publiziert bei:	AWMF online Das Portal der wissenschaftlichen Medizin

AWMF-Register Nr.	187-026	**Klasse:**	**S2k**

Oberarmkopffraktur

S2k-Leitlinie

der

Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie e.V.

Deutsche Gesellschaft für
Orthopädie und Unfallchirurgie

und

Gesellschaft für Arthroskopie und Gelenkchirurgie e.V.

Bundesselbsthilfeverband Osteoporose e.V.

D-A-CH Vereinigung für Schulter- und Ellenbogenchirurgie e.V.

Österreichische Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V.

Physio Deutschland - Deutscher Verband für Physiotherapie e.V.

not published

AGA Gesellschaft für Arthroskopie und Gelenkchirurgie

Bundesselbsthilfeverband für Osteoporose e.V.

DVSE Deutsche Vereinigung für Schulter- und Ellenbogenchirurgie e. V.

ÖGU Österreichische Gesellschaft für Unfallchirurgie

Physio Deutschland

Version: 2.0

not published

Herausgebende

Federführende Fachgesellschaft:

Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie e.V.

Straße des 17. Juni 106-108

10623 Berlin

Tel.: 030 – 340 60 36 15

leitlinien@dgou.de

www.dgou.de

Koordination:

PD. Dr. Till Orla Klatte

Federführende Autoren

Prof. Dr. med. Til Orla Klatte

Prof. Dr. med. Christoph Katthagen

Dr. med. Mara Warnhoff

Prof. Dr. med. Thorsten Gühring

Weitere Autoren der Leitlinie:

Dr. med. Luis Navas

Manuel Kristen

Madeleine Marowsky

Dr. med. Karl Jasper Sander

PD Dr. med. Evi Fleischhacker

Dr. med. Angelika Schwarz

Prof. Dr. med. Thomas Gösling

Erstversion:

Die Erstversion (Version 1.0) von 18.10.2017 war gültig bis 18.10.2022. federführende Autoren waren: Prof. Dr. Karl-Heinz Frosch, Hamburg, Priv.-Doz. Dr. Christian Kammerlander, München, Dr. Tobias Helfen, München und Dr. Martin Hoffmann, Bochum, S1.

Die Vorversionen können im LL-Sekretariat der DGOU erfragt werden.

not published

Bitte wie folgt zitieren:

Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie e.V.: Oberarmkopffraktur Version 2.0, 22.07.2026: Zugriff am:

Was gibt es Neues

Die Leitlinie zur Oberarmkopffraktur wurde methodisch von einer S1- auf eine **S2k-Leitlinie** (strukturierte Konsensfindung) angehoben (neue AWMF-Nr. 187-026).

Inhaltlich wurden **vier vollständig neue Themenkapitel** ergänzt:

- die **1-Jahres-Mortalität operativ vs. konservativ**,
- der Einsatz von **Tranexamsäure (TXA)** zur perioperativen Blutungsreduktion,
- **Strategien gegen den Varuskollaps** bei komplexen 4-Fragmentfrakturen (winkelstabile Doppelplatte) sowie
- **additive Osteosynthesen mit Fibula- oder Hüftkopf-Allograft**.

Zusätzlich wurde die Frakturklassifikation nach das **Resch (2016)** erweitert.

Von den insgesamt **21 formalen Empfehlungen** sind **16 neu**. Sie betreffen u. a.

- die Osteoporose-Tertiärprävention nach Niedrigrasanztrauma,
- die Berücksichtigung der Fragmentstellung (statt nur der Fragmentzahl) und der Begleitumstände bei der Therapieentscheidung,
- ein klar definiertes Operationsziel,
- die Forderung nach hochspezialisierten Operateuren bei komplexen Frakturen,
- eine mögliche operative Versorgung bei über 65-Jährigen aufgrund eines Mortalitätsvorteils,
- den TXA-Einsatz,
- die Doppelplatten- und Augmentationstechniken,
- präzisere Prothesen-Indikationen,
- die MIPO-Technik bei einfachen Neer-II/III-Frakturen sowie
- frühzeitige Schmerztherapie/Mobilisation und ein klares Reha-Ziel.

Eine weitere Empfehlung (Desinfektion/trockene Auflagefläche) wurde **modifiziert**, vier Empfehlungen (Präventionsmaßnahmenkatalog, Einschätzung von Knochenqualität/Frakturtyp/Dislokation, CT-Diagnostik zusätzlich zum Röntgen, Implantatentfernung bei Schultersteife) wurden **inhaltlich geprüft und unverändert bestätigt**.

not published

Die wichtigsten Empfehlungen auf einen Blick

Nr.	Empfehlungstext
1.2 Prävention	
2.	Bei Vorliegen einer proximalen Humerusfraktur infolge eines Niedrigrasanztrauma ist gemäß der aktuellen Leitlinie der DVO eine weitere Risikoabschätzung und ggf. Diagnostik und Therapie der Osteoporose als Tertiärprävention anzustreben.
6.2 Indikation zur Osteosynthese	
7.	Die operative Versorgung einer proximalen Humerusfraktur ist bei komplexem Verletzungsmuster ein Eingriff, der einer hohen Spezialisierung der Operateurin oder des Operateurs bedarf.
9. Weiterbehandlung	
17.	Ziel der Rehabilitation sollte sowohl nach operativer als auch konservativer Therapie eine schnellstmögliche Wiederherstellung der Beweglichkeit sein, um das Auftreten einer langwierigen Schultersteife zu vermeiden.
18.	Insbesondere nach Osteosynthese und auftretender Schultersteife ist bei knöcherner Konsolidierung eine vorzeitige Implantatentfernung und arthroskopische Arthrolyse zu erwägen.
11. Prognose	
19.	Bei Indikation zur operativen Versorgung einer proximalen Humerusfraktur beim älteren Menschen sollte die inverse Schulterprothese in besonderem Maße aufgrund der besseren Prognose berücksichtigt werden.

Inhaltsverzeichnis

HERAUSGEBENDE 3

WAS GIBT ES NEUES 4

DIE WICHTIGSTEN EMPFEHLUNGEN AUF EINEN BLICK 5

INHALTSVERZEICHNIS 5

1 ALLGEMEINES 8

1.1 ÄTIOLOGIE 8
1.1.1 STRUKTURELLE URSACHEN 8
1.1.2 PATHOMECHANISMUS 9
1.2 PRÄVENTION 9
1.2.1 NICHT MEDIKAMENTÖS INSBESONDERE: 9
1.2.2 MEDIKAMENTÖS 11
1.3 LOKALISATION 11
1.4 TYPISCHE BEGLEITVERLETZUNGEN 11

not published

1.5 KLASSIFIKATION 12

2 PRÄKLINISCHES MANAGEMENT 15

2.1 ANALYSE DES UNFALLHERGANGS 15
2.2 NOTFALLMAßNAHMEN UND TRANSPORT [39] 15
2.3 DOKUMENTATION 15

3 ANAMNESE 17

3.1 ANALYSE DES VERLETZUNGSMECHANISMUS 17
3.2 GESETZLICHE UNFALLVERSICHERUNG 17
3.3 VORERKRANKUNGEN UND VERLETZUNGEN 18
3.4 WICHTIGE BEGLEITUMSTÄNDE 19
3.5 SYMPTOME 20

4 DIAGNOSTIK 21

4.1 NOTWENDIGE UNTERSUCHUNGEN 21
4.1.1 KLINISCHE UNTERSUCHUNG LOKAL 21
4.1.2 RÖNTGENUNTERSUCHUNG (KONVENTIONELL) 21
4.1.3 LABORUNTERSUCHUNGEN 22
4.2 FAKULTATIVE UNTERSUCHUNGEN 22
4.2.1 COMPUTERTOMOGRAPHIE [21,33] 22
4.3 AUSNAHMSWEISE 22
4.4 NICHT ERFORDERLICH 23
4.5 DIAGNOSTISCHE SCHWIERIGKEITEN 23
4.6 DIFFERENTIALDIAGNOSE 23

5 KLINISCHE ERSTVERSORGUNG 25

5.1 KLINISCHES MANAGEMENT 25
5.2 ALLGEMEINE MAßNAHMEN 25

6 INDIKATION ZUR DEFINITIVEN THERAPIE 26

6.1 NICHT OPERATIV 26
6.2 OPERATIV 26
6.2.1 INDIKATION ZUR OSTEOSYNTHESE 27
6.2.2 INDIKATION ZUR ENDOPROTHESE 27
6.2.3 DIFFERENTIALINDIKATION FÜR ENDOPROTHESEN 28
6.3 STATIONÄR/AMBULANT 28

7 THERAPIE NICHT OPERATIV 29

7.1 LOGISTIK 29
7.2 BEGLEITENDE MAßNAHMEN 29
7.3 HÄUFIGSTE VERFAHREN 29

not published

7.4 Alternative Verfahren 30
7.5 Seltene Verfahren 30
7.6 Zeitpunkt 30
7.7 Weitere Behandlung 30
7.8 Risiken und Komplikationen 31

8 THERAPIE OPERATIV 32

8.1 Allgemeines 32
8.1.1 1-Jahres Mortalität operativ vs. konservativ 32
8.2 Logistik 33
8.2.1 Osteosynthese 33
8.2.2 Endoprothese 33
8.3 Perioperative Maßnahmen 34
8.3.1 Allgemeine Maßnahmen 34
8.3.2 Patienten und Patientinnen mit gerinnungsbeeinträchtigenden Medikamenten 34
8.3.3 Anästhesieverfahren 35
8.3.4 Tranexamsäure (TXA) 35
8.4 Häufigste Verfahren 36
8.4.1 Osteosynthese 36
8.4.2 Endoprothese 38
8.4.3 Fakultative ergänzende Maßnahmen 41
8.4.4 Lagerung 42
8.4.5 Zugang 42
8.5 Alternativverfahren 43
8.6 Seltene Verfahren 43
8.7 Operationszeitpunkt 43
8.7.1 Osteosynthese 43
8.7.2 Endoprothese 44
8.8 Postoperative Behandlung 45
8.8.1 Allgemeine postoperative Maßnahmen 45
8.8.2 Spezielle chirurgische postoperative Maßnahmen 45
8.8.3 Physiotherapie 45
8.8.4 Weitere postoperative Maßnahmen 46
8.9 Risiken/Komplikationen 46

9 WEITERBEHANDLUNG 48

9.1 Rehabilitation 48
9.2 Kontrollen 48
9.3 Implantatentfernung 49
9.4 Spätkomplikationen 49
9.4.1 Nichtoperative Therapie 49
9.4.2 Operative Therapie 50
9.5 Dauerfolgen 51

10 KLINISCH-WISSENSCHAFTLICHE ERGEBNIS-SCORES 52

11 PROGNOSE 52

not published

11.1 KONSERVATIVE THERAPIE 53
11.2 OPERATIVE THERAPIE 53
11.3 ENDOPROTHESE 53

12 PRÄVENTION VON SPÄTFOLGEN 54

13 LITERATURVERZEICHNIS 55

1 Allgemeines

Die allgemeine Präambel für Unfallchirurgische Leitlinien ist integraler Bestandteil der vorliegenden Leitlinie. Die Leitlinie darf nicht ohne Berücksichtigung dieser Präambel angewandt, publiziert oder vervielfältigt werden.

Die Leitlinie gilt nicht für Frakturen im Wachstumsalter.

- 6-10/1000 Personen Jahre[1-3]
- Dritthäufigste Fraktur bei Patienten und Patientinnen über 60 Jahre [4]
- 4-6% aller Frakturen im Erwachsenenalter[5,6]
- Indikatorfraktur für Osteoporose[7]
- Verhältnis Frauen:Männer 7:3[2,8,9]
- Deutlicher Anstieg in den letzten Jahrzehnten[10,11]

1.1 Ätiologie

- Sturz auf die Schulter
- Direkte Gewalteinwirkung auf die Schulter
- Kombination mit Luxation

1.1.1 Strukturelle Ursachen

- Osteoporose[12,13]
- Rauchen
- Alkoholabusus[14]
- Gangunsicherheit
- Kardiovaskuläre Erkrankungen

not published

- Neurologische Erkrankungen
- Metabolische Erkrankungen
- Muskelschwäche
- Sehstörungen
- Tumorbedingte Osteolysen [15,16]
- Knochenzysten
- Inaktivität
- Hormonmangel
- Krampfanfall [17,18]
- Stromunfall[19]
- Mangelernährung

1.1.2 Pathomechanismus

- Patienten und Patientinnen bis 60 Jahre (je nach Aktivität)
    - Sport-/Freizeitverletzungen
    - Hochrasanztrauma
    - Verkehrsunfälle
    - Stürze
    - Arbeitsunfälle

- Patient und Patientinnen über 60 Jahre[20,21] (je nach Aktivität)
    - Sturz im häuslichen Umfeld [22]
    - Gangunsicherheit
    - Umgebung (Glätte, Stufen, etc.)

1.2 Prävention

1.2.1 Nicht medikamentös Insbesondere:

- Basismaßnahmen der aktuellen Leitlinie Osteoporose [23]
- Abklärung und Behandlung von neuro-muskulären Erkrankungen
- Vermeidung der Immobilisation

not published

- Regelmäßige körperliche Aktivität (siehe auch aktuelle Leitlinie zu Training zur Frakturprophylaxe)[24]
- Verbesserung der Muskelkraft und Koordination[25]
- Alter > 70 Jahre jährliche Sturzanamnese
- Bei hohem Sturzrisiko Ursachen- und Risikoabklärung [26]
- Therapie vermeidbarer Sturzursachen
- Allgemeine Unfallverhütung (Altersgerechte Wohnungseinrichtung)
- Körperliches und geistiges Training [25]
- Medikamentenrevision
- Ausreichende Ernährung (BMI >20)
- Calciumreiche Ernährung (1200-1500 mg/Tag)
- Vermeidung eines sturzfördernden Vitamin-D-Mangels
    - Ggf. Supplementierung (400-1200 IE/Tag Vitamin D oral)
    - Ausreichende Sonnenexposition (30 Min. täglich)
- Nikotinvermeidung
- Behandlung Sturz verursachender Erkrankungen
- Erkennung und rechtzeitige Behandlung bei Filialisierung maligner Tumoren
- Erkennung und rechtzeitige Behandlung von Knochenzysten

Empfehlung 1	**Geprüft 2025**
Es **soll** ein Maßnahmenkatalog zur Prävention erstellt werden, z. B.: • Dem Wetter angepasstes Schuhwerk und Gehhilfen • Altersgerechte Wohnungseinrichtung (Türschwellen und Teppiche vermeiden, Handläufe benutzen) • Überprüfung der Sehfähigkeit • Gute Beleuchtung auch nachts • Medikamente anpassen, die das Gleichgewicht beeinträchtigen • Muskelaufbau- und Kraftübungen	
Konsensstärke	100 % (starker Konsens)

not published

1.2.2 Medikamentös

(bezüglich Diagnostik und spezieller Therapie siehe aktuelle Leitlinie Osteoporose der DVO) [23]

Empfehlung 2	**Neu 2025**
Bei Vorliegen einer proximalen Humerusfraktur infolge eines Niedrigrasanztrauma **soll**, gemäß der aktuellen Leitlinie der DVO, eine weitere Risikoabschätzung und ggf. Diagnostik und Therapie der Osteoporose im Sinne der Tertiärprävention erfolgen. Bei Verdacht auf eine Osteoporose assoziierte Fraktur **soll** eine Diagnostik, Prophylaxe und Therapie der Osteoporose nach DVO-Leitlinien veranlasst werden.	
Konsensstärke	100 % (starker Konsens)

1.3 Lokalisation

- Tuberculum majus
- Epi- und Metaphyse
- Humeruskopf als „Head-split“
- Luxationskomponente Humeruskopf

1.4 Typische Begleitverletzungen

- Meist isolierte Verletzung
- Abhängig vom Unfallmechanismus
    - Rotatorenmanschettenrupturen
    - Ipsilaterale distale Radiusfrakturen (Kettenverletzung)
    - Hüftgelenknahe Frakturen (Osteoporose)[27]
    - Schädel-Hirn-Trauma
    - Thoraxtrauma, Rippenfrakturen

not published

- HWS-Verletzung
- Skapulafraktur
- Klavikulafraktur
- Plexusläsion
- Selten Verletzung Arteria axillaris[28-31]
- Selten Verletzung Sehne M. pectoralis major [32]

1.5 Klassifikation

- Codman-Hertel („Lego®-System“) [33]
  - 5- Basis-Frakturebenen
  - 12 Basis-Frakturmuster

- AO/OTA (1990) überarbeitet 2018[34]
  - 11 A1-A3: extraartikulär einfach
  - 11 B1-B3: extraartikulär bifokal
  - 11 C1-C3: intraartikulär

- Neer (1970)[35]

  (Dislokation definiert als >1cm oder >45°)
  - Typ I: nicht und wenig dislozierte Frakturen
  - Typ II: dislozierte Frakturen des anatomischen Halses
  - Typ III: dislozierte Frakturen des chirurgischen Halses
  - Typ IV: dislozierte Frakturen des Tuberculum majus
  - Typ IV/2 Isolierte Tuberculum majus Fraktur mit Dislokation
  - Typ IV/3: Tub. majus Fraktur und Fraktur des chirurgischen Halses
  - Typ IV/4: Frakturen beider Tuberkula und des chirurgischen Halses
  - Typ V: Frakturen des Tuberculum minus
  - Typ V/2: Isolierte Fraktur des Tuberculum minus
  - Typ V/3: Tub. minus und des chirurgischen Halses
  - Typ V/4: = Typ IV/4
  - Typ VI: Luxationsfrakturen und Frakturen unter Beteiligung der knorpeligen Gelenkfläche
  - Typ VI/2: Isolierte Luxationsfraktur eines Tuberkulums oder des chirurgischen Halses

not published

- Typ VI/3: Luxationsfraktur eines Tuberkulums und des chirurgischen Halses
- Typ VI/4: Luxationsfraktur beider Tuberkula und des chirurgischen Halses
- Typ VI Frakturen werden zudem nach der Luxationsrichtung (anterior/posterior) klassifiziert
- Frakturen der Gelenkfläche
- Impressionsfrakturen der Gelenkfläche
- Headsplit-Frakturen

- Jakob (1991) [36]

  Sonderform der „valgusimpaktierten“ 4-Segmentfraktur

- Habermeyer (1989) [37]
  - Typ 0: Ein-Part-Fraktur
  - Typ A: Zwei-Part-Fraktur
  - Typ B: Collum chirurgicum
  - Typ C: Collum anatomicum
  - Typ X: Fraktur mit Luxation

- Resch (2016) [38]
  - Typ 1: undisloziert
  - Typ 2: Verkippung in der Sagittalebene
  - Typ 3: Valgusfehlstellung
  - Typ 4: Varusfehlstellung
  - Tp 5: Luxationsfraktur anterior/posterior

Zur Auswahl des therapeutischen Vorgehens wird eine Klassifizierung der Fraktur auf der Grundlage aussagekräftiger Röntgenbilder empfohlen, bei höhergradigen, komplexeren Frakturen ist im Zweifelsfall z.B. Beurteilung der Tuberkula oder einer Head-Split-Komponente eine CT-Bildgebung indiziert.

not published

Empfehlung 3	**Neu 2025**
Nicht nur die Anzahl der Fragmente, sondern insbesondere auch die Stellung der Fragmente zueinander **sollen** Einfluss auf die Therapieentscheidung haben.	
Konsensstärke	100 % (starker Konsens)

not published

2 Präklinisches Management

2.1 Analyse des Unfallhergangs

- Siehe 1.1
- Übermittlung wesentlicher Begleitumstände
- Minimierung des Informationsverlustes

2.2 Notfallmaßnahmen und Transport [39]

- Im Rahmen einer Monoverletzung
    - Immobilisation der Schulter
    - Analgesie
    - Keine Reposition der glenohumeralen Luxation bei V.a. Frakturkomponente[40-42]
    - Transport in eine unfallchirurgische Praxis oder Klinik
    - Innerhalb eines Traumanetzwerkes: mindestens lokales Traumazentrum
- Im Rahmen einer Mehrfachverletzung:
    - Siehe oben
    - Vorgehen gemäß gültigen Versorgungsalgorithmen/Leitlinien (ATLS, DGU-S3 Leitlinie Polytrauma / Schwerverletzten Behandlung)[43]
    - Transport in ein regionales oder überregionales Traumazentrum

2.3 Dokumentation

- Schriftliches Übergabeprotokoll durch Rettungspersonal sinnvoll
- Mitteilung über:
    - Primär:
        - Neurovaskulärer Status der Extremität
    - Sekundär:
        - Alle relevanten Angaben zum Unfall
        - Arbeistunfall genauer Hergang
        - Soziales Umfeld
        - Bekannte Vorerkrankungen
        - Mentale Dysfunktion

not published

- Frühere Unfälle
- Sturzneigung
- Medikamente
- Nikotin
- Alkohol
- Drogen
- Multiresistente Keimbesiedlung
- Infektionen (spezielle Hepatitis C, HIV)

not published

3 Anamnese

3.1 Analyse des Verletzungsmechanismus

- Richtung und Maß der einwirkenden Kräfte [44]
- Weichteilrelevante Unfall- / Verletzungsmechanismen
- Hinweise auf Begleitverletzungen aus biomechanischer Sicht

3.2 Gesetzliche Unfallversicherung

In Deutschland muss bei allen Arbeitsunfällen, bei Unfällen auf dem Weg von und zur Arbeit, bei Unfällen in Zusammenhang mit Studium, Schule und Kindergarten sowie allen anderen gesetzlich versicherten Tätigkeiten - einschließlich aller ihrer Folgen - eine Unfallmeldung durch den Arbeitgeber/die Arbeitgeberin erfolgen, wenn der Unfall eine Arbeitsunfähigkeit von mehr als drei Kalendertagen oder den Tod zur Folge hat.

- In Österreich muss diese Meldung in jedem Fall erfolgen.
- Diese Patienten/Patientinnen müssen in Deutschland einem zum Durchgangsarztverfahren zugelassenen Arzt/Ärztin vorgestellt werden. Diese/r entscheidet über die Einleitung eines bg-lichen Heilverfahrens.
- Die weitere Behandlung muss zum frühestmöglichen Zeitpunkt in einer von der DGUV zugelassenen Einrichtung erfolgen, abgestuft nach DAV, VAV und SAV.
- Bei allen späteren Unfallfolgen und Folgeerkrankungen muss das bg-liche Heilverfahren wieder aufgenommen werden.
- Nach dem Verletzungsartenverzeichnis der DGUV sind folgende proximale Oberarmfrakturen in für VAV oder SAV zugelassenen Kliniken zu behandeln:
    - 7.5 VAV: Verrenkungsbrüche des Schultergelenkes, mehrfragmentäre verschobene Brüche des Oberarmkopfes bei gegebener oder abzuklärender Operationsnotwendigkeit.
    - 7.5 SAV: Vorgenannte Verrenkungsbrüche des Schultergelenkes oder vorgenannte Brüche des Oberarmkopfes bei gegebener oder abzuklärender Indikation zum primären Gelenkersatz.
    - Unfallfolgen wie z.B. posttraumatische Omarthrose.

not published

3.3 Vorerkrankungen und Verletzungen

- Lokal:
  - Frühere Erkrankungen und Verletzungen der Schulter (auch der Gegenseite) [45]
  - Voroperationen
  - Klinisch manifester degenerativer Rotatorenmanschettenschaden vor dem Unfall
  - Impingementsymptomatik
  - AC-Gelenks-Arthrose
  - Omarthrose
  - Tendinitis calcarea
  - Knochenerkrankungen
  - Gelenkerkrankungen
  - N. axillaris Schädigung
  - Plexusschaden
  - Lymphödem
  - Lokaler Infekt
  - Lokale Hauterkrankung
  - Tumorleiden, -operation
  - Tendinitis der langen Bizepssehne

- Allgemein:
  - Kardiovaskuläre Erkrankungen
  - Neurologische Erkrankungen
  - Zerebrovaskuläre Erkrankungen
  - Osteoporose [13,46]
  - Malignom [47]
  - Rheumatische Vorerkrankungen
  - Diabetes mellitus [48]
  - Leber-/Nierenerkrankungen
    - Infektionen
    - Hepatitis B, C
    - HIV
    - Multiresistente Keime
  - Allgemeine Hauterkrankungen

not published

- Allergien
- Kontinenz
- Flüssigkeitsbilanz
- Bisherige Mobilität, Aktivitäten des täglichen Lebens
- Alkoholabusus, Drogenabusus [49]

- Sozial
  - Soziale Umstände/Prognose
  - Familiensituation
  - Pflegefall
  - Rechts-/Linkshänder
  - Rehabilitationsfähigkeit

3.4 Wichtige Begleitumstände

Empfehlung 4	**Neu 2025**
Nicht nur die Frakturkonstellation, sondern auch ihre Begleitumstände **sollen** in die Entscheidungsfindung zur richtigen Therapiewahl mit einbezogen werden.	
Konsensstärke	100 % (starker Konsens)

- Zeitpunkt und -intervall zwischen Unfall und stationärer Aufnahme
  - Ausschluss längerer Luxationsstellungen

- Medikamente
  - Gerinnungshemmende Substanzen
    - Acetylsalicylsäure (ASS) und Kombinationspräparate
    - Cumarine
    - Neue orale Antikoagulantien (NOAK)
    - Nichtsteroidale Antirheumatika (NSAR)
    - Clopidogrel
  - Zytostatika

not published

- Metforminhaltige Antidiabetika
- Kortison
- Alkoholeinfluss
- Nikotin
- Drogen

3.5 Symptome

- Schmerzen in der Schulter und/oder Oberarm
- Ausstrahlung bis in die Hand
- Funktionseinschränkung der Schulter
- Motorische Ausfälle
- Im Laufe von Tagen oft ausgedehnte Hämatombildung [45]

not published

4 Diagnostik

4.1 Notwendige Untersuchungen

4.1.1 Klinische Untersuchung lokal

- Schonhaltung des verletzten Armes
- Prellmarke und Hämatom (am Unfalltag selten)[45]
- Schmerzen bei aktiver und assistiver Bewegung
- Druckschmerz proximaler Oberarm
- im Fall von Luxationen tastbare leere Gelenkpfanne
- Stauchungsschmerzen
- Krepitation – dabei keinen zusätzlichen Schmerz auslösen!
- Infektionen im späteren Operationsgebiet und Axilla
- Periphere Durchblutung
- Neurologische Ausfälle (speziell: Sensibilität im autonomen Gebiet des N. axillaris) [45,50]
- Wunden im Frakturbereich
- Schwellung, Spannungsblasen
- Begleitverletzungen (insbesondere bei Hochrasanztraumen)
- Bewegungsausmaß der gesunden Seite als Referenz

4.1.2 Röntgenuntersuchung (konventionell)

- Schulter und proximaler Humerus in 2 Ebenen [21,51-53]
  - Schulter und proximaler Humerus true a.p.
  - Proximaler Humerus axial oder Y-Aufnahme (Skapula tangential)
  - Gesamter Oberarm mit Ellenbogengelenk in 2 Ebenen bei Verdacht auf
  - Frakturausläufer im Schaft oder begleitende Ellenbogenverletzung

not published

Empfehlung 5	Geprüft 2025
Neben einer Röntgenbilduntersuchung in mindestens 2 Ebenen **soll** eine CT-Untersuchung zur exakten Klassifikation und zur besseren Therapieempfehlung durchgeführt werden.	
Konsensstärke	100 % (starker Konsens)

4.1.3 Laboruntersuchungen

- Laboruntersuchungen unter Berücksichtigung von Alter und Begleiterkrankungen des Patienten/der Patientin
    - Ursachenuntersuchung
    - Operationsvorbereitung

4.2 Fakultative Untersuchungen

4.2.1 Computertomographie [21,33]

- Beurteilung der Tuberkula
- Beurteilung der Kalotte
- Beurteilung der glenohumeralen Zentrierung
- Beurteilung einer „Head-Split"-Situation
- Beurteilung der Knochenstruktur
- 3-D-Rekonstruktion
- Entscheidung Osteosynthese vs. Endoprothese

4.3 Ausnahmsweise

- Magnetresonanztomographie
    - Bei V.a. pathologische Fraktur, Plexusverletzung[54]
    - Als Ergänzung zur Evaluation der Rotatorenmanschette
- Sonographie
    - Beurteilung der Rotatorenmanschette, auch im postoperativen Verlauf

not published

  - Beurteilung der langen Bizepssehne
  - Verlaufskontrollen der Rotatorenmanschette
- Röntgenaufnahme des Thorax
- Bildwandler-Durchleuchtung
- Röntgenaufnahmen des Ellenbogens und des Handgelenkes bei klinischem Verdacht
- Bei Zusatzverletzungen:
  - Dopplersonographie
  - Angiographie
  - Fachneurologische Untersuchung
  - Elektrokardiogramm (EKG)
  - Ausschluss multiresistente Keime
  - Kreuzblut für Blutgruppe und Blutkonserven
  - KI-unterstütze Bildauswertung

4.4 Nicht erforderlich

- Szintigraphie
- Arthrographie

4.5 Diagnostische Schwierigkeiten

- Undislozierte Fraktur
- Rotatorenmanschettenverletzung
- Stellung des Kopfes zum Glenoid (Luxationsfraktur)
- Abgrenzung einer pathologischen Fraktur (selten)
- Begleitende Glenoidfraktur (vordere Pfannenlippe)
- Traumatischer Nervus axillaris Schaden
- Gefäßverletzung (Intimaläsion)

4.6 Differentialdiagnose

- Humerusschaftfraktur
- Schulterprellung
- Schulterluxation
- Rotatorenmanschettenruptur

not published

- Bizepssehnenruptur
- Skapulafraktur
- AC-Gelenksfraktur
- Laterale Klavikulafraktur
- Schultergelenkinfektion

not published

5 Klinische Erstversorgung

5.1 klinisches Management

- Lagerung
- Ruhigstellung im immobilisierenden Verband

5.2 Allgemeine Maßnahmen

- Thromboseprophylaxe
    - (siehe zum Risiko, allgemeinen und medikamentösen Maßnahmen aktuelle interdisziplinäre Leitlinie Thromboseprophylaxe der AWMF) [55]
    - Frühzeitige Mobilisation des Patienten/der Patientin
- Infektionsprophylaxe
    - Eine Antibiotikaprophylaxe reduziert die Rate der oberflächlichen und tiefen Wundinfektionen [56]
    - Eine Antibiotika-Einzeldosis mit Beginn der Anästhesieeinleitung ist für die Routine ausreichend [57]
    - Behandlung von ggf. auftretenden Spannungsblasen
- Schmerztherapie
    - Analgetikagabe
- Dekubitusprophylaxe
    - Frühzeitige Mobilisation
    - Bettruhe normalerweise nicht erforderlich
    - Lagerung auf speziellen druckmindernden z.B. Gel-Matten auf dem Operationstisch reduziert die Dekubitusrate
    - Abschwellende Maßnahmen

not published

6 Indikation zur definitiven Therapie

Die Wahl des Behandlungsverfahrens wird wesentlich beeinflusst durch den Frakturtyp, die Knochenqualität (Osteoporose), das biologische Alter, den Funktionsanspruch, Begleiterkrankungen sowie Nikotin/C2-Abusus, Patientenpräferenz und Compliance[13,47,58-67]

Empfehlung 6	**Neu 2025**
Das Ziel bei der Behandlung von proximalen Humerusfrakturen ist die anatomische Wiederherstellung der Gelenkfläche, des Corpus-Collum-Diaphysenwinkels und der anatomischen Position der Tuberkula. Das Ziel der Operation ist es, ein übungsstabiles Schultergelenk zu schaffen und mögliche Komplikationen im Zusammenhang mit der Operation zu verhindern. Wenn weder eine konservative Therapie noch eine anatomische Osteosynthese durchgeführt werden kann, **soll** die Implantation einer Schulterprothese durchgeführt werden.	
Konsensstärke	100 % (starker Konsens)

6.1 Nicht operativ

Ein Großteil aller Frakturen, in Deutschland aktuell 58%, wird konservativ behandelt[20,28,67-71,72].

- Nicht dislozierte oder gering dislozierte Frakturen des proximalen Humerus und nicht dislozierte Gelenkfrakturen.[21,69,73]
- Geschlossen reponier- und konservativ retinierbare Frakturen.
- Allgemeine oder lokale Kontraindikationen gegen eine Operation.[66]

6.2 Operativ

Die Indikation zur Osteosynthese oder Endoprothese wird kontrovers diskutiert. Sie sollte sich auf rational nachvollziehbare Argumente stützen und ist im Einzelfall immer individuell zu stellen. Je nach Frakturtyp und Patienten/Patientinnen ist zwischen den geeigneten Osteosyntheseverfahren oder endoprothetischer Versorgung zu entscheiden. Die Ergebnisse der verschiedenen OP-Verfahren

not published

sind in der aktuellen Literatur heterogen. Alle Empfehlungen zur operativen Versorgung sind unter Berücksichtigung von Kapitel 3.4 zu verstehen.[69,70,74,75]

6.2.1 Indikation zur Osteosynthese

- Dislozierte Fraktur auch mit isolierter Fehlstellung eines oder beider Tuberkula, wobei bei der Dislokationsrichtung (Varus/Valgus-Deformität und anterior/posterior) unterschieden werden muss und eine entsprechende Instabilität der Fragmente vorliegt [76]
- dislozierte intraartikuläre Fraktur
- Geschlossen nicht reponierbare Luxationsfraktur
- Serienverletzung der Extremität
- Sekundäre Dislokation nach konservativer Therapie
- Begleitende Gefäßschäden
- Nervenschaden
- Offene Fraktur
- Pathologische Fraktur[16]

Empfehlung 7	**Neu 2025**
Die operative Versorgung einer proximalen Humerusfraktur **sollte** bei komplexem Verletzungsmuster durch eine Operateurin oder einen Operateur mit hoher Spezialisierung durchgeführt werden.	
Konsensstärke	100 % (starker Konsens)

6.2.2 Indikation zur Endoprothese

- Headsplit Fraktur beim alten Menschen mit reduzierter Knochenqualität
- Mehrfragmentfraktur beim alten Menschen mit Defektzone und „eierschalenartig“ ausgedünntem Kopffragment
- Hinge Fraktur beim älteren Menschen auf Grund des erhöhten Nekroserisikos

not published

- Nicht ausreichend reponierbare Fraktur
- Länger bestehende Luxationsfraktur
- Fehlgeschlagene Osteosynthese mit Gelenkdestruktion und fehlender Rekonstruktionsmöglichkeit [50]
- Humeruskopfnekrose mit Gelenkdestruktion[77]
- Pathologische Fraktur bei fehlender osteosynthetischer Versorgungsmöglichkeit [66,77]

6.2.3 Differentialindikation für Endoprothesen

- Bei nicht rekonstruierbaren Humeruskopffrakturen bei jüngeren Patienten und Patientinnen ist die Hemiprothese oder die anatomische Pfannenprothese mit Pfannenkomponente möglich, sollte jedoch auf Grund der oft unbefriedigenden klinischen Ergebnisse zurückhaltend eingesetzt werden [78-82]
- Eine begleitende Rotatorenmanschettenmassenruptur spricht für die Implantation einer inversen Schulterprothese [45,77]
- Nicht reponierbare Tuberkula können die Implantation einer inversen Prothese erforderlich machen [45,77]
- Eine inverse Schulterprothese kann bei rezidivierenden Luxationen einer Hemiprothese notwendig werden[45,77]
- Bei älteren Menschen wird in aktuellen Studien bei nicht-rekonstruierbaren Humeruskopffrakturen die inverse Schulterprothese favorisiert[66,79,83-86]

6.3 Stationär/ambulant

- Die konservative Therapie erfolgt meist ambulant abhängig von:
  - Allgemeinzustand
  - Nebenerkrankungen
  - Begleitverletzungen
- Die operative Therapie erfolgt in der Regel stationär und nur ausnahmsweise ambulant

not published

7 Therapie nicht operativ

Empfehlung 8	**Neu 2025**
Die konservative Behandlung einer Oberarmkopffraktur **soll** eine schmerzabhängige, kurzfristige Ruhigstellung, gefolgt von einer frühzeitigen funktionellen Therapie mit Bewegungsübungen, begleitet von bedarfsabhängiger Schmerztherapie und regelmäßiger radiologischer Kontrolle umfassen, um Komplikationen zu vermeiden.	
Konsensstärke	100 % (starker Konsens)

7.1 Logistik

- Stützverbandsmaterial
- Orthese
- Physiotherapeutisches Behandlungskonzept[87,88]
- Möglichkeit der radiologischen Kontrolle der Fraktur

7.2 Begleitende Maßnahmen

- Analgetika bedarfsabhängig
- Manuelle Lymphdrainage
- Aufklärung
  - Über Behandlungskonzepte und Alternativverfahren, Komplikationsmöglichkeiten, Risiken und Langzeitfolgen
- Klärung der häuslichen Versorgung
- Behandlung der Sturzursache
- Diagnostik und Behandlung von weiteren Begleiterkrankungen

7.3 Häufigste Verfahren

- Kurzfristige Ruhigstellung (z.B. Gilchristverband, Desaultverband)[21]
- Analgetika

not published

- Funktionelle Behandlung (kurze oder keine Immobilisation, danach passive und aktive Bewegungsübungen bis zur Schmerzgrenze, im richtigen Setting auch als Heimprogramm möglich)[21]

7.4 Alternative Verfahren

- Operation

7.5 Seltene Verfahren

- Reposition und Ruhigstellung im Abduktionsverband oder mittels Hypomochlion je nach Frakturtyp

7.6 Zeitpunkt

- Möglichst früh nach dem Unfall

7.7 Weitere Behandlung

- Röntgenkontrollen im Verlauf
- Kontrollen von Orthese, Durchblutung und Nervenfunktion
- Bei anhaltenden Schmerzen oder Gefühlsstörungen sofortige Vorstellung bei einem Facharzt/einer Fachärztin
- Selbstständige Bewegungsübungen des Ellenbogens und der Gelenke der Hand
- Bei sekundärer Dislokation Operationsindikation erneut prüfen
- In Vergleichsstudien zeigt die einwöchige Immobilisation kurzfristige Vorteile gegenüber der dreiwöchigen Ruhigstellung, nach einem Jahr gleichen sich die klinischen Ergebnisse beider Gruppen weitgehend an. Der sofortige Beginn mit Pendelübungen zeigte kein vermehrtes Vorkommen von unerwünschten Ereignissen und im Fall von impaktieren Frakturen zeigte eine höhere Frequenz der Sessions auch kein vermehrtes Auftreten von sekundären Dislokationen, jedoch auch kein besseres klinisches Ergebnis. [12,87,89,90]

not published

7.8 Risiken und Komplikationen

- Sekundäre Dislokation der Fraktur[71]
- Oberarmkopfnekrose (s. Punkt 11. Prognose)
- Sekundäre Arthrose
- Verzögerte Heilung und Pseudoarthrose
- Heilung in Fehlstellung
- Ausgedehntes Hämatom am Arm und Stamm
- Hämatom-bedingtes Kompartmentsyndrom Unterarm
- Druckstellen/Wunden durch Stützverband
- Blutumlaufstörung und Schwellung der Hand durch Stützverband
- Bewegungseinschränkung, Funktionsbehinderung und Kraftminderung des gesamten Armes[12]
- Persistierende Schulterschmerzen
- Neurologische Ausfälle
- Complex Regional Pain Syndrom (CRPS)[91]
- Medikamentennebenwirkungen
- Thrombembolische Ereignisse

not published

8 Therapie operativ

8.1 Allgemeines

8.1.1 1-Jahres Mortalität operativ vs. konservativ

2020 zeigte eine Metaanalyse zum Vergleich operativer Maßnahmen vs. konservativer Therapie in USA eine signifikant höhere Komplikationsrate und Mortalität nach operativer Intervention [92]. Neuere Studien konnten dies nicht bestätigen. Duey et al. zeigten eine reduzierte 1-Jahres Mortalität nach chirurgischer Intervention. Nach operativer Intervention zeigte sich bei Patienten und Patientinnen >65 Jahren mit mehrfragmentärer Humeruskopffraktur eine signifikant reduzierte 1-Jahres Mortalität (1-Jahres Mortalitätsrate 11% bei konservativer Therapie, 4% nach ORIF, 5% nach inverser Schultertotalprothese, 6% anatomische Fraktur-Hemiprothese)[93].

Katthagen et al. fanden eine reduzierte 1-Jahres Mortalitätsrate bei allerdings erhöhter Komplikationsrate nach operativer Therapie der proximalen Humerusfraktur[94]. Walter et al. fanden nach konservativer Therapie eine erhöhte 1-Jahres Mortalitätsrate im Vergleich zur OP (16,4 vs. 9,3 %), identisch zu einer retrospektiven Datenerhebung von Curtin et al. [95]

Empfehlung 9	**Neu 2025**
Bei älteren Patientinnen und Patienten (>65 Jahre) mit mehrfragmentärer proximaler Humerusfraktur **kann** eine operative Versorgung trotz höherer Komplikationsrate aufgrund der niedrigeren 1-Jahres-Mortalität gegenüber der konservativen Therapie empfohlen werden.	
Konsensstärke	100 % (starker Konsens)

not published

8.2 Logistik

8.2.1 Osteosynthese

- Instrumente und Implantate für die Osteosynthese
- Möglichkeit der intraoperativen Durchleuchtung
- . Möglichkeit für zusätzliche fixierende Stützverbände
- Möglichkeit der intraoperativen Cerclage (Draht/Tapes) [96]
- Instrumente für intraoperative Komplikationen
- Instrumente für Endoprothese
- Instrumente für Spongiosaplastik
- Ggf. Kortikale Allografts
- ggf. Knochenersatzmaterialien
- Knochenzement
- Bei bekannter Chrom-Nickelallergie: Titanimplantate
- Instrumente und Implantate für Rotatorenmanschettenrekonstruktion, - refixation

8.2.2 Endoprothese

- Instrumente und Implantate für die Schulterprothese in geeigneter Größe
- (anatomisch und invers)
- Ggf. prox. Humerusersatz
- Möglichkeit der intraoperativen Cerclage (Draht/Tapes)
- Instrumente für intraoperative Komplikationen
- Instrumente für zusätzliche Osteosynthese
- Instrumente für Spongiosaplastik
- ggf. Knochenersatzmaterialien
- Knochenzement
- Bei bekannter Chrom-Nickelallergie: Titanimplantate
- Instrumente und Implantate für Rotatorenmanschettenreparatur/ - refixation

not published

8.3 Perioperative Maßnahmen

8.3.1 Allgemeine Maßnahmen

- Aufklärung über Therapie, Gefahren, Erfolgsaussichten und Alternativverfahren
- Labor, EKG und Röntgenaufnahme des Thorax nach Alter und Anamnese
- Ausschluss von HIV und
- Thromboseprophylaxe nach individuellem Gefährdungsrisiko (s.a. AWMF-S3 Leitlinie VTE-Prophylaxe 4)[55]
- Antibiotikagabe sinnvoll (s.a. 5.2, Leitlinie Antibiotika 5)
- Lagerung auf speziellen druckmindernden z.B. Gel-Matten auf dem Operationstisch reduziert deutlich die Dekubitusrate
- Individuelle Bereitstellung von Erythrozytenkonzentraten
- Infektionsprophylaxe
  - Eine Antibiotikaprophylaxe reduziert die Rate der oberflächlichen und tiefen Wundinfektionen [56]
  - Eine Antibiotika-Einzeldosis mit Beginn der Anästhesieeinleitung ist für die Routine ausreichend [57]
  - Behandlung von ggf. auftretenden Spannungsblasen

Empfehlung 10	**Modifiziert 2025**
Nach Desinfizieren mit alkoholischen Desinfektionsmitteln **soll** auf eine trockene Auflagefläche, insbesondere am Rücken, geachtet werden.	
Konsensstärke	100 % (starker Konsens)

8.3.2 Patienten und Patientinnen mit gerinnungsbeeinträchtigenden Medikamenten

- Patienten und Patientinnen mit gerinnungshemmenden Medikamenten sollten individuell und
- interdisziplinär beurteilt werden
- Es findet eine Risikoabwägung zwischen den Folgen einer OP-Verzögerung,

not published

- einer vermehrten perioperativen Blutungsneigung und den Auswirkungen auf die Grunderkrankung statt.
- Diese Erwägungen können auch die Auswahl des Operationsverfahrens
  - beeinflussen

8.3.3 Anästhesieverfahren

- Vollnarkose
- Regionalanästhesie

8.3.4 Tranexamsäure (TXA)

Die Applikation kann entweder lokal oder intravenös erfolgen. TXA kann sinnvoll angewendet werden bei Patientinnen und Patienten mit Humeruskopfrakturen und nachfolgender offener Reposition mit Osteosynthesen oder Implantation einer Endoprothese.
Die lokale Gabe erfolgt nach Wundverschluss durch Applikation von 1.5 g TXA über die OP-Wunde. Es zeigt sich in neueren Studien ein reduzierter Blutverlust und eine kürzer Gesamt-Operationsdauer [97]. Die systemische Gabe erfolgt in einer Dosierung von 1-2 g TXA intravenös, in den meisten Studien wurde 2g TXA intravenös appliziert, aktuell wird auch die Gabe von 1g TXA diskutiert [98]. Mit beiden Darreichungsformen wurden keine assoziierten Nebenwirkungen beschrieben, insbesondere keine thromboembolischen Komplikationen. Nach Implantation von inversen Prothesen zeigt sich der stationäre Aufenthalt signifikant kürzer und die Blutkonservengabe reduziert [97]. Eine lokale Applikation reduziert den Blutverlust über die Redondrainage signifikant. Bei Operationen in Regionalanästhesie war der Blutverlust über die Drainage bei Schulter-Prothesenoperationen reduziert [99]. In einer prospektiven Studie bei Frakturen zeigte sich nach intravenöser Gabe von TXA sowohl ein signifikant reduzierter intra- und postoperativer Blutverlust [100] . Intravenös appliziertes TXA kann ebenso wie die lokale Thrombinapplikation den Blutverlust und die Transfusionswahrscheinlichkeit ohne aufgetretene Nebenwirkungen senken.

Folgenden **Kontraindikationen** für TXA sind zu beachten [101]:

- Allergische Reaktionen
- Vorbestehende Thrombosen
- Orale Antikoagulanzien
- höhergradige Herz- Nieren- und Lebererkrankungen

not published

Empfehlung 11	Neu 2025
1-2 g Tranexamsäure i.v. oder die lokale Gabe (1.5 g) **kann** unter Beachtung der Kontraindikationen vor allem bei der frakturbedingten offenen Versorgung zur Reduzierung des Blutverlustes und der Operationszeit *ohne Hinweise* für ein erhöhtes thromboembolisches Risiko verwendet werden.	
Konsensstärke	100 % (starker Konsens)

8.4 Häufigste Verfahren

Ansprüche an die Osteosynthese und Endoprothese:

- Wiederherstellung von Funktion und Beweglichkeit
- Schmerzreduktion
- Belastbarkeit
- Schonendes Operationsverfahren
- Einfache Operationstechnik
- Niedrige Komplikationsrate
- Geringe Inzidenz von Pseudarthrose und Oberarmkopfnekrose

8.4.1 Osteosynthese

Empfehlung 12	Geprüft 2025
Die Knochenqualität, der Frakturtyp und das Ausmaß der Dislokation **sollten** zu Beginn der Behandlung genau eingeschätzt werden.	
Konsensstärke	100 % (starker Konsens)

Derzeit gängige und akzeptierte Verfahren:

- Plattenosteosynthese [13,69,70,73,102,103]
    - konventionell

not published

  - winkelstabil
  - Zement augmentierte Schrauben
- Intramedulläre rigide Nagelungen (ante- oder retrograd, konventionelle oder winkelstabile Verriegelung) [20,104-107]
- Zuggurtung, transossäre Nähte oder Ankernähte [69,108]
- Schraubenosteosynthese offen oder minimal-invasiv
- Bohrdrahtosteosynthesen offen oder geschlossen [9,96,109,110]
- Flexible Nagelung [96 111]
- Implantatkombinationen

8.4.1.1 Strategien zur Vermeidung des Varuskollapses bei komplexen 4-Fragmentfrakturen

- Fadencerclagen durch die Rotatorenmanschette
- Ventrale/Dorsale Doppelplatte, Triple-Platte
- Zusätzliche Schrauben
- Kalkarschrauben
- Allogene und autogene Knochentransplantation
- Knochenersatzstoffe
- Zementaugmentation oder zementaugmentierte Schrauben

Zusätzlich zur lateralen winkelstabilen Platte kann eine zweite winkelstabile low profile Platte ventral oder dorsal bei instabilen Frakturen verwendet werden. Alternativ kann eine ventrolaterale Platte direkt nach Tenotomie der LBS im Sulcus eingebracht werden und zeigt biomechanisch eine verbesserte Stabilität im Vergleich zur alleinigen lateralen Platte [112]. Vor allem beim jüngeren Patienten und Patientinnen mit komplexen Frakturen ist die Doppelplatte eine Alternative zu einer Endoprothese mit akzeptabler Komplikationsrate (31,7%), bei einer Humeruskopfnekroserate von 5,7% [113].

not published

Empfehlung 13	**Neu 2025**
Bei komplexen Frakturformen mit drohendem Varuskollaps **kann** die winkelstabile Doppelplatte (laterale Standardplatte mit ventraler/dorsaler Low Profile Platte) eine Alternative zur Vermeidung einer Endoprothese sein.	
Konsensstärke	100 % (starker Konsens)

8.4.2 Endoprothese

- Hemiprothese [8,114]
- Anatomische Endoprothese [115]
- Inverse Schulterendoprothese [115] [116,117] [4,85]

not published

8.4.2.1 Anatomische Schulterendoprothese

Empfehlung 14	**Neu 2025**
Die anatomische endoprothetische Versorgung der Schulter ist in der Regel kein Notfall und die Operation ist im Verlauf möglich. Voraussetzungen: - Intakte Rotatorenmanschette. - *Relativ:* Intaktes T. majus, intakte Metaphyse. Sie hat ihren Stellenwert vor allem bei: - hochkomplexen nicht rekonstruierbaren Frakturen mit absehbarem hohem Risiko einer Osteosynthese-assoziierten sekundären Dislokation bei jüngeren Patienten und Patientinnen. - einem posttraumatischen Kopfkollaps oder einer posttraumatischen Humeruskopfnekrose. - komplexen Frakturen des proximalen Humerus mit stark dislozierten drei- und vier-Part Frakturen, Frakturdislokationen oder Head Split, insbesondere wenn eine Osteosynthese nicht möglich ist, um das Risiko einer avaskulären Nekrose zu vermindern. Es **soll** abgewogen werden, ob eine inverse Schulterendoprothese direkt eingesetzt werden sollte, unabhängig vom Alter des Patienten bzw. der Patientin. Die Versorgung **sollte** nur in Einrichtungen mit entsprechender personeller und logistischer Infrastruktur durchgeführt werden.	
Konsensstärke	100 % (starker Konsens)

Indikationen für Frakturendoprothesen [45]:

- Dislozierte, nicht rekonstruierbare 3- und 4-Fragmentfraktur [108]
- Schwere Osteoporose [118]
- Fehlstellung oder sekundäre Dislokation nach Osteosynthese
- Nicht rekonstruierbare „Head-split“ Fraktur [50,119]
- Pathologische Fraktur
- Vorbestehende Omarthrose

not published

Anatomische Schulterhemiprothesen bei der Versorgung proximaler Humerusfrakturen sind technisch herausfordernd und bedürfen einer erfolgreichen Rekonstruktion der Tubercula. Insbesondere in Fällen, in denen das Frakturmuster und die individuellen Eigenschaften des Patienten/der Patientin diesen Ansatz rechtfertigen. Bei komplexen Frakturen des proximalen Humerus mit stark dislozierten drei- und vier-Part Frakturen, Frakturdislokationen oder Head Split können anatomische Schulterprothesen empfohlen werden, um das Risiko postoperativer Komplikationen zu vermindern. [120,121] Bei Frakturen mit Zertrümmerung des Tuberculum majus oder Verletzung der Rotatorenmanschette kann eine Hemiprothese zu einer schlechten Funktion führen, sodass die Indikation für eine inverse Schulterprothese in Betracht gezogen werden sollte. [122-124]

Zusammenfassend ist festzustellen, dass anatomische Schulterprothesen bei proximalen Humerusfrakturen, die eine anatomische Rekonstruktion und die Wiederherstellung der Gelenkfunktion und -stabilität erfordern, gerechtfertigt sein können. Es ist immer kritisch die alternative Versorgung mit einer inversen Schulterprothese zu hinterfragen.

8.4.2.2 Inverse Schulterprothese

Die inverse Schulterendoprothese hat sich zu einer wertvollen Behandlungsoption für komplexe proximale Humerusfrakturen entwickelt, insbesondere bei älteren Patienten und Patientinnen und die Anwendung hat rasant in den letzten Jahren zu genommen. [125-127] Studien haben gezeigt, dass dieses Verfahren bei älteren Patienten und Patientinnen mit 3- und 4-Part proximalen Humerusfrakturen, sowie Head-Split-Frakturen gute und reproduzierbare Ergebnisse mit akzeptablen Komplikationsraten liefern kann[128-132]. Im kurzzeitigen Nachuntersuchungszeitraum zeigt die inverse Schulterprothese beim älteren Menschen gegenüber der Hemiprothese bessere funktionelle Ergebnisse. Gleichzeitig führt sie zu einer kürzeren Rehabilitationszeit. [125,126,131,133-138]

Zusammenfassend stellt die inverse Schulterendoprothese eine wertvolle Option für die Behandlung proximaler Humerusfrakturen dar, insbesondere bei älteren Patienten und Patientinnen mit komplexen Frakturen. Die zunehmenden Indikationen für dieses Verfahren betonen seine Wirksamkeit bei der Bewältigung verschiedener schwieriger Szenarien im Zusammenhang mit proximalen Humerusfrakturen.

not published

Empfehlung 15	Neu 2025
Die inverse endoprothetische Versorgung der Schulter ist in der Regel kein Notfall und die Operation ist im Verlauf möglich. Voraussetzungen: - Kein Plexus- oder N. axillaris-Schaden. Sie hat ihren Stellenwert vor allem bei: - Patienten und Patientinnen mit osteoporotischem Knochen und erhöhtem Risiko einer Osteosynthese-assoziierten sekundären Dislokation, bei 3-und 4-Part oder intraartikulärer Frakturen. - Nicht reponierbare Dislokation der Tuberkula. - Rotatorenmanschettendefektarthropathie/-athrophie - Fehlgeschlagene Osteosynthese mit Gelenksdestruktion und fehlender Rekonstruktionsmöglichkeit. Die Versorgung **sollte** nur in Einrichtungen mit entsprechender personeller und logistischer Infrastruktur durchgeführt werden.	
Konsensstärke	100 % (starker Konsens)

8.4.3 Fakultative ergänzende Maßnahmen

- Spongiosaplastik (Autograft)
- Additive Osteosynthesen mit Fibular Allograft und allogenem Hüftkopf
- Rekonstruktion einer evtl. verletzten Rotatorenmanschette
- Knochenersatzstoffe (Calciumphosphat, Calciumsulfat)
- Demineralized bone matrix
- Zementaugmentation der Schrauben bei Plattenosteosynthese

8.4.3.1 Additive Osteosynthesen mit Fibular Allograft und allogenem Hüftkopf

Mehrere Studien konnten den Benefit einer intramedullären mechanischen Abstützung mittels einer allogenen intramedullären Fibula zur Verbesserung des medialen Supports in Fallserien

not published

demonstrieren. Eine Matched Pair Analyse bestätigte bei 12 Patienten und Patientinnen den Benefit einer allogenen Fibula bezüglich eines verbesserten DASH Scores und einer höheren Heilungsrate[139] . Eine prospektiv-randomisierte Studie konnte dies allerdings nicht bestätigen[140] , hier zeigte sich kein signifikanter Unterscheid durch eine additive intramedulläre Fibula zusätzlich zu einer winkelstabilen Platte im Vergleich zur Platte allein. [139-154]

Empfehlung 16	**Neu 2025**
Eine intramedulläre Augmentation z.B. mittels Fibula oder allogenem Knochen **kann** alternativ zu einer Doppelplatte, zur Vermeidung des Varuskollapses angewendet werden.	
Konsensstärke	100 % (starker Konsens)

8.4.4 Lagerung

- Beach-chair
- Rückenlage mit Armtisch

8.4.5 Zugang

Gängige Zugangswege sind der anatomische deltoideopektorale Zugang oder ein (antero-) lateraler Delta-Split Zugang mit einer distalen Gegeninzision [155] oder mit einem Zielinstrumentarium (MIPO) und distal perkutaner Schraubenpositionierung. Eine MIPO kann auch bei komplexen Frakturen in Kombination mit einem 3D Modell erfolgen[156]. Ein technischer Vorteil scheint sich vor allem bei sehr weit dorsal gelegenen mehrfragmentären Tuberculum majus Frakturen ergeben. Bei komplexen Frakturen allerdings scheint die Reposition und die Rekonstruktion des medialen Hinge durch die MIPO schwierig zu sein. Die Rate an Komplikationen (34%) und insbesondere Humeruskopfnekrose beträgt bei fehlender Rekonstruktion des medialen Hinge mit Varuskollaps bis zu 25% [157]. Neuen Studien konnte allerdings kein relevantes Risiko für Läsionen des N. axillaris oder eine Deltaschwäche zeigen, bei hoher Heilungsrate der Fraktur (100%) [158]. Dieses Verfahren bietet sich vor allem bei langstreckigen proximalen metaphysär-diaphysären Frakturen an und bei Frakturen mit dorsaler mehrfragmentärer Tub. majus Beteiligungen. Ein signifikanter Unterschied im postoperativen Constant-Murley (CM) Score zeigte sich nicht, mit tendenziell besseren Ergebnissen für die MIPO bei Neer Typ II/III Frakturen und tendenziell besseren Werten für Neer Typ IV Frakturen für die ORIF [159]. Die MIPO scheint weichteilschonend, aber strahlenintensiv [160] zu sein. Während Li et al. in einer Metaanalyse ein

not published

erhöhtes Risiko für den N. axillaris erwähnt, scheinen neue Studien kein erhöhtes Risiko für den N. axillaris mehr nachzuweisen [161].

Empfehlung 17	**Neu 2025**
Je nach Frakturmorphologie, OP-Verfahren und Erfahrung der Operateurin bzw. des Operateurs soll der operative Zugangsweg gewählt werden. Einfache Neer II/III Frakturen sollte in MIPO Technik operativ versorgt werden. Die anatomische Rekonstruktion, insbesondere des Kalkars, soll auch bei der MIPO zur Vermeidung eines Varuskollapses und einer Humeruskopfnekrose das Ziel sein. Der anatomische Verlauf des N. axillaris soll beachtet werden.	
Konsensstärke	100 % (starker Konsens)

8.5 Alternativverfahren

- Verbundosteosynthese[162]
  - bei ausgeprägter Osteoporose
  - bei pathologischen Frakturen
- Resektionsarthroplastik

8.6 Seltene Verfahren

- Transfixation mit Fixateur externe[163]
- Flexible Plattenosteosynthese [108]
- Intramedulläre Titanwendel [164]
- Arthrodese
- Arthroskopisch gestützte Osteosynthese
- Arthroskopie bei frischer Fraktur zur Beurteilung von Binnenschäden des Gelenks

8.7 Operationszeitpunkt

8.7.1 Osteosynthese

not published

- Dringlicher Eingriff
  - Begleitende Gefäßverletzung (Notfall)
  - Luxationsfrakturen (Gefahr der Humeruskopfnekrose und Entwicklung von
  - Nerven- und Plexusschädigung) [35,165]
  - Offene Frakturen 2° und 3°
  - geschlossene Frakturen mit schwerem Weichteilschaden
  - Erhebliche nicht reponierbare Dislokation mit drohendem sekundärem
  - Schaden
- Primär
  - Andere Frakturen sofern von der Logistik und dem Zustand des Verletzten vertretbar
  - Bei Schürfungen im Operationsgebiet (Gefahr der Keimbesiedelung)
- Sekundär
  - nach fehlgeschlagenem konservativem Behandlungsversuch

8.7.2 Endoprothese

In der Regel kein Notfall, Operation im Verlauf möglich[96,166]

- Primär
  - in Abhängigkeit von der Verletzungsschwere und dem Gesamtzustand des Patienten/der Patientin
- Sekundär
  - nach Konsolidierung lokaler Weichteilschäden
  - nach Konsolidierung von Begleiterkrankungen
  - Behandlung/Stabilisierung von Begleitverletzungen
  - nach fehlgeschlagenem konservativem Behandlungsversuch
  - nach fehlgeschlagener Osteosynthese [167,168]
  - bei Oberarmkopfnekrose im Verlauf

not published

8.8 Postoperative Behandlung

8.8.1 Allgemeine postoperative Maßnahmen

- Fortführung der Thromboseprophylaxe bei allgemeiner Immobilisation oder erhöhtem Thromboserisiko (siehe Interdisziplinäre Leitlinie der AWMF 4)
- Analgesie (Analgetika, Skalenusblock)
- Ggf. Fortführung einer begonnenen Antibiotikatherapie unter Berücksichtigung des Erregerspektrums
- Hb-Kontrolle vor Entlassung
- Flüssigkeits- und Elektrolytbilanzierung; Elektrolytentgleisungen, insbesondere Hyponatriämie und Hypokaliämie sind in der postoperativen Phase häufig und spiegeln die geringe renale Kompensationsfähigkeit des alten Menschen wider [169-172]

8.8.2 Spezielle chirurgische postoperative Maßnahmen

- Kontrolle von Durchblutung, Sensibilität und Motorik peripher
- Regelmäßige Wundkontrollen
- Wunddrainagen-, bzw. Redondrainagenpflege
- Ruhigstellung zur Schmerzreduktion (z.B. Gilchristverband, Desaultverband)
- Radiologische Stellungskontrolle
- Postoperative Röntgenkontrolle in 2 Ebenen nach Mobilisation
- Bei Schmerzen oder Verdacht auf Änderung des Heilungsverlaufs

8.8.3 Physiotherapie

- Frühmobilisation [173]
- Verringert Dekubitusrate
- Minimiert das Risiko einer Beinvenenthrombose
- Kann pulmonale Komplikationen reduzieren
- Passive Frühmobilisation obligat
    - Adäquate Analgesie
    - Pendelübungen [174]
    - Passive Bewegungsübungen
    - Aktive Bewegungsübungen nach Anheilen der Tuberkula [108]

not published

- Lymphdrainage
- Schultermotorschiene, auch ambulant nach Entlassung indiziert

Empfehlung 18	**Neu 2025**
Eine frühzeitige, adäquat schmerztherapierte Frühmobilisation unter Einbeziehung passiver und später aktiver Bewegungsübungen **sollte** durchgeführt werden, um Dekubitus, Thrombosen und pulmonale Komplikationen zu vermeiden und die funktionelle Rehabilitation zu fördern.	
Konsensstärke	100 % (starker Konsens)

8.8.4 Weitere postoperative Maßnahmen

- Behandlung sturzauslösender Ursachen
  - Therapie von Herzrhythmusstörungen
  - Therapie von neurologischen Erkrankungen
- Darmregulierende Maßnahmen bei Motilitätsstörungen
- Einleitung einer adäquaten Sturzprophylaxe
- Therapie der Osteoporose

8.9 Risiken/Komplikationen

Komplikationen treten bei 24-36% aller Patienten und Patientinnen auf [74,175]. Die Komplikationsrate verdoppelt sich annähernd für Patienten und Patientinnen über 60 Jahre [176]

- Allgemein
  - Thrombose, Lungenembolie
  - Stressulcera (u.a. bei NSAR-Medikation beachten)
  - Pneumonie

- Lokal
  - Gefäßverletzung [109,177]

not published

- Nachblutung, Hämatom (2.1-21%) [178]
- Nervenschaden (besonders N. axillaris und N. musculocutaneus) (ca. 2%) [109,179]
- Wundrandnekrosen/Wundheilungsstörung (ca. 0,65%) [9,180]
- Weichteilinfekt (1,3-10%)[74,178-180]
- Gelenkempyem/Osteitis (1-2%) [181]
- Nässe bedingte Hauterkrankungen in der Axilla und unter den Mammae bis
- hin zum Schweißdrüsenabszess

- Operationsabhängig
  - Sekundäre Dislokation/Implantatversagen (3-27%) [74,179,182,183]
  - Implantatfehllage und –dislokation (3-23%) [74,96,155,175,183]
  - Schraubenperforation (7 - 30%) [182,184] [69,102,179,183,185,186]
  - Zusätzliche intraoperative Fraktur[116]
  - Humeruskopfnekrose (4-37%) [70,102,175,179,183,187]
  - Impingement zwischen Akromion und Implantat und / oder Fragment (1-33%)
  - [155,179,182,183,188]
  - Dreh- und Achsabweichungen (25-44%) [175,183]
  - Luxation der Prothese/Instabilität (5-7%) [50,77,189]
  - Skapula-Notching (ca. 25%) [190]
  - Prothesenlockerung (ca. 0,05%) [191]
  - Läsion der langen Bizepssehne [192]
  - Läsion der Rotatorenmanschette (ca. 3,2%) [108,180]
  - Allergie gegen das Implantat [193]

- Längerfristig
  - Dislokation der Fraktur (ca. 7%) [179]
  - Verzögerte Heilung, Frakturheilungsstörung, Pseudarthrose (1,3 - 6%) [74]
  - Heterotrope Ossifikationen (ca. 2%) [35,74]
  - Bursitis (ca. 6%) [183]
  - Reflexdystrophie-Syndrom
  - Arthrose
  - Frozen Shoulder (2-3,3%) [180,182,188]
  - Funktionsstörung der Schulter und weiterer Gelenke der betroffenen
  - Extremität

not published

9 Weiterbehandlung

9.1 Rehabilitation

- Physiotherapie unter adäquater Analgesie
- Lymphdrainage bei Schwellungen
- Selbstständige Bewegungsübungen [194]
- Möglichst frühzeitiger Einsatz der Hand und der oberen Extremität im täglichen Leben
- Motorbewegungsschiene (CPM = continuous passive motion) ambulant zu Hause

Empfehlung 19	**Neu 2025**
Ziel der Rehabilitation **soll** sowohl nach operativer als auch konservativer Therapie eine schnellstmögliche Wiederherstellung der Beweglichkeit sein, um das Auftreten einer langwierigen Schultersteife zu vermeiden. .	
Konsensstärke	100 % (starker Konsens)

9.2 Kontrollen

Klinische und begleitend radiologische (bis zur Frakturkonsolidierung) Kontrollen zur Überprüfung des Heilverlaufes mit besonderem Hinblick auf die Beweglichkeit und Belastbarkeit des Schultergelenkes. Bei gestörtem Verlauf: Abklärung durch weiterführende schichtbildgebende Verfahren (z.B. CT ggf. MRT), Punktion oder Biopsie bei V.a. Infekt, arthroskopisch-gestützte Frühmobilisation, evtl. Revisionsoperation.

not published

Empfehlung 20	Geprüft 2025
Insbesondere nach Osteosynthese und auftretender Schultersteife **sollte** bei knöcherner Konsolidierung eine vorzeitige Implantatentfernung und arthroskopische Arthrolyse durchgeführt werden.	
Konsensstärke	100 % (starker Konsens)

9.3 Implantatentfernung

- Die Indikation zur vollständigen oder teilweisen Entfernung muss im Einzelfall gestellt werden, sie ist abhängig von:
  - Lokalen Beschwerden
  - Alter
  - Aktivitätsgrad
  - Implantat
  - Sekundär notwendig werdenden Operationen (Pseudarthrose, Oberarmkopfnekrose)
  - vor Implantation einer Endoprothese
  - Implantatwanderung
  - Gelegentlich in Verbindung mit Arthrolysen und einer konsequenten Nachbehandlung bei postoperativer Schultersteife

9.4 Spätkomplikationen

9.4.1 Nichtoperative Therapie

- Bewegungseinschränkung [12,195]
- Schultersteife
- Pseudarthrose (ca. 6%) [183]
- Heilung in Fehlstellung (ca. 28%) [183]
- Oberarmkopfnekrose(ca. 14.3%) [195]
- Sekundäre Omarthrose (ca. 33%) [183]

not published

9.4.2 Operative Therapie

- Osteosynthese
  - Bewegungseinschränkung
  - Implantatdislokation (1,3-2,5%) [182, 179]
  - Implantatbrüche (0,7-6,5%) [182, 188, 179]
  - Impingement subacromial (1-33%) [182 155,183 179]
  - Verzögerte Knochenheilung (ca. 1,3%) [180]
  - Pseudarthrose (1,8 - 6%) [180,74, 196]
  - Oberarmkopfnekrose (3-90%) [180,182 35,69 185,197,165]
  - Sekundäre Omarthrose (65%) [183]
  - Spätinfekte [181]
  - Bursitis subacromialis
  - Läsion der langen Bizepssehne [107]
  - Heterotope Ossifikationen [197]
  - Reflexdystrophie-Syndrom

- Endoprothese
  - Bewegungseinschränkung
  - Prothesenluxation/-instabilität (5-7%) [50,77,116,189]
  - Prothesenlockerung (0,05-1,8%) [198 191]
  - Prothesenbruch
  - Pseudarthrose des Tuberculum majus (ca. 15%) [185]
  - Periprothetische Fraktur [45]
  - Arrosion des Glenoids [50]
  - Impingement subacromial [50]
  - Spätinfekte [50]
  - Bursitis subacromialis
  - Läsion der langen Bizepssehne
  - Heterotope Ossifikationen (ca. 9%) [189 50,197]

not published

9.5 Dauerfolgen

- Chronische Schulterschmerzen
- Kraftminderung des Armes[199]
- Ästhetisch störende Narben
- Omarthrose
- Persistierende Nervenausfälle
- Bewegungseinschränkung der Schulter und peripherer Gelenke (posttraumatische Arthrofibrose, Schultersteife)

not published

10 Klinisch-wissenschaftliche Ergebnis-Scores

- Constant/Murley-Score [200]
- Neer Score[35]
- Rowe-Score [201]
- Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH)-Score [202]
- American Shoulder and Elbow Surgeons (ASES) Standardized Shoulder Assessment Form [203]
- Oxford Shoulder Score [192]
- Shoulder Rating Questionnaire [204]
- SF-36 [205]
- SMFA [193]

11 Prognose

Insgesamt ist die Prognose abhängig von der Frakturform, den Begleitverletzungen, individuellen Patientenfaktoren (z.B. Osteoporose), Nebenerkrankungen, der Therapie, der Weiterbehandlung und der Mitarbeit des Patienten bzw. der Patientin.

Deutsche Krankenkassendaten von 81.909 proximalen Humerusfrakturen im Zeitraum von 2005-2021 zeigten für die konservative Behandlung eine geringere Anzahl an chirurgischen/verletzungsspezifischen Komplikationen. Hinsichtlich des Gesamtüberlebens, der thromboembolischen Ereignisse und schwerwiegenden unerwünschten Ereignisse wurde für die operative Versorgung ein signifikant besseres Ergebnis für ältere Patienten und Patientinnen erreicht. In Hinsicht auf die chirurgischen/verletzungsspezifischen Komplikationen ergab insbesondere die Versorgung mit der inversen Schulterprothese einen signifikanten Vorteil gegenüber der konservativen Therapie.[13]

Hinsichtlich funktioneller Ergebnisse nach operativer vs. konservativer Therapie kann bislang kein Konsens in der Literatur festgestellt werden. [12]

not published

11.1 Konservative Therapie

- Bewegungseinschränkungen der Schulter sind häufig[195]
- Oberarmkopfnekrosen treten je nach Frakturtyp unterschiedlich auf
- Schmerzen mäßigen Grades sind relativ häufig
- Abhängig von der Händigkeit des Patienten/der Patientin

11.2 Operative Therapie

- Bewegungseinschränkung[187]
- sekundäre Dislokation in Abhängigkeit von Frakturtyp, Knochenqualität, Reposition und Implantat in 3 - 23% der Fälle
- Möglichst stabile Osteosynthese für funktionelle Nachbehandlung
- Oberarmkopfnekrose 0-45%[182,187]
- Pseudarthrose 0-3% [182]
- Wechsel auf Endoprothese (3%) [107,182]

11.3 Endoprothese

- Bewegungseinschränkung[189]
- Prothesenlockerung in Abhängigkeit von Knochenqualität, Alter, Aktivität des Patienten/der Patientin und Implantat in 0.05 -1% der Fälle
- Luxation
- Spätinfekte [2]

Empfehlung 21	**Neu 2025**
Bei Indikation zur operativen Versorgung einer proximalen Humerusfraktur beim älteren Menschen **sollte** die inverse Schulterprothese in besonderem Maße aufgrund der besseren Prognose berücksichtigt werden.	
Konsensstärke	100 % (starker Konsens)

not published

12 Prävention von Spätfolgen

- Eine proximale Humerusfraktur erhöht das Risiko um das 1,7-fache für Osteoporose-assoziierte Frakturen im Bereich der Wirbelsäule und Hüftgelenkes. Es ist daher entsprechend der Frakturursache eine weitere osteologische Abklärung und bei niedrigenergetischem Trauma die Therapie zu empfehlen [23]
- Primäre Operation bei Luxationsfrakturen
- Möglichst anatomische Reposition der Tuberkula bei operativer Behandlung [108,1983, 110]
- Möglichst frühzeitige qualifizierte physiotherapeutische funktionelle Nachbehandlung
- Primäre Endoprothese zeigt besseres klinisches Outcome als sekundäre Prothesenimplantation nach fehlverheilter Fraktur [50,119,198,206]
- Abklärung und Behandlung von Sturzursachen
- Beachtung der S3-Leitlinie Frakturprophylaxe[24]
- Verlaufskontrollen der Osteoporose bei erhöhtem Frakturrisiko nach aktueller DVO Leitlinie und Einleitung einer spezifischen Therapie [23]
- Abklärung und Behandlung von sturzverursachenden Erkrankungen
- Vorzeitige Implantatentfernung in Verbindung mit Arthrolyse und konsequenter Nachbehandlung bei fortschreitender Arthrofibrose
- Alternativ: arthroskopisch gestützte Materialentfernung und arthroskopisches Debridement, ggf. begleitende Kapsulotomie [207]

not published

13 Literaturverzeichnis

1. Koeppe J, Stolberg-Stolberg J, Fischhuber K, et al. The Incidence of Proximal Humerus Fracture-an Analysis of Insurance Data. *Dtsch Arztebl Int* 2023; **120**(33-34): 555-6.
2. Brorson S, Viberg B, Gundtoft P, Jalal B, Ohrt-Nissen S. Epidemiology and trends in management of acute proximal humeral fractures in adults: an observational study of 137,436 cases from the Danish National Patient Register, 1996-2018. *Acta Orthop* 2022; **93**: 750-5.
3. Schulte LM, Matteini LE, Neviaser RJ. Proximal periarticular locking plates in proximal humeral fractures: functional outcomes. *J Shoulder Elbow Surg* 2011; **20**(8): 1234-40.
4. Stahl D, Fuente Gde L. Reverse Total Shoulder Arthroplasty for a 4-Part Proximal Humerus Fracture. *J Orthop Trauma* 2016; **30 Suppl 2**: S9-s10.
5. Court-Brown CM, Caesar B. Epidemiology of adult fractures: A review. *Injury* 2006; **37**(8): 691-7.
6. Passaretti D, Candela V, Sessa P, Gumina S. Epidemiology of proximal humeral fractures: a detailed survey of 711 patients in a metropolitan area. *J Shoulder Elbow Surg* 2017; **26**(12): 2117-24.
7. Haasters F, Prall WC, Himmler M, Polzer H, Schieker M, Mutschler W. [Prevalence and management of osteoporosis in trauma surgery. Implementation of national guidelines during inpatient fracture treatment]. *Unfallchirurg* 2015; **118**(2): 138-45.
8. Agarwal S, Rana A, Sharma RK. Functional outcome after primary hemiarthroplasty in three or four part proximal humerus fracture: A short term followup. *Indian J Orthop* 2016; **50**(6): 590-4.
9. Brunner A, Weller K, Thormann S, Jöckel JA, Babst R. Closed reduction and minimally invasive percutaneous fixation of proximal humerus fractures using the Humerusblock. *J Orthop Trauma* 2010; **24**(7): 407-13.
10. Relvas Silva M, Linhares D, Leite MJ, et al. Proximal humerus fractures: epidemiology and trends in surgical management of hospital-admitted patients in Portugal. *JSES Int* 2022; **6**(3): 380-4.
11. Leino OK LK. Proximal humeral fractures in Finland : trends in the incidence and methods of treatment between 1997 and 2019. Bone Joint J.,. *Bone Joint J,* 2022.
12. Handoll HH, Ollivere BJ. Interventions for treating proximal humeral fractures in adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2010; (12): Cd000434.
13. Katthagen JC, Koeppe J, Stolberg-Stolberg J, et al. Effects of anti-osteoporosis therapy on the risk of secondary fractures and surgical complications following surgical fixation of proximal humerus fracture in older people. *Age Ageing* 2023; **52**(6).
14. Horak J, Nilsson BE. Epidemiology of fracture of the upper end of the humerus. *Clin Orthop Relat Res* 1975; (112): 250-3.
15. Toepfer A, Lenze U, Pohlig F, et al. [Pathological Fractures of the Humerus: Experience with 76 Cases in a Musculoskeletal Oncology Centre]. *Z Orthop Unfall* 2016; **154**(4): 364-9.
16. Rock MG. Metastatic lesions of the humerus and the upper extremity. *Instr Course Lect* 1992; **41**: 329-33.
17. Kristiansen B, Christensen S. Fractures of the proximal end of the humerus caused by convulsive seizures. *Injury* 1984; **16**(2): 108-9.
18. Liebergall M, Mosheiff R, Lilling M. Simultaneous bilateral fractures of the femoral necks and the proximal humeral heads during convulsion. *Orthop Rev* 1988; **17**(8): 819-20.

not published

19. G. T. Electric injury of the proximal end of the humerus
. *Arch Orthop*
Unfallchir 1966.
20. Sobel AD, Shah KN, Paxton ES. Fixation of a Proximal Humerus Fracture With an Intramedullary Nail. *J Orthop Trauma* 2017; **31 Suppl 3**: S47-s9.
21. Strohm PC, Köstler W, Südkamp NP. [Proximal humerus fracture - what to do?]. *Z Orthop Unfall* 2008; **146**(3): 312-7.
22. Solaiman RH, Irfanullah E, Navarro SM, et al. Rising incidence of stair-related upper extremity fractures among older adults in the United States: a 10-year nationwide analysis. *Osteoporos Int* 2023; **34**(7): 1241-8.
23. DVO. S3 Leitlinie: S3-Leitlinie Prophylaxe, Diagnostik und Therapie der Osteoporose bei postmenopausalen Frauen und bei Männern ab dem 50. Lebensjahr. Version 2.1. 2023. *https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/183-001* (accessed 22.06.2025.
24. DVO. Körperliches Training zur Frakturprophylaxe AWMF Registernummer 183-2. 11.02.2025. *https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/183-002* (accessed 30.07.2026.
25. Gillespie LD, Robertson MC, Gillespie WJ, et al. Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database Syst Rev* 2012; **2012**(9): Cd007146.
26. McDonough CM, Colla CH, Carmichael D, et al. Falling Down on the Job: Evaluation and Treatment of Fall Risk Among Older Adults With Upper Extremity Fragility Fractures. *Phys Ther* 2017; **97**(3): 280-9.
27. Kang SW, Shin WC, Moon NH, Suh KT. Concomitant hip and upper extremity fracture in elderly patients: Prevalence and clinical implications. *Injury* 2019; **50**(11): 2045-8.
28. Cotman SJ, Trinh TQ, Vincent S, Backes JR. Proximal Humerus Fracture-Dislocation with Laceration of the Axillary Artery: A Case Report. *Iowa Orthop J* 2017; **37**: 53-5.
29. Menendez ME, Ring D, Heng M. Proximal humerus fracture with injury to the axillary artery: a population-based study. *Injury* 2015; **46**(7): 1367-71.
30. Palanisamy JV, Vaithilingam A, M A, Das S, Trikha V. Proximal humerus fracture dislocation leading to axillary artery injury in an young adult: Case report of an unusual presentation. *J Clin Orthop Trauma* 2017; **8**(Suppl 1): S62-s6.
31. Peters RM, Menendez ME, Mellema JJ, Ring D, Smith RM. Axillary Artery Injury Associated with Proximal Humerus Fracture: A Report of 6 Cases. *Arch Bone Jt Surg* 2017; **5**(1): 52-7.
32. Berghs BM, Tongel AV, Bo TD, De Wilde LF. Fracture of the proximal humerus with disruption of the tendon of the pectoralis major. *Int J Shoulder Surg* 2016; **10**(1): 44-7.
33. Hertel R, Hempfing A, Stiehler M, Leunig M. Predictors of humeral head ischemia after intracapsular fracture of the proximal humerus. *J Shoulder Elbow Surg* 2004; **13**(4): 427-33.
34. Meinberg EG, Agel J, Roberts CS, Karam MD, Kellam JF. Fracture and Dislocation Classification Compendium-2018. *J Orthop Trauma* 2018; **32 Suppl 1**: S1-s170.
35. Neer CS, 2nd. Displaced proximal humeral fractures. I. Classification and evaluation. *J Bone Joint Surg Am* 1970; **52**(6): 1077-89.
36. Jakob RP, Miniaci A, Anson PS, Jaberg H, Osterwalder A, Ganz R. Four-part valgus impacted fractures of the proximal humerus. *J Bone Joint Surg Br* 1991; **73**(2): 295-8.
37. Habermeyer P, Schweiberer L. [Fractures of the proximal humerus]. *Orthopade* 1989; **18**(3): 200-7.
38. Resch H, Tauber M, Neviaser RJ, et al. Classification of proximal humeral fractures based on a pathomorphologic analysis. *J Shoulder Elbow Surg* 2016; **25**(3): 455-62.
39. Wolf JM, Athwal GS, Shin AY, Dennison DG. Acute trauma to the upper extremity: what to do and when to do it. *J Bone Joint Surg Am* 2009; **91**(5): 1240-52.

not published

40. Helfen T, Ockert B, Pozder P, Regauer M, Haasters F. Management of prehospital shoulder dislocation: feasibility and need of reduction. *Eur J Trauma Emerg Surg* 2016; **42**(3): 357-62.
41. Mackenzie SP, Hackney RJ, Crosbie G, Ruthven AKB, Keating JF. Closed reduction of glenohumeral dislocations with associated tuberosity fracture in the emergency department is safe. *Injury* 2021; **52**(3): 487-92.
42. Green A, Choi P, Lubitz M, Aaron DL, Swart E. Proximal humeral fracture-dislocations: which patterns can be reduced in the emergency department? *J Shoulder Elbow Surg* 2022; **31**(4): 792-8.
43. S3-Leitlinie Polytrauma / Schwerverletzten-Behandlung. 2022.
44. Mastrantonakis K, Karvountzis A, Yiannakopoulos CK, Kalinterakis G. Mechanisms of shoulder trauma: Current concepts. *World J Orthop* 2024; **15**(1): 11-21.
45. Voos JE, Dines JS, Dines DM. Arthroplasty for fractures of the proximal part of the humerus. *Instr Course Lect* 2011; **60**: 105-12.
46. Singh A, Adams AL, Burchette R, Dell RM, Funahashi TT, Navarro RA. The effect of osteoporosis management on proximal humeral fracture. *J Shoulder Elbow Surg* 2015; **24**(2): 191-8.
47. Fernández-Cortiñas AB, Vidal Campos J, Marco Martínez F. Proximal humeral fracture in patients with high Charlson comorbidity index: mortality rate according to treatment choice. *Musculoskelet Surg* 2021; **105**(2): 167-72.
48. Stolberg-Stolberg J, Köppe J, Rischen R, et al. [Influence of complications and comorbidities on length of hospital stay and costs for surgical treatment of proximal humeral fractures]. *Chirurg* 2021; **92**(10): 907-15.
49. Henkelmann R, Theopold J, Kitsche J, Link PV, Mende M, Hepp P. Comorbidities, substance abuse, weight and age are independent risk factors for postoperative complications following operation for proximal humerus fractures: a retrospective analysis of 1109 patients. *Arch Orthop Trauma Surg* 2022; **142**(10): 2701-9.
50. Lervick GN, Carroll RM, Levine WN. Complications after hemiarthroplasty for fractures of the proximal humerus. *Instr Course Lect* 2003; **52**: 3-12.
51. Robinson BC, Athwal GS, Sanchez-Sotelo J, Rispoli DM. Classification and imaging of proximal humerus fractures. *Orthop Clin North Am* 2008; **39**(4): 393-403, v.
52. Lambert S, Brorson S, Joeris A, Durchholz H, Moro F, Audigé L. International consensus for a core radiological monitoring protocol of proximal humerus fractures. *Injury* 2022; **53**(10): 3326-31.
53. Sinha S, Kelly CP. Fixed angle locking plates for proximal humeral fracture fixation. *Ann R Coll Surg Engl* 2010; **92**(8): 631-4.
54. Wilkinson EB, Williams JF, Paul KD, et al. MRI evaluation of axillary neurovascular bundle: Implications for minimally invasive proximal humerus fracture fixation. *JSES Int* 2021; **5**(2): 205-11.
55. S3-Leitlinie Prophylaxe der venösen Thromboembolie (VTE) 2. komplett überarbeitete Auflage. 2015. *https://register.awmf.org/assets/guidelines/003-001l_S3_VTE-Prophylaxe_2015-10-abgelaufen_01.pdf* (accessed 22.06.2025.
56. Classen DC, Evans RS, Pestotnik SL, Horn SD, Menlove RL, Burke JP. The timing of prophylactic administration of antibiotics and the risk of surgical-wound infection. *N Engl J Med* 1992; **326**(5): 281-6.
57. S3-Leitlinie: Klassen-Upgrade S3 Perioperative und Periinterventionelle Antibiotikaprophylaxe (PAP) Kurzversion 5.0 2024. *https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/067-009* (accessed 22.06.2025.
58. Bockmann B, Lechler P, Boese CK, Aigner R, Ruchholtz S, Frink M. Risk factors for secondary displacement in conservatively treated isolated greater tuberosity fractures: An analysis of 82 cases. *Orthop Traumatol Surg Res* 2019; **105**(2): 317-22.

not published

59. Frank FA, Niehaus R, Borbas P, Eid K. Risk factors for secondary displacement in conservatively treated proximal humeral fractures. *Bone Joint J* 2020; **102-b**(7): 881-9.
60. Garcia-Reza A, Dominguez-Prado DM, Iglesias-Nuñez C, et al. Analysis of predictors of mortality after surgical and non-surgical management in proximal humerus fractures. *J Orthop Traumatol* 2021; **22**(1): 43.
61. Gracitelli MEC, Yamamoto GJ, Malavolta EA, Andrade-Silva FB, Kojima KE, Ferreira Neto AA. Nonoperative Treatment for Displaced Proximal Humeral Fractures in Elderly Patients: Correlation Between Deviations and Clinical Outcomes. *Rev Bras Ortop (Sao Paulo)* 2022; **57**(2): 273-81.
62. Henkelmann R, Hepp P, Mester B, et al. Assessment of Complication Risk in the Treatment of Proximal Humerus Fractures: A Retrospective Analysis of 4019 Patients. *J Clin Med* 2023; **12**(5).
63. Keding A, Handoll H, Brealey S, et al. The impact of surgeon and patient treatment preferences in an orthopaedic trauma surgery trial. *Trials* 2019; **20**(1): 570.
64. Klute L, Henssler L, Schliemann B, et al. Factors influencing choice of treatment for proximal humeral fractures elaborated in a Delphi consensus process. *Arch Orthop Trauma Surg* 2023; **143**(12): 7053-61.
65. Soler-Peiro M, García-Martínez L, Aguilella L, Perez-Bermejo M. Conservative treatment of 3-part and 4-part proximal humeral fractures: a systematic review. *J Orthop Surg Res* 2020; **15**(1): 347.
66. Spross C, Zdravkovic V, Manser M, Farei-Campagna JM, Jacxsens M, Jost B. Outcomes of Management of Proximal Humeral Fractures with Patient-Specific, Evidence-Based Treatment Algorithms. *J Bone Joint Surg Am* 2021; **103**(20): 1906-16.
67. Walter N, Szymski D, Kurtz SM, et al. Proximal humerus fractures - epidemiology, comparison of mortality rates after surgical versus non-surgical treatment, and analysis of risk factors based on Medicare registry data. *Bone Joint Res* 2023; **12**(2): 103-12.
68. Krettek C, Wiebking U. [Proximal humerus fracture: is fixed-angle plate osteosynthesis superior to conservative treatment?]. *Unfallchirurg* 2011; **114**(12): 1059-67.
69. Lill H, Voigt C. [Proximal humeral fracture]. *Z Orthop Unfall* 2010; **148**(3): 353-60; quiz 61-2.
70. Parnes N, Jupiter JB. Fixed-angle locking plating of displaced proximal humerus fractures. *Instr Course Lect* 2010; **59**: 539-52.
71. Dabija DI, Guan H, Neviaser A, Jain NB. Readmissions, revisions, and mortality after treatment for proximal humeral fractures in three large states. *BMC Musculoskelet Disord* 2019; **20**(1): 419.
72. Bergdahl C, Wennergren D, Swensson-Backelin E, Ekelund J, Möller M. No change in reoperation rates despite shifting treatment trends: a population-based study of 4,070 proximal humeral fractures. *Acta Orthop* 2021; **92**(6): 651-7.
73. Vijayvargiya M, Pathak A, Gaur S. Outcome Analysis of Locking Plate Fixation in Proximal Humerus Fracture. *J Clin Diagn Res* 2016; **10**(8): Rc01-5.
74. Egol KA, Ong CC, Walsh M, Jazrawi LM, Tejwani NC, Zuckerman JD. Early complications in proximal humerus fractures (OTA Types 11) treated with locked plates. *J Orthop Trauma* 2008; **22**(3): 159-64.
75. Gradl G, Knobe M, Pape HC, Neuhaus PV, Ring D, Guitton T. Decision making in displaced fractures of the proximal humerus: fracture or surgeon based? *Int Orthop* 2015; **39**(2): 329-34.
76. Goudie EB RC. Predicition of Nonunion after Nonoperative Treatment of a proximal Humeral Fractue *J Bone Joint Surg* 2021.
77. Sanchez-Sotelo J. Total shoulder arthroplasty. *Open Orthop J* 2011; **5**: 106-14.
78. Boileau P, Pennington SD, Alami G. Proximal humeral fractures in younger patients: fixation techniques and arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 2011; **20**(2 Suppl): S47-60.

not published

79. Reuther F, Kohut G, Nijs S. [Newly developed modular reverse fracture endoprosthesis in non-reconstructable humeral head fracture in old people]. *Oper Orthop Traumatol* 2014; **26**(4): 369-82; quiz 82-4.
80. Robinson CM, Page RS, Hill RM, Sanders DL, Court-Brown CM, Wakefield AE. Primary hemiarthroplasty for treatment of proximal humeral fractures. *J Bone Joint Surg Am* 2003; **85**(7): 1215-23.
81. Valenti P, Aliani D, Maroun C, Werthel JD. A New Stem Guide and a Tuberosity Anchoring "Lasso" System for Shoulder Hemiarthroplasty in the Treatment of Complex Proximal Humerus Fractures. *Tech Hand Up Extrem Surg* 2017; **21**(4): 131-6.
82. Mellstrand Navarro C, Brolund A, Ekholm C, et al. Treatment of humerus fractures in the elderly: A systematic review covering effectiveness, safety, economic aspects and evolution of practice. *PLoS One* 2018; **13**(12): e0207815.
83. Gigis I, Nenopoulos A, Giannekas D, Heikenfeld R, Beslikas T, Hatzokos I. Reverse Shoulder Arthroplasty for the Treatment of 3 and 4- Part Fractures of the Humeral Head in the Elderly. *Open Orthop J* 2017; **11**: 108-18.
84. Cvetanovich GL, Frank RM, Chalmers PN, Verma NN, Nicholson GP, Romeo AA. Surgical Management of Proximal Humeral Fractures: The Emerging Role of Reverse Total Shoulder Arthroplasty. *Orthopedics* 2016; **39**(3): e465-73.
85. Merschin D, Stangl R. [Proximal humeral fractures in the elderly : Quality of life, clinical results and institutionalization following primary reverse fracture arthroplasty]. *Unfallchirurg* 2016; **119**(12): 1015-22.
86. Vachtsevanos L, Hayden L, Desai AS, Dramis A. Management of proximal humerus fractures in adults. *World J Orthop* 2014; **5**(5): 685-93.
87. Carbone S, Razzano C, Albino P, Mezzoprete R. Immediate intensive mobilization compared with immediate conventional mobilization for the impacted osteoporotic conservatively treated proximal humeral fracture: a randomized controlled trial. *Musculoskelet Surg* 2017; **101**(Suppl 2): 137-43.
88. Taylor N. Surgery for displaced fracture of the proximal humerus may not result in better outcomes than nonsurgical management. *J Physiother* 2015; **61**(3): 159.
89. Hodgson SA, Mawson SJ, Stanley D. Rehabilitation after two-part fractures of the neck of the humerus. *J Bone Joint Surg Br* 2003; **85**(3): 419-22.
90. Kristiansen B, Angermann P, Larsen TK. Functional results following fractures of the proximal humerus. A controlled clinical study comparing two periods of immobilization. *Arch Orthop Trauma Surg* 1989; **108**(6): 339-41.
91. Celik D, Demirhan M. Physical therapy and rehabilitation of complex regional pain syndrome in shoulder prosthesis. *Korean J Pain* 2010; **23**(4): 258-61.
92. Floyd SB, Thigpen C, Kissenberth M, Brooks JM. Association of Surgical Treatment With Adverse Events and Mortality Among Medicare Beneficiaries With Proximal Humerus Fracture. *JAMA Netw Open* 2020; **3**(1): e1918663.
93. Duey AH, Stern BZ, Zubizarreta N, et al. Surgical treatment of displaced proximal humerus fractures is associated with decreased 1-year mortality in patients aged 65 years and older: a retrospective study of Medicare patients. *J Shoulder Elbow Surg* 2024; **33**(9): 1962-71.
94. Katthagen JC RM, Fischhuber K, Ikingl J, Marschall U, Sußiek J, Faldum A, Stolberg-Stolberg J, Köppe J: . Conservative versus operative treatment of proximal humerus fractures in older individuals—an analysis of insurance data.
2024. *Dtsch Arztebl Int* 2024.
95. Curtin PB, Hall RR, 3rd, Molla VG, Lansbury JN, O'Connor EP, Aaron DL. Morbidity and mortality of fragility proximal humerus fractures: a retrospective cohort study of patients presenting to a level one trauma center. *J Shoulder Elbow Surg* 2022; **31**(10): 2116-20.

not published

96. Narvani A, Levy O. Minimal invasive flexible fixation for fractures of the proximal humerus. *Ann R Coll Surg Engl* 2010; **92**(8): 635-8.
97. Vara AD, Koueiter DM, Pinkas DE, Gowda A, Wiater BP, Wiater JM. Intravenous tranexamic acid reduces total blood loss in reverse total shoulder arthroplasty: a prospective, double-blinded, randomized, controlled trial. *J Shoulder Elbow Surg* 2017; **26**(8): 1383-9.
98. Izquierdo R, Voloshin I, Edwards S, et al. Treatment of glenohumeral osteoarthritis. *J Am Acad Orthop Surg* 2010; **18**(6): 375-82.
99. Garcia T, Fragão-Marques M, Pimentão P, Pinto M, Pedro I, Martins C. Tranexamic acid in total shoulder arthroplasty under regional anesthesia: a randomized, single blinded, controlled trial. *Braz J Anesthesiol* 2022; **72**(2): 220-7.
100. Cuff DJ, Simon P, Gorman RA, 2nd. Randomized prospective evaluation of the use of tranexamic acid and effects on blood loss for proximal humeral fracture surgery. *J Shoulder Elbow Surg* 2020; **29**(8): 1627-32.
101. Tan TK, Tan P, Wang K, Hau R. Effect of tranexamic acid on shoulder surgery: an updated meta-analysis of randomized studies. *J Shoulder Elbow Surg* 2024; **33**(2): e97-e108.
102. Kanchanatawan W, Suppauksorn S, Chobpenthai T, Densiri-Aksorn W, Pongpinyopap W, Dorjiee G. Surgical Technique for Open Reduction-Internal Fixation of an Unstable Displaced 3-Part Proximal Humeral Fracture Using a Proximal Humeral Locking Plate. *Arthrosc Tech* 2017; **6**(3): e807-e13.
103. Trikha V, Singh V, Choudhury B, Das S. Retrospective analysis of proximal humeral fracture-dislocations managed with locked plates. *J Shoulder Elbow Surg* 2017; **26**(10): e293-e9.
104. Kumar V, Datir S, Venkateswaran B. Intramedullary nailing for displaced proximal humeral fractures. *J Orthop Surg (Hong Kong)* 2010; **18**(3): 324-7.
105. Lin J, Hou SM, Hang YS. Locked nailing for displaced surgical neck fractures of the humerus. *J Trauma* 1998; **45**(6): 1051-7.
106. Lindtner RA, Kralinger FS, Kapferer S, Hengg C, Wambacher M, Euler SA. The female geriatric proximal humeral fracture: protagonist for straight antegrade nailing? *Arch Orthop Trauma Surg* 2017; **137**(10): 1385-90.
107. Mathews J, Lobenhoffer P. The Targon PH nail as an internal fixator for unstable fractures of the proximal humerus. *Oper Orthop Traumatol* 2007; **19**(3): 255-75.
108. Sperling JW, Cuomo F, Hill JD, Hertel R, Chuinard C, Boileau P. The difficult proximal humerus fracture: tips and techniques to avoid complications and improve results. *Instr Course Lect* 2007; **56**: 45-57.
109. Rowles DJ, McGrory JE. Percutaneous pinning of the proximal part of the humerus. An anatomic study. *J Bone Joint Surg Am* 2001; **83**(11): 1695-9.
110. Wheeler DL, Colville MR. Biomechanical comparison of intramedullary and percutaneous pin fixation for proximal humeral fracture fixation. *J Orthop Trauma* 1997; **11**(5): 363-7.
111. Müller CA, Henle P, Konrad G, Szarzynski M, Strohm PC, Südkamp NP. [The AO/ASIF Flexnail : A flexible intramedullary nail for the treatment of humeral shaft fractures]. *Unfallchirurg* 2007; **110**(3): 219-25.
112. Wendler T, Fischer B, Schleifenbaum S, Theopold J, Hepp P. Dynamic biomechanical investigation of a novel sulcus bicipitalis plate in combination with a conventional locking plate for the treatment of complex proximal humerus fractures. *Clin Biomech (Bristol)* 2023; **105**: 105984.
113. Michel PA, Raschke MJ, Katthagen JC, Schliemann B, Reißberg I, Riesenbeck O. Double Plating for Complex Proximal Humeral Fractures: Clinical and Radiological Outcomes. *J Clin Med* 2023; **12**(2).

not published

114. Singh A, Padilla M, Nyberg EM, et al. Cement technique correlates with tuberosity healing in hemiarthroplasty for proximal humeral fracture. *J Shoulder Elbow Surg* 2017; **26**(3): 437-42.
115. Mansat P, Bonnevialle N. Treatment of fracture sequelae of the proximal humerus: anatomical vs reverse shoulder prosthesis. *Int Orthop* 2015; **39**(2): 349-54.
116. Holton J, Yousri T, Arealis G, Levy O. The Role of Reverse Shoulder Arthroplasty in Management of Proximal Humerus Fractures with Fracture Sequelae: A Systematic Review of the Literature. *Orthop Rev (Pavia)* 2017; **9**(1): 6977.
117. Law TY, Rosas S, George F, Kurowicki J, Formaini N, Levy J. Short-Term Projected Use of Reverse Total Shoulder Arthroplasty in Proximal Humerus Fracture Cases Recorded in Humana's National Private-Payer Database. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)* 2017; **46**(1): E28-e31.
118. Wijgman AJ, Roolker W, Patt TW, Raaymakers EL, Marti RK. Open reduction and internal fixation of three and four-part fractures of the proximal part of the humerus. *J Bone Joint Surg Am* 2002; **84**(11): 1919-25.
119. Kwon YW, Zuckerman JD. Outcome after treatment of proximal humeral fractures with humeral head replacement. *Instr Course Lect* 2005; **54**: 363-9.
120. Laas N, Engelsma Y, Hagemans FJA, Hoelen MA, van Deurzen DFP, Burger BJ. Reverse or Hemi Shoulder Arthroplasty in Proximal Humerus Fractures: A Single-Blinded Prospective Multicenter Randomized Clinical Trial. *J Orthop Trauma* 2021; **35**(5): 252-8.
121. Huang Z, Dong H, Ye C, Zou Z, Wan W. A network meta-analysis of multiple modalities for the treatment of complex proximal humeral fractures in older adults. *Injury* 2023; **54**(10): 110958.
122. Pape G, Tonne L, Raiss P, Loew M, Zeifang F. [Prostheses for fractures of the proximal humerus: presentation of current results of anatomical fracture shoulder prosthesis under consideration of alternative concepts]. *Orthopade* 2013; **42**(3): 164-9.
123. Frombach AA, Brett K, Lapner P. Humeral Head Replacement and Reverse Shoulder Arthroplasty for the Treatment of Proximal Humerus Fracturesm. *Open Orthop J* 2017; **11**: 1108-14.
124. Gallinet D, Clappaz P, Garbuio P, Tropet Y, Obert L. Three or four parts complex proximal humerus fractures: hemiarthroplasty versus reverse prosthesis: a comparative study of 40 cases. *Orthop Traumatol Surg Res* 2009; **95**(1): 48-55.
125. Larose G, Virk MS. The Evolution of Reverse Total Shoulder Arthroplasty and Its Current Use in the Treatment of Proximal Humerus Fractures in the Older Population. *J Clin Med* 2022; **11**(19).
126. O'Sullivan J, Lädermann A, Parsons BO, et al. A systematic review of tuberosity healing and outcomes following reverse shoulder arthroplasty for fracture according to humeral inclination of the prosthesis. *J Shoulder Elbow Surg* 2020; **29**(9): 1938-49.
127. Panagopoulos GN, Pugliese M, Leonidou A, et al. Acute versus delayed reverse total shoulder arthroplasty for proximal humeral fractures: a consecutive cohort study. *J Shoulder Elbow Surg* 2022; **31**(2): 276-85.
128. Barros LH, Figueiredo S, Marques M, Rodrigues C, Ramos J, Claro R. Tuberosity Healing after Reverse Shoulder Arthroplasty for Proximal Humerus Fractures: Is there Clinical Improvement? *Rev Bras Ortop (Sao Paulo)* 2020; **55**(6): 748-54.
129. Critchley O, McLean A, Page R, et al. Reverse total shoulder arthroplasty compared to stemmed hemiarthroplasty for proximal humeral fractures: a registry analysis of 5946 patients. *J Shoulder Elbow Surg* 2020; **29**(12): 2538-47.
130. Erdle B, Izadpanah K, Eberbach H, et al. [Primary fracture protheses and reverse shoulder arthroplasty in complex humeral head fractures : An alternative to joint-preserving osteosynthesis?]. *Orthopade* 2018; **47**(5): 410-9.

not published

131. Ferrel JR, Trinh TQ, Fischer RA. Reverse total shoulder arthroplasty versus hemiarthroplasty for proximal humeral fractures: a systematic review. *J Orthop Trauma* 2015; **29**(1): 60-8.
132. Gallinet D, Ohl X, Decroocq L, Dib C, Valenti P, Boileau P. Is reverse total shoulder arthroplasty more effective than hemiarthroplasty for treating displaced proximal humerus fractures in older adults? A systematic review and meta-analysis. *Orthop Traumatol Surg Res* 2018; **104**(6): 759-66.
133. Han PF, Yang S, Wang YP, Hou XD, Li Y, Li XY. Reverse shoulder arthroplasty vs. hemiarthroplasty for the treatment of osteoporotic proximal humeral fractures in elderly patients: A systematic review and meta-analysis update. *Exp Ther Med* 2022; **24**(4): 637.
134. Jonsson E, Ekholm C, Salomonsson B, Demir Y, Olerud P. Reverse total shoulder arthroplasty provides better shoulder function than hemiarthroplasty for displaced 3- and 4-part proximal humeral fractures in patients aged 70 years or older: a multicenter randomized controlled trial. *J Shoulder Elbow Surg* 2021; **30**(5): 994-1006.
135. Lapner P, Sheth U, Nam D, Schemitsch E, Guy P, Richards R. Management of Proximal Humeral Fractures in Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Orthop Trauma* 2023; **37**(2): e80-e8.
136. Lapner P, Sheth U, Nam D, Schemitsch E, Guy P, Richards R. Position statement: management of proximal humerus fractures. *Can J Surg* 2024; **67**(2): E112-e7.
137. Lazzarini F, Distefano M, Shen T, et al. Anatomic Reduction of Greater Tuberosity Fragment for Shoulder Hemiarthroplasty: a Predictor of Good Clinical Outcome. *Arch Bone Jt Surg* 2024; **12**(2): 108-15.
138. Lu V, Jegatheesan V, Patel D, Domos P. Outcomes of acute vs. delayed reverse shoulder arthroplasty for proximal humerus fractures in the elderly: a systematic review and meta-analysis. *J Shoulder Elbow Surg* 2023; **32**(8): 1728-39.
139. Opperman FLJ, Blaas LS, Pape M, et al. Fibula allograft in complex three-part and four-part proximal humeral fractures in active patients, a matched case-control study. *JSES Int* 2024; **8**(1): 21-6.
140. Wang Q, Sheng N, Huang JT, et al. Effect of Fibular Allograft Augmentation in Medial Column Comminuted Proximal Humeral Fractures: A Randomized Controlled Trial. *J Bone Joint Surg Am* 2023; **105**(4): 302-11.
141. Avilucea FR, Shaath K, Kozlowski R, Rezaie N. Modified Use of a Fibular Strut in the Reduction and Stabilization of 2-Part Osteoporotic Proximal Humerus Fractures. *J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev* 2020; **4**(10): e20.00153.
142. Sheng N, Wang Q, Chu G, et al. Cancellous bone allograft is comparable to fibular strut allograft for augmentation in three- or four-part proximal humeral fractures. *J Shoulder Elbow Surg* 2021; **30**(9): 2065-72.
143. Kim JY, Lee J, Kim SH. Comparison between MIPO and the deltopectoral approach with allogenous fibular bone graft in proximal humeral fractures. *Clin Shoulder Elb* 2020; **23**(3): 136-43.
144. Kim YK, Kang SW, Jung KH, Oh YK. The potential of locking plate with intramedullary fibular allograft to manage proximal humeral fracture with an unstable medial column. *Arch Orthop Trauma Surg* 2022; **142**(1): 91-7.
145. Tuerxun M, Tuxun A, Zeng L, Wang Q, Chen Y. Locking Plate Combined With Endosteal Fibular Allograft Augmentation for Medial Column Comminuted Proximal Humeral Fracture. *Orthopedics* 2020; **43**(6): 367-72.
146. Myers DM, Triplet JJ, Warmoth PJ, Passias BJ, McGowan SP, Taylor BC. Improved Outcomes Using a Fibular Strut in Proximal Humerus Fracture Fixation. *Orthopedics* 2020; **43**(5): 262-8.
147. Zhao L, Qi YM, Yang L, et al. Comparison of the Effects of Proximal Humeral Internal Locking System (PHILOS) Alone and PHILOS Combined with Fibular Allograft in

not published

the Treatment of Neer Three- or Four-part Proximal Humerus Fractures in the Elderly. *Orthop Surg* 2019; **11**(6): 1003-12.
148. Davids S, Allen D, Desarno M, Endres NK, Bartlett C, Shafritz A. Comparison of Locked Plating of Varus Displaced Proximal Humeral Fractures With and Without Fibula Allograft Augmentation. *J Orthop Trauma* 2020; **34**(4): 186-92.
149. Cui X, Chen H, Ma B, Fan W, Li H. Fibular strut allograft influences reduction and outcomes after locking plate fixation of comminuted proximal humeral fractures in elderly patients: a retrospective study. *BMC Musculoskelet Disord* 2019; **20**(1): 511.
150. Wang H, Rui B, Lu S, Luo C, Chen Y, Chai Y. Locking Plate Use with or without Strut Support for Varus Displaced Proximal Humeral Fractures in Elderly Patients. *JB JS Open Access* 2019; **4**(3).
151. Amini MH. Managing the Endosteal Fibula During Arthroplasty for Proximal Humeral Fracture Sequelae. *J Orthop Trauma* 2019; **33 Suppl 1**: S1-s2.
152. Lee SH, Han SS, Yoo BM, Kim JW. Outcomes of locking plate fixation with fibular allograft augmentation for proximal humeral fractures in osteoporotic patients: comparison with locking plate fixation alone. *Bone Joint J* 2019; **101-b**(3): 260-5.
153. Noh YM, Kim DR, Kim CH, Lee SY. Minimally Invasive Percutaneous Plate Osteosynthesis via a Deltoidsplitting Approach with Strut Allograft for the Treatment of Displaced 3- or 4-part Proximal Humeral Fractures. *Clin Shoulder Elb* 2018; **21**(4): 220-6.
154. Kim DS, Lee DH, Chun YM, Shin SJ. Which additional augmented fixation procedure decreases surgical failure after proximal humeral fracture with medial comminution: fibular allograft or inferomedial screws? *J Shoulder Elbow Surg* 2018; **27**(10): 1852-8.
155. Laflamme GY, Rouleau DM, Berry GK, Beaumont PH, Reindl R, Harvey EJ. Percutaneous humeral plating of fractures of the proximal humerus: results of a prospective multicenter clinical trial. *J Orthop Trauma* 2008; **22**(3): 153-8.
156. Hu C, Qiu B, Cen C, Luo Q, Cao Y. 3D printing assisted MIPO for treatment of complex middle-proximal humeral shaft fractures. *BMC Musculoskelet Disord* 2024; **25**(1): 93.
157. Garcia-Maya B, Pérez-Barragans F, Lainez Galvez JR, et al. Percutaneous plate fixation of displaced proximal humerus fractures: Do minimally invasive techniques improve outcomes and reduce complications? *Injury* 2023; **54 Suppl 7**: 111042.
158. Jiamton C, Rungchamrussopa P, Taweekitikul P, Leelasestaporn T, Anantasinkul P, Apivatthakakul T. Lateral minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) with long PHILOS for proximal metaphyseal-diaphyseal humeral fracture: surgical techniques and a clinical series. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2024; **34**(1): 689-97.
159. Oldrini LM, Sangiorgio A, Feltri P, Marbach F, Filardo G, Candrian C. Proximal humerus fractures: deltopectoral open reduction and internal fixation vs deltosplit minimally invasive plate osteosynthesis: which surgical approach provides superior results? *EFORT Open Rev* 2023; **8**(8): 662-71.
160. Li F, Liu X, Wang F, et al. Comparison between minimally invasive plate osteosynthesis and open reduction-internal fixation for proximal humeral fractures: a meta-analysis based on 1050 individuals. *BMC Musculoskelet Disord* 2019; **20**(1): 550.
161. Attala D, Primavera M, Di Marcantonio A, et al. The role of minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) technique for treating 3- and 4-part proximal humerus fractures in the elderly - a case study. *Acta Biomed* 2021; **92**(4): e2021251.
162. Siegel HJ, Lopez-Ben R, Mann JP, Ponce BA. Pathological fractures of the proximal humerus treated with a proximal humeral locking plate and bone cement. *J Bone Joint Surg Br* 2010; **92**(5): 707-12.
163. Martin C, Guillen M, Lopez G. Treatment of 2- and 3-part fractures of the proximal humerus using external fixation: a retrospective evaluation of 62 patients. *Acta Orthop* 2006; **77**(2): 275-8.

not published

164. Müller F, Voithenleitner R, Schuster C, Angele P, Weigel B. [Operative treatment of proximal humeral fractures with helix wire]. *Unfallchirurg* 2006; **109**(12): 1041-7; discussion 8-9.
165. Trupka A, Wiedemann E, Ruchholtz S, Brunner U, Habermeyer P, Schweiberer L. [Dislocated multiple fragment fractures of the head of the humerus. Does dislocation of the humeral head fragment signify a worse prognosis?]. *Unfallchirurg* 1997; **100**(2): 105-10.
166. PAPE G, TONNE, L., RAISS, P., LOEW, M. & ZEIFANG, F. Prostheses for fractures of the proximal humerus: presentation of current results of anatomical fracture shoulder prosthesis under consideration of alternative concepts. *Orthopade* 2013.
167. Schliemann B, Theisen C, Kösters C, Raschke MJ, Weimann A. Reverse total shoulder arthroplasty for type I fracture sequelae after internal fixation of proximal humerus fractures. *Arch Orthop Trauma Surg* 2017; **137**(12): 1677-83.
168. Shannon SF, Wagner ER, Houdek MT, Cross WW, 3rd, Sánchez-Sotelo J. Reverse shoulder arthroplasty for proximal humeral fractures: outcomes comparing primary reverse arthroplasty for fracture versus reverse arthroplasty after failed osteosynthesis. *J Shoulder Elbow Surg* 2016; **25**(10): 1655-60.
169. Kellerman PS. Perioperative care of the renal patient. *Arch Intern Med* 1994; **154**(15): 1674-88.
170. Lane N, Allen K. Hyponatraemia after orthopaedic surgery. *Bmj* 1999; **318**(7195): 1363-4.
171. Shin B, Mackenzie CF, Helrich M. Hypokalemia in trauma patients. *Anesthesiology* 1986; **65**(1): 90-2.
172. Tolias CM. Severe hyponatraemia in elderly patients: cause for concern. *Ann R Coll Surg Engl* 1995; **77**(5): 346-8.
173. Caforio M, Maniscalco P. The importance of early rehabilitation in proximal humeral fracture: A clinical trial of efficacy and safety of a new endomedullary nail. *J Back Musculoskelet Rehabil* 2017; **30**(2): 195-202.
174. Robinson CM, Page RS. Severely impacted valgus proximal humeral fractures. *J Bone Joint Surg Am* 2004; **86-A Suppl 1**(Pt 2): 143-55.
175. Owsley KC, Gorczyca JT. Fracture displacement and screw cutout after open reduction and locked plate fixation of proximal humeral fractures [corrected]. *J Bone Joint Surg Am* 2008; **90**(2): 233-40.
176. Brunner F SC, Bahrs C, et al. Open reduction and internal fixation of proximal humerus fractures using a proximal humeral locked plate: a prospective multicenter analysis. . *J Orthop Trauma* 2009.
177. Modi CS, Nnene CO, Godsiff SP, Esler CN. Axillary artery injury secondary to displaced proximal humeral fractures: a report of two cases. *J Orthop Surg (Hong Kong)* 2008; **16**(2): 243-6.
178. Farshad M, Gerber C. Reverse total shoulder arthroplasty-from the most to the least common complication. *Int Orthop* 2010; **34**(8): 1075-82.
179. Südkamp N, Bayer J, Hepp P, et al. Open reduction and internal fixation of proximal humeral fractures with use of the locking proximal humerus plate. Results of a prospective, multicenter, observational study. *J Bone Joint Surg Am* 2009; **91**(6): 1320-8.
180. Agudelo J, Schürmann M, Stahel P, et al. Analysis of efficacy and failure in proximal humerus fractures treated with locking plates. *J Orthop Trauma* 2007; **21**(10): 676-81.
181. Vinh DC, Embil JM. Device-related infections: a review. *J Long Term Eff Med Implants* 2005; **15**(5): 467-88.
182. Brunner F, Sommer C, Bahrs C, et al. Open reduction and internal fixation of proximal humerus fractures using a proximal humeral locked plate: a prospective multicenter analysis. *J Orthop Trauma* 2009; **23**(3): 163-72.

not published

183. Sanders RJ, Thissen LG, Teepen JC, van Kampen A, Jaarsma RL. Locking plate versus nonsurgical treatment for proximal humeral fractures: better midterm outcome with nonsurgical treatment. *J Shoulder Elbow Surg* 2011; **20**(7): 1118-24.
184. Gardner MJ, Weil Y, Barker JU, Kelly BT, Helfet DL, Lorich DG. The importance of medial support in locked plating of proximal humerus fractures. *J Orthop Trauma* 2007; **21**(3): 185-91.
185. Solberg BD, Moon CN, Franco DP, Paiement GD. Surgical treatment of three and four-part proximal humeral fractures. *J Bone Joint Surg Am* 2009; **91**(7): 1689-97.
186. Theopold J, Weihs K, Marquaß B, Josten C, Hepp P. Detection of primary screw perforation in locking plate osteosynthesis of proximal humerus fracture by intra-operative 3D fluoroscopy. *Arch Orthop Trauma Surg* 2017; **137**(11): 1491-8.
187. Bastian JD, Hertel R. Osteosynthesis and hemiarthroplasty of fractures of the proximal humerus: outcomes in a consecutive case series. *J Shoulder Elbow Surg* 2009; **18**(2): 216-9.
188. Faraj D, Kooistra BW, Vd Stappen WA, Werre AJ. Results of 131 consecutive operated patients with a displaced proximal humerus fracture: an analysis with more than two years follow-up. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2011; **21**(1): 7-12.
189. Kontakis G, Koutras C, Tosounidis T, Giannoudis P. Early management of proximal humeral fractures with hemiarthroplasty: a systematic review. *J Bone Joint Surg Br* 2008; **90**(11): 1407-13.
190. Bufquin T, Hersan A, Hubert L, Massin P. Reverse shoulder arthroplasty for the treatment of three- and four-part fractures of the proximal humerus in the elderly: a prospective review of 43 cases with a short-term follow-up. *J Bone Joint Surg Br* 2007; **89**(4): 516-20.
191. E. W. Shoulder prostheses. *Unfallchirurg* 2006.
192. Dawson J, Fitzpatrick R, Carr A. Questionnaire on the perceptions of patients about shoulder surgery. *J Bone Joint Surg Br* 1996; **78**(4): 593-600.
193. Swiontkowski MF, Agel J, Schwappach J, McNair P, Welch M. Cutaneous metal sensitivity in patients with orthopaedic injuries. *J Orthop Trauma* 2001; **15**(2): 86-9.
194. Liaghat B, Borg SAM, Haugegaard T, Christensen R, Brorson S. Supervised rehabilitation comparable to single advice session after nonoperative treatment of displaced proximal humerus fracture: a randomized controlled trial. *J Shoulder Elbow Surg* 2026; **35**(6): 1587-95.
195. Zyto K. Non-operative treatment of comminuted fractures of the proximal humerus in elderly patients. *Injury* 1998; **29**(5): 349-52.
196. Thalhammer G, Platzer P, Oberleitner G, Fialka C, Greitbauer M, Vécsei V. Angular stable fixation of proximal humeral fractures. *J Trauma* 2009; **66**(1): 204-10.
197. Neer CS, 2nd. Displaced proximal humeral fractures. II. Treatment of three-part and four-part displacement. *J Bone Joint Surg Am* 1970; **52**(6): 1090-103.
198. Antuña SA, Sperling JW, Cofield RH. Shoulder hemiarthroplasty for acute fractures of the proximal humerus: a minimum five-year follow-up. *J Shoulder Elbow Surg* 2008; **17**(2): 202-9.
199. Bastian JD HR. Osteosynthesis and hemiarthroplasty of fractures of the proximal humerus: outcomes in a consecutive case series.
. *J Shoulder Elbow Surg* 2009.
200. Constant CR, Murley AH. A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res* 1987; (214): 160-4.
201. Rowe CR, Zarins B. Recurrent transient subluxation of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am* 1981; **63**(6): 863-72.
202. Hudak PL, Amadio PC, Bombardier C. Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (disabilities of the arm, shoulder and hand) [corrected]. The Upper Extremity Collaborative Group (UECG). *Am J Ind Med* 1996; **29**(6): 602-8.

not published

203. Michener LA, McClure PW, Sennett BJ. American Shoulder and Elbow Surgeons Standardized Shoulder Assessment Form, patient self-report section: reliability, validity, and responsiveness. *J Shoulder Elbow Surg* 2002; **11**(6): 587-94.
204. L'Insalata JC, Warren RF, Cohen SB, Altchek DW, Peterson MG. A self-administered questionnaire for assessment of symptoms and function of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am* 1997; **79**(5): 738-48.
205. Bullinger M. [Assessment of health related quality of life with the SF-36 Health Survey]. *Rehabilitation (Stuttg)* 1996; **35**(3): XVII-XXVII; quiz XXVII-XXIX.
206. Tanner MW, Cofield RH. Prosthetic arthroplasty for fractures and fracture-dislocations of the proximal humerus. *Clin Orthop Relat Res* 1983; (179): 116-28.
207. Lill H KC, Voigt C. Technique and value of arthroscopic implant removal in the shoulder. *Orthopade* 2011.

Versionsnummer: 2.0

Erstveröffentlichung: 2017/10/18

Überarbeitung von: 2026/07/22

Nächste Überprüfung geplant: 2031/07/21

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

not published