostik gewöhnten Arzt ist es wichtig, die Unterschiede zur Röntgendiagnostik zu kennen:

Die Ultraschallbildgebung stellt stets nur die kortikale Knochenoberfläche dar und kann intraossäre Prozesse (Zyste, Tumor, Osteitis und andere mehr) nicht sicher nachweisen. Aus diesem Grunde sollte die Ultraschalluntersuchung der Röhrenknochen aus mindestens 3, wenn möglich 4 Richtungen (im Text als „Schnitt“ bezeichnet) erfolgen, um alle Aspekte der Verletzung sicher zu erfassen. Dennoch können pathologische Frakturen sonografisch nicht sicher diagnostiziert werden, weshalb im Verdachtsfall eine zusätzliche Bildgebung erfolgen muss.

Knorpelverletzungen

Die sonografische Diagnostik von rein knorpeligen Verletzungen des frühen Kindesalters, die sich radiologisch nicht darstellen lassen, ist nicht Gegenstand der aktuellen Leitlinienversion.

Dieses Einsatzgebiet ist in der Entwicklung und wird in Zukunft verstärkt Berücksichtigung finden.

Dokumentation

Auch bei der Bestimmung der Achsabweichung ist man auf die Darstellung der kortikalen Oberfläche reduziert, was bei der Diagnostik berücksichtigt werden muss.

Ein Vorteil der Fraktursonografie ist, dass Weichteilprozesse wie Hämatome oder Gelenkergüsse im gleichen Untersuchungsgang sicher und bei angepasster Untersuchungstechnik schmerzarm nachgewiesen werden können.

Bei der Dokumentation ist zu beachten, dass aus dem Ultraschallbild alleine die Untersuchungsregion und -ebene nicht sicher ersichtlich ist. Es ist daher zwingend notwendig, zu jeder Untersuchung die Patientenidentifikation, Seite, genaue Lokalisation und die Untersuchungsebene zu dokumentieren. Es wird ausdrücklich empfohlen, dass hier nach einem definierten Standard- Untersuchungsgang vorgegangen wird, um den Dokumentationsaufwand gering zu halten.

Bei sorgfältiger Dokumentation erscheint der Leitlinienkommission auch ein Review der Ultraschallaufnahmen analog einer Röntgenbesprechung möglich und sicher. Es ist im Rahmen der Fraktursonografie in der Regel nicht notwendig, einen dynamischen Untersuchungsgang als Video-Aufnahme zu dokumentieren, sofern alle geforderten Schnitte im Standbild dokumentiert sind (Ackermann et al 2019b).

Grundsätzliche Empfehlungen

Die Ultraschalldiagnostik ist ein additives diagnostisches Verfahren, das erhebliche Vorteile bietet. Sie kann die bewährte Röntgendiagnostik bei entsprechenden Indikationen ersetzen, wenn das verwendete Ultraschallgerät mindestens ein Mittelklassegerät ist und über einen hochfrequenten Linearschallkopf verfügt. Außerdem erfordert die Untersuchung entsprechende Expertise in der Erkennung von Frakturzeichen und Kenntnisse über den Untersuchungsgang und dessen Dokumentation. Dazu sind Ausbildung und Erfahrung erforderlich, die durch spezialisierte Kurse, Hospitationen und praktische Tätigkeit erworben werden können.

Sind diese Voraussetzungen nicht gegeben, so wird es auch bei den in dieser Leitlinie aufgeführten Indikationen für die Fraktursonografie nicht als Fehler angesehen, wenn auf die bewährte Röntgendiagnostik zurückgegriffen wird. Dies bedeutet natürlich auch, dass in diesen Fällen der Einsatz von Röntgenstrahlen nicht als Körperverletzung angesehen wird und die Risiken strahlenassoziierter Schäden geringer als die Risiken einer Fehlbehandlung infolge fehlerhafter Bildgebung angesehen werden. Bei polytraumatisierten Patientinnen/en wird auf die S3 Leitlinie Polytrauma bzw. auf die S2k Leitlinie Polytraumaversorgung im Kindesalter, bei Verdacht auf Kindesmisshandlung auf die S3 (+) Leitlinie Kindesmisshandlung verwiesen. Bei polytraumatisierten oder instabilen Patienten sollte zügig eine Schnittbilddiagnostik erfolgen, hier darf eine eventuelle Fraktursonografie nicht zu einer Zeitverzögerung führen.

Zu beachten ist generell, dass die Empfehlungen zur Ultraschalldiagnostik indikationsabhängig in einen diagnostischen Algorithmus gestellt werden sollten, den diese Leitlinie zu einem

einzelnen diagnostischen Verfahren ggf. jeweils nicht umfassend abbilden kann. Ziel ist deshalb der Verweis auf diese Leitlinie oder die Aufnahme von Empfehlungen aus dieser Leitlinie in entsprechende indikationspezifische Leitlinien.

Abschließend möchten wir ausdrücklich betonen, dass diese Leitlinie dazu anregen soll, die entsprechenden infrastrukturellen und personellen Voraussetzungen zu schaffen, um eine Diagnostik konform mit dieser Leitlinie ermöglichen zu können.

2.2 anatomische Regionen (Übersicht)

- 1 Schädelfraktur
- 2 Klavikulafraktur
- 3 AC-Gelenkssprengung
- 4 SC-Gelenkssprengung
- 5 proximale Humerusfraktur
- 6 Ellenbogenfrakturen
- 7 distale Unterarmfraktur
- 8 Skaphoidfraktur
- 9 Triquetrumfraktur
- 10 Subkapitale Mittelhandfraktur 5. Strahl
- 11 Palmare Platte
- 12 Rippenfraktur
- 13 Sternumfrakturen
- 14 Femur-Wulstfrakturen
- 15 Unterschenkel-Frakturen
- 16 Toddler's Fraktur
- 17 Mittelfuß-Frakturen
- 18 Stressfrakturen
- 19 Frakturdislokation
- 20 Kallusdarstellung
- 21 Pseudarthrose

1 Schädelfraktur

1.1	Empfehlung	Stand 14.11.2021
Empfehlungsgrad A	Wird ein Patient bis 18 Jahre mit der Frage Schädelkalottenfraktur vorgestellt und bestehen keine klinischen Symptome, die entsprechend der Leitlinie Schädel-Hirn-Trauma eine CT- bzw. MRT-Untersuchung indizieren, soll eine Schädelkalottenfraktur bei Patientinnen und Patienten bis 18 Jahre mit der Sonographie diagnostiziert werden. <i>starker Konsens</i>	
Evidenzgrad 2+	Alexandridis G, Verschuuren EW, Rosendaal AV, Kanhai DA. Evidence base for point-of-care ultrasound (POCUS) for diagnosis of skull fractures in children: a systematic review and meta-analysis. Emerg Med J. Published online December 3, 2020. doi:10.1136/emered-2020-209887 Gordon I, Sinert R, Chao J. The Utility of Ultrasound in Detecting Skull Fractures After Pediatric Blunt Head Trauma: Systematic Review and Meta-Analysis. Pediatr Emerg Care. Published online February 28, 2020. doi:10.1097/PEC.0000000000001958	

1.2	Empfehlung	Stand 14.11.2021
Empfehlungsgrad EK	Besteht der Verdacht auf eine Kindesmisshandlung, sollen entsprechend der Leitlinie Kindswohlfährdung Röntgenaufnahmen zur Diagnose einer Schädelfraktur angefertigt werden. <i>starker Konsens</i>	
Evidenzgrad 4		

2 Claviculafraktur

2.1	Empfehlung	Stand 14.11.2021
Empfehlungsgrad B	Eine Klavikulafraktur im Kindesalter kann häufig klinisch diagnostiziert werden. Wenn eine Bildgebung für notwendig erachtet wird, sollten Klavikulafrakturen sonographisch diagnostiziert werden. <i>starker Konsens</i>	
Evidenzgrad 2++	Sprague J. Comparison Study: Point-Of-Care Ultrasonography vs. Plain Radiography to Diagnose Clavicular Fractures in The Pediatric Population. Published online August 2020.	

3 AC-Gelenkssprengung

3.1	Empfehlung	Stand 14.11.2021
Empfehlungsgrad 0	Die Point-of-Care Sonografie (POCUS) kann als Erstdiagnostik bei V.a. eine akute AC-Gelenksdislokation für Patienten > 15 Jahren erwogen werden, da sich dislozierte AC-Gelenkssprengungen mit einer Sensitivität von 100 % bei einer Spezifität von 84 % eindeutig identifizieren lassen. <i>starker Konsens</i>	
Evidenzgrad 2+	Pogorzelski J, Beitzel K, Ranuccio F, et al. The acutely injured acromioclavicular joint - which imaging modalities should be used for accurate diagnosis? A systematic review. BMC Musculoskelet Disord. 2017;18(1):515. doi:10.1186/s12891-017-1864-y	

4 SC-Gelenkssprengung

4.1	Empfehlung	Stand 14.11.2021
Empfehlungsgrad EK	Die Ultraschalluntersuchung des SC Gelenkes bei V.a. SC Gelenksluxation sollte als Screeningmethode den Verdacht auf diese Verletzung erhärten und die Indikation zur Schnittbildgebung sichern. Sie ist der seitlichen Röntgenaufnahme bei der Darstellung einer Luxation wahrscheinlich überlegen. <i>starker Konsens</i>	
Evidenzgrad 4		

5 proximale Humerusfraktur

5.1	Empfehlung	Stand 14.11.2021
Empfehlungsgrad B	Die Fraktursonografie sollte bei dem Verdacht auf eine proximale Humerusfraktur als Erstdiagnostik bei Kindern bis 12 Lebensjahre (Empfehlungsgrad A) durchgeführt werden. Die Fraktursonografie sollte zur Messung der Achsabweichung eingesetzt werden, die sich scheinbar besser als im Röntgenbild darstellt (Empfehlungsgrad A). Bei sonografischem Frakturnachweis soll ein Röntgenbild zum Ausschluss einer pathologischen Fraktur erfolgen, weil diese sonografisch nicht sicher diagnostizierbar ist (Empfehlungsgrad A). Bei unauffälliger Fraktursonografie kann zunächst abgewartet werden und soll bei persistierenden Beschwerden nach 5 Tagen eine radiologische Diagnostik erfolgen (Empfehlungsgrad B). <i>starker Konsens</i>	

<p>Evidenzgrad 2-</p>	<p>Rutten MJCM, Jager GJ, de Waal Malefijt MC, Blickman JG. Double line sign: a helpful sonographic sign to detect occult fractures of the proximal humerus. Eur Radiol. 2007;17(3):762-767. doi:10.1007/s00330-006-0331-1</p> <p>Ackermann O, Sesia S, Berberich T, et al. [Sonographic diagnostics of proximal humerus fractures in juveniles]. Unfallchirurg. 2010;113(10):839-842, 844. doi:10.1007/s00113-010-1825-5</p>
---------------------------	---

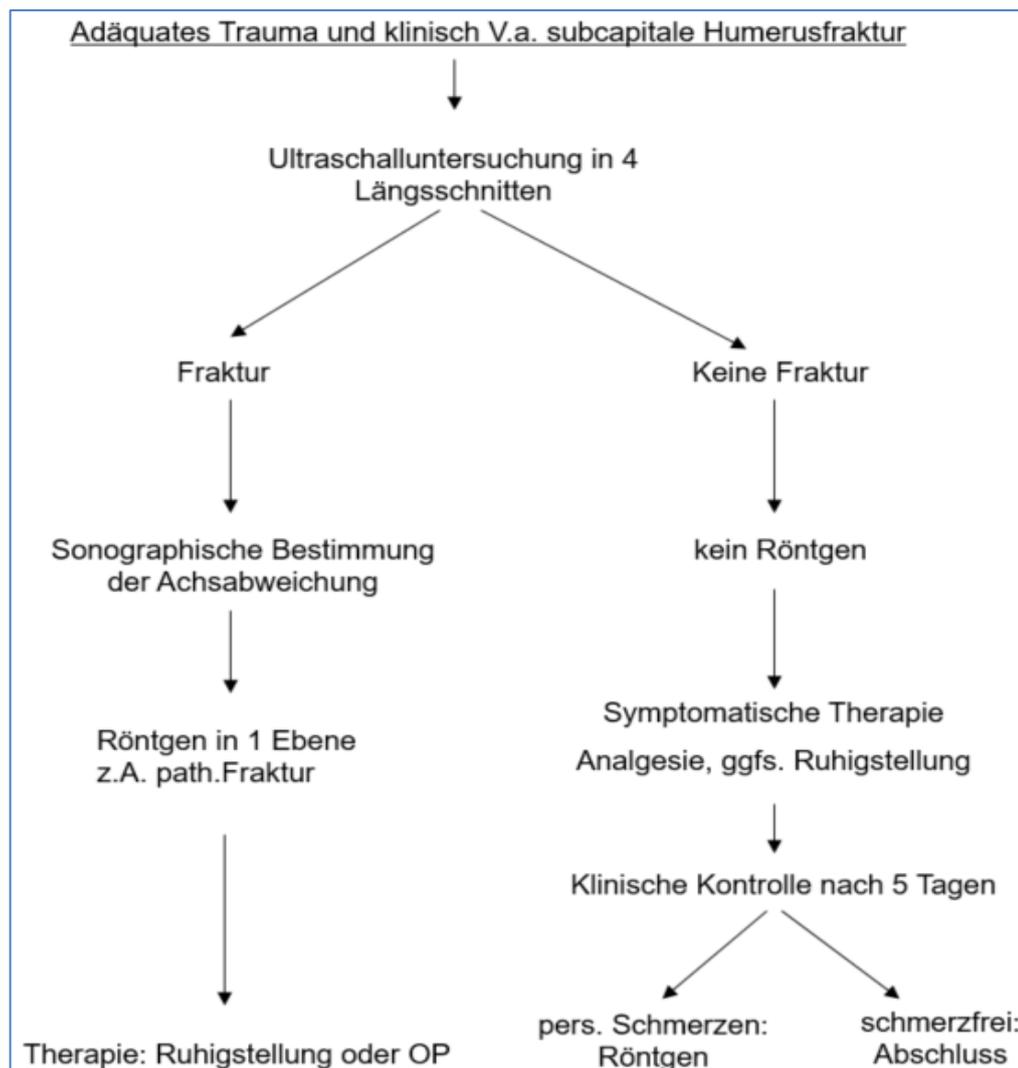


Abb. 1: Shoulder-SAFE

6 Ellenbogenfrakturen

6.1	Empfehlung	Stand 14.11.2021
Empfehlungsgrad A	Die Fraktursonografie dient als First-Line Diagnostik zum qualitativen Nachweis einer Ellenbogenfraktur durch Darstellung des Gelenkergusses bei Kindern bis 12 Lebensjahren. Damit wird die Indikation zur obligaten Röntgendiagnostik gestellt. Bei unauffälliger Fraktursonografie ist eine Fraktur unwahrscheinlich und es kann abgewartet werden, bei persistierenden Schmerzen soll nach 5 Tagen eine Röntgendiagnostik erfolgen. <i>starker Konsens</i>	
Evidenzgrad 2++	Tsou P-Y, Ma Y-K, Wang Y-H, Gillon JT, Rafael J, Deanehan JK. Diagnostic accuracy of ultrasound for upper extremity fractures in children: A systematic review and meta-analysis. Am J Emerg Med. Published online April 27, 2020. doi:10.1016/j.ajem.2020.04.071 Lee SH, Yun SJ. Diagnostic Performance of Ultrasonography for Detection of Pediatric Elbow Fracture: A Meta-analysis. Ann Emerg Med. 2019;74(4):493-502. doi:10.1016/j.annemergmed.2019.03.009	

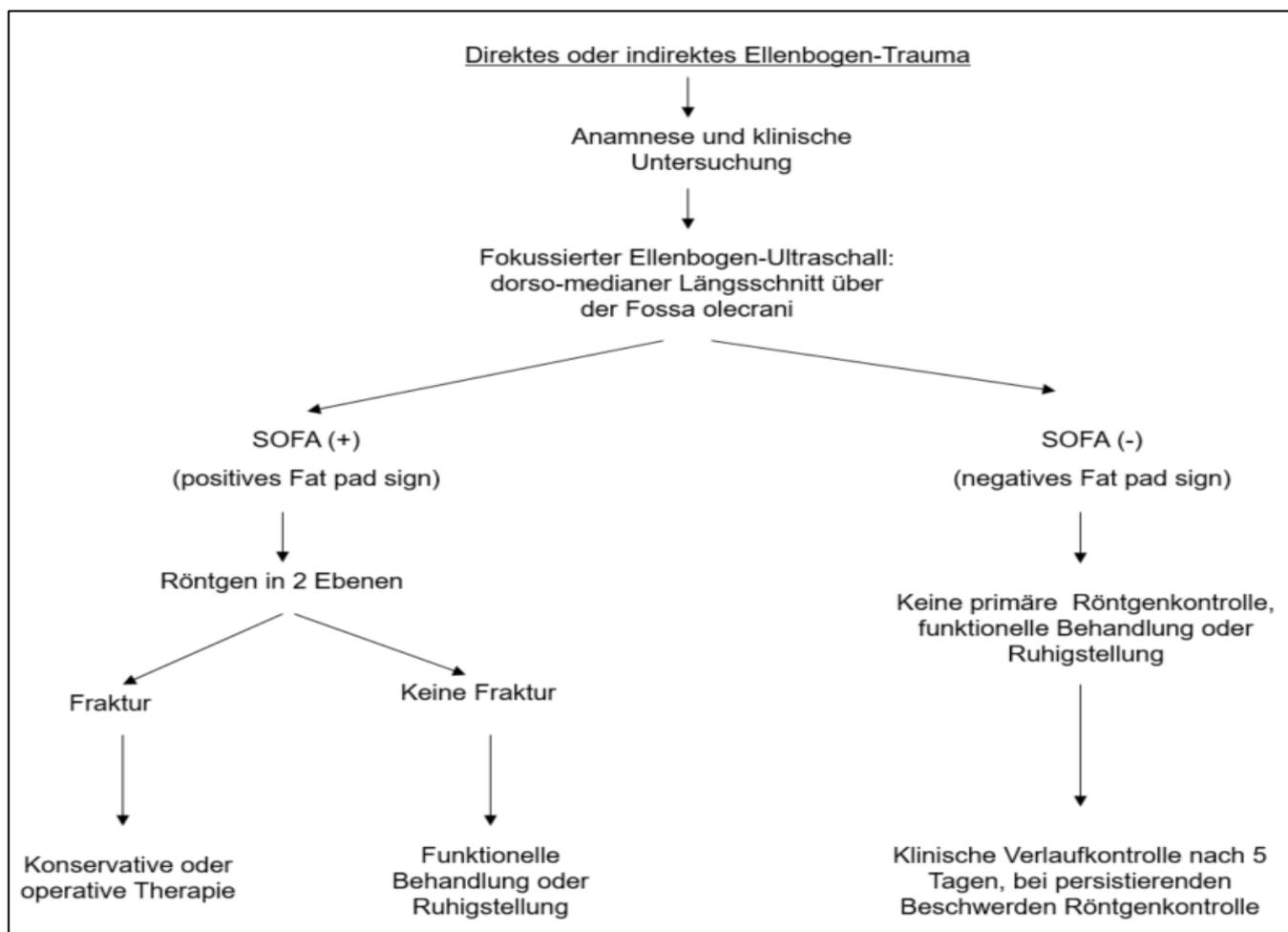


Abb. 2 Elbow-SAFE

7 distale Unterarmfraktur

7.1	Empfehlung	Stand 14.11.2021
Empfehlungsgrad A	Die Fraktursonografie soll als Standarddiagnostik bei dem V.a. eine distale Unterarmfraktur im Wachstumsalter bis 12 Jahre angewendet werden, bei geplanter operativer Therapie soll zusätzlich eine Röntgenkontrolle erfolgen, bei konservativer Behandlung ist keine Röntgenkontrolle notwendig. <i>starker Konsens</i>	
Evidenzgrad 2++	Douma-den Hamer D, Blanker MH, Edens MA, et al. Ultrasound for Distal Forearm Fracture: A Systematic Review and Diagnostic Meta-Analysis. PLoS One. 2016;11(5):e0155659. doi:10.1371/journal.pone.0155659 Ackermann O, Wojciechowski P, Dzierzega M, et al. Sokrat II - An International, Prospective, Multicenter, Phase IV Diagnostic Trial to Evaluate the Efficacy of the Wrist SAFE Algorithm in Fracture Sonography of Distal Forearm Fractures in Children. Ultraschall Med. 2019;40(3):349-358. doi:10.1055/a-0825-6284	

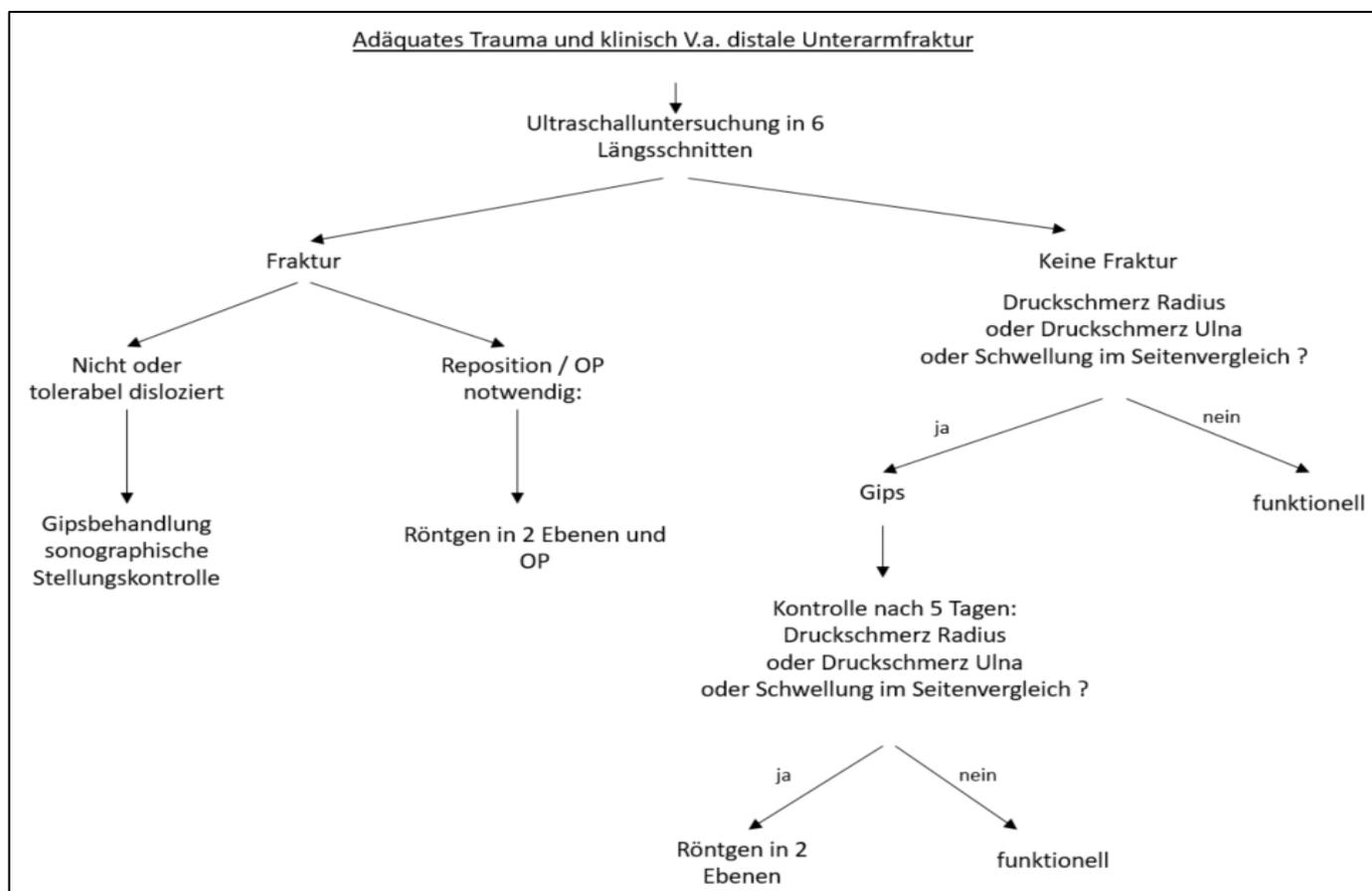


Abb 3: Wrist-SAFE

8 Skaphoidfraktur

8.1	Empfehlung	Stand 14.11.2021
Empfehlungsgrad B	<p>Die Anwendung der Ultraschalldiagnostik bei der Skaphoidfraktur setzt eine ausreichende Expertise voraus. Im Falle einer unauffälligen konventionellen Röntgenbildgebung sollte die Sonografie als weiterführende Screening-Methode eingesetzt werden, um Strahlenexposition und Kosten zu minimieren (Evidenzgrad 1).</p> <p>Im Falle eines positiven Sonografiebefundes sollte eine ergänzende CT-Untersuchung erfolgen, die im Vergleich zum MRT eine bessere Beurteilung der kortikalen Frakturkomponente erlaubt und so im Hinblick auf eine operative Therapie die bessere Planungssicherheit liefert (Evidenzgrad 2+).</p> <p>Bei negativem Ultraschallbefund sollte stattdessen ein MRT durchgeführt werden, da es die trabekuläre Komponente sensitiver darstellt (Evidenzgrad 2+) und bei okkulten Frakturen die höchste diagnostische Sicherheit liefert (Evidenzgrad 1-).</p> <p><i>starker Konsens</i></p>	
Evidenzgrad 2++	<p>Kwee RM, Kwee TC. Ultrasound for diagnosing radiographically occult scaphoid fracture. Skeletal Radiol. 2018;47(9):1205-1212. doi:10.1007/s00256-018-2931-7</p> <p>Carpenter CR, Pines JM, Schuur JD, Muir M, Calfee RP, Raja AS. Adult scaphoid fracture. Acad Emerg Med. 2014;21(2):101-121. doi:10.1111/acem.12317</p>	

9 Triquetrale Flake-Fraktur

(Synonym: Triquetrale Ausrissfraktur des Ligamentum intercarpale dorsale)

9.1	Empfehlung	Stand 14.11.2021
Empfehlungsgrad EK	<p>Im Falle dorsoulnarer, über dem Os triquetrum lokalisierter HG-Schmerzen, die nach vorangegangenem Trauma konventionell-radiologisch keiner Fraktur zugeordnet werden können, kann vor einer weiterführenden Diagnostik (CT / MRT) eine sonografische Untersuchung zum Ausschluss einer triquetralen Flake-Fraktur erfolgen.</p> <p><i>starker Konsens</i></p>	
Evidenzgrad 4	<p>Krastman P, Mathijssen NM, Bierma-Zeinstra SMA, Kraan G, Runhaar J. Diagnostic accuracy of history taking, physical examination and imaging for phalangeal, metacarpal and carpal fractures: a systematic review update. BMC Musculoskelet Disord. 2020;21(1):12. doi:10.1186/s12891-019-2988-z</p>	

10 Subkapitale Mittelhandfraktur 5. Strahl

10.1	Empfehlung	Stand 14.11.2021
Empfehlungsgrad A	Bei radiologisch verifizierter subkapitaler Fraktur soll die Ultraschalluntersuchung als primäres Diagnostikum zur korrekten Bestimmung des palmaren Dislokationswinkels durchgeführt werden. <i>starker Konsens</i>	
Evidenzniveau 2-	<p>Zhao W, Wang G, Chen B, et al. The value of ultrasound for detecting hand fractures: A meta-analysis. <i>Medicine (Baltimore)</i>. 2019;98(44):e17823. doi:10.1097/MD.00000000000017823</p> <p>Krastman P, Mathijssen NM, Bierma-Zeinstra SMA, Kraan G, Runhaar J. Diagnostic accuracy of history taking, physical examination and imaging for phalangeal, metacarpal and carpal fractures: a systematic review update. <i>BMC Musculoskelet Disord</i>. 2020;21(1):12. doi:10.1186/s12891-019-2988-z</p>	

11 Knöcherner Ausriss der palmaren Platte

11.1	Empfehlung	Stand 14.11.2021
Empfehlungsgrad B	Ein konventionelles Röntgenbild kann eine knöcherne Ausrissfraktur nicht immer sicher ausschließen, weshalb zur weiterführenden Diagnostik primär eine sonografische Untersuchung erfolgen sollte. <i>starker Konsens</i>	
Evidenzniveau 4	<p>Saito S, Sawabe K, Suzuki Y, Suzuki S. Ultrasonographic characteristics of volar-lateral ligament constrains after proximal interphalangeal joint injuries. <i>J Plast Surg Hand Surg</i>. 2016;50(4):216-221. doi:10.3109/2000656X.2016.1151796</p> <p>Xue, L., Zhang, Y., Yan, D., Fu, J., & Liu, Z. (2021). The presence of effusions between the volar plate of the proximal interphalangeal joint and the flexor digitorum tendon is a common phenomenon: a single-center, cross sectional study. <i>Medical Ultrasonography</i>, 23(2), 176-180.</p>	

12 Rippenfraktur

12.1	Empfehlung	Stand 14.11.2021
Empfehlungsgrad A	Beim Erwachsenen sollen Ultraschalluntersuchungen beim Verdacht auf Rippenfraktur(en) vor Röntgen erfolgen. Ist bereits eine Röntgenaufnahme ohne Frakturachweis angefertigt worden soll bei klinischem Verdacht einer Fraktur die betreffende Rippe sonographisch untersucht werden. <i>starker Konsens</i>	
Evidenzgrad 2++	Yousefifard M, Baikpour M, Ghelichkhani P, et al. Comparison of Ultrasonography and Radiography in Detection of Thoracic Bone Fractures; a Systematic Review and Meta-Analysis. Emerg (Tehran). 2016;4(2):55-64. Battle C, Hayward S, Eggert S, Evans PA. Comparison of the use of lung ultrasound and chest radiography in the diagnosis of rib fractures: a systematic review. Emerg Med J. 2019;36(3):185-190. doi:10.1136/emered-2017-207416	

13 Sternumfrakturen

13.1	Empfehlung	Stand 14.11.2021
Empfehlungsgrad B	Im Rahmen der Ultraschalldiagnostik im Schockraum (eFAST) oder bei jedem stumpfen Thoraxtrauma sollte beim hämodynamisch stabilen Patienten als Bildgebung eine Sonographie des Sternum erfolgen. <i>starker Konsens</i>	
Evidenzgrad 3	Yousefifard M, Baikpour M, Ghelichkhani P, et al. Comparison of Ultrasonography and Radiography in Detection of Thoracic Bone Fractures; a Systematic Review and Meta-Analysis. Emerg (Tehran). 2016;4(2):55-64. Racine S, Drake D. BET 3: Bedside ultrasound for the diagnosis of sternal fracture. Emerg Med J. 2015;32(12):971-972. doi:10.1136/emered-2015-204985.3	

13.2	Empfehlung	Stand 14.11.2021
Empfehlungsgrad A	Bei einem sonographischen Frakturachweis soll eine weitere Bildgebung erfolgen. <i>starker Konsens</i>	
Evidenzgrad 4		

14 Femur-Wulstfrakturen

14.1	Empfehlung	Stand 14.11.2021
Empfehlungsgrad EK	<p>Der Ultraschall kann für die distale Femur-Wulstfraktur angewendet werden.</p> <p>Gegenwärtig besteht keine ausreichende Evidenzlage für eine abschließende Bewertung.</p> <p>Es ist zu erwarten, dass eine distale Femur-Wulstfraktur beim Kind in gleicher Zuverlässigkeit wie eine Radius-Wulstfraktur beim Kind nachweisbar ist, die gleiche Ultraschall-Technik vorausgesetzt.</p> <p><i>starker Konsens</i></p>	
Evidenzgrad 4		

15 Unterschenkel-Frakturen

15.1	Empfehlung	Stand 14.11.2021
Empfehlungsgrad EK	<p>Analog zur proximalen Humerusfraktur des Kindes kann der Ultraschall zur Darstellung der proximalen Tibiafraktur genutzt werden.</p> <p><i>starker Konsens</i></p>	
Evidenzgrad 4		

15.2	Empfehlung	Stand 14.11.2021
Empfehlungsgrad B	<p>Bei Distorsionstraumata des Sprunggelenks sollte der Ultraschall zur qualitativen Darstellung von Frakturen eingesetzt werden.</p> <p>Bei einem Frakturverdacht oder unklarem Befund soll eine weitere radiologische Diagnostik erfolgen.</p> <p><i>starker Konsens</i></p>	
Evidenzgrad 2+	<p>Najaf-Zadeh A, Nectoux E, Dubos F, et al. Prevalence and clinical significance of occult fractures in children with radiograph-negative acute ankle injury. A meta-analysis. Acta Orthop. 2014;85(5):518-524. doi:10.3109/17453674.2014.925353</p> <p>Tollefson, B., Nichols, J., Fromang, S., & Summers, R. L. (2016). Validation of the Sonographic Ottawa Foot and Ankle Rules (SOFAR) Study in a Large Urban Trauma Center. Journal of the Mississippi State Medical Association, 57(2), 35-38.</p>	

16 Toddler's Fracture

16.1	Empfehlung	Stand 14.11.2021
Empfehlungsgrad EK	Der Ultraschall kann bei Kleinkindern zur Diagnostik der Toddlers fracture eingesetzt werden. Bei negativer Sonografie aber fortbestehendem Frakturverdacht soll im Verlauf eine RÖ-Diagnostik erfolgen. <i>starker Konsens</i>	
Evidenzgrad 4	Carsen S, Doyle M, Smit K, Shefrin A, Varshney T. Point-of-care ultrasound in the emergency department may provide more accurate diagnosis of toddler fractures than radiographs: a pilot study. Orthopaedic Proceedings. 2020;102-B(SUPP_7):95-95. doi:10.1302/1358-992X.2020.7.095	

17 Mittelfuß-Frakturen

17.1	Empfehlung	Stand 14.11.2021
Empfehlungsgrad B	Bei Mittelfußfrakturen von Patienten über 14 Jahre sollte der Ultraschall als Erstdiagnostik durchgeführt werden (Sensitivität von 80-97% und Spezifität von 76-100%). <i>starker Konsens</i>	
Evidenzgrad 2+	Ebrahimi M, Habibzadeh SR, Ahmadi SR, Khajeh Nasiri S, Kaveh MM, Foroughian M. Diagnostic Accuracy of Ultrasonography in Diagnosis of Metatarsal Bone Fracture; a Cross Sectional Study. Arch Acad Emerg Med. 2019;7(1):e49. Yesilaras M, Aksay E, Atilla OD, Sever M, Kalenderer O. The accuracy of bedside ultrasonography as a diagnostic tool for the fifth metatarsal fractures. Am J Emerg Med. 2014;32(2):171-174. doi:10.1016/j.ajem.2013.11.009	

18 Stress-Fraktur

18.1	Empfehlung	Stand 14.11.2021
Empfehlungsgrad EK	Ultraschall kann Frühzeichen einer Stressfraktur erkennen, weshalb bei negativem Röntgenbefund und dem klinischen Verdacht Ultraschall hilft, die Indikation zur weitergehenden bildgebenden Diagnostik mit MRT (Goldstandard) abzusichern (oder eben der Verzicht darauf). Ultraschall kann Frühzeichen einer Stressfraktur erkennen und damit die Indikation zur weitergehenden bildgebenden Diagnostik stellen. <i>starker Konsens</i>	
Evidenzgrad 4	Wright AA, Hegedus EJ, Lenchik L, Kuhn KJ, Santiago L, Smoliga JM. Diagnostic Accuracy of Various Imaging Modalities for Suspected Lower Extremity Stress Fractures: A Systematic Review With Evidence-Based Recommendations for Clinical Practice. Am J Sports Med. 2016;44(1):255-263. doi:10.1177/0363546515574066	

19 Frakturdislokation

19.1	Empfehlung	Stand 14.11.2021
Empfehlungsgrad 0	Für dislozierte Frakturen der langen Röhrenknochen an der oberen Extremität während der Wachstumsphase (1-15 Jahre) kann die Sonografie initial bedingt und im Verlauf erwogen werden. <i>starker Konsens</i>	
Evidenzgrad 2-	Akinmade A, Ikem I, Ayoola O, Orimolade E, Adeyeye A. Comparing ultrasonography with plain radiography in the diagnosis of paediatric long-bone fractures. Int Orthop. 2019;43(5):1143-1153. doi:10.1007/s00264-018-4133-2	

19.2	Empfehlung	Stand 14.11.2021
Empfehlungsgrad 0	Für dislozierte Frakturen am Ellenbogengelenk während der Wachstumsphase kann die Sonographie initial bedingt und im Verlauf erwogen werden. Die Sonographie erkennt dislozierte Frakturen am Ellenbogengelenk sicher, wobei bei Dislokation weiterhin das Röntgen als Goldstandard gilt. Vorteile bietet die Sonographie bei disloziertem Abriss des überwiegend noch knorpeligen Epicondylus ulnaris / radialis und Frakturen des noch nicht ossifizierten Radiuskopfes. <i>starker Konsens</i>	
Evidenzgrad 2-	Zhang J, Chen H. Ultrasonography for non-displaced and mini-displaced humeral lateral condyle fractures in children. Chin J Traumatol. 2008;11(5):297-300. doi:10.1016/s1008-1275(08)60060-7 Eckert, K., Janssen, N., Ackermann, O., Schweiger, B., Radeloff, E., & Liedgens, P. (2014). Ultrasound diagnosis of supracondylar fractures in children. European Journal of Trauma and Emergency Surgery, 40(2), 159-168.	

19.3	Empfehlung	Stand 14.11.2021
Empfehlungsgrad 0	Die Sonografie bei Fraktur der langen Röhrenknochen kann bei Erwachsenen erwogen werden. Der Dislokationsgrad kann mittels Sonografie gut bestimmt werden und hat eine hinsichtlich der Frakturverschiebung höhere Sensitivität als das Röntgen <i>starker Konsens</i>	
Evidenzgrad 2+	Dallaudière B, Larbi A, Lefere M, et al. Musculoskeletal injuries in a resource-constrained environment: comparing diagnostic accuracy of on-the-spot ultrasonography and conventional radiography for bone fracture screening during the Paris-Dakar rally raid. Acta Radiol Open. 2015;4(5):2058460115577566. doi:10.1177/2058460115577566	

19.4	Empfehlung	Stand 14.11.2021
Empfehlungsgrad B	Für Jugendliche >14 Jahren und Erwachsene sollte die Sonografie zur Diagnostik von Mittelfußfrakturen durchgeführt werden. Dislozierte Frakturen der Metatarsalia, insbesondere MT V, können hinsichtlich des Dislokationsausmaßes mit der Sonografie sicher in mehreren Schnitten bestimmt werden. <i>starker Konsens</i>	
Evidenzgrad 2++	Yesilaras M, Aksay E, Atilla OD, Sever M, Kalenderer O. The accuracy of bedside ultrasonography as a diagnostic tool for the fifth metatarsal fractures. Am J Emerg Med. 2014;32(2):171-174. doi:10.1016/j.ajem.2013.11.009	

20 Kallus

20.1	Empfehlung	Stand 14.11.2021
Empfehlungsgrad B	Ultraschall sollte bei fehlendem röntgenologischen Nachweis von Kallus eingesetzt werden, weil sonographisch Kallus-Bildung deutlich vor dem Nachweis im Röntgen gezeigt und Kallus morphologisch präzise dargestellt werden kann. Somit kann die Belastung stadiengerecht gesteigert werden. <i>starker Konsens</i>	
Evidenzgrad 2++	Akinmade A, Ikem I, Ayoola O, Orimolade E, Adeyeye A. Comparing ultrasonography with plain radiography in the diagnosis of paediatric long-bone fractures. Int Orthop. 2019;43(5):1143-1153. doi:10.1007/s00264-018-4133-2 Wawrzyk M, Sokal J, Andrzejewska E, Przewratil P. The Role of Ultrasound Imaging of Callus Formation in the Treatment of Long Bone Fractures in Children. Pol J Radiol. 2015;80:473-478. doi:10.12659/PJR.894548	

21 Pseudarthrose

21.1	Empfehlung	Stand 14.11.2021
Empfehlungsgrad B	Bei ausbleibender Frakturheilung und vor Revisionsoperation sollte, sofern es die Infrastruktur zulässt, beim Erwachsenen als Standarddiagnostik eines ursächlichen Infekts ein kontrastverstärkter Ultraschall (CEUS) durchgeführt werden. <i>starker Konsens</i>	
Evidenzgrad 2-	Fischer, C., Preuß, E. M., Amarteifio, E., Krix, M., Tanner, M., Miska, M., ... & Weber, M. A. (2015). CEUS ermöglicht die Quantifizierung der Pseudarthrosenperfusion und komplementiert die Infektdiagnostik. Ultraschall in der Medizin-European Journal of Ultrasound, 36(S 01), A142 Doll, J., Waizenegger, S., Schmidmaier, G., Weber, M. A., & Fischer, C. (2021). Contrast-enhanced ultrasound: a viable diagnostic tool in predicting treatment failure after non-union revision surgery for upper-and lower-limb non-unions. Ultrasound in Medicine & Biology, 47(11), 3147-3158.	

21.2	Empfehlung	Stand 14.11.2021
Empfehlungsgrad 0	Sofern es die Infrastruktur zulässt, kann der kontrastverstärkte Ultraschall (CEUS) zur Verlaufsevaluierung der ossären Perfusion nach Revisionsoperation und Beurteilung des Heilungsfortschritts durchgeführt werden. <i>starker Konsens</i>	
Evidenzgrad 2-	Weber, M., Bruckner, T., Schmidmaier, G., Kauczor, H., & Fischer, C. (2017, March). Vorhersage des Ausheilens von Pseudarthrosen einer Extremitätenfraktur mithilfe klinischer Scores, des kontrastverstärkten Ultraschalls (CEUS) und der dynamischen kontrastverstärkten MRT (DCE-MRT). In RÖFo-Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren (Vol. 189, No. S 01, pp. Poster-1). Georg Thieme Verlag KG.	

Beteiligte Fachgesellschaften und Organisationen

Tabelle 1: Mitglieder der Leitliniengruppe

Mandatstragende	Fachgesellschaft/ Organisation	Zeitraum
Prof. 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	Funktion & Fachgesellschaft/ Organisation	Zeitraum
Dr. med. Monika Nothacker	AWMF	gesamter Zeitraum
Univ.-Prof. Dr. Constantin von Kaisenberg	DEGUM (LL-Beauftragter, AWMF zertifizierter LL Berater)	gesamter Zeitraum

Verwendete Abkürzungen

Tabelle 2: verwendete Abkürzungen

AC	akromioklavikular (Gelenk)
CC	korakoklavikular (Gelenk)
CT	Computertomografie
DLS	double line sign / Doppellinienzeichen (US)
GCS	Glasgow Coma Scale
MFK	Mittelfußknochen
MHK	Mittelhandknochen
MRT	Magnetresonanztomografie
n.a.	non-applicable / nicht anwendbar
NLR	Negative likelihood ratio/negatives Wahrscheinlichkeitsverhältnis
NPV	Negative predictive value / negativer Vorhersagewert
ObP	Schräge Projektion
OR	odds ratio / Chancenverhältnis
OSG	oberes Sprunggelenk
PLR	Positive likelihood ratio / positives Wahrscheinlichkeitsverhältnis
POC	Point-of-care / bei Aufnahme o. vor Ort
PPV	Positive predictive value / positiver Vorhersagewert
QUADAS	Quality Assessment of Diagnostic Accuracy Studies
RCT	randomized controlled trial /randomisierte kontrollierte Prüfung
Rö	Röntgenaufnahme, Radiografie
ROC	Receiver Operating Characteristic (curve) / Grenzwertoptimierungs(kurve)
s/w	grayscale / schwarz-weiß
SC	sternoklavikular (Gelenk)
US	Ultraschall
USG	unteres Sprunggelenk
VAS	visual analogue scale / Visuelle Analogskala

Versionsnummer:	1
Erstveröffentlichung:	2023/02/01
Überarbeitung von:	-
Nächste Überprüfung geplant:	2028/01/31

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