

Leitlinien Orthopädie und Unfallchirurgie © DGOU Leitlinienkommission  
Berlin 2021  
AWMF-Nr. 187-038  
ICD S-42.3  
Erarbeitet auf S1 Niveau nach AWMF  
Letztes Bearbeitungsdatum: 04.04.2021  
Gültig bis 22.12.2026  
Genehmigung durch Vorstand der DGOU am 22.12.2021  
Korrespondenz: leitlinien@dgou.de



# Oberarmschaftfraktur

*Federführende Autoren:*

*Prof. Mag. Dr. Franz Josef Seibert (ÖGU)*  
*Dr. Maria Anna Smolle (ÖGU)*  
*Priv.-Doz. Dr. Dr. Sandra Bösmüller (ÖGU)*

## **Leitlinienkommission der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie**

unter Federführung der  
der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie  
e.V. (DGOU)

in Zusammenarbeit mit

**Österreichische Gesellschaft für Unfallchirurgie (ÖGU)**  
**Schweizerische Gesellschaft für Chirurgie (SGC)**

Priv.-Doz. Dr. Dr. Yves Pascal Acklin (SGC)	Basel (CH)
Dr. Michele Arigoni (SGC)	Locarno (CH)
Priv.-Doz. Dr. Dr. Sandra Bösmüller (ÖGU)	Wien (A)
Prof. Dr. Felix Bonnaire (DGOU)	Dresden
Prof. Dr. Klaus Dresing (DGOU)	Göttingen
Prof. Dr. Karl-Heinz Frosch (DGOU)	Hamburg
Prof. Dr. Lars Grossterlinden (DGOU)	Hamburg
Dr. Rainer Kübke (DGOU)	Berlin
Dr. Lutz Mahlke (DGOU)	Paderborn
Prof. Dr. Norbert Meenen (DGOU)	Hamburg
Priv.-Doz. Dr. Oliver Pieske (DGOU)	Oldenburg
Dr. Philipp Schleicher (DGOU)	Frankfurt
Priv.-Doz. Dr. Dorian Schneidmüller (DGOU)	Murnau
Prof. Mag. Dr. Franz Josef Seibert (ÖGU)	Graz (A)
Prof. Dr. Stephan Sehmisch (DGOU)	Göttingen
Dr. Maria Anna Smolle (ÖGU)	Graz (A)
Prof. Dr. Klaus Wenda (DGOU)	Wiesbaden
Dr. Philipp Wilde (DGOU)	Wiesbaden

## Inhalt

<b>1. ALLGEMEINES .....</b>	<b>7</b>
<b>1.1. Ätiologie .....</b>	<b>7</b>
1.1.1. Strukturelle Ursachen .....	7
1.1.2. Pathomechanismus .....	8
<b>1.2. Prävention .....</b>	<b>8</b>
Basismaßnahmen aktuelle Leitlinien Osteoporose der DVO (6) [15] .....	8
<b>1.3. Lokalisation.....</b>	<b>9</b>
<b>1.4. Typische Begleitverletzungen .....</b>	<b>9</b>
<b>1.5. Klassifikation .....</b>	<b>9</b>
<b>2. PRÄKLINISCHES MANAGEMENT .....</b>	<b>10</b>
<b>2.1. Analyse des Unfallhergangs .....</b>	<b>10</b>
<b>2.2. Notfallmaßnahmen und Transport [36] .....</b>	<b>10</b>
<b>2.3. Dokumentation .....</b>	<b>10</b>
<b>3. ANAMNESE.....</b>	<b>11</b>
<b>3.1. Analyse des Verletzungsmechanismus .....</b>	<b>11</b>
<b>3.2. Gesetzliche Unfallversicherung .....</b>	<b>11</b>
<b>3.3. Vorerkrankungen und Verletzungen.....</b>	<b>11</b>
<b>3.4. Wichtige Begleitumstände.....</b>	<b>12</b>
<b>3.5. Symptome .....</b>	<b>12</b>
<b>4. DIAGNOSTIK.....</b>	<b>13</b>
<b>4.1. Notwendige Untersuchungen.....</b>	<b>13</b>
4.1.1. Klinische Untersuchung lokal .....	13
4.1.2. Röntgenuntersuchung (konventionell).....	13
4.1.3. Laboruntersuchungen .....	13
<b>4.2. Fakultative Untersuchungen .....</b>	<b>14</b>
4.2.1. Computertomographie.....	14
<b>4.3. Ausnahmsweise .....</b>	<b>14</b>
<b>4.4. Nicht erforderlich .....</b>	<b>14</b>
<b>4.5. Diagnostische Schwierigkeiten.....</b>	<b>14</b>
<b>4.6. Differentialdiagnose .....</b>	<b>14</b>

<b>5. KLINISCHE ERSTVERSORGUNG .....</b>	<b>14</b>
5.1. Klinisches Management .....	14
<b>5.2. Allgemeine Maßnahmen .....</b>	<b>14</b>
<b>5.3. Spezielle Maßnahmen .....</b>	<b>15</b>
<b>5.4. Klinische Erstversorgung bei Polytrauma .....</b>	<b>15</b>
<b>6. INDIKATION ZUR DEFINITIVEN THERAPIE .....</b>	<b>15</b>
6.1. Nicht-operativ .....	15
6.2. Operativ .....	15
6.2.1. Indikation zur Osteosynthese .....	15
6.3. Stationär/ambulant .....	16
<b>7. THERAPIE NICHT-OPERATIV .....</b>	<b>16</b>
7.1. Logistik .....	16
7.2. Begleitende Maßnahmen .....	16
7.3. Häufigste Verfahren .....	17
7.4. Alternative Verfahren .....	17
7.5. Zeitpunkt .....	17
7.6. Weitere Behandlung .....	17
7.7. Risiken und Komplikationen .....	17
<b>8. THERAPIE OPERATIV .....</b>	<b>18</b>
8.1. Logistik .....	18
8.2. Perioperative Maßnahmen .....	18
8.2.1. Allgemeine Maßnahmen .....	18
8.2.2. Patienten mit gerinnungsbeeinträchtigenden Medikamenten .....	18
8.2.3. Anästhesieverfahren .....	19
8.3. Häufigste Verfahren .....	19
8.3.1. Osteosynthese .....	19
8.3.2. Fakultative ergänzende Maßnahmen .....	19
8.3.3. Lagerung .....	19
Empfehlung der Leitlinienkommission .....	19
8.3.4. Zugang .....	19
8.4. Alternative Verfahren .....	20
8.5. Seltene Verfahren .....	20
8.6. Operationszeitpunkt .....	20

<b>8.7. Postoperative Behandlung .....</b>	<b>20</b>
8.7.1. Allgemeine postoperative Maßnahmen .....	20
8.7.2. Spezielle chirurgische postoperative Maßnahmen.....	21
8.7.3. Physiotherapie.....	21
8.7.4. Weitere postoperative Maßnahmen .....	21
<b>8.8. Risiken/Komplikationen.....</b>	<b>21</b>
<b>9. WEITERBEHANDLUNG.....</b>	<b>22</b>
<b>9.1. Rehabilitation.....</b>	<b>22</b>
<b>9.2. Kontrollen .....</b>	<b>22</b>
<b>9.3 Implantatentfernung.....</b>	<b>22</b>
<b>9.4. Spätkomplikationen .....</b>	<b>23</b>
9.4.1. Nicht-operative Therapie .....	23
9.4.2. Operative Therapie.....	23
<b>9.5. Dauerfolgen .....</b>	<b>23</b>
<b>10. KLINISCH-WISSENSCHAFTLICHE ERGEBNIS-SCORES .....</b>	<b>23</b>
<b>11. PROGNOSE.....</b>	<b>24</b>
11.1. Nicht-operative Behandlung.....	24
11.2. Operative Behandlung .....	24
<b>12. PRÄVENTION VON FOLGESCHÄDEN .....</b>	<b>24</b>
<b>13. SCHLÜSSELWÖRTER.....</b>	<b>25</b>
<b>14. EXTERNE BEGUTACHTUNG UND VERABSCHIEDUNG.....</b>	<b>26</b>
<b>15. GÜLTIGKEITSDAUER UND AKTUALISIERUNGSVERFAHREN.....</b>	<b>26</b>
<b>16. VERWENDETE ABKÜRZUNGEN.....</b>	<b>27</b>
<b>17. LITERATURVERZEICHNIS.....</b>	<b>28</b>

# Unfallchirurgische Leitlinien für Diagnostik und Therapie

## PRÄAMBEL

Die Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie e.V. (DGOU) gibt als wissenschaftliche Fachgesellschaft Leitlinien für die unfallchirurgische Diagnostik und Therapie heraus. Diese Leitlinien werden von der Kommission Leitlinien in Zusammenarbeit mit der Österreichischen Gesellschaft für Unfallchirurgie (ÖGU) und der Schweizerischen Gesellschaft für Chirurgie (SGC) formuliert und vom Vorstand der DGOU verabschiedet. Die Leitlinien werden mit der Leitlinienkommission der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie (DGOU) konsentiert. Diagnostik und Therapie unterliegen einem ständigen Wandel, sodass die Leitlinien regelmäßig überarbeitet werden.

Die Methodik der Leitlinienentwicklung und das Verfahren der Konsensbildung sind in einer gesonderten Ausarbeitung im Detail dargestellt, die jeder Leitlinie beigelegt ist. Der aktuelle Stand der Leitlinienentwicklung kann beim Leiter der Leitlinien-Kommission oder der Geschäftsstelle der DGOU erfragt werden ([leitlinien@dgou.de](mailto:leitlinien@dgou.de)).

Leitlinien sollen Ärztinnen, Ärzten Mitgliedern medizinischer Hilfsberufe, Patientinnen und Patienten und interessierten Laien zur Information dienen und zur Qualitätssicherung beitragen. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass Leitlinien nicht in jeder Behandlungssituation uneingeschränkt anwendbar sind. Die Freiheit des ärztlichen Berufes kann und darf durch Leitlinien nicht eingeschränkt werden. Leitlinien sind daher Empfehlungen für ärztliches Handeln in charakteristischen Situationen. Im Einzelfall kann durchaus eine von den Leitlinien abweichende Diagnostik oder Therapie angezeigt sein. Leitlinien berücksichtigen in erster Linie ärztlich-wissenschaftliche und nicht wirtschaftliche Aspekte.

Die unfallchirurgischen Leitlinien werden nach Möglichkeit stichwortartig ausgearbeitet und sollen kein Ersatz für Lehrbücher oder Operationslehren sein. Daher sind die Leitlinien so kurz wie möglich gehalten. Begleitmaßnahmen wie die allgemeine präoperative Diagnostik oder die Indikation und Art einer eventuellen Thromboseprophylaxe oder Antibiotikatherapie werden nicht im Einzelnen beschrieben, sondern sind Gegenstand gesonderter Leitlinien. Die Behandlungsmethoden sind meist nur als kurze Bezeichnung und nicht mit Beschreibung der speziellen Technik aufgeführt. Diese findet man in Operationslehren und wissenschaftlichen Publikationen.

Die unfallchirurgischen Leitlinien sind nach einer einheitlichen Gliederung aufgebaut, sodass man bei allen Leitlinien z.B. unter Punkt 4 die Diagnostik mit ihren Unterpunkten findet. Dabei kann die Gliederung einzelner Leitlinien in den Unterpunkten sinnvoll angepasst werden.

Die Leitlinien sind so abgefasst, dass sie für die Zukunft Innovationen ermöglichen und auch seltene, aber im Einzelfall sinnvolle Verfahren abdecken. Die Entwicklung des medizinischen Wissens und der medizinischen Technik schreitet besonders auf dem Gebiet der Unfallchirurgie so rasch fort, dass die Leitlinien immer nur den momentanen Stand widerspiegeln.

Neue diagnostische und therapeutische Methoden, die in den vorliegenden Leitlinien nicht erwähnt werden, können sich zukünftig als sinnvoll erweisen und entsprechend Anwendung finden.

Die in den Leitlinien aufgeführten typischen Schwierigkeiten, Risiken und Komplikationsmöglichkeiten stellen naturgemäß keine vollständige Auflistung aller im Einzelfall möglichen Eventualitäten dar. Ihre Nennung weist darauf hin, dass sie auch trotz aller Sorgfalt der handelnden Ärztin bzw. des handelnden Arztes eintreten können und im Streitfall von einem Behandlungsfehler abzugrenzen sind. Es muss immer damit gerechnet werden, dass selbst bei strikter Anwendung der Leitlinien das erwünschte Behandlungsergebnis nicht erzielt werden kann.

Leitlinien basieren auf wissenschaftlich gesicherten Studienergebnissen und dem diagnostischen und therapeutischen Konsens derjenigen, die Leitlinien formulieren. Medizinische Lehrmeinung kann aber nie homogen sein. Dies wird auch dadurch dokumentiert, dass verschiedene wissenschaftliche Fachgesellschaften Leitlinien zu ähnlichen Themen mit gelegentlich unterschiedlichen Aussagen herausgeben.

Leitlinien oberhalb des Niveaus S1 basieren u.a. auf einer systematischen Literatur-Recherche und -Bewertung mit dem Ziel, bestimmte Aussagen Evidenz basiert treffen zu können. Der Evidenzgrad wird nach den DELBI-Kriterien ermittelt. Leider finden sich in der Unfallchirurgie auf Grund des raschen medizinischen Fortschritts nur relativ wenige Evidenz-basierte Aussagen, weil dies zahlreiche aufwändige und teure Forschungsarbeiten über einen oft 10-jährigen oder noch längeren Zeitraum voraussetzt.

Bei fraglichen Behandlungsfehlern ist es Aufgabe der Gerichtsgutachterin oder des Gerichtsgutachters, den zum maßgeblichen Zeitpunkt geltenden Medizinischen Standard zu beschreiben und dem Gericht mitzuteilen. Die Funktion der fachspezifischen und erfahrenen Gutachterin bzw. des Gutachters kann nicht durch Leitlinien ersetzt werden.

Univ.-Prof. Dr. med. Klaus Michael Stürmer

Göttingen, den 20. April 2020

Prof. Dr. med. Thomas Gösling

Braunschweig, den 28. März 2021

Hinweis: Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung der Sprachformen männlich, weiblich und divers (m/w/d) verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für alle Geschlechter.

## 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.*

*Diese Leitlinie gilt nicht für Frakturen im Wachstumsalter.*

*Diese Leitlinie wurde auf dem Niveau einer S1-Leitlinie erstellt. 877 Literaturstellen wurden geprüft. Auf eine Gewichtung der Empfehlungen wurde verzichtet. Die Empfehlungen geben die Meinung der Leitliniengruppe wieder, sie beziehen sich nicht nur auf Evidenz basierte Literaturergebnisse, sondern berücksichtigen auch klinische Erfahrungen und Erkenntnisse.*

Die Evidenzklassen nach AHCPR 1992, Sign 1996 werden nach der Literaturstelle in den Evidenztabelle angegeben.

### Epidemiologie

- ca. 3% aller langen Röhrenknochenfrakturen [1, 2]
- Inzidenz ca. 7,2 – 65,4/100.000 Personen/Jahr [1, 3-8]
- Zwei Altersgipfel (20. – 30. Lebensjahr und jenseits des 60. Lebensjahres) [1, 9]

### 1.1. Ätiologie

- Indirekte Gewalteinwirkung (Spiralfraktur) [10] – z.B. Sturz auf den Arm, Armdrücken
- Direkte Gewalteinwirkung auf den Oberarmschaft (Schräg- oder Querfraktur, evtl. mit Biegungskeil)
- Spezieller Mechanismus: Armdrücken

#### 1.1.1. Strukturelle Ursachen

- Osteoporose
- Gangunsicherheit
- Kardiovaskuläre Erkrankungen
- Neurologische Erkrankungen
- Metabolische Erkrankungen
- Muskelschwäche
- Sehstörungen
- Tumorbedingte Osteolysen (ca. 10% der Fälle) [1, 11]
- Knochenzysten
- Inaktivität
- Hormonmangel
- Krampfanfall
- Stromunfall
- Mangelernährung

- Rauchen
- Alkoholabusus
- Drogen
- Subpectorale Bicepstenodese [12]

### 1.1.2. Pathomechanismus

- Bei normaler Knochenstruktur
  - Sport-/Freizeitverletzung
  - Hochrasanztraumen
  - Verkehrsunfälle [13, 14]
  - Stürze
  - Arbeitsunfälle
  - Schussfrakturen
- Bei osteoporotischem Knochen
  - Sturz im häuslichen Umfeld
  - Gangunsicherheit
  - Umgebung (Glätte, Stufen, etc.)
- Pathologische Fraktur

## 1.2. Prävention

Basismaßnahmen aktuelle Leitlinien Osteoporose der DVO (6) [15]

- Verwendung von Sicherheitsgurten (insbesondere als Beifahrer) [14]
- Protektoren bei gefährlichen Sportarten
- Abklärung und Behandlung von neuro-muskulären Erkrankungen
- Vermeidung der Immobilisation
- Regelmäßige körperliche Aktivität
- Verbesserung der Muskelkraft und Koordination [16]
- Alter > 70 Jahre jährliche Sturzanamnese
- Bei hohem Sturzrisiko Ursachen- und Risikoabklärung
- Therapie vermeidbarer Sturzursachen
- Allgemeine Unfallverhütung (Altersgerechte Wohnungseinrichtung)
- Körperliches und geistiges Training [16]
- Anpassung der Medikation
- Vermeidung eines Vitamin-D-Mangels
- Behandlung Sturz verursachender Erkrankungen
- Erkennung und rechtzeitige Behandlung bei Metastasierung maligner Tumoren
- Erkennung und rechtzeitige Behandlung von Knochenzysten

*Maßnahmenkatalog zur Prävention erstellen, 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-, Kräftigungs- und Koordinationsübungen (Propriozeptionstraining)*

Empfehlung der Leitlinienkommission



*Bei Verdacht auf eine Osteoporose assoziierte Fraktur: Diagnostik, Prophylaxe und Therapie der Osteoporose nach DVO-Leitlinien veranlassen.*

Empfehlung der Leitlinienkommission

### 1.3. Lokalisation

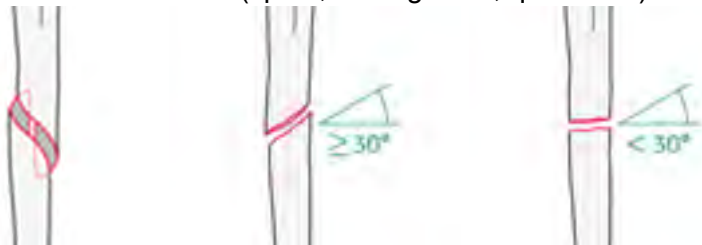
- Zwischen Oberrand des M. pectoralis major Ansatzes und knapp oberhalb der Fossa olecrani (2/6 - 5/6 des Oberarmschaftes)

### 1.4. Typische Begleitverletzungen

- Meist isolierte Verletzung, selten multifokale Oberarmfrakturen [17]
- Primäre Radialisläsion (4 - 40%) [18-31]
- Selten N. ulnaris (ca. 2%) [18]
- Selten A. brachialis (ca. 1 - 2%) [18]
- Ipsilaterale Olecranonfraktur oder distale Radiusfraktur (Kettenverletzung)
- Selten Teilruptur oder Ruptur der Supraspinatussehne [32]
- Selten Schulterluxation [33]

### 1.5. Klassifikation

- AO/OTA [34, 35]
  - 12 A1-A3: Einfache Fraktur (spiral, schräg  $>30^\circ$ , quer  $<30^\circ$ )



- 12 B2-B3: Keilfraktur (Biegungskeil, fragmentierter Keil)



- 12 C2-C3: Komplexe Fraktur (spiralförmig mit zwei oder mehr Zwischenfragmenten [17], etagenförmig, irregulär)



## 2. Präklinisches Management

### 2.1. Analyse des Unfallhergangs

- Siehe 1.1
- Übermittlung wesentlicher Begleitumstände
- Minimierung des Informationsverlustes

### 2.2. Notfallmaßnahmen und Transport [36]

- Im Rahmen einer Monoverletzung
  - Immobilisation des Oberarmes
  - Angepasste Analgesie
  - Transport in eine unfallchirurgische Praxis oder Klinik
- Im Rahmen einer Mehrfachverletzung
  - Siehe oben
  - Vorgehen gemäß gültigen Versorgungsalgorithmien/Leitlinien (ATLS, DGU-S3 Leitlinie Polytrauma / Schwerverletzten-Behandlung) [37]
  - Transport in ein Traumazentrum (TraumaNetzwerk®)

### 2.3. Dokumentation

- Schriftliches Übergabeprotokoll durch Rettungspersonal sinnvoll
- Mitteilung über:
  - Primär
    - Neurovaskulärer Status der Extremität (pMDS = periphere Motorik-Durchblutung-Sensibilität)
  - Sekundär
    - Alle relevanten Angaben zum Unfall
    - Genauer Unfall-Hergang
    - Soziales Umfeld
    - Bekannte Vorerkrankungen
    - Mentale Dysfunktion
    - Frühere Unfälle
    - Sturzneigung
    - Medikamente
    - Nikotin
    - Alkohol
    - Drogen
    - Multiresistente Keime
    - Infektionen (speziell Hepatitis B, C, HIV)

- Unfall im Rahmen der gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV, AUVA, UVG)

### 3. Anamnese

#### 3.1. Analyse des Verletzungsmechanismus

- Richtung und Maß der einwirkenden Kräfte
- 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 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 müssen in Deutschland einem zum Durchgangsarztverfahren zugelassenen Arzt vorgestellt werden. Dieser 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 Oberarmschaftfrakturen in für VAV oder SAV zugelassenen Kliniken zu behandeln:
  - 6.3 (V): Brüche des Oberarmes bei
    - Mehrteilebruch entsprechend Typ C der AO-Klassifikation
    - Etagenfrakturen bei gegebener oder abzuklärender Operationsnotwendigkeit
  - 6.3 (S): Brüche des Oberarmes bei
    - Gefäßverletzung
    - Nervenverletzung
    - Hochgradiger Weichteilschädigung

#### 3.3. Vorerkrankungen und Verletzungen

- Lokal
  - Voroperationen
  - Knochenerkrankungen
  - Gelenkerkrankungen
  - N. radialis-Schaden
  - Lymphödem
  - Lokaler Infekt
  - Lokale Hauterkrankung
  - Tumorleiden, -operationen
  - Shuntarm
  - Gefäßanomalie

- Allgemein
  - Kardiovaskuläre Erkrankungen
  - Neurologische Erkrankungen
  - Zerebrovaskuläre Erkrankungen
  - Osteoporose
  - Malignom
  - Rheumatische Vorerkrankungen
  - Diabetes mellitus
  - Leber-/Nierenerkrankungen
    - Infektionen
    - Hepatitis B, C
    - HIV
    - Multiresistente Keime
  - Allgemeine Hauterkrankungen
  - Allergien
  - Inkontinenz
  - Flüssigkeitsbilanz
  - Bisherige Mobilität, Aktivitäten des täglichen Lebens
  - Alkoholabusus, Drogen
- Sozial
  - Soziale Umstände/ Prognose
  - Familiensituation
  - Pflegefall/ Pflegeheim
  - Rechts-/ Linkshänder
  - Rehabilitationsfähigkeit

### 3.4. Wichtige Begleitumstände

- Zeitpunkt und -intervall zwischen Unfall, Notfallbehandlung und stationärer Aufnahme
  - Dauer der Schädigung des N. radialis
- Medikamente
  - Gerinnungshemmende Substanzen
    - Acetylsalicylsäure (ASS) und Kombinationspräparate
    - Cumarine
    - Direkte orale Antikoagulantien (DOAKs)
    - Nichtsteroidale Antirheumatika (NSAR)
    - Clopidogrel
  - Zytostatika
  - Metforminhaltige Antidiabetika
  - Kortison

### 3.5. Symptome

- Fehlstellungen – Abnorme Beweglichkeit
- Schmerzen am Oberarm
- Ausstrahlung bis in die Hand
- Funktionseinschränkung der Schulter
- Funktionseinschränkung Ellbogen

- Motorische Ausfälle
- Sensible Ausfälle
- Im Laufe von Tagen oft ausgedehnte Hämatombildung

## **4. Diagnostik**

### **4.1. Notwendige Untersuchungen**

#### **4.1.1. Klinische Untersuchung lokal**

- Schonhaltung des verletzten Armes
- Prellmarke und Hämatom
- Schmerzen bei aktiver und passiver Bewegung
- Druckschmerzhafter Oberarmschaft
- Offene Fraktur - z.B. Hautdurchspießung von innen
- Krepitation – nicht prüfen (N. radialis!)
- Kontamination im späteren Operationsgebiet und Axilla (Akne/Akne inversa!)
- Periphere Durchblutung
- Neurologische Ausfälle (speziell: Sensibilität im autonomen Gebiet des N. radialis bei Frakturen am Übergang vom mittleren zum distalen Drittel –Holstein-Lewis-Fraktur) [1, 38, 39]
- Wunden im Frakturbereich
- Schwellung, Spannungsblasen
- Begleitverletzungen (insbesondere bei Rasanztraumata)
- Bewegungsausmaß der gesunden Seite als Referenz

#### **4.1.2. Röntgenuntersuchung (konventionell)**

- Oberarmschaft und angrenzende Gelenke in 2 Ebenen (Schulter und Ellbogengelenk)

#### **4.1.3. Laboruntersuchungen**

- Laboruntersuchung unter Berücksichtigung von Alter und Begleiterkrankungen des Patienten
  - Ursachenuntersuchung
  - Operationsvorbereitung
  - Patienten mit gerinnungshemmenden Medikamenten individuell und interdisziplinär zu beurteilen, Risikoabwägung zwischen Folgen von OP-Verzögerung, vermehrter perioperativen Blutungsneigung und Auswirkungen auf Grunderkrankung (Beeinflussung des Operationsverfahrens möglich!)

## **4.2. Fakultative Untersuchungen**

### **4.2.1. Computertomographie**

- Bei Verdacht auf Frakturausläufer in den Oberarmkopf oder die supra-/diacondyläre Region [40]
- Bei Verdacht auf Gefäßläsion (CT-Angiographie)

### **4.3. Ausnahmsweise**

- Sonographie bei Radialisverletzung
- Magnetresonanztomographie
- Bei Zusatzverletzungen:
  - Angiographie
  - Fachneurologische Untersuchung
- Ausschluss multiresistenter Keime

### **4.4. Nicht erforderlich**

- Szintigraphie
- Arthrographie

## **4.5. Diagnostische Schwierigkeiten**

- Undislozierte Fraktur
- Erkennen einer proximalen oder distalen Gelenkbeteiligung
- Erkennen einer pathologischen Fraktur
- Primärer oder sekundärer Radialisschaden
- Beurteilung des traumatischen N. radialis-Schadens: Durchtrennung oder Quetschung?
- Gefäßverletzung (Intimaläsion)

## **4.6. Differentialdiagnose**

- Humeruskopffraktur
- Supracondyläre Oberarmfraktur

# **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 VTE Prophylaxe der AWMF [41])
  - Rasche Mobilisation des Patienten
- Schmerztherapie

- Analgetikagabe
- Dekubitusprophylaxe
  - Frühzeitige Mobilisation
  - Bettruhe normalerweise nicht erforderlich
  - Lagerung auf speziellen druckmindernden Unterlagen, z.B. Gel-Matten auf dem Operationstisch → reduziert die Dekubitusrate
  - Abschwellende Maßnahmen

### 5.3. Spezielle Maßnahmen

- Single Shot Antibiose
- Antibiotikagabe bei offenen Frakturen
  - Eine Antibiotikaprophylaxe reduziert die Rate der oberflächlichen und tiefen Wundinfektionen [42]
  - Antibiotikagabe frühzeitig nach der Aufnahme oder spätestens mit Beginn der Anästhesieeinleitung [43]
- Tetanusauffrischung

### 5.4. Klinische Erstversorgung bei Polytrauma

- Vorgehen gemäß gültigen Versorgungsalgorithmen/Leitlinien (ATLS, DGU-S3 Leitlinie 187-023 Polytrauma / Schwerverletzten-Behandlung) [37]
- Fixateur externe bis zur definitiven Versorgung (bessere Weichteilprotektion im Vergleich zum Cast, erleichterte Pflege des Patienten)
- Offene Frakturen: tiefe Wundreinigung, Dbridement, Drainage und operative Stabilisierung
- Stabilisierung der Vitalparameter bis zur definitiven Versorgung

## 6. Indikation zur definitiven Therapie

*Ziel ist die Wiedererlangung einer guten Funktion des Armes, der Schulter und des Ellbogens*

*Die Wahl des Behandlungsverfahrens wird wesentlich beeinflusst durch den Frakturtyp, die Knochenqualität (Osteoporose), das biologische Alter, den Funktionsanspruch und Begleiterkrankungen.*

### 6.1. Nicht-operativ

- Allgemeine oder lokale Kontraindikationen gegen eine Operation
- Fakultativ: Schaftfrakturen im mittleren Drittel ohne Diastase (guter Knochenkontakt), insbesondere nicht dislozierte oder gering dislozierte Frakturen (lange Schrägbrüche), reponier- und retinierbare Frakturen

### 6.2. Operativ

#### 6.2.1. Indikation zur Osteosynthese

- Offene Fraktur (ab 2°)
- Drohendes Kompartmentsyndrom (Notfallindikation)
- Defektfraktur

- Persistierende Diastase – Interponatbildung
- Serienverletzung der Extremität (Kettenverletzung, „Floating elbow“)
- Begleitende Gefäßschäden [45]
- Nervenschaden (sekundärer Radialisschaden nach Manipulation) [46-50]

### 6.2.2. Relative Indikationen

- Oberarmfraktur bei Polytrauma [53]
- Offene Fraktur 1°
- Ausstrahlende Frakturen in den Oberarmkopf bei älterer Population „Fragility Fractures“ [54]
- Distale Schaftfrakturen mit gefährdetem N. radialis [55, 56]
- Sekundäre Dislokation nach konservativer Therapie
- Pathologische Fraktur [11, 51]
- Beidseitige Humerusfraktur
- Querfraktur oder kurze Schrägfraktur [52]
- Adipositas
- Fehlende Compliance
- Schwere Omarthrose
- Dislozierte Fraktur (>20° Antekurvation/ >30° Varusfehlstellung/ >3cm Dislokation/ >20° Innen-/Außenrotation) [9,44,61,62]

*Die primäre Radialisläsion stellt KEINE absolute Operationsindikation dar – hohe spontane Erholungsrate [19, 28, 30, 47, 57-59]*

Empfehlung der Leitlinienkommission

### 6.3. Stationär/ambulant

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

## 7. Therapie nicht-operativ

### 7.1. Logistik

- Stützverbandsmaterial
- Orthese
- Physiotherapeutisches Behandlungskonzept
- Möglichkeit der radiologischen Kontrolle der Fraktur

### 7.2. Begleitende Maßnahmen

- Analgetika bedarfsabhängig
- Aufklärung



- über Behandlungskonzept
- Alternativverfahren
- Komplikationsmöglichkeiten, Risiken und Langzeitfolgen
- Klärung der häuslichen Versorgung
- Behandlung der Sturzursache
- Diagnostik und Behandlung von weiteren Begleiterkrankungen
- Manuelle Lymphdrainage

### 7.3. Häufigste Verfahren

- Kurzfristige Ruhigstellung für 2-3 Wochen (z.B. Gilchristverband mit Gips-U-Schiene oder Desaultverband)
- Funktionelle Weiterbehandlung mit (Sarmiento)-Brace für 8-10 Wochen (passive und aktive Bewegungsübungen bis zur Schmerzgrenze) [60-69]
- Analgetika

### 7.4. Alternative Verfahren

- Operation [70]

### 7.5. Zeitpunkt

- Möglichst früh nach dem Unfall

### 7.6. Weitere Behandlung

- Röntgenkontrollen im Verlauf
- Kontrollen von Orthese, Hautverhältnissen, Durchblutung
- Nervenfunktion – N. radialis; Prüfung im Verlauf
- Bei anhaltenden Schmerzen oder Gefühlsstörungen sofortige Vorstellung
- Selbständige Bewegungsübungen der Schulter, des Ellenbogens und der Gelenke der Hand
- Physiotherapie
- Co-Kontraktionen – besonders im Brace
- Bei sekundärer Dislokation Operationsindikation erneut prüfen

### 7.7. Risiken und Komplikationen

- Sekundäre Neurologische Ausfälle (N. radialis 9,5%) [63]
- Sekundäre Dislokation der Fraktur
- Verzögerte Heilung und Pseudarthrose (2%) [60, 71, 72]
- Heilung in Fehlstellung (bis zu 15%, wobei 87% <16° Varus und 2% Varus >24°) [9, 60, 73]
- Ausgedehntes Hämatom am Arm
- Hämatom bedingtes Kompartmentsyndrom
- Druckstellen durch den Stützverband
- Blutumlaufstörungen und
- Lymphödem und Schwellung der Hand durch den Stützverband

- Feuchtigkeitsbedingte Hauterkrankungen in der Axilla und unter den Mammæ bis hin zum Schweißdrüsenabszess, Intertrigo Prophylaxe
- Bewegungseinschränkung, Funktionsbehinderung und Kraftminderung des gesamten Armes [74]
- Einsteifung von Ellbogen oder Schulter
- Complex Regional Pain Syndrom (CRPS)
- Medikamentennebenwirkungen

## 8. Therapie operativ

### 8.1. Logistik

- Instrumente und Implantate für die Osteosynthese und denkbare Komplikationen
- Möglichkeit der intraoperativen Durchleuchtung
- Möglichkeit für zusätzliche fixierende Stützverbände
  - Instrumente für intraoperative Komplikationen
  - Instrumente für Spongiosaplastik
  - ggf. Knochenersatzmaterialien
  - Knochenzement

### 8.2. Perioperative Maßnahmen

#### 8.2.1. Allgemeine Maßnahmen

- Aufklärung über Therapie, Gefahren, Erfolgsaussichten und Alternativverfahren [77-79]
- Labor, EKG, und Röntgenaufnahme des Thorax nach Alter und Anamnese
- Thromboseprophylaxe nach individuellem Gefährdungsrisiko (s.a. *AWMF-S3-Leitlinie* Prophylaxe der venösen Thromboembolie (VTE) [41])
- Antibiotikagabe (s.a. 5.2, Leitlinie Perioperative und Periinterventionelle Antibiotikaprophylaxe[43])
- Lagerung auf speziellen druckmindernden Unterlagen, z.B. Gel-Matten auf dem Operationstisch → reduziert deutlich die Dekubitusrate
- Erythrozyten Konzentrate nach klinikinterner SOP

*Bei Verdacht auf eine Osteoporose assoziierte Fraktur: Diagnostik, Prophylaxe und Therapie der Osteoporose nach DVO-Leitlinien veranlassen.*

Empfehlung der Leitlinienkommission

#### 8.2.2. Patienten mit gerinnungsbeeinträchtigenden Medikamenten

- Patienten mit gerinnungshemmenden Medikamenten sollten individuell und interdisziplinär beurteilt werden.
- Es findet eine Risikoabwägung zwischen den Folgen einer OP-Verzögerung, einer vermehrten perioperativen Blutungsneigung und den Auswirkungen auf die Grunderkrankung statt.
- Diese Erwägungen können auch die Auswahl des Operationsverfahrens beeinflussen.

### 8.2.3. Anästhesieverfahren

- Vollnarkose
- Regionalanästhesie

## 8.3. Häufigste Verfahren

### Ansprüche

- Wiederherstellung von Funktion und Beweglichkeit im Verlauf
- Schmerzreduktion
- Frühe Bewegungsstabilität
- Schonendes Operationsverfahren
- Einfache Operationstechnik
- Niedrige Komplikationsrate
- Geringe Inzidenz von Pseudarthrosen

### 8.3.1. Osteosynthese

*Die Knochenqualität, der Frakturtyp und das Ausmaß der Dislokation sollten zu Beginn der Behandlung genau eingeschätzt werden.*

Empfehlung der Leitlinienkommission

*Derzeit gängige und akzeptierte Verfahren:*

- Plattenosteosynthese nach AO
  - konventionell [80, 81]
  - winkelstabil [44, 82-84]
  - MIPO (minimalinvasive Plattenosteosynthese) [52, 85-103]
- Intramedulläre Nagelungen (ante- oder retrograd, konventionelle oder winkelstabile Verriegelung) [59, 104-119]
- Implantatkombinationen [120]

### 8.3.2. Fakultative ergänzende Maßnahmen

- Zementaugmentation der Schraubenlager

### 8.3.3. Lagerung

- Beach chair
- Rückenlage
- Bauchlage

*Lagern, Desinfizieren und Abdecken unter leichtem achsgerechtem Zug.*

Empfehlung der Leitlinienkommission

### 8.3.4. Zugang

*Mehrere Zugänge werden in der Literatur empfohlen*

- Transdeltoidaler Zugang minimal-invasiv (antegrader Humerusnagel)
- Antero-lateraler transbrachialer Zugang (für Platte) [121-123]
- Lateraler Zugang [124]

- Dorsaler Zugang (nach Henry, für Platte oder retrograden Humerusnagel) [125, 126]
- Modifizierter dorsaler Zugang [55, 120, 127, 128]
- Selten medialer Zugang [129]
- Minimalinvasive Zugänge für MIPO-Technik [101, 130]

#### 8.4. Alternative Verfahren

- Verbundosteosynthese
  - bei ausgeprägter Osteoporose
  - bei pathologischen Frakturen [131-135]

#### 8.5. Seltene Verfahren

- Fixateur externe (bei schwerem Weichteiltrauma oder Polytrauma) [136-138]
- Markraumdrahtungen [139-143]
- Bündelnagelung
- Monomer/Polymer Implantate
- Expandierbarer, mit Wasser gefüllter Marknagel [108, 144]
- Marchetti-Vincenzi-Nagel [105]
- Sogenannte Sicherheits-Verriegelungsnägel [145, 146]
- Arthroskopisch assistierte Nagelung [147]
- Flexibler Nagel [141]
- Doppelplattenosteosynthese [148]

#### 8.6. Operationszeitpunkt

- Notfalloperation (alternativ auch „Dringliche Operation“) bei:
  - Begleitender Gefäßverletzung
  - Drohendem oder manifestem Kompartmentsyndrom
  - Offenen Frakturen 2° und 3°
  - Frakturen mit schwerem Weichteilschaden
- Primärversorgung anstreben [149]
  - Erhebliche nicht reponierbare Dislokation mit drohendem sekundärem Schaden
  - Andere Frakturen sofern von der Logistik und dem Zustand des Verletzten vertretbar
  - Kettenverletzung
  - Bei Schürfwunden im Operationsgebiet (Gefahr der Keimbesiedelung)
- Selten sekundäre Versorgung
  - Nach fehlgeschlagenem konservativem Behandlungsversuch [150]
  - Sekundäre Radialisläsion

#### 8.7. Postoperative Behandlung

##### 8.7.1. Allgemeine postoperative Maßnahmen

- Hochlagerung
- Kryotherapie
- Fortführung der Thromboseprophylaxe (siehe Interdisziplinäre Leitlinie der AWMF [41])
- Analgesie (Analgetika, fakultativ Skalenusblock)
- Ggf. Fortführung einer begonnenen Antibiotikatherapie bei offenen Frakturen unter Berücksichtigung des Erregerspektrums

- Hb-Kontrolle individuell
- Flüssigkeits- und Elektrolytbilanzierung; Elektrolytentgleisungen, insbesondere Hyponatriämie und Hypokaliämie sind in der postoperativen Phase häufig und geben die geringe renale Kompensationsfähigkeit des alten Menschen wieder [151-154]

### 8.7.2. Spezielle chirurgische postoperative Maßnahmen

- Kontrolle von Durchblutung, Sensibilität und Motorik peripher
- Regelmäßige Wundkontrollen
- Wunddrainagen- bzw. Redondrainagenpflege
- Ruhigstellung zur Schmerzreduktion (z.B. Gilchristverband, Desaultverband)
- Postoperative Röntgenkontrolle in 2 Ebenen mit angrenzenden Gelenken

### 8.7.3. Physiotherapie

- Frühmobilisation [155]
- Geführte Frühmobilisation [156]
  - Adäquate Analgesie
  - Pendelübungen
  - Passive Bewegungsübungen
- Lymphdrainage bei Schwellung
- Schultermotorschiene fakultativ

### 8.7.4. Weitere postoperative Maßnahmen

- Behandlung sturzauslösender Ursachen
  - Therapie von Herzrhythmusstörungen
  - Therapie von neurologischen Erkrankungen
  - Therapie von Gefäßerkrankungen
- Einleitung einer adäquaten Sturzprophylaxe
- Therapie einer Osteoporose

## 8.8. Risiken/Komplikationen

- Allgemein
  - Thrombose
  - Stressulcera (u.a. bei NSAR-Medikation speziell in Kombination mit blutgerinnungsaktiver Medikation und Cortison beachten)
  - Pneumonie
  - Verlängerter Aufenthalt (insbesondere Plattenosteosynthese) / Wiederaufnahme (insbesondere Marknagelosteosynthese) [157]
- Lokal
  - Gefäßverletzung
  - Nachblutung, Hämatom
  - Nervenschaden
  - Wundrandnekrosen/Wundheilungsstörung
  - Weichteilinfekt
  - Gelenkeinstellung
- Knochen und Implantat
  - Sekundärer Radialisschaden (4 -16%) [29, 158-164]
  - Sekundäre Dislokation/Implantatversagen

- Implantatfehlage und –dislokation [165]
- Zusätzliche intraoperative Fraktur [165]
- Impingement zwischen Akromion und Implantat und/oder Fragment
- Dreh- und Achsabweichungen [166]
- Allergie gegen das Implantat [167]
- Osteitis [168]

## 9. Weiterbehandlung

### 9.1. Rehabilitation

- Physiotherapie unter adäquater Analgesie
- Lymphdrainage bei Schwellungen
- Selbsttätige Bewegungsübungen
- Möglichst frühzeitiger Einsatz der Hand und der oberen Extremität im täglichen Leben
- Motorbewegungsschiene (CPM = continuous passive motion) fakultativ

### 9.2. Kontrollen

- Klinische und radiologische Kontrollen in Abhängigkeit von Alter, Beanspruchung, Knochenqualität, Beschwerden und Behandlungsverfahren
- Wiederaufnahme von Diagnostik und Therapie bei Komplikationen
- Bei Verdacht auf Pseudarthrose: CT

### 9.3 Implantatentfernung

*Eine Implantatentfernung nach abgeschlossener Frakturheilung ist möglich, aber nicht zwingend. Hierzu ist die DGOU-Leitlinie 187-011 Implantatentfernung nach Osteosynthese [169] zu berücksichtigen.*

- Die Indikation zur vollständigen oder teilweisen Entfernung muss im Einzelfall gestellt werden, sie ist abhängig von:
  - lokalen Beschwerden
  - Alter
  - Aktivitätsgrad
  - Implantat - Gefahr einer Radialisläsion bei Plattenentfernung, vor allem dorsal
  - sekundär notwendig werdenden Operationen (Pseudarthrose, Endoprothese)
  - Implantatwanderung
  - Impingement nach Marknagelentfernung besser [170]
  - Infizierte Osteosynthese:
    - bei akutem Infekt möglichst frühe Implantatentfernung und Verfahrenswechsel [171]
    - Wechsel des Implantates (ein- oder zweizeitig) mit Débridement und Eradikation des Infektes durch Antibiotikatherapie (DGOU-Leitlinie 187-035 Akute und chronische exogene Osteomyelitis langer Röhrenknochen des Erwachsenen [172])
    - Retention des Implantates und Behandlung mit Débridement und suppressive Antibiotika-Therapie
    - Bei beherrschtem Infekt und stabiler Implantatlage Frakturheilung abwarten

## 9.4. Spätkomplikationen

### 9.4.1. Nicht-operative Therapie

- Bewegungseinschränkung, besonders der angrenzenden Gelenke
- Pseudarthrose (0-65%) [9, 21, 173, 174]
- Heilung in Fehlstellung (ca. 15%) [9]

### 9.4.2. Operative Therapie

- Osteosynthese
  - Dislokation der Fraktur
  - Implantatdislokation
  - Implantatbruch
  - verzögerte Heilung, Frakturheilungsstörung, Pseudarthrose (3-34,8%) [111, 173-180]
  - Heterotope Ossifikationen
  - CRPS
  - Funktionsstörung der Schulter und weiterer Gelenke der betroffenen Extremität [179, 181]
  - Bewegungseinschränkung [182]
  - Impingement subacromial [170]
  - Spätinfekte [168, 170, 183]

## 9.5. Dauerfolgen

- Bewegungseinschränkung der Schulter und peripherer Gelenke (posttraumatische Arthrofibrose, Schultersteife)
- Kraftminderung des Armes
- Ästhetisch störende Narben
- Persistierende Nervenausfälle

## 10. Klinisch-wissenschaftliche Ergebnis-Scores

- Constant/Murley-Score [184]
- Neer Score [185]
- Rowe-Score [186]
- Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH)-Score [187]
- American Shoulder and Elbow Surgeons (ASES) Standardized Shoulder Assessment Form [188]
- Oxford Shoulder Score [189]
- Shoulder Rating Questionnaire [190]
- SF-36 [191]
- SMFA [192, 193]
- The Radiographic Union Score for HUmeral fractures (RUSHU) [72]
- Radiographic humerus union measurement (RHUM) [71]

## 11. Prognose

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

Prognose abhängig von

- Frakturform, Frakturmorphologie und Lokalisation
- Begleitendem Weichteilschaden und dessen Management
- Behandlungsform [194]
- Behandlungszeitpunkt
- Behandlungsverlauf
- Mitbeteiligung eines Gelenks
- Mitarbeit des Patienten
- Rauchen (erhöhte Rate an Pseudarthrosen und verzögerter Knochenbruchheilung bei Rauchern)
- Alter des Patienten [195]
- Vorerkrankungen (Diabetes, pAVK, Osteoporose, Rheuma, Arthrose)
- Bei optimaler Konstellation dieser Faktoren ist die Prognose für eine Wiederherstellung der Funktion gut.

### 11.1. Nicht-operative Behandlung

- Pseudarthrose, v.a. im proximalen Drittel durch Weichteilinterposition (0-65%) [9, 21, 173]
- Schmerzen mäßigen Grades
- Abhängig von der Händigkeit des Patienten

### 11.2. Operative Behandlung

- Keine signifikanten Differenzen zwischen ORIF-IMN-MIPO [196]
- Bewegungseinschränkung
- sekundäre Dislokation in Abhängigkeit von Frakturtyp, Knochenqualität, Reposition und Implantat
- Pseudarthrose (3-34,8%) [111, 173, 175-177]

## 12. Prävention von Folgeschäden

- Wiederherstellung von Achse, Rotation, Länge und Gelenken, wenn nötig, auch sekundär
- Vermeidung und Behandlung instabiler Narben
- Behandlung von Komplikationsfolgen [173, 197-224]
- Im direkten Anschluss an die Implantatentfernung Vermeidung von Spitzenbelastungen
- Kompressionsbehandlung nach Thrombose oder bei chronischer Schwellneigung