



AWMF-Register Nr.	187-041	Klasse:	S2e
-------------------	---------	---------	-----

Distale Femurfrakturen

S2e-Leitlinie

der

Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie e.V.

 Deutsche Gesellschaft für
Orthopädie und Unfallchirurgie

und

Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V. (DGU)
Österreichische Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V. (ÖGU)
Die Schweizer Chirurgeninnen und Chirurgen e.V. (SGC/SSC)



Herausgebende

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: Prof. Dr. med. Lars Großterlinden

Korrespondenz: Prof. Dr. med. Lars Großterlinden
E-Mail: leitlinien@dgou.de

Federführende Autoren:
Prof. Dr. Lars Gerhard Großterlinden, Frau Dr. Julia Wolf

Autoren der Leitlinie

Dr. Lutz Mahlke
Dr. Rainer Kübke
Priv.-Doz. Dr. Dorien Schneidmüller
Prof. Dr. Karl-Heinz Frosch
Prof. Dr. Klaus Michael Stürmer
Prof. Dr. Klaus Wenda
Prof. Dr. Stephan Sehmisch
Prof. Dr. Klaus Dresing
Prof. Dr. Franz Josef Seibert
Dr. Michele Arigoni
Priv.-Doz. Dr. Dr. Yves Pascal Acklin

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

Zusätzlich verweisen wir auf die Liste der Autoren der Erstversion 09/2019.

Bitte wie folgt zitieren:

Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie e.V.: Distale Femurfrakturen: Erstversion 23.09.2019, überarbeitete Version 30.06.2023: Verfügbar <https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/187-041#anmeldung>, Zugriff am:

Inhaltsverzeichnis

HERAUSGEBENDE	2
INHALTSVERZEICHNIS.....	3
PRÄAMBEL.....	6
1. ALLGEMEINES.....	9
1.1 Ätiologie und Epidemiologie.....	10
1.2 Prävention.....	10
1.3 Lokalisation	10
1.4 Klassifikation.....	10
1.4.1 Fraktуреinteilung nach AO (Meinberg)	10
1.4.2 Einteilung der Weichteilschäden	14
2. PRÄKLINISCHES MANAGEMENT.....	15
2.1 Unfallmechanismus	15
2.2 Notfallmaßnahmen	15
2.3 Dokumentation	16
3. ANAMNESE.....	17
3.1 Analyse Verletzungsmechanismus.....	17
3.2 Vorgaben der gesetzlichen Unfallversicherung	17
3.3 Vorerkrankungen und Verletzungen.....	18
3.3.1 Lokal	18
3.3.2 Allgemein	18
3.4 Wichtige Begleitumstände.....	19
3.5 Symptome.....	19
4. DIAGNOSTIK	20
4.1 Notwendige Untersuchungen	20
4.2 Fakultative Diagnostik.....	22
4.3 Ausnahmsweise.....	23
4.4 Diagnostische Schwierigkeiten	24

4.5	Differenzialdiagnose.....	24
5.	KLINISCHE ERSTVERSORGUNG	25
5.1	Klinisches Management.....	25
5.2	Allgemeine Maßnahmen.....	25
5.3	Spezielle Maßnahmen.....	26
5.4	Klinische Erstversorgung bei Polytrauma.....	26
6.	INDIKATIONEN ZUR DEFINITIVEN THERAPIE	26
6.1	Nicht operativ.....	26
6.2	Operativ.....	27
6.3	Stationär oder ambulant.....	27
7.	THERAPIE NICHT OPERATIV.....	28
7.1	Logistik.....	28
7.2	Begleitende Maßnahmen.....	28
7.3	Häufigste Verfahren.....	28
7.4	Seltene Verfahren.....	29
7.5	Zeitpunkt.....	29
7.6	Weitere Behandlung.....	29
7.7	Risiken und Komplikationen.....	29
8.	THERAPIE OPERATIV	30
8.1	Logistik.....	30
8.2	Perioperative Maßnahmen.....	30
8.2.1.	Allgemeine Maßnahmen.....	31
8.2.2.	Anästhesieverfahren.....	32
8.3	Häufigste Verfahren.....	33
8.3.1.	Marknagelosteosynthese.....	34
8.3.2.	Plattenosteosynthese.....	34
8.3.3.	Fixateur externe Osteosynthese.....	36
8.3.4.	Zusatzoperationen und Zusatzmaßnahmen.....	37
8.3.5.	Intraoperative Kontrollen (klinisch und radiologisch).....	38
8.4	Alternative Verfahren.....	39
8.5	Seltene Verfahren.....	39
8.6	Operationszeitpunkt.....	40

8.7 Postoperative Behandlung	40
8.7.1. Klinisch.....	40
8.7.2. Radiologische Kontrolle	41
8.7.3. Zusätzliche Operationen	41
8.8. Risiken und Frühkomplikationen	42
9 WEITERBEHANDLUNG	43
9.1. Rehabilitation.....	43
9.2. Kontrollen	43
9.3. Implantatentfernung	44
9.4. Spätkomplikationen.....	44
9.5. Mögliche Dauerfolgen	44
10. KLINISCH-WISSENSCHAFTLICHE ERGEBNIS-SCORES.....	45
11. PROGNOSE.....	45
12. PRÄVENTION VON FOLGESCHÄDEN	45
13. STICHWORTVERZEICHNIS	46
13.1. Schlüsselwörter (deutsch).....	46
13.2. Keywords.....	47
14. ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	48
15. LITERATURVERZEICHNIS	48

Präambel

Die Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V. (DGU) hat seit 1996 als wissenschaftliche Fachgesellschaft Leitlinien für die unfallchirurgische Diagnostik und Therapie herausgegeben. Seit 2019 werden die Leitlinien der beiden Fachgesellschaften DGU und DGOOC (Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie) gemeinsam unter einer Ordnungsnummer bei der AWMF herausgegeben.

Leitlinien wurden von der Leitlinienkommission in Zusammenarbeit mit der Österreichischen Gesellschaft für Unfallchirurgie (ÖGU) und der Schweizerischen Gesellschaft für Chirurgie (SGC) formuliert und mit dem Geschäftsführenden Vorstand der Fachgesellschaften konsentiert.

Die Leitlinien werden auf der Homepage der Arbeitsgemeinschaft Medizinisch Wissenschaftlicher Fachgesellschaften AWMF publiziert (awmf.org). Die Liste aller aktuellen DGOU-Leitlinien findet sich auf der Homepage der DGOU (<https://dgou.de/leitlinien/leitlinienubersicht>) mit einem jeweiligen Link zur betreffenden Seite der AWMF.

Leitlinien können wegen des rasanten Wachstums des medizinischen Wissens und seiner relativ kurzen Halbwertszeit immer nur eine Momentaufnahme sein. Daher hat sich die AWMF darauf geeinigt, dass Leitlinien alle 5 Jahre überarbeitet werden sollen. Danach läuft die Gültigkeit dieser Leitlinien bei der AWMF ab. Die Leitlinienkommission der DGOU koordiniert ständig Novellierungen der Leitlinien, kann aber die 5-Jahresfrist nicht immer einhalten. Daher sollte bei jeder konkreten Anwendung einer Leitlinie geprüft werden, ob die betreffende Aussage noch dem aktuellen Stand des Wissens entspricht. Das gilt auch schon vor Ablauf der 5-Jahresfrist. Die Erfahrung der Leitlinienkommission mit Novellierungen hat allerdings gezeigt, dass sich Änderungen nach 5 Jahren meist auf die Indikationen und die Operationsverfahren beziehen. Der weit überwiegende Inhalt der Leitlinien hat dagegen lange Bestand.

Die Mitglieder der Leitlinienkommission, die federführenden Autoren und die Arbeitsgruppen arbeiten ehrenamtlich. Die jeweiligen Erklärungen zur Compliance finden sich bei jeder Leitlinie auf der Seite der AWMF. Die Methodik der Leitlinien Entwicklung, Evidenzfindung und das Verfahren der Konsensbildung sind in einer gesonderten Ausarbeitung im Detail dargestellt, die jeder Leitlinie beigelegt ist. Der aktuelle Stand der Leitlinien Entwicklung findet sich auf der Homepage der DGOU (<https://dgou.de/leitlinien/leitlinienubersicht>) oder über das Leitlinienbüro der DGOU erfragt werden (leitlinien@dgou.de).

Leitlinien sollen Studierenden, Ärzten in Weiterbildung, Fachärzten, Gutachtern, Prüfern, Mitgliedern medizinischer Hilfsberufe, Patienten und interessierten Laien zur Information dienen und zur Qualitätssicherung beitragen. Ihre Anwendung setzt medizinischen Sach-verstand voraus. 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 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 Thrombose- oder Antibiotikaprophylaxe werden nicht im Einzelnen beschrieben; sie 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 aktuellen wissenschaftlichen Publikationen.

Alle Leitlinien sind nach einer einheitlichen Gliederung aufgebaut, so dass man bei allen Leitlinien z.B. unter Punkt 4 immer 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 sind, 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 des(r) handelnden Arztes/Ärztin 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 nie homogen sein. Dies wird auch dadurch dokumentiert, dass verschiedene wissenschaftliche Fachgesellschaften Leitlinien zu überlappenden Themen mit gelegentlich unterschiedlichen Aussagen herausgeben.

Leitlinien des Niveaus S2e und S3 basieren u.a. auf einer systematischen Literaturrecherche und -bewertung mit dem Ziel, bestimmte Aussagen evidenzbasiert treffen zu können. Der Evidenzgrad wird nach den DELBI-Kriterien ermittelt. Auf Grund des raschen medizinischen Fortschritts finden sich in der Unfallchirurgie nur relativ wenige evidenzbasierte Aussagen, weil diese aufwendige Forschungsarbeiten und Nachuntersuchungen über einen oft 10-jährigen oder noch längeren Zeitraum voraussetzen.

Bei fraglichen Behandlungsfehlern ist es Aufgabe des Gerichtsgutachters, den zum maßgeblichen Zeitpunkt geltenden medizinischen Standard zu beschreiben und dem Gericht mitzuteilen. Die Funktion des fachgleichen und erfahrenen Gutachters kann nicht durch Leitlinien ersetzt werden. Ihre Anwendung setzt medizinischen Sachverstand voraus.

Prof. Dr. med. Klaus Dresing
Univ.-Prof. Dr. med. Andreas Halder,

Berlin, den 30.06.2023

Leiter der Leitlinien-Kommission
Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und
Unfallchirurgie e.V.

1. Allgemeines

Die allgemeine Präambel für Unfallchirurgische Leitlinien (Seite 12) ist integraler Bestandteil der vorliegenden Leitlinie. Die Leitlinie darf nicht ohne Berücksichtigung dieser Präambel angewandt, publiziert oder vervielfältigt werden.

Diese Leitlinie wurde auf dem S2e-Niveau nach AWMF erstellt. Nach der Literaturangabe wird der höchste Evidenzgrad in römischen Zahlen wiedergegeben.

Die als Empfehlungen der Leitlinienkommission gekennzeichneten Sätze geben die Meinung der Leitlinienkommission wieder; sie beziehen sich nicht unbedingt auf Evidenz basierte Literaturergebnisse, sondern berücksichtigen auch klinische Erfahrungen und Kenntnisse. Auf eine Gewichtung dieser Empfehlungen wurde bewusst verzichtet.

Diese Leitlinie gilt für Erwachsene und darf nicht auf distale Femurfrakturen bei Kindern oder Jugendlichen mit noch offenen Wachstumsfugen angewendet werden.

Evidenzklassen (EK) modifiziert nach AHCPR 1992, SIGN 1996

Ia Evidenz aufgrund von Metaanalysen randomisierter, kontrollierter Studien

Ib Evidenz aufgrund mindestens einer randomisierten, kontrollierten Studie

IIa Evidenz aufgrund mindestens einer gut angelegten, kontrollierten Studie ohne Randomisation

IIb Evidenz aufgrund mindestens einer gut angelegten, nicht randomisierten und nicht kontrollierten klinischen Studie, z.B. Kohorten-Studie

III Evidenz aufgrund gut angelegter, nicht experimenteller, deskriptiver Studien, wie z.B. Vergleichsstudien, Korrelationsstudien und Fall-Kontroll-Studie

IV Evidenz aufgrund von Berichten der Experten-Ausschüsse oder Expertenmeinungen und/oder klinischer Erfahrung anerkannter Autoritäten

1.1 Ätiologie und Epidemiologie

- Inzidenz distaler Femurfrakturen 4⁵/105 Einwohner/Jahr unter allen Erwachsenenfrakturen [9, 32]
- Prävalenz 0.4% [9, 32]
- Etwa 3-6% aller Femurfrakturen [9,32]
- Direkte Krafteinwirkungen im Rahmen von Niedrig-Energie-Traumata, vor allem beim älteren Menschen mit verminderter Knochenqualität
- Weniger häufig direkte Krafteinwirkung bei (Hoch-) Rasanz-traumen (häufig mit Weichteilschaden, offene Frakturen); Dashboard-Injury; Polytrauma; hier sind jüngere, männliche Patienten häufiger betroffen
- Indirekte Krafteinwirkung durch Biegung und / oder Rotation (überwiegend geschlossene Frakturen)
- Schuss- und Explosionsverletzungen
- Pathologische Frakturen, Ermüdungsbrüche, Osteoporose-assoziierte Frakturen, zunehmende Zahl an periprothetischen Frakturen bei Oberflächenersatz des Kniegelenkes

1.2 Prävention

- Adäquates Verhalten und Schutzkleidung im Straßenverkehr, beim Sport und bei der Arbeit
- Beachtung der relevanten Sicherheitsvorschriften
- Sturzprophylaxe insbesondere nach Knie-TEP und bei geriatrischen Patienten
- Osteoporose-Prophylaxe/Therapie

1.3 Lokalisation

- Distales Femur und Kniegelenk

1.4 Klassifikation

1.4.1 Fraktуреinteilung nach AO (Meinberg)

- https://www2.aofoundation.org/AOFileServerSurgery/MyPortalFiles?FilePath=/Surgery/en/_docs/AOOTA%20Classification%20Compendium%202018.pdf [28]

33

Location: Femur, **distal end segment** 33



Types:
Femur, distal end segment,
extraarticular fracture
33A



Femur, distal end segment,
partial articular fracture
33B



Femur, distal end segment,
complete articular fracture
33C



33A

Type: Femur, distal end segment, **extraarticular fracture** 33A

Group: Femur, distal end segment, extraarticular, **avulsion fracture** 33A1

Subgroups:
Lateral epicondyle fracture
33A1.1



Medial epicondyle fracture
33A1.2



Group: Femur, distal end segment, extraarticular, **simple fracture** 33A2

Subgroups:
Spiral fracture
33A2.1



Oblique fracture
33A2.2



Transverse fracture
33A2.3



Figure 1: Lokalisation – Femur distales Endsegment, Fraktur-Typ 33A

Group: Femur, distal end segment, extraarticular, **wedge or multifragmentary fracture** 33A3

Subgroups:
Intact wedge fracture
 33A3.1*



Fragmentary wedge fracture
 33A3.2*



Multifragmentary fracture
 33A3.3



*Qualifications:
 f Lateral
 h Medial

33B

Type: Femur, distal end segment, **partial articular fracture** 33B

Group: Femur, distal end segment, partial articular, **lateral condyle, sagittal fracture** 33B1

Subgroups:
Simple through the notch
 33B1.1



Simple through the load bearing surface
 33B1.2



Fragmentary fracture
 33B1.3



Group: Femur, distal end segment, partial articular, **medial condyle, sagittal fracture** 33B2

Subgroups:
Simple through the notch
 33B2.1



Simple through the load bearing surface
 33B2.2



Fragmentary fracture
 33B2.3



Group: Femur, distal end segment, partial articular, **frontal/coronal fracture** 33B3

Subgroups:
Anterior and lateral flake fracture
 33B3.1



Posterior unicondylar fracture (Hoffa)
 33B3.2*



Posterior bicondylar fracture (bilateral Hoffa)
 33B3.3



*Qualifications:
 f Lateral
 h Medial

Figure 2: Lokalisation – Femur distales Endsegment, Fraktur-Typ 33B

33C

Type: Femur, distal end segment, **complete articular fracture** 33C

Group: Femur, distal end segment, complete, **simple articular, simple metaphyseal fracture** 33C1

Subgroups:
Above transcondylar axis
33C1.1



Through or below transcondylar axis
33C1.3



Group: Femur, distal end segment, complete, **simple articular, wedge or multifragmentary metaphyseal fracture** 33C2

Subgroups:
Intact wedge metaphyseal fracture
33C2.1*



Fragmentary wedge metaphyseal fracture
33C2.2*



Multifragmentary metaphyseal fracture
33C2.3



*Qualifications:
f Lateral
h **Medial**

Group: Femur, distal end segment, complete, **multifragmentary articular fracture, simple, wedge or multifragmentary metaphyseal fracture** 33C3

Subgroups:
Simple metaphyseal fracture
33C3.1



Wedge metaphyseal fracture
33C3.2*



Multifragmentary metaphyseal fracture
33C3.3



*Qualifications:
f Lateral
h **Medial**
s **Intact**
l Fragmentary

Figure 3: Lokalisation – Femur distales Endsegment, Fraktur-Typ 33C - 1

Group: Femur, distal end segment, complete, multifragmentary articular fracture, simple, wedge or multifragmentary metaphyseal fracture 33C3

Subgroups:
Simple metaphyseal fracture
33C3.1

Wedge metaphyseal fracture
33C3.2*

Multifragmentary metaphyseal fracture
33C3.3



*Qualifications:
f Lateral
h Medial
s Intact
! Fragmentary

Figure 4: Lokalisation – Femur distales Endsegment, Fraktur-Typ 33C – 2

1.4.2 Einteilung der Weichteilschäden

1.4.1.1 Klassifikation der offenen Frakturen (nach Gustilo R.B. und Anderson J.T.) [17]

- Grad I: Durchspießung des Haut- und Weichteilmantels von innen, wenig oder keine Kontamination, Wunde von weniger als 1 cm
- Grad II: Hautläsion größer als 1 cm, die umgebenden Weichteile zeigen keine oder nur geringgradige Kontusion
- Grad III A: Ausgedehnte Weichteilzerstörung, jedoch noch ausreichende Weichteildeckung des frakturierten Knochens
- Grad III B: Ausgedehnte Weichteilverlust mit periostaler Ablösung und Knochenfreilegung. Üblicherweise hohes Maß an Kontamination
- Grad III C: Offene Fraktur mit einem behandlungsbedürftigen arteriellen Gefäßschaden

1.4.1.2 Klassifikation des frakturbegleitenden Weichteilschadens (nach Oestern H.J. und Tscherné H.) [37]

- Grad 0: Kein Weichteilschaden
- Grad I: Oberflächliche Schürfung oder Kontusion durch Fragmentdruck von Innen
- Grad II: Tiefe, kontaminierte Schürfung; Lokale Haut- und Muskelkontusion; Drohendes Kompartmentsyndrom
- Grad III: Ausgedehnte Hautkontusion mit Muskelzerstörung; subkutanes Décollement; manifestes Kompartmentsyndrom; Nerven- oder Gefäßverletzung

2. Präklinisches Management

2.1 Unfallmechanismus

- Verkehrsunfall als
 - Fußgänger
 - Zweiradfahrer (Fahrrad / Motorrad)
 - PKW/LKW-Insasse (Dashboard)
- Sturz aus definierter Höhe
- Sturz mit Oberschenkel-Verdrehtrauma
- Direkter Anprall
- Verdrehtrauma mit hoher Krafteinwirkung bei jüngeren Patienten, bzw. geringer Krafteinwirkung bei geriatrischen Patienten.
- Schuss- und Explosionsverletzungen
- Inadäquates Trauma/Spontanfraktur bei Knochen-, Stoffwechsel- und Tumorerkrankungen, Multipler Sklerose

2.2 Notfallmaßnahmen

1	Empfehlung	Modifiziert Stand 2023
Empfehlungsgrad: B Expertenkonsens (EK)	In der Notfallversorgung sollte: <ul style="list-style-type: none"> a) Ein steriler Verband bei offenen Frakturen angelegt werden. b) Eine Reposition durch Längszug und Fixierung durch eine geeignete Schiene erfolgen. c) Immer eine Ruhigstellung der angrenzenden Gelenke (Hüfte, Knie) erfolgen. 	

2	Empfehlung	Modifiziert Stand 2023
Empfehlungsgrad: B Expertenkonsens (EK)	Ein Transport in ein Krankenhaus mit adäquater unfallchirurgischer Versorgungskompetenz; möglichst einem zertifizierten Traumazentrum im TraumaNetzwerk-DGU, sollte zügig erfolgen.	

- Schonende Rettung unter Vermeidung zusätzlicher Schädigung
- Steriler Verband bei offenen Frakturen und zusätzlichen Wunden
- Analgesie
- Reposition durch Längszug (bei offener Fraktur / Dislokation) und Fixierung durch geeignete Schiene
- Immer Ruhigstellung der angrenzenden Gelenke (Hüfte, Knie):
 - Vakuummatratze
- Venöser Zugang und Volumengabe bei Bedarf
- Zügiger Transport in Krankenhaus mit adäquater unfallchirurgischer Versorgungskompetenz; möglichst zertifiziertes Traumazentrum im TraumaNetzwerk-DGU

2.3 Dokumentation

Folgende Punkte sind für die Dokumentation des Notfallmaßnahmen zur besseren Nachvollziehbarkeit notwendig:

- Schriftliches Rettungsdienstprotokoll
- Fotodokumentation sinnvoll - Datenschutz beachten!
- Schürfungen
- Kontamination
- Hautperforation von innen durch Frakturfragmente
- Hautperforation von außen
- Gesetzlich versicherter Unfall?
- Vorbestehende Verletzungen und Folgeschäden
- Vorerkrankungen
- Medikamente
- Mentaler und körperlicher Status
- Soziales Umfeld
- Nikotin-, Alkohol-, Drogenabusus

- Multiresistente Keime
- Unfall im Rahmen der Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV, AUVA, SUVA)

3. Anamnese

3.1 Analyse Verletzungsmechanismus

3	Empfehlung	Modifiziert Stand 2023
Empfehlungsgrad: B Expertenkonsens (EK)	Für die bessere Versorgung und dem schnellen Einleiten weiterer Maßnahmen sollte eine Analyse des Verletzungsmechanismus erfolgen: Dabei sind folgende Punkte zu differenzieren: <ul style="list-style-type: none"> • Richtung und Maß der einwirkenden Kräfte • Weichteilrelevante Unfall- / Verletzungsmechanismen • Rotationstrauma • Hinweise auf Beteiligung von Becken, Hüft- und Kniegelenk 	

3.2 Vorgaben der gesetzlichen 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.
- Die Patienten müssen in Deutschland einem zum Durchgangsarztverfahren zugelassenen Arzt vorgestellt werden. Dieser entscheidet über die Einleitung eines bg-lichen Heilverfahrens.
- Bei Unfallfolgen und Folgeerkrankungen gilt das BG-liche Heilverfahren und Folgebehandlungen sollten in einer von der DGUDGOUV zugelassenen Einrichtung erfolgen.
- Nach dem Verletzungsartenverzeichnis der DGUDGOUV (Stand 1. Juli 2018) sind folgende Verletzungen des distalen Femurs in für VAV oder SAV zugelassenen Kliniken zu behandeln:
 - 6.6 VAV: Brüche des Oberschenkels bei gegebener oder abzuklärender Operationsbedürftigkeit.
 - 6.6 SAV: Vorgenannte Brüche des Oberschenkels bei begleitenden Gefäß-/Nervenverletzungen, Gelenkbeteiligung oder begleitender hochgradiger Weichteilschädigung.
 - 6.8 VAV: Brüche mehrerer Rohrenknochen an einer
 - Extremität bei gegebener oder abzuklärender Operationsbedürftigkeit.

- 6.8 SAV: Vorgenannte Brüche mehrerer Röhrenknochen bei komplexen Bruchformen (Typ-C der AO-Klassifikation), hochgradiger Weichteilschädigung, Weichteiluntergang mit Nekrosen von Haut, Faszien und Muskeln, Kompartmentsyndrom
- 7.8 VAV: Gelenkbetreffende Brüche des körperfernen Oberschenkels bei gegebener oder abzuklärender Operationsnotwendigkeit
- 7.8 SAV: Gelenkbetreffende Brüche des körperfernen Oberschenkels bei Typ B3 oder C3 der AO-Klassifikation, Gefäßverletzung, Nervenverletzung, hochgradiger Weichteilschädigung
- 10.1-4 SAV: Mehrfachverletzungen
- 11.1.5 SAV: Komplikationen

3.3 Vorerkrankungen und Verletzungen

3.3.1 Lokal

- Frakturen der unteren Extremität
- Kniegelenksverletzungen, -erkrankungen
- Einliegende Kniegelenksprothese
- Infektionen an Knochen und Gelenken
- Vorbestehende Beinlängendifferenz oder Achsfehlstellung
- Neurologische Erkrankungen
- Neuromuskuläre Erkrankungen
- Osteoporose und sonstige Knochenerkrankungen

3.3.2 Allgemein

- Allgemeine Erkrankungen und Knochenerkrankungen
- (System- und Neurologische Erkrankungen / Osteoporose)
- Multiple Sklerose
- Thrombose, Embolie, postthrombotisches Syndrom
- Arterielle Verschlusskrankheit
- Diabetes mellitus
- Hepatitis B/C, HIV
- Beinödeme verschiedener Ätiologien
- Hauterkrankungen, chronische Ulcerationen
- Allergien, speziell Medikamenten- und Metallallergien
- Multiresistente Keime

3.4 Wichtige Begleitumstände

- Unfallort, Auffindungsort
- Unfallzeitpunkt und Zeitraum bis Klinikaufnahme
- Bisherige Versorgung der Verletzungen
- Alkohol-, Nikotinabusus
- Drogen
- Gerinnungshemmende Medikamenteneinnahme (ASS, Cumarine, orale Antikoagulantien)
- Medikamenteneinnahme die das Operations- und Narkoserisiko erhöhen (Metformin, orale Antidiabetika, Kortison, Antihistaminika, Antihypertonika)
- Funktioneller Status vor Unfall
- Soziales Umfeld
- Berufsanamnese

3.5 Symptome

- Schmerz
- Knochenreiben (Crepitatio)
- Gelenkerguß
- Fehlstellung
- Abnorme Beweglichkeit
- Mangelnde Belastbarkeit
- Gefühlsstörungen
- Funktionsausfälle
- Blutung, Hämatom
- Periphere Durchblutungsstörung
- Schwellung

4. Diagnostik

4	Empfehlung	Modifiziert Stand 2023
Empfehlungsgrad: A Expertenkonsens (EK)	Die Diagnostik soll ohne Verzögerung erfolgen. Dabei soll auf den Wärmehalt des Patienten, eine angemessene Analgesie und eine adäquate Lagerung geachtet werden.	

4.1 Notwendige Untersuchungen

Blutverlust, Kreislauf, Schock

- Blutdruck
- Puls
- Labor

Klinische Untersuchungen:

- Arterielle und venöse Durchblutung
- Periphere Motorik
- Periphere Sensibilität
- Einschätzung und Klassifizierung des Weichteilschadens mit
- Dokumentation von Hämatom / Wunden / Schürfung / Kontusionszone / Blasen / Fremdkörper
- Sichere Frakturzeichen:
 - Sichtbare (offene) Frakturenden
 - Krepitation
 - Achsfehlstellung
 - abnorme Beweglichkeit
- Bei offenen Frakturen:
 - Wundinspektion bei offenen Frakturen nur unter sterilen Bedingungen (sinnvoll: Fotodokumentation)
 - Keine mehrfachen Inspektionen
 - Proben zur mikrobiologischen Untersuchung

- Unsichere Frakturzeichen:
 - Schmerzen, lokaler Druckschmerz
 - Schwellung
 - Rötung
 - Wärme
- Kniegelenkerguss
- Bursa präpatellaris
- Begleit- und Zusatzverletzungen des Kniegelenks
- Begleitfrakturen: prox. Unterschenkel, Femurschaft, Hüfte,
- Becken
- Fragmentdruck
- Faszienspannung, Kompartmentsyndrom?

5	Empfehlung - evidenzbasiert	Modifiziert Stand 2023
Empfehlungsgrad: A	Bei klinischem Verdacht auf eine arterielle Gefäßverletzung soll ein bildgebendes Verfahren (z.B.: Doppler-Sonographie/Angiographie/Angio-CT) durchgeführt werden.	
Evidenzlevel: IIb	[1] Abou-Sayed H et al.	

6	Empfehlung	Modifiziert Stand 2023
Empfehlungsgrad: A Expertenkonsens (EK)	Zum Ausschluss eines drohenden Kompartmentsyndroms sollen wiederholte Kontrollen in den ersten 24 Stunden durchgeführt werden.	

Laboruntersuchungen

- Laboruntersuchungen unter Berücksichtigung von Alter, Begleiterkrankungen und –verletzungen des Patienten,
- Kreuzblut für Blutgruppe und präoperativ Bereitstellung von
- Blutkonserven in Abhängigkeit von der Verletzungsschwere und Begleitverletzungen

- HIV / Hepatitis B/C – Schnelltest nach Einwilligung des Patienten zum Schutz des Krankenhauspersonals und des Patienten (z.B. Antibiotikatherapie bei herabgesetzter Immunabwehr)

Röntgendiagnostik

- Oberschenkel und angrenzende Gelenke in 2 Ebenen
- (a.p. / seitlich)
- Bei Polytrauma mit Ganzkörper-CT bis unterhalb des Knies keine zusätzliche konventionelle Röntgenaufnahme erforderlich

4.2 Fakultative Diagnostik

Klinische Untersuchungen

7	Empfehlung - evidenzbasiert	Modifiziert Stand 2023
Empfehlungsgrad: A	Bei Minderdurchblutung soll eine Dopplersonographie/Pulsoxymetrie der Beinarterien durchgeführt werden.	
Evidenzlevel: IIb	[1] Abou-Sayed et al.	

- Stabilitätsuntersuchung von Becken und Hüftgelenk soweit möglich
- Dopplersonographie / Pulsoxymetrie der Beinarterien bei Minderdurchblutung

8	Empfehlung - evidenzbasiert	Modifiziert Stand 2023
Empfehlungsgrad: B	Bei klinisch grenzwertigen Befunden für ein Kompartmentsyndrom, bei bewusstlosen Patienten oder fehlender Compliance sollte eine intrakompartimentelle Druckmessung, ggf. mit kontinuierlichem Monitoring (sicherste Diagnosestellung) erfolgen.	
Evidenzlevel: III IV	[3] Bible et al. [30] Ojike et al. [40] Wall et al.	

- Bei klinisch grenzwertigen Befunden für ein Kompartmentsyndrom, bei bewusstlosen Patienten oder fehlender Compliance intrakompartimentelle Druckmessung, ggf. mit kontinuierlichem Monitoring (sicherste Diagnosestellung)
- Vibrationsempfindlichkeit (Kompartmentsyndrom, DD Polyneuropathie)
- Bestimmung von Achse und Rotation des unverletzten Beins
- MRSA-Screening bei Risikopatienten
- Intraoperative Biopsie bei fraglich pathologischer Fraktur

Röntgendiagnostik

- CT-Bildgebung Kniegelenk bei V.a. Gelenkbeteiligung oder unklarer Fraktursituation
- Angio-CT bei nichteindeutiger Doppleruntersuchung und zur Lokalisation einer Gefäßverletzung

4.3 Ausnahmsweise

- MRT bei V.a. pathologische Fraktur z.B. bei Knochenstoffwechselerkrankungen, Malignomen
- MRT bei Verdacht auf Zusatzverletzungen (v.a. Knieinnenstrukturen)
- Kontrastmittelverstärkte Ultraschalluntersuchung bei V.a. Kompartmentsyndrom
- Farbcodierte Dopplersonografie

- PET-CT (falls verfügbar) oder Knochenszintigraphie zur Detektion weiterer stabilitätsgefährdender Metastasen bei pathologischer Fraktur

4.4 Diagnostische Schwierigkeiten

- Erkennen von begleitenden Gefäß- oder Nervenverletzungen
- Erkennen von begleitenden Frakturen (Tibiakopf, Hüfte, Becken)
- Einschätzung des begleitenden Weichteilschadens
- Erkennen eines Kompartmentsyndroms
- Erkennen und Interpretation einer pathologischen Fraktur
- Orientierung über die Achse und Rotation im Seitenvergleich
- Begleitende Bandverletzungen des Kniegelenks
- Begleitende prox. Unterschenkelfraktur „Floating Knee“

4.5 Differenzialdiagnose

- Weichteilverletzung ohne Fraktur
- Proximale Femurfraktur oder Femurschaftfraktur
- Knieluxation, Kniebandverletzung
- Tibiakopffraktur
- Periprothetische Femurfraktur
- Tumor / Metastase
- Ermüdungsfraktur
- Kombinationsverletzung distaler Femur plus proximaler Unterschenkel „Floating Knee“
- Kompartmentsyndrom

5. Klinische Erstversorgung

5.1 Klinisches Management

9	Empfehlung	Modifiziert Stand 2023
Empfehlungsgrad: B EK	a) Die klinische und radiologische Diagnostik sollte unverzüglich erfolgen und das Anästhesie- und OP-Team verständigt werden. b) Die Planung des OP-Zeitpunkts sollte in Abhängigkeit vom Verletzungsmuster und Weichteilschaden erfolgen. c) Eine notfallmäßige Stabilisierung und schmerzfreie Lagerung sollte bis zur OP erfolgen.	

- Klinische und radiologische Diagnostik ohne Zeitverzögerung
- Planung des OP-Zeitpunkts in Abhängigkeit von Verletzungsmuster und Weichteilschaden
- Anästhesie- und OP-Team verständigen: notfallmäßige Stabilisierung
- Planung des Behandlungsverfahrens

5.2 Allgemeine Maßnahmen

Zu den allgemeinen Maßnahmen der klinischen Erstversorgung gehören:

- Analgesie
- Schmerzfreie Lagerung
- Kühlung der verletzten Extremität (nicht bei drohendem Kompartmentsyndrom)
- Unfallanzeige / D-Arzt Bericht (bei Arbeits-, Wege-, Schulunfall)
- Anlage einer intravenösen Infusion
- Volumenausgleich, Schockbekämpfung
- Bei starker Blutung: Kurzzeitiger Kompressionsverband und gezielte instrumentelle Blutstillung = Notfall-OP
- Wärmeerhalt des Patienten
- Falls erforderlich Behandlung von Elektrolytverschiebungen,
- Volumensubstitution, Transfusion von Blut und/oder Blutbestandteilen
- Dekubitusprophylaxe durch Spezialmatratze bei zu erwartender schwerer Mobilisation oder Polytrauma Patienten

5.3 Spezielle Maßnahmen

Zu den speziellen Maßnahmen der klinischen Erstversorgung gehören:

- Reposition (durch axialen Zug)
- Ruhigstellung mit geeigneter Schiene oder Cast
- Thromboseprophylaxe (s. AWMF-Leitlinie Nr. 003-001 VTE-Prophylaxe)
- Gabe eines Antibiotikums bei offener Fraktur bei Aufnahme in der Klinik zur Reduktion der Infektionsrate (15 Ia)
- Patienten mit Gerinnung beeinflussenden Medikamenten sollten individuell und interdisziplinär beurteilt werden um eine Risikoabwägung zwischen den Folgen einer OP-Verzögerung, einer vermehrten perioperativen Blutungsneigung und den Auswirkungen auf die Grunderkrankung vornehmen zu können. Spezielle Aufklärung des Patienten (s. AWMF-Leitlinie Nr. 053-027 Bridging). Tetanus-Prophylaxe bei offenen Frakturen und anderen
- Wunden nach RKI

5.4 Klinische Erstversorgung bei Polytrauma

- Gelenkübergreifender Fixateur externe bis zur definitiven Versorgung
- Offene Frakturen: tiefe Wundreinigung, Débridement und
- Drainage und operative Stabilisierung
- Stabilisierung der Vitalparameter bis zur definitiven Versorgung

6. Indikationen zur definitiven Therapie

10	Empfehlung	Modifiziert Stand 2023
Empfehlungsgrad: B EK	Die distale Femurfraktur wird in der Regel operativ behandelt. Die konservative Therapie sollte auf die Patienten mit Kontraindikationen für eine Operation und mit stabilen nicht dislozierten Frakturen beschränkt bleiben.	

6.1 Nicht operativ

- Bei absoluten, allgemeinen oder lokalen Kontraindikationen gegen eine Operation
- Möglich bei inkompletten, stabilen Frakturen ohne wesentliche Weichteilverletzungen

- Bei Ermüdungsfrakturen in akuter Phase

6.2 Operativ

- Alle distalen Femurfrakturen mit Ausnahme der Indikationen unter 6.1.

11	Empfehlung - evidenzbasiert	Modifiziert Stand 2023
Empfehlungsgrad: B	Indikation zur Amputation: Die primäre oder sekundäre Amputation sollte bei irreversibel geschädigten Weichteilen und/oder Knochen durchgeführt werden. Als Entscheidungshilfe kann der MESS (Mangled Extremity Severity Score) nach vier Kriterien herangezogen werden: Skelett- und Weichteilverletzung, Extremitäten Ischämie, Schock, Patientenalter.	
Evidenzgrad: III	Literatur: [6] Bosse et al. [21] Johansen et al.	

6.3 Stationär oder ambulant

- Operative Therapie ausschließlich stationär
- Konservative Therapie nach Möglichkeit ambulant

7. Therapie nicht operativ

7.1 Logistik

- Räumliche, organisatorische, materielle und personelle Voraussetzung für nicht-operative Frakturbehandlung einschließlich Extensionsbehandlung
- Bildverstärker (C-Bogen)

7.2 Begleitende Maßnahmen

- Aufklärung über Alternativverfahren
- Abschwellende Maßnahmen
- Thromboseprophylaxe
- Physiotherapie

7.3 Häufigste Verfahren

12	Empfehlung - evidenzbasiert	Modifiziert Stand 2023
Empfehlungsgrad: B	Eine Cast-/Orthesen-Ruhigstellung sollte zur Immobilisation des Kniegelenkes; ggf. unter Einschluss des Fußes durchgeführt werden.	
Evidenzgrad: III	Literatur: [22] Jennison et al.	

7.4 Seltene Verfahren

- Thomas-Splint

13	Empfehlung - evidenzbasiert	Modifiziert Stand 2023
Empfehlungsgrad: B	Eine Extensionsbehandlung sollte bei Ressourcenengpässen und bei nicht zu vermeidenden Verzögerungen bis zur endgültigen Versorgung durchgeführt werden.	
Evidenzgrad: Ila	Literatur: [7] Butt et al.	

7.5 Zeitpunkt

- Beginn der Behandlung ohne Zeitverzögerung

7.6 Weitere Behandlung

- Physiotherapie obligat
- Thromboseprophylaxe nach S3- Leitlinie VTE-Prophylaxe

7.7 Risiken und Komplikationen

- Achs-, Rotations- und Längenabweichung
- Bewegungseinschränkung benachbarter Gelenke mit verlängerter Rehabilitation
- Atrophie von Muskeln und Knochen
- Chronisches Regionales Schmerz Syndrom (CRPS)
- Refraktur
- Verzögerte Knochenbruchheilung und Pseudarthrose
- Druckschäden
- Peroneusläsion
- Dekubitus
- Thrombose oder Embolie
- Pneumonie
- Pin-Infekt nach Extension
- Posttraumatische Arthrose bei artikulären Frakturen

8. Therapie operativ

14	Empfehlung	Modifiziert Stand 2023
Empfehlungsgrad: B EK	Die Knochendurchblutung ist für die Heilung essenziell. Dem Erhalt und der Wiederherstellung des Weichteilmantels und seiner den Knochen ernährenden Blutgefäße sollte für die Prognose eine entscheidende Bedeutung zukommen.	

Ansprüche an die operative Therapie - Osteosynthese:

- Schonendes Operationsverfahren
- Anwenderfreundliche Operationstechnik
- Erhalt der noch vorhandenen Knochendurchblutung
- Wiederherstellung der Beinachse, -länge, -rotation
- Anatomische Wiederherstellung der Gelenkfläche
- Übungsstabilität bis zur kontrollierten Belastbarkeit
- Wiederherstellung der Mobilität des Patienten

8.1 Logistik

- Räumliche, organisatorische und personelle Voraussetzungen für die operative Frakturbehandlung
- Vollständige Instrumente und (Alternativ-) Implantate für Osteosynthese
- Titanimplantate bei bekannter Metallallergie sinnvoll
- Instrumente und Implantate zur Refixation von Knorpelflakes
- Bildverstärker mit intraoperativer Durchleuchtungsmöglichkeit (C-Bogen)
- Instrumente und Implantate zur Behandlung intraoperativer Komplikationen
- Möglichkeit der Versorgung von Weichteil-, Gefäß- und Nervenverletzungen
- Möglichkeiten zur Fotodokumentation

8.2 Perioperative Maßnahmen

- Suffiziente Schmerztherapie
- Thromboseprophylaxe gemäß AWMF-Leitlinie VTE-Prophylaxe

- Blutentnahme zur Kreuzprobe, Bereithalten von 2 – 4 Erythrozytenkonzentraten bei offenen Eingriffen
- Bei instabilen Verletzungen Bettruhe bis zur operativen Stabilisierung
- Physiotherapie
- Dekubitusprophylaxe
- Ggf. Monitorüberwachung von Patientinnen und Patienten mit instabilen Frakturen
- Bei hämodynamisch relevanten Beckenfrakturen nicht invasive mechanische Stabilisierung (Beckengurt / Tuchrolle [46-48]) bis unmittelbar vor Beginn des Eingriffs
- Bei elektiver Versorgung von Fragilitätsfrakturen Mobilisation unter physiotherapeutischer Assistenz soweit möglich
- Perioperative Gabe eines Antibiotikums (s. Leitlinie Nr. 029-022 Perioperative Antibiotikaprophylaxe)
- Präoperative Planung unter Berücksichtigung von Röntgen- und CT-Aufnahmen (ggf. inkl. 3D-Rekonstruktionen)
- Auswahl des Zugangs und der Stabilisierungstechnik (Fixateur externe / interne vs. Platten vs. Schrauben) anhand der Verletzungsmorphologie
- Anlage eines transurethralen Blasenkatheters
- Abführende und entblähende Maßnahmen bei planbaren Eingriffen, insb. zur Verbesserung der radiologischen Darstellung des hinteren Beckenrings
- Umlagerung der Patientin / des Patienten *en bloc*
- Lagerung der Patientin / des Patienten zur bestmöglichen Röntgendarstellung (Inlet und Outlet Aufnahmen) - so weit als möglich am Fußende des OP-Tisches und Positionieren des Tisches möglichst fußwärts auf der Säule
- Sicherstellung der Inlet- und Outlet-Durchleuchtung vor dem Abwaschen
- Bei offenen Osteosyntheseverfahren Einsatz eines Cell-Savers erwägen

8.2.1. Allgemeine Maßnahmen

14	Empfehlung - evidenzbasiert	Modifiziert Stand 2023
Empfehlungsgrad: A	Eine Antibiotikatherapie soll bei offenen Frakturen während der Klinikaufnahme erfolgen.	
Evidenzgrad: Ia	Literatur: [15) Gosselin et al.	

15	Empfehlung - evidenzbasiert	Modifiziert Stand 2023
Empfehlungsgrad: A	Bei aseptischen Knochen- und Gelenkeingriffen soll perioperativ eine Antibiotikaprophylaxe erfolgen. Längerfristige prophylaktische Antibiotikaprophylaxe zeigten jedoch keine Vorteile gegenüber der Einmalgabe (single-shot).	
Evidenzgrad: Ia	Literatur: [14] Gillespie et al.	

Weitere wichtige Maßnahmen vor OP:

- Aufklärung über Therapie, Alternativverfahren, Risiken und Prognose
- Labor, EKG und Röntgen Thorax nach Alter und Anamnese
- Reduzierte Dekubitusrate durch Lagerung auf speziellem druckminderndem Material
- Perioperative Wärmebehandlung zur Vermeidung von Hypothermie (Hierfür verweisen wir auf die Leitlinie „Perioperative Hypothermie“ AWMF-Reg.-Nr. 001-018)
- Patienten mit gerinnungsbeeinflussenden Medikamenten sollten individuell und interdisziplinär beurteilt werden um eine Risikoabwägung zwischen den Folgen einer OP-Verzögerung, einer vermehrten perioperativen Blutungsneigung und den Auswirkungen auf die Grunderkrankung vornehmen zu können. Spezielle Aufklärung des Patienten (Hierfür verweisen wir auf die AWMF-Leitlinie Nr. 053-027 Bridging (DEGAM)).
- Thromboseprophylaxe (s. AWMF-Leitlinie Nr. 003-001 VTE-Prophylaxe)
- Time-out nach WHO unmittelbar vor OP-Beginn

8.2.2. Anästhesieverfahren

- Wahl des Anästhesieverfahrens in enger Absprache zwischen Anästhesisten und Chirurgen unter Berücksichtigung von Patientenalter, Vorerkrankungen, Begleitverletzungen und OP-Dauer
- Gefahr des Übersehens oder verspäteter Diagnose eines Kompartmentsyndroms bei Regionalanästhesie oder bei Patienten kontrollierter Anästhesie (PCA)

8.3 Häufigste Verfahren

16	Empfehlung - evidenzbasiert	Modifiziert Stand 2023
Empfehlungsgrad: A	Bei aseptischen Knochen- und Gelenkeingriffen soll perioperativ eine Antibiotikaprophylaxe erfolgen. Längerfristige prophylaktische Antibiotikaprophylaxe zeigten jedoch keine Vorteile gegenüber der Einmalgabe (single-shot).	
Evidenzgrad: IIb	Literatur: [2] Bagaria et al.	

17	Empfehlung	Modifiziert Stand 2023
Empfehlungsgrad: B EK	Platten- und Schraubenosteosynthese, retrograde Marknagelosteosynthese und Fixateur externe sind die drei häufigsten Verfahren zur operativen Behandlung und sollten individuell für jeden Patienten anhand Frakturform, Weichteilschaden, schweren weiteren Verletzungen, Vorerkrankungen und Alter ausgewählt werden.	

18	Empfehlung - evidenzbasiert	Modifiziert Stand 2023
Empfehlungsgrad: B	Die ausnahmslose Schraubenosteosynthese sollte vor allem bei den seltenen Hoffafrakturen zum Einsatz kommen.	
Evidenzgrad: IIb	Literatur: [2] Bagaria et al.	

8.3.1. Marknagelosteosynthese

19	Empfehlung - evidenzbasiert	Modifiziert Stand 2023
Empfehlungsgrad: B	Die retrograde Marknagelosteosynthese sollte bei extraartikulären, distalen Femurfrakturen durchgeführt werden.	
Evidenzgrad: IIb	Literatur: [4] Bliemel et al. [19] Hierholzer et al. [25] Markmiller et al.	
III	[22] Johansen et al. [31] Papadokostakis et al.	

Die retrograde Marknagelosteosynthese kommt weiterhin in Betracht bei:

- Einfachen artikulären Frakturen, ggf. in Verbindung mit Zugschraubenosteosynthese des Kondylenblocks
- Periprothetischen Frakturen (Oberflächenersatzknie) bei entsprechender Konfiguration der femoralen Komponente

8.3.2. Plattenosteosynthese

20	Empfehlung	Modifiziert Stand 2023
Empfehlungsgrad: B EK	Bei der Plattenosteosynthese sollte die Schonung der Knochendurchblutung im Besonderen beachtet werden.	

Die konventionelle oder winkelstabile Plattenosteosynthese stellt das Alternativverfahren zum Marknagelosteosynthese dar und ist die Methode der Wahl bei folgenden Frakturen:

21	Empfehlung - evidenzbasiert	Modifiziert Stand 2023
Empfehlungsgrad: B	Bei artikulären Frakturen sollte die konventionelle oder winkelstabile Plattenosteosynthese durchgeführt werden.	
Evidenzgrad: IIb III	Literatur: [4] Bliemel et al. [19] Hierholzer et al. [23] Kanabar P et al. [24] Kregor PJ et al. [25] Markmiller et al. [35] Schütz et al. [36] Smith et al. [38] Wähnert et al. [16] Griffin XL et al. [22] Jennison et al. [43] Wick et al.	
Empfehlungsgrad: A	Bei peri- bzw. subprothetischen distale Femurfrakturen bei Hüft-/ Knie-TEP oder peri-implantären Frakturen nach intramedullärer Osteosynthese des Femurs sollte die konventionelle oder winkelstabile Plattenosteosynthese ebenfalls durchgeführt werden.	
Evidenzgrad: III	Literatur: [41] Zlowodzki et al.	

Weitere Frakturen, bei denen die konventionelle oder winkelstabile Plattenosteosynthese Anwendung findet:

- Periprothetische Frakturen bei stielgeführten Knieprothesen

22	Empfehlung	Modifiziert Stand 2023
Empfehlungsgrad: B EK	Plattenosteosynthese sollte meist in überbrückender, elastischer, „biologischer“ Technik für die Schaftkomponente der Fraktur – und je nach Frakturtyp minimalinvasiv durchgeführt werden. In der Folge wird die Kallusbildung durch bewusst erlaubte Mikrobewegungen zwischen den vital durchbluteten (!) Fragmenten unterstützt.	

23	Empfehlung	Modifiziert Stand 2023
Empfehlungsgrad: B EK	<p>a) Die Plattenosteosynthese mit „absolut stabil“ gegeneinander fixierten Fragmenten sollte in selteneren Fällen durchgeführt werden.</p> <p>b) Dabei sollten interfragmentäre Zugschrauben mit Neutralisationsplatte oder Kompressionsplatte mit Plattenzugschrauben, ggf. Doppelplatten-Osteosynthese verwendet werden.</p>	

8.3.3. Fixateur externe Osteosynthese

24	Empfehlung	Modifiziert Stand 2023
Empfehlungsgrad: A EK	<p>Der Fixateur externe bietet die Möglichkeit einer schnellen und gewebeschonenden Stabilisierung von Frakturen, die sich nicht primär sofort mit einer Marknagel- oder Plattenosteosynthese versorgen lassen.</p> <p>In der Regel soll der Fixateur nur als vorübergehendes Implantat bis zur definitiven Osteosynthese mit Marknagel oder Platte verwendet werden. Daher soll der Wechsel zum frühestmöglichen Zeitpunkt erfolgen, bevor eine Kontamination der Pin-Kanäle eintritt.</p>	

Indikationen

25	Empfehlung - evidenzbasiert	Modifiziert Stand 2023
Empfehlungsgrad: B	Bei polytraumatisierten Patienten sollte die distale Femurfraktur mittels Osteosynthese durch Fixateur externe stabilisiert werden.	
Evidenzgrad: III	Literatur: [34] Scalea et al.	

- Frakturstabilisierung bei kritischem Weichteilschaden und bei notwendiger Weichteilkonditionierung
- Frakturen mit Gefäßverletzung
- Starke Wundkontamination im Bereich des OP-Zugangs
- Bessere Weichteilprotektion im Vergleich zum Cast, erleichterte Pflege des Patienten

26	Empfehlung	Modifiziert Stand 2023
Empfehlungsgrad: B EK	Die Eintrittspunkte der Pins sollten die späteren Zugänge für die Verriegelung oder Plattenosteosynthese nicht kompromittieren. Dies kann z.B. durch ventrale Montage erreicht werden.	

8.3.4. Zusatzoperationen und Zusatzmaßnahmen

27	Empfehlung - evidenzbasiert	Modifiziert Stand 2023
Empfehlungsgrad: 0	Eine Zementaugmentation der Schraubenlager kann durchgeführt werden.	
Evidenzgrad: IIb	Literatur: [39] Wähnert et al.	

28	Empfehlung - evidenzbasiert	Modifiziert Stand 2023
Empfehlungsgrad: A	Eine Faszienpaltung aller Oberschenkelloggen soll bei drohendem oder manifestem Kompartmentsyndrom durchgeführt werden.	
Evidenzgrad: IV	Literatur: [40] Wall et al.	

- Spongiosaplastik
- Osteosynthese von Begleitfrakturen von z.B. Tibiakopf, proximales Femur
- Bandnaht / Bandplastik bei ligamentären Verletzungen im Kniegelenk meist erst sekundär
- Primäre Weichteilversorgung bei offenen Frakturen durch Wundreinigung, Wundspülung, Débridement
- Chirurgische Versorgung von Gefäß- oder Nervenverletzungen
- Vakuumverbände
- Plastische Deckung

8.3.5. Intraoperative Kontrollen (klinisch und radiologisch)

- Arterielle Durchblutung
- Durchblutung der Muskulatur
- Zeichen für erhöhten Kompartimentdruck
- Beinlänge
- Beinachsen
- Rotation
- Stabilitätsuntersuchung benachbarter Gelenke nach Frakturstabilisation
- Frakturausläufer in das Kniegelenk sowie in den Femurschaft
- Begleitverletzungen Hüft- und Kniegelenke
- Dokumentation der intraoperativen Röntgenbildgebung

29	Empfehlung	Modifiziert Stand 2023
Empfehlungsgrad: A EK	a) Noch vor Ausleitung der Narkose sollte eine Rotationsprüfung im Vergleich zur gesunden Seite am Ende der Operation durchgeführt werden. b) Bei einer relevanten Abweichung sollte eine Korrektur der Osteosynthese erfolgen.	

8.4 Alternative Verfahren

- Zusätzliche Cerclagen
- Hybridfixation (externes und internes Verfahren)
- Hybridfixateur oder Ringfixateur

8.5 Seltene Verfahren

30	Empfehlung - evidenzbasiert	Modifiziert Stand 2023
Empfehlungsgrad: 0	Für die definitive Frakturausbehandlung kann der Fixateur externe in Erwägung gezogen werden.	
Evidenzgrad: III	Literatur: [26] Marsh et al.	
Empfehlungsgrad: B	Die antegrade Marknagelosteosynthese sollte bei extraartikuläre Frakturen durchgeführt werden.	
Evidenzgrad: IIb	Literatur: [29] Ocalan et al.	
Empfehlungsgrad: B	Verbundosteosynthesen sollten bei pathologischer Fraktur oder geriatrischen Patienten in Erwägung gezogen werden.	
Evidenzgrad: IIb	Literatur: [5] Bliemel et al. [39] Wähnert et al.	

Empfehlungsgrad: B	Der distale Femurersatz (Endoprothetik) sollte bei vorbestehender hochgradiger Gonarthrose oder pathologischer Fraktur bei Malignom oder nicht rekonstruierbaren Trümmerfrakturen in Erwägung gezogen werden.
Evidenzgrad: IIb	Literatur: [8] Choi et al. [33] Rosen et al.

8.6 Operationszeitpunkt

- Notfalloperation bei:
 - Gefäß- oder Nervenschaden
 - Drohendem oder manifestem Kompartmentsyndrom
 - Offenen Frakturen
 - Frakturen mit schwerem Weichteilschaden
- Primärversorgung anstreben
- Selten sekundäre Versorgung; bis dahin schmerzfreie Ruhigstellung in achsgerechter Stellung

8.7 Postoperative Behandlung

8.7.1. Klinisch

- Kontrollen von Durchblutung, Motorik und Sensibilität
- engmaschige Kontrollen in Hinblick auf Kompartmentsyndrom
- Wund- und Weichteilkontrollen
- Laborkontrolle
- Frühmobilisation und Belastung in Abhängigkeit von der erreichten Stabilität bis zur Schmerzgrenze
- Physiotherapie, Gangschulung, CPM
- Thromboseprophylaxe nach S3-Leitlinie der AWMF
- Dopplersonographie bei Verdacht auf Thrombose
- Kontrolle und gute Einstellung von Blutzuckerwerten zur Infektionsprophylaxe

31	Empfehlung - evidenzbasiert	Modifiziert Stand 2023
Empfehlungsgrad: A	Bei offenen Frakturen soll eine begonnene (empirische) Antibiotikatherapie fortgesetzt und in Abhängigkeit vom mikrobiologischen Befund angepasst werden.	
Evidenzgrad: Ia	Literatur: [15] Gosselin et al.	

- Bei starker Schwellung Lymphdrainage, konsequente Hochlagerung und Kühlung
- Bei Verdacht auf Osteoporose Veranlassung einer leitliniengerechten Diagnostik und Behandlung

8.7.2. Radiologische Kontrolle

Radiologische Kontrollen werden durchgeführt bei:

- Postoperativer Röntgenkontrolle in 2 Ebenen
- CT-Diagnostik bei artikulären Frakturen, schlechter Beurteilbarkeit von Reposition und Implantatlage im konventionellen Röntgen
- Beinachsenaufnahmen bei Verdacht auf relevante Achsabweichung
- Bei Verdacht auf Rotationsabweichung CT mit Vergleich der gesunden Gegenseite
- MRT-Diagnostik bei Verdacht auf Kniebinnenschaden

8.7.3. Zusätzliche Operationen

Zusätzliche Operationen sind indiziert bei:

- Plastische Weichteildeckung
- Dynamisierung bei Verriegelungsnagel optional
- Sekundäre Spongiosaplastik
- Verfahrenswechsel bei Instabilität oder Implantat-Insuffizienz
- Korrekturoperation (Achs- und Längenkorrekturen)
- Zweizeitige Knieendoprothetik

8.8. Risiken und Frühkomplikationen

Weichteile

- Nachblutung
- Hämatome
- Hautnekrosen
- Muskelnekrosen
- Kompartmentsyndrom
- Weichteilinfektion

Knochen

- Zusätzliche Fraktur durch OP
- Achs-, Längen- oder Rotationsabweichung
- Gelenkstufe, -defekt
- Verzögerte Knochenbruchheilung, speziell bei Rauchern
- Implantatversagen
- Pseudarthrose, speziell bei Rauchern
- Knocheninfekt (Osteitis, Osteomyelitis), speziell bei Diabetes, AVK, Rauchern
- Verstärkte Knochenentkalkung
- Inaktivitätsosteoporose
- Posttraumatische Gonarthrose
- Arthrofibrose

Allgemein

- Thrombose, Embolie
- Stressulcera (CAVE: NSAR-Medikation)
- Sekundärer arterieller Gefäßverschluss
- Muskelfunktionsausfälle
- Kontrakturen
- Nervenausfälle (sensibel, motorisch)
- Allergie gegen das Implantatmaterial
- Sepsis
- CRPS

9 Weiterbehandlung

9.1. Rehabilitation

32	Empfehlung	Modifiziert Stand 2023
Empfehlungsgrad: B EK	a) Die Rehabilitation bei jungen, gesunden Patienten sollte ambulant durchgeführt werden. b) Hingegen bei älteren Patienten mit hohem Rehabilitationspotential sollte eine stationäre Rehabilitation in Erwägung gezogen werden.	

33	Empfehlung	Modifiziert Stand 2023
Empfehlungsgrad: B EK	a) Zur postoperativen Rehabilitation sollte eine Physiotherapie erfolgen. b) Die Wiederbelastung sollte dosiert aufgebaut werden. c) Bei Beinlängenabweichung infolge der Fraktur sollte ein Beinlänge durch Schuhzurichtung ausglich werden.	

Weitere wichtige Punkte der Rehabilitation:

- Sekundäreingriffe an Implantat, Knochen und Weichteilen
- Berufliche Wiedereingliederung

9.2. Kontrollen

- Röntgen zur Stellungskontrolle, zu Beurteilung des Fortschritts der knöchernen Heilung und deren Abschluss sowie abhängig vom Beschwerdebild
- Klinische Prüfung von Funktion, Weichteilen, Durchblutung, Schwellung, Thrombosezeichen
- Klinische Prüfung von Beinachse, -rotation, -länge

9.3. Implantatentfernung

34	Empfehlung	Modifiziert Stand 2023
Empfehlungsgrad: B EK	Eine Implantatentfernung nach abgeschlossener Frakturheilung sollte bei jüngeren Patienten durchgeführt werden.	

- Notwendigkeit der vorzeitigen Materialentfernung bei Infekt oder bei Weichteilkomplikationen
- Erforderlich bei späterer Notwendigkeit einer Endoprothese
- Dynamisierung eines Verriegelungsnagels durch Schraubenentfernung

Zur Indikation einer Materialentfernung in Abhängigkeit von Alter und subjektivem oder objektivem Stören des Implantats verweisen wir auf die DGOU-Leitlinie Nr. 187-011 „*Implantatentfernung*“.

9.4. Spätkomplikationen

- Spätinfekt mit chronischer Osteitis, Osteomyelitis, Arthritis
- Implantatlockerung, -wanderung, -bruch, -versagen
- Pseudarthrose
- Refraktur nach Implantatentfernung
- Arthrose der angrenzenden Gelenke

9.5. Mögliche Dauerfolgen

- Instabile Narben nach Frakturen mit Weichteilschaden
- Posttraumatische Arthrose
- Chronische Schmerzen
- Veränderung der Beinstatik
- Chronische Schwellneigung
- Bleibende motorische und sensible Nervenausfälle
- Muskelhernien
- Muskelatrophie
- Postthrombotisches Syndrom

10. Klinisch-wissenschaftliche Ergebnis-Scores

- Alternative Anwendung gesundheitsbezogenen/funktionellen Outcome-Scores, z.B.:
 - Short Musculoskeletal Functional Assessment (SMFA)
 - Western Ontario and McMaster University Osteoarthritis (WOMAC) index
 - Lysholm knee function scoring scale
 - Visual Analogue Scale (VAS)
 - „Self-Assessment Score“ (z.B. SF-36)

11. Prognose

Die Prognose ist abhängig von:

- Frakturform, Frakturmorphologie und Lokalisation
- Begleitendem Weichteilschaden und dessen Management
- Behandlungsform
- Behandlungszeitpunkt
- Behandlungsverlauf
- Gelenkbeteiligung
- Mitarbeit des Patienten
- Rauchen (erhöhte Rate an Pseudarthrosen und verzögerter Knochenbruchheilung bei Rauchern)
- Alter des Patienten
- Früheren Verletzungen
- Vorerkrankungen (Diabetes, pAVK, Osteoporose, Rheuma, Arthrose)

12. Prävention von Folgeschäden

35	Empfehlung	Modifiziert Stand 2023
Empfehlungsgrad: B EK	Zur Vermeidung von Folgeschäden sollten Achse, Rotation, Länge und Gelenkfläche wiederhergestellt oder frühzeitig korrigiert werden.	

36	Empfehlung	Modifiziert Stand 2023
Empfehlungsgrad: B EK	Bei übergewichtigen Patienten sollte eine Normalisierung des Körpergewichts zur Prävention von Folgeschäden im Zuge der ärztlichen Beratung vorgeschlagen werden.	

- Frühzeitige Korrektur von relevanten postoperativen Achs- und Rotationsabweichungen
- Frühzeitige Korrektur von relevanten Gelenkstufen
- Vermeidung und Behandlung instabiler Narben
- Behandlung von Komplikationsfolgen

13. Stichwortverzeichnis

13.1. Schlüsselwörter (deutsch)

Achse, Achsfehlstellung, Allergie, Amputation, Analgesie, Antibiotika, Antibiotikaketten, Arteria femoralis, artikulare Fraktur, AO, AO-Klassifikation, Arbeitsunfall, arterielle Verschlusskrankheit, Aufbohren, aufgebohrt, Bandverletzung, Bandnaht, Bandplastik, Begleitfrakturen, Bein, Beinachse, Beinlängendifferenz, Belastungsaufbau, Bewegungseinschränkung, Biegungsbruch, Behandlungszeitpunkt, Blutzucker, Computertomographie, CT, Débridement, Dehnungsschmerz, Dekubitus, Dermato-Fasziektomie, distaler Femurersatz, distale Femurfraktur, DGUDGOUV, Diabetes, Dopplersonographie, Durchbauung, Durchblutung, Durchgangsarzt, dynamische Kompressionsschraube, Ermüdungsbruch, Evidenz, Evidenzklassen, Extensionsbehandlung, Faszienspannung, Faszienpaltung, Femur, Femurfraktur, Fixateur externe, Fixateur interne, Floating knee, Fraktur, Frakturausläufer, Gefäßverletzung, gelenknah, geschlossene Fraktur, Gesetzliche Unfallversicherung, Gipsbehandlung, hinteres Kreuzband, Hämatom, Hautkontusion, Hautperforation, Hepatitis, HIV, Hochrasanztrauma, Hoffa-Fraktur, Hüfte, Hüftgelenk, Hybridfixateur, Ilisarow-Fixateur, Immobilisation, Implantat, Implantatentfernung, Implantatversagen, Impression, instabile Frakturen, Kettenfrakturen, Klassifikation, Klingenplatte, Knie, Kniegelenk, Kniebinnenschaden, Knieverletzung, Knie-TEP, Knochenentkalkung, Knochennekrose, Knorpelschaden, Kompartiment, Kompartimentspaltung, Kompartimentsyndrom, Kontamination, Kontrakturen, Kreuzband, Kreuzbandverletzung, Lappenplastik, ligamentäre Verletzung, Maisonneuve-Fraktur, Marknagelung, Markraum, Materialentfernung, Meniskus, Meniskusläsion, MRT, Metallallergie, Metallentfernung, Nagelung, Nervus femoralis, Nervenschaden, Neutralisationsplatte, Nikotinabusus, Nüchternheit, Oberflächenersatz, offene Fraktur, Osteitis, Osteomyelitis, Osteoporose, Osteosynthese, pathologische Fraktur, pAVK, periprothetische Fraktur, Peroneus-

läsion, Physiotherapie, Platte, Plattenosteosynthese, Plattenfixateur, Pseudarthrose, Rauchen, Reposition, retrograder Femurnagel, Rotation, Rotations-Differenz, Rotationstrauma, Ruhigstellung, SAV, Schienbein, Schienbeinbruch, Schraubenbruch, Schraubenosteosynthese, Schwellneigung, Schwellung, Sekundäreingriff, Sensibilität, Sepsis, Spongiosaplastik, Spülung, Stabilität, Stressfraktur, Stützverband, Sturz, Femur, Femurfraktur, Femurschaft, Torsions-Differenz, Transport, Trümmerfraktur, unaufgebohrt, Unfall, Unfallmechanismus, Oberschenkel, Oberschenkelschaft, Oberschenkelfraktur, Oberschenkelbruch, unaufgebohrter Femurnagel, untere Extremität, Torsion, Ultraschallstimulation, VAV, Vakuumverband, Verbundosteosynthese, Verdrehtrauma, Verkehrsunfall, Verletzungsartenverfahren, Verletzungsmechanismus, Verriegelungsnagelung, Verriegelungsnagel, verzögerte Knochenbruchheilung, vorderes Kreuzband, Wachstumsfuge, Weichteilschaden, Winkelstabil, Zugang, Zusatzoperation

13.2 Keywords

accompanying circumstances, accompanying injuries, allergy, amputation, analgesia, antibiotics, AO-classification, arterial obstructive (occlusive) disease, articular fracture, ligament injury, allergy, amputation, alternative procedures, anesthetic procedures, analgesics, anamnesis, anticoagulants, basic diseases, blood vessel or nerve lesion, bone cement, bone related, compartment syndrome, complication, compound osteosynthesis, color duplex ultrasound, computed tomography, CT, contraindication, coordination, decubitus prophylaxis, delayed union, diabetes mellitus, diagnostics, differential diagnosis, documentation, early mobilization, emergency measures, etiology, external, fasciotomy, femur, femur fracture fixation, femur replacement, first line clinical treatment, first line clinical management, flap plasty, floating knee, fracture healing, fragility fracture, functional status score, general measures, rehabilitation, guidelines, immediate surgery, implant failure, implant removal, infection prophylaxis, intramedullary implants, intramedullary nailing, knee, laboratory parameters, late complications, limitation of movement, localization, logistics, long term consequences, low bone density, malunion, malalignment, malrotation, mobilization, morbidity, mortality, muscle training, muscle build up, MRI, non-operative treatment, nonunion, open fracture, operational timing, operative treatment, osteoporosis, osteitis, patient history, physical activity, preexisting conditions, prevention, primary care in hospital, prophylaxis, pulmonary embolism, reamed nailing, rehabilitation, removal of implant, risk factor, risk of fracture, risk of trauma, severe trauma, skin lesion, social environment, splint immobilization, standard procedures, thrombosis, transportation, treatment algorithm, treatment delay, unreamed nailing, x-ray

14. Abbildungsverzeichnis

<i>Figure 1: Lokalisation – Femur distales Endsegment, Fraktur-Typ 33A</i>	11
<i>Figure 2: Lokalisation – Femur distales Endsegment, Fraktur-Typ 33B</i>	12
<i>Figure 3: Lokalisation – Femur distales Endsegment, Fraktur-Typ 33C - 1</i>	13
<i>Figure 4: Lokalisation – Femur distales Endsegment, Fraktur-Typ 33C – 2</i>	14

15. LITERATURVERZEICHNIS

1. Abou-Sayed H, Berger DL. Blunt lower-extremity trauma and popliteal artery injuries: revisiting the case for selective arteriography. Arch Surg. 2002;137(5):585-589
2. Bagaria V, Sharma G, Waghchoure C et al. A proposed radio logical classification system of Hoffa's fracture based on fracture configuration and consequent optimal treatment strategy along with the review of literature. SICOT-J 2019 (5): 18
3. Bible JE, McClure DJ, Mir HR. Analysis of single-incision versus dual-incision fasciotomy for femur fractures with acute compartment syndrome. J Orthop Trauma. 2013;27(11):607-611
4. Bliemel C, Buecking B, Mueller T et al. Distal femoral fractures in the elderly: biomechanical analysis of a polyaxial angle-stable locking plate versus a retrograde intramedullary nail in a human cadaveric bone model. Arch Orthop Trauma Surg 2015; 135(1): 49–58
5. Bliemel C, Oberkircher L, Bockmann B. et al. Impact of cement-augmented condylar screws in locking plate osteosynthesis for distal femoral fractures – A biomechanical analysis. Injury 2016; 47: 2688-2693
6. Bosse MJ, MacKenzie EJ, Kellam JF, et al. An analysis of outcomes of reconstruction or amputation after leg-threatening injuries. N. Engl. J. Med. 2002;347(24):1924-1931
7. Butt MS, Krickler SJ, Ali MS (1996) Displaced fractures of the distal femur in elderly patients: operative versus non-operative treatment. J Bone Joint Surg Br 78:110-1114
8. Choi NY, Sohn JM, Cho SG et al. Primary total knee arthroplasty for simple distal femoral fractures in elderly patients with knee osteoarthritis. Knee Surg Relat Res 2013; 25(3): 141–146

9. Court-Brown CM, Caesar B. Epidemiology of adult fractures: A review. *Injury* 2006; 37(8): 691–697
10. Ettema HB, Kollen BJ, Verheyen, C C P M, Büller HR. Prevention of venous thromboembolism in patients with immobilization of the lower extremities: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J. Thromb. Haemost.* 2008;6(7):1093-1098
11. Forster MC, Komarsamy B, Davison JN (2006) Distal femoral fractures: a review of fixation methods. *Injury* 37:97–108
12. Frankhauser F, Gruber G, Schippinger G et al (2004) Minimal-invasive treatment of distal femoral fractures with LISS (less invasive stabilization system): a prospective study of 30 fractures with a follow-up of 20 months. *Acta Orthop Scand* 75:56–60
13. Giannoudis PV, Tzioupis C, Pape HC. Fat embolism: the reaming controversy. *Injury*. 2006; Oct;37 Suppl 4:S50-8
14. Gillespie WJ, Walenkamp GH. Antibiotic prophylaxis for surgery for proximal femoral and other closed long bone fractures. *Cochrane Database Syst Rev*. 2010;(3):CD000244
15. Gosselin RA, Roberts I, Gillespie WJ. Antibiotics for preventing infection in open limb fractures. *Cochrane Database Syst Rev*. 2004;(1):CD003764
16. Griffin XL, Parsons N, Zbaeda MM, McArthur J. Interventions for treating fractures of the distal femur in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015 Aug 13;(8):CD010606
17. Gustilo RB, Anderson JT. Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of long bones: retrospective and prospective analyses. *J Bone Joint Surg Am*. 1976; 58:453–458.
18. Halvorson JJ, Anz A, Langfitt M et al (2011) Vascular injury associated with extremity trauma: initial diagnosis and management. *J Am Acad Orthop Surg* 19:495–504

19. Hierholzer C, Rüden C von, Pötzel T et al (2011) Outcome analysis of retrograde nail-ling and less invasive stabilization system in distal femoral fractures: a retrospective analysis. *Indian J Orthop* 45:243–250
20. HutsonJJ, ZychGA (2000) Treatment of comminuted intra-articular distal femur fractures with limited internal and external tensioned wire fixation. *J Orthop Trauma*14:405–413
21. Johansen K, Daines M, Howey T, Helfet D, Hansen ST., Jr. Objective criteria accurately predict amputation following lower extremity trauma. *J Trauma*. 1990;30(5):568–672. discussion 72-3
22. Jennison T, Divekar M (2019) Geriatric distal femoral fractures: A retrospective study of 30 day mortality. *Injury*. 50(2):444-447
23. Kanabar P, Kumar V, Owen PJ, Rushton N (2007) Less invasive stabilisation system plating for distal femoral fractures. *J Orthop Surg* 15:299–302
24. Kregor PJ, Stannard JA, Zlowodski M, Cole PA (2004) Treatment of distal femur fractures using the less invasive stabilization system: surgical experience and early clinical results in 103 fractures. *J Orthop Trauma* 18:509–520
25. Markmiller M, Konrad G, Südkamp N (2004) Femur-LISS and distal femoral nail for fixation of distal femoral fractures. Are there differences in outcome and complications? *Clin Orthop Relat Res* 426:252–257
26. Marsh JL, Jansen H, Yoong HK, Found EM Jr (1997) Supra condylar fractures of the femur treated by external fixation. *Journal of Orthopaedic Trauma*. 11(6): 405-410
27. Martinet O, Cordey J, Harder Y. et al. The epidemiology of fractures of the distal femur. *Injury* 2000; 31 Suppl 3: C62-C63
28. Meinberg EG, Agel J, Roberts CS, Karam MD, Kellam JF (2018) Fracture and Dislocation Classification Compendium-2018 *J Orthop Trauma*. 2018 Jan;32 Suppl 1:S1-S170
29. Ocalan E, Ustun CC, Aktuglu K (2019) Locking plate fixation versus antegrade intramedullary nailing for the treatment of extra-articular distal femoral fractures *Injury*. pii: S0020-1383(19)30407-3

30. Ojike NI, Roberts CS, Giannoudis PV (2010) Compartment syndrome of the thigh: a systematic review. *Injury* 41:133–136
31. Papadokostakis G, Papakostidis C, Dimitriou R, Giannoudis PV (2005) The role and efficacy of retrograding nailing for the treatment of diaphyseal and distal femoral fractures: a systematic review of the literature. *Injury* 36:813–822
32. Pietu G, Lebaron M, Flecher X; SOFCOT. Epidemiology of distal femur fractures in France in 2011–12. *Orthop Traumatol Surg Res* 2014; 100(5): 545–548
33. Rosen AL, Strauss E. Primary total knee arthroplasty for complex distal femur fractures in elderly patients. *Clin Orthop Relat Res* 2004; 425: 101–105
34. Scalea TM, Boswell SA, Scott JD, Mitchell KA, Kramer ME, Pollak AN. External fixation as a bridge to intramedullary nailing for patients with multiple injuries and with femur fractures: damage control orthopedics. *J Trauma* 2000; 48:613 – 623
35. Schütz M, Müller M, Regazzoni P et al (2005) Use of the less invasive stabilization system (LISS) in patients with distal femoral (AO33) fractures: a prospective multicenter study. *Arch Orthop Trauma Surg* 125:102–108
36. Smith TO, Hedges C, MacNair R et al (2009) The clinical and radiological outcomes of the LISS plate for distal femoral fractures: a systematic review. *Injury* 40:1049–1063
37. Tscherné H, Oestern HJ. Die Klassifizierung des Weichteil-schadens bei offenen und geschlossenen Frakturen. *Unfallheilkunde*. 1982;85(3):111-115
38. Wähnert D, Hoffmeier K, Fröber R et al. Distal femur fractures of the elderly – different treatment options in a biomechanical comparison. *Injury* 2011; 42(7): 655–659

39. Wähnert D, Hofmann-Fliri L, Richards RG et al. Implant augmentation: adding bone cement to improve the treatment of osteoporotic distal femur fractures: a biomechanical study using human cadaver bones. *Medicine (Baltimore)* 2014; 93(23): e166
40. Wall CJ, Lynch J, Harris IA, et al. Clinical practice guidelines for the management of acute limb compartment syndrome following trauma. *ANZ J Surg.* 2010;80(3):151-156
41. Wick M, Müller EJ, Kutscha-Lissberg F et al (2004) Die operative Versorgung suprakondylärer Femurfrakturen bei liegen der Knieendoprothese – „less invasive stabilization system“ (LISS) oder retrograder Marknagel? *Unfallchirurg* 107:181–188
42. Wirth, T. (2012) Osteogenesis imperfecta. *Orthopäde* 41: 773.
43. Zlowodzki M, Bhandari M, Marek DJ et al (2006) Operative treatment of acute distal femur fractures: systematic review of 2 comparative studies and 45 case series (1989 to 2005). *J Orthop Trauma* 20:366–371

Versionsnummer:	2.0
Erstveröffentlichung:	2019/09/23
Überarbeitung von:	2023/07/31
Nächste Überprüfung geplant:	2028/07/30

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