

Leitlinien Unfallchirurgie © DGU Leitlinien Kommission Berlin 2020  
AWMF-Nr. 012-017  
ICD-Nr. S-82.0  
3. Novellierung der Leitlinie (1999, 2014, 2020)  
LL-Niveau Evidenz basiert S2e  
Letztes Bearbeitungsdatum: 04.08.2020, gültig bis 03.08.2025  
Genehmigung durch Vorstand der DGU 10.10.2019  
Korrespondenz: Prof. Dr. med. Klaus Michael Stürmer  
E-Mail: office@dgu-online.de



## **Leitlinie Patellafraktur**

Federführende Autoren:

Dr. Jan Philipp Schüttrumpf, Magdeburg  
Prof. Dr. Klaus Michael Stürmer, Göttingen  
Prof. Dr. med. Stefan Piatek, Magdeburg

### **Leitlinienkommission**

der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V. (DGU)

in Zusammenarbeit mit der  
Österreichischen Gesellschaft für Unfallchirurgie (ÖGU)  
Schweizerische Gesellschaft für Chirurgie (SGC)

Prof. Dr. Klaus Michael Stürmer (Leiter)	Göttingen
Prof. Dr. Felix Bonnaire (Stellv. Leiter)	Dresden
Priv.-Doz. Dr. Dr. Yves Pascal Acklin	Basel (CH)
Dr. Michele Arigoni (SGC)	Locarno (CH)
Priv.-Doz. Dr. Sandra Bösmüller (ÖGU)	Wien (A)
Prof. Dr. Klaus Dresing	Göttingen
Prof. Dr. Karl-Heinz Frosch	Hamburg
Prof. Dr. Thomas Gösling	Braunschweig
Prof. Dr. Lars Grossterlinden	Hamburg
Dr. Maximilian Heitmann	Hamburg
Dr. Rainer Kübke	Berlin
Dr. Lutz Mahlke	Paderborn
Prof. Dr. Ingo Marzi	Frankfurt
Prof. Dr. Norbert Meenen	Hamburg
Priv.-Doz. Dr. Oliver Pieske	Oldenburg
Dr. Philipp Schleicher	Frankfurt
Priv.-Doz. Dr. Dorien Schneidmüller	Murnau
Prof. Dr. Stephan Sehmisch	Göttingen
Prof. Dr. Franz Josef Seibert (ÖGU)	Graz (A)
Prof. Dr. Klaus Wenda	Wiesbaden
Dr. Philipp Wilde	Wiesbaden

konsentiert mit:

Deutsche Kniegesellschaft (DKG): Prof. Dr. K.-H. Frosch, Hamburg

Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische  
Chirurgie (DGOOC), Leitlinienkommission:  
Prof. Dr. Andreas Roth, Leipzig

## Unfallchirurgische Leitlinien für Diagnostik und Therapie

### PRÄAMBEL

Die Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V. (DGU) gibt seit 1996 als wissenschaftliche Fachgesellschaft Leitlinien für die unfallchirurgische Diagnostik und Therapie heraus. Diese Leitlinien werden 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 DGU konsentiert. Die Leitlinien werden zudem mit der Leitlinienkommission der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie (DGOOC) sowie ggffs. weiteren speziellen Fachgesellschaften konsentiert.

Die Leitlinien werden als Print- und E-Book beim Cuvillier Verlag [verlag@cuvillier.de](mailto:verlag@cuvillier.de) und auf der Homepage der Arbeitsgemeinschaft Medizinisch Wissenschaftlicher Fachgesellschaften AWMF publiziert ([awmf.org](http://awmf.org)). Die Liste der aktuellen DGU-Leitlinien findet sich auf der Homepage der DGU ([dgu-online.de](http://dgu-online.de)) 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 DGU arbeitet ständig an der Novellierung ihrer 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 Leitlinienentwicklung, Evidenzfindung und das Verfahren der Konsensbildung sind in einer gesonderten Ausarbeitung im Detail dargestellt, die jeder Leitlinie beigelegt ist. Der aktuelle Stand der Leitlinienentwicklung findet sich auf der Homepage der DGU

([dgu-online.de](http://dgu-online.de)) oder kann beim Leiter der Leitlinienkommission und der Geschäftsstelle der DGU erfragt werden ([office@dgu-online.de](mailto:office@dgu-online.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 Sachverstand 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 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 Thrombose- oder Antibiotika-Prophylaxe 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 unfallchirurgischen Leitlinien sind nach einer einheitlichen Gliederung aufgebaut, so dass man bei allen Leitlinien z.B. immer 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 sind, können sich zukünftig als sinnvoll erweisen und entsprechend Anwendung finden.

Die in den Leitlinien aufgeführten typischen Schwierigkeiten, Risiken und Kompl-

kationsmöglichkeiten stellen naturgemäß keine vollständige Auflistung aller im Einzelfall möglichen Eventualitäten dar. Ihre Nennung weist darauf hin, dass sie auch trotz aller Sorgfalt 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 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.

Göttingen, den 9. Oktober 2019

Univ.-Prof. Dr. med. Klaus Michael Stürmer  
Leiter der Leitlinienkommission  
Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V.

**Grundsätzliche Gliederung der Leitlinie**

	Seite
<b>1. Allgemeines</b>	7
<b>2. Präklinisches Management</b>	10
<b>3. Anamnese</b>	11
<b>4. Diagnostik</b>	13
<b>5. Klinische Erstversorgung</b>	15
<b>6. Indikation zur definitiven Therapie</b>	16
<b>7. Therapie nicht operativ</b>	17
<b>8. Therapie operativ</b>	18
<b>9. Weiterbehandlung</b>	21
<b>10. Klinisch-wissenschaftliche Ergebnis-Scores</b>	23
<b>11. Prognose</b>	23
<b>12. Prävention von Folgeschäden</b>	23
<b>13. Schlüsselwörter</b>	24
<b>14. Literaturverzeichnis</b>	25

## 1. Allgemeines

*Die allgemeine Präambel für Unfallchirurgische Leitlinien (S.3-5) 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 **fett** wiedergegeben.*

*Die als Empfehlungen der Leitlinienkommission gekennzeichneten Sätze geben die Meinung der Leitlinien-Kommission 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 bezieht sich auf die Verletzungssituation bei Erwachsenen. Patellafrakturen treten auch bei Kindern und Jugendlichen auf. Hier müssen auf Grund des Skelettwachstums spezielle Gesichtspunkte berücksichtigt werden, die nachfolgend nicht aufgeführt 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

Die Evidenzklassen werden nach der Literaturstelle **fett** angegeben.

## 1.1. Ätiologie und Epidemiologie

### Inzidenz

- Circa 1% aller Skelettverletzungen [1,2] **III**
- Häufigkeitsgipfel zwischen dem 20. und 50. Lebensjahr

### Unfallmechanismus

- Verkehrsunfälle (78,3%)
- Arbeitsunfälle jeglicher Art (13,7%)
- Unfälle im häuslichen Umfeld (11,4%)
- Sportunfälle selten ursächlich [4]
- Patellaluxationen in bis zu 5% mit einer osteochondralen Fraktur [5]
- Bei endoprothetischen Eingriffen (Inzidenz von 0,68% bis zu 21%, besonders bei Patellarrückflächenersatz oder Revisionen) [6]
- Nach vorderer Kreuzband-Ersatzplastik mittels autologer Patellarsehne weniger als 1% [1]

### Typische Beispiele:

- Direktes Trauma „Dashboard (Armaturenbrett) Verletzung“ [2] **III**
- Kombination eines direkten und indirekten Traumas, z.B. Sturz auf das gebeugte Kniegelenk [2] **III**
- Indirekt (selten): plötzliche Beugung bei voll kontrahiertem Musculus quadriceps femoris
- Fraktur bei Patellarrückflächenersatz (Knieendoprothetik)

### Anatomie und Biomechanik

- Größtes Sesambein des menschlichen Körpers
- Retinacula (lateral und medial) = Reservestreckapparat [7]
- Patella bipartita / multipartita (typischerweise im oberen lateralen Anteil; anatomische Variation; meistens asymptomatisch; Inzidenz von 2% bis 6%; in 50% der Fälle beidseits vorhanden) [8]
- Der Hauptblutstrom erfolgt von inferomedial [9] **IV**
- Die Patella verstärkt die Muskelkraft des Musculus quadriceps femoris um circa 30% und erhöht das Drehmoment zum Ende der Streckung [10]
- Widerstand bei der Kniebeugung gleicht einer Bremsbacke und Zugkräfte werden in Kompressionskräfte umgewandelt [11,12,13,14]

## 1.2. Prävention

- Allgemeine Unfallverhütung
- Sicherheitssysteme für PKW
- Konstruktionsverbesserungen im Innenraum von Fahrzeugen
- Knieschützer bei sturzgefährdeten Sportarten (z.B. Inline-Skater)
- Allgemeine Sturzprävention im höheren Lebensalter
- Koordinationstraining

## 1.3. Lokalisation

- Kniegelenk: Kniescheibe (Patella)

## 1.4. Typische Begleitverletzungen

- Offene Frakturen, etwa 6-7% [2] III
- Einblutung / Zerreißung der Bursa prae- und infrapatellaris
- Zerreißungen der Retinacula (Reservestreckapparat)
- Hintere Kreuzbandruptur
- Femur- / Tibiafrakturen (selten)
- Acetabulumfrakturen, Schenkelhalsfraktur, Hüftluxation (Hochrasanztrauma)

## 1.5. Klassifikation

Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen:

AO-Klassifikation(2018) [15]

Die Klassifikation folgt analog dem Schema der gelenknahen Frakturen der langen Röhrenknochen; die Patella hat die Nummer „34“; mit zunehmender Schwere erfolgt die zusätzliche Fraktуреinteilung.

- Typ A: extraartikulär
  - 34-A1 Avulsionsfraktur
    - a) proximaler Pol
    - b) distaler Pol
    - c) laterale Facette
    - d) mediale Facette
- Typ B: partiell intraartikulär / sagittale Fraktur
  - 34-B1.1 längs lateral, einfach
  - 34-B1.2 längs lateral, mehrfragmentär
  - 34-B2.1 längs medial, einfach
  - 34-B2.2 längs medial, mehrfragmentär
- Typ C: komplett intraartikulär / frontale bzw. coronare Fraktur
  - 34-C1.1 quer (mittleres Drittel)
  - 34-C1.2 quer (proximales Drittel)

- 34-C1.3 quer (distales Drittel)
- 34-C1.3 quer (distales Drittel)
- 34-C2 quer mit Zusatzfragment (Keil)
- 34-C3 komplexe Trümmerfraktur

### Nach Speck und Regazzoni (1994) [16] IV

- Typ A: Längsfrakturen
  - A1: nicht dislozierte Längsfraktur
  - A2: dislozierte Längsfraktur
  - A3: Längsfraktur mit Zusatzfragment
- Typ B: Querfrakturen
  - B1: Polabrieb ohne Gelenkbeteiligung (oberer < 5mm, unterer > 15mm)
  - B2: einfache Querfraktur
  - B3: Querfraktur mit Zusatzfragment oder doppelte Querfraktur
- Typ C: Mehrfragmentfrakturen
  - C1: Mehrfragmentfraktur ohne Dislokation
  - C2: Mehrfragmentfraktur (Dislokation kleiner 2mm)
  - C3: Mehrfragmentfraktur mit Berstung (Dislokation größer 2 mm)

## **2. Präklinisches Management**

### **2.1. Analyse des Unfallhergangs**

- Art, Richtung und Intensität der Gewalteinwirkung
- Abklärung der Unfall- / Sturzursache
- Wahrscheinlichkeit von lokalen und anderen Begleitverletzungen

### **2.2. Notfallmaßnahmen**

Abhängig von der Transportzeit und infrastrukturellen Gegebenheiten

- Schmerzbehandlung (Analgesie)
- Schienenruhigstellung
- Sterile Wundabdeckung bei offenen Verletzungen

### **2.3. Dokumentation**

- Periphere Durchblutung, Motorik und Sensibilität (pDMS)
- Unfallmechanismus
- Allgemeinzustand

- Relevante Vorerkrankungen
- Lokalbefund: Weichteilschäden, Wunden, Schürfwunden
- Zusatz- / Begleitverletzungen
- Art der Erstbehandlung
- Übertragbare Infektionskrankheiten (Hepatitis B/C, HIV)
- Potentielle Keimträger (z.B. multiresistente Erreger)
- Unfall im Rahmen der Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV, AUVA, SUVA)

### **3. Anamnese**

#### **3.1. Verletzungsmechanismus**

- Direktes Trauma
- Indirektes Trauma
- Abschätzung der Gewalteinwirkung
- Inadäquates Trauma

#### **3.2. Gesetzliche Unfallversicherung**

- In Deutschland muss bei allen Arbeitsunfällen, bei Unfällen auf dem Weg von und zur Arbeit sowie bei Unfällen in Zusammenhang mit Studium, Schule und Kindergarten sowie allen anderen gesetzlich versicherten Tätigkeiten eine Unfallmeldung durch den Arbeitgeber erfolgen, wenn der Unfall eine Arbeitsunfähigkeit von mehr als 3 Kalendertagen oder den Tod zur Folge hat.
- In Österreich muss diese Meldung in jedem Fall erfolgen.
- Diese Patienten sollten schnellst möglich einen Durchgangsarzt aufsuchen, der entscheidet, ob ein BG-liches Heilverfahren eingeleitet wird.
- Bei Unfallfolgen und Folgeerkrankungen gilt das BG-liche Heilverfahren und Folgebehandlungen sollten in einer von der DGUV zugelassenen Einrichtung erfolgen.
- Nach dem Verletzungsartenverzeichnis der DGUV (Überarbeitete Version 2.0, Stand 1. Juli 2018) sind Verletzungen wie folgt zu behandeln:
  - 7.12 (VAV): Brüche der Kniescheibe. Traumatische Verrenkung der Kniescheibe mit Knorpel-Knochen-Abbrüchen bei bestehender oder abzuklärender Operationsnotwendigkeit.
  - 10.1-5 (SAV): Mehrfachverletzungen
  - 11.1-5 (SAV): Komplikationen.

### 3.3. Vorerkrankungen und -verletzungen

- Verletzungen des Kniegelenkes
- Kniegelenksbeschwerden, speziell im retropatellaren Gleitlager
- Kniegelenkarthrose
- Dysplastische Gelenkanatomie (Patella und patellares Gleitlager)
- Frühere Patellaluxation
- Bewegungseinschränkungen Hüft- und Kniegelenk
- Arthroskopien oder Operationen am Knie
- Lokale Erkrankungen, speziell Hauterkrankungen
- Hüftgelenkerkrankungen
- Internistische Begleiterkrankungen
- Neurologische Begleiterkrankungen
- Allergien, insbesondere Metallallergien
- Rheumatische Erkrankungen
- Thrombose/Embolie
- Osteoporose
- Gerinnungsstörungen / Einnahme von Antikoagulanzen

### 3.4. Wichtige Begleitumstände

- Zusatz- / Begleitverletzung ipsilateral
- Berufliche Tätigkeit (z.B. kniender Beruf wie Maurer, Installateur etc.)
- Bisherige Therapie der Verletzung
- Mobilität des Verletzten vor der Verletzung
- Medikamenteneinnahme
  - gerinnungshemmende Medikamente
  - orale Antidiabetika und Insulin
  - Steroide (Cortison)
  - Zytostatika
  - den Knochenstoffwechsel beeinflussende Hormone
- Alkoholabusus
- Nikotinabusus
- Drogenabusus

### 3.5. Symptome

- Schmerzen (besonders bei Extension / Flexion)
- Schwellung
- Gelenkerguss
- Instabilitätsgefühl
- Funktionsstörung / -verlust
- Unfähigkeit zur aktiven Streckung/Streckhebung des Kniegelenkes (bei dislozierten Frakturen oder Ruptur des Reserve-streckapparates)

- Krepitation (Knochenreiben sollte nicht geprüft werden)
- Gefühlsstörungen

## 4. Diagnostik

### 4.1. Notwendig

#### Inspektion und klinische Untersuchung im Vergleich zum unverletzten Knie

- Hautverletzung und -beschaffenheit
- Kontusionsmarken
- Vorbestehende Narben
- Typische, ventrale ballonartige Schwellung (Weichteilschwellung)
- Intraartikulärer Erguss (Hämarthros)
- Palpation der Patella (bei Dislokation „Delle“ tastbar)
- Palpation der Kniebandansätze
- Muskelstatus (Vergleich rechts/links als Hinweis auf Vorschaden)
- Aktive und passive Bewegungsprüfung (soweit schmerzbedingt möglich)
- Untersuchung der Kniebandstabilität (soweit schmerzbedingt möglich, evtl. erst intraoperativ prüfbar)
- Gefäßstatus arteriell und venös
- Neurologischer Status peripher der Verletzung
- Patellahochstand / -tiefstand

#### Laboruntersuchung

- Laboruntersuchungen unter Berücksichtigung von Alter und Begleiterkrankungen des Patienten sowie der geplanten Operation
- Gerinnungsstatus
- Hepatitis B-, Hepatitis C- und HIV-Serologie bei OP-Indikation empfohlen (erhöhte Verletzungsgefahr bei Draht-Osteosynthesen)

#### Röntgenuntersuchung

- Kniegelenk in 2 Ebenen

#### 4.2. Fakultativ

- Röntgenuntersuchung
  - Patella-Tangentialaufnahme (schmerzbedingt oft nicht möglich)
  - Becken / Hüftgelenk bei Hochrasanztrauma
- Dynamische Durchleuchtung mit C-Bogen zur Beurteilung der Stabilität bei einfachen Querfrakturen
- Sonographie
  - Frakturachweis
  - Patellarsehne
  - Quadricepssehne
  - Medialer und lateraler Halteapparat
  - Gelenkerguss
- CT-Untersuchung bei multifragmentären Frakturen, Trümmerfrakturen oder Normabweichungen (z.B. unklare Frakturausläufer) im primären Röntgenbild. Das Frakturausmaß und besonders die Mitbeteiligung des distalen Pols (oft mehrfragmentär) werden unterschätzt und beeinflussen das spätere operative Vorgehen sowie das Operationsergebnis. [17] III

#### 4.3. Ausnahmsweise

- MRT zum Ausschluss von Stressfrakturen, osteochondralen Frakturen, Knorpelschäden, Begleitverletzungen des Kniegelenks
- Beinachsenbestimmung

#### 4.4. Nicht erforderlich

- MRT zur primären Frakturdiagnostik
- Diagnostische Arthroskopie ohne therapeutische Intention

#### 4.5. Diagnostische Schwierigkeiten

- Radiologischer Nachweis einer unverschobenen Patellafraktur
- Radiologischer Nachweis eines unverschobenen Polabrisses
- Nachweis von chondralen oder osteochondralen Fragmenten
- Beurteilung frischer Knorpelschäden
- Abgrenzung vorbestehender Knorpelschäden
- Nachweis begleitender Bandverletzungen
- Erkennen einer Verletzung der Bursa prae- / infrapatellaris
- Abgrenzung von einer Patella bi- / multipartita

#### 4.6. Differentialdiagnose

- Knieprellung
- Patella bi- / multipartita
- Stressfraktur

- Osteochondrale Fraktur
- Patellaluxation (primär oder rezidivierend)
- Knorpelläsion
- Patellarsehnenruptur
- Quadricepssehnenruptur
- Patellaspitzensyndrom
- Patella-Hyperkompressions-Syndrom
- Einblutung der Bursa prae- / infrapatellaris
- Knieseitenbandzerrung

## 5. Klinische Erstversorgung

### 5.1. Klinisches Management

Während der Diagnostik beachten:

- Analgesie
- Kreislaufstabilität
- Weitere Verletzungen/Frakturen erkennen (Prioritätenabwägung)

### 5.2. Allgemeine Maßnahmen

- Ruhigstellung auf Lagerungsschiene
- Dekubitusprophylaxe bei gefährdeten Patienten
- Abschwellende Maßnahmen, ggf. Kühlung
- Thromboseprophylaxe (siehe interdisziplinäre S-3-Leitlinie der AWMF)
- Fortführen der Schmerztherapie (WHO Stufenplan) [18]

### 5.3. Spezielle Maßnahmen

- Punktion bei starker Ergussbildung in Ausnahmefällen
- Antibiotikagabe bei offenen Frakturen
- Sofortige Operationsvorbereitung bei offenen Verletzungen

### 5.4. Klinische Erstversorgung bei Polytrauma

*Die Patellafraktur spielt in der Initialphase des Polytraumas eine untergeordnete Rolle. Bei offenen Verletzungen muss einer Kniegelenkinfektion vorgebeugt werden.*

- Interdisziplinäre Versorgung nach dem Prinzip des „Damage-Control“ [19,20] **IV** (siehe DGU-Leitlinie 012-019 Polytrauma / Schwerstverletztenbehandlung)
- Bei offener Verletzung mehrzeitiger Therapieplan:
  - Primäre Säuberung und steriles Abdecken
  - Individualisiertes Infektions- und Wundmanagement

- Gezielte operative Versorgung im Intervall und ggf. Rekonstruktion des Streckapparates

## 6. Indikation zur definitiven Therapie

*Ziele sind die Wiederherstellung bzw. der Erhalt der anatomischen Form der Patella, einer glatten Gelenkfläche sowie eines funktionsfähigen Streckapparates.*

*Bei erhaltener aktiver Streckhebefähigkeit des betroffenen Beines und fehlender relevanter Dislokation oder Gelenkstufe ist eine konservative Therapie indiziert, ansonsten gilt die operative Therapieempfehlung. [21] Ia*

### 6.1. Nicht operativ [2] III, [9] IV, [22] III

- Allgemeine Kontraindikation zur Operation
- Bei erhaltener aktiver Streck-Hebefähigkeit (nicht gegen Widerstand)
- Unverschobene Längsfrakturen [12,23]
- Unverschobene Sternfrakturen [1,5,24,25] IV
- Unverschobene Querfrakturen (keine Dislokation bei 40° Beugung) [1,5,8,24,25] IV
- Gering verschobene distale Polabrisse (nicht Gelenk bildend)
- Stressfrakturen der Patella [8]
- Traumatische Separation der Patella bi- / multipartita [26]

### 6.2. Operativ [2] III, [9] IV, [22] III

- Offene Verletzungen
- Frakturen mit relevanter Dislokation ( $\geq 2\text{mm}$ ) der Fragmente oder Stufenbildung ( $\geq 2\text{mm}$ ) in der Gelenkfläche
- (Un-)verschobene Frakturen bei fehlender Streck-Hebefähigkeit
- Im Rahmen der operativen Versorgung anderer, kniegelenksnaher Verletzungen sinnvoll

### 6.3. Stationär oder ambulant

- Nicht operative Versorgung: überwiegend ambulant
- Operative Versorgung: stationär, nur ausnahmsweise ambulant
- Beachtung der Vorschriften und Richtlinien zum ambulanten Operieren

## 7. Therapie nicht operativ

### 7.1. Logistik

- Einrichtung und Instrumentarien zur Gelenkpunktion
- Einrichtung und Materialien zur Schienenbehandlung

### 7.2. Begleitende Maßnahmen

- Hochlagerung
- Abschwellige Maßnahmen, vorsichtige lokale Kühlung
- Analgesie
- Gehhilfen
- CPM (Continuous Passive Motion, passive Bewegungsschiene) fakultativ
- Physiotherapie
- Lymphdrainage, manuell, apparativ
- Thromboseprophylaxe

### 7.3. Häufigste Verfahren

- (Früh-) Funktionelle Behandlung (stabile Frakturen ohne wesentliche Dislokation)
- Funktionelle Behandlung mit limitierender Sperrorthese (individuell) [2] III
- Bei Dislokationstendenz Wechsel auf ein operatives Verfahren.

### 7.4. Alternativerfahren

entfällt

### 7.5. Seltene Verfahren

- Bei nicht kooperativen Patienten:
- Immobilisierender Stützverband

*Jede Immobilisierung des Kniegelenks sollte wegen des erhöhten Thromboserisikos möglichst vermieden werden.*

Empfehlung der Leitlinienkommission

### 7.6. Zeitpunkt

- Unmittelbar nach Diagnosestellung

### 7.7. Weitere Behandlung

- Physiotherapie
- Anleitung zu Eigenübungen, inkl. physikalische Thromboseprophylaxe

- Je nach individuellen Risikofaktoren Fortsetzung der medikamentösen Thromboseprophylaxe (S-3-Leitlinie VTE-Prophylaxe der AWMF)
- Muskelaufbautraining
- Koordinationstraining
- Regelmäßige, engmaschige klinisch-radiologische Kontrollen zur Reevaluation der Stabilität (Dislokationstendenz) und Knochenbruchheilung

### **7.8. Risiken und Komplikationen**

- Sekundäre Dislokation der Fraktur
- Ergussbildung
- Thrombose/Embolie
- Bursitis praepatellaris
- Retropatellarer Knorpelschaden
- Posttraumatische Arthrose
- Hyperkompressionssyndrom der Patella
- Complex-Regional-Pain-Syndrom (CRPS)

## **8. Therapie operativ**

*Die Heilung der Patella erfolgt über 8-12 Wochen mit etwa 100.000 Zyklen über diesen Zeitraum - hohe Anforderungen an die operative Behandlung. [8,14]*

*Ziel der Operation ist eine übungsstabile Osteosynthese.*

Empfehlung der Leitlinienkommission

### **8.1. Logistik**

- Vollständiges OP-Instrumentarium für die Osteosynthese
- OP-Instrumentarium zur Behandlung von Knochen-Knorpelverletzungen
- Röntgenbildverstärker
- Arthroskopie-Einrichtung (fakultativ)
- Arthroskopisches OP-Instrumentarium (fakultativ)

### **8.2. Perioperative Maßnahmen**

- Aufklärung über Therapie, deren Alternativverfahren, sowie über Risiken (allgemeine / spezielle), Komplikationsmöglichkeiten und Prognose der Behandlung
- Informationen zur Nachbehandlung
- Thromboseprophylaxe

- Antibiotikaprophylaxe (fakultativ)
- In Narkose Prüfung der Knieseiten- und Kreuzbänder

### 8.3. Häufigste Verfahren

- Zugang:
  - Längsschnitt median oder lateral parapatellar (sensible Hautversorgung von proximal medial aus dem Nervus saphenus)
  - Miniarthrotomie von lateral zur Inspektion / Palpation der retropatellaren Gelenkfläche (Cave: Blutversorgung von infero-medial) [9] **IV**
- Zuggurtungs-Osteosynthese:
 

2 axiale Kirschner-Drähte plus ventraler Zuggurtungsdraht in 8-er Tour verspannt, evtl. kombiniert mit zirkulärer Cerclage. [2,5,8,15,24,27,28,29] **III** Eine alleinige Aquatorialcerclage ist ohne signifikanten Nutzen im Vergleich zur Zuggurtungs-Osteosynthese hinsichtlich Osteosynthese Versagen, Pseudarthrose und Revisionsraten. [30] **Ila**
- Schraubenosteosynthese [8,24,31] **IV, Ila**; ein perkutanes Vorgehen führt zu besseren Resultaten [21] **Ia**
- Kombinierte Schrauben- und Zuggurtungs-Osteosynthese [4,8,23,24,32,33,34] **Ib, III**
- Biodegradierbare Materialien bei osteochondralen Frakturen [35,36]; biodegradierbare und metallische Implantate zeigen jedoch keine unterschiedlichen Resultate. [21] **Ia**
- Patello-tibiale Faden- oder Drahtcerclage bei Polabrissen oder ligamentären Begleitverletzungen [37]
- Anteriore Plattenosteosynthese:
  - Winkelstabile Flachprofilplatten [9,22,38,39] **IV, III**
  - Formbare Gitterplatten mit teilweiser Winkelstabilität [15,40,41] **Ila, IV, III**
  - Die winkelstabilen Plattensysteme zeigen sich in biomechanischen Testungen am Kunstknochen und Kadaver den übrigen Verfahren bezüglich der Versagenslast überlegen. [2,42,43,44,45] **III, Ila**
  - Anteriore winkelstabile Hakenplatte bei distaler Polbeteiligung empfohlen.
  - Sekundäre Polausbrüche nach anteriorer Platte ohne Haken beschrieben [9,22,39] **IV, III**; alternativ: Sicherungs-Cerclage [40] **IV** oder distal überstehende „Sperrschrauben“ möglich [40] **IV**

*Bei der Zuggurtungsosteosynthese wird ein intraoperatives Durchbewegen zum Vorspannen der Drähte und anschließendes Nachspannen empfohlen.*

*Zur Unterstützung der Osteosynthesen sollte der parapatellare Reserve-Streckapparat genäht werden.*

Empfehlung der Leitlinienkommission

#### 8.4. Alternativverfahren

- Osteosynthese unter arthroskopischer Kontrolle [46,47,48]
- Minimal-invasive Osteosynthese
- Osteosynthese nach Resektion einer Trümmerzone
- Transossäre Band- oder Sehnenreinsertion
- Spongiosaplastik als Begleitmaßnahme bei Defekten

#### 8.5. Seltene Verfahren

- Totale Patellektomie (Rettungsoperation) [49]
- Eine Patellektomie mit Transfer des Musculus vastus medialis obliquus führt zu besseren Resultaten. [21] **Ia**

*Die primäre oder frühsekundäre Patellektomie führt in der Regel zu einem funktionell guten, voll belastbaren Ergebnis ohne Schmerzen. Sie ist Osteosynthesen mit verbliebenen Gelenkstufen oder mit Defekten überlegen. Je früher die Patellektomie, desto besser die Ergebnisse. Trotzdem sollte immer ein Rekonstruktionsversuch angestrebt werden und eine Patellektomie eine Ausnahme bleiben. [2] **III***

Empfehlung der Leitlinienkommission

- Partielle Patellektomie / Polektomie [50]; Entfernung von mehr als 40% der Länge des Patellakörpers geht mit schlechtem Ergebnis einher. Patellalängenerhalt sollte das Ziel sein. [2] **III**
- Laterale Zuggurtung mit Drahtseil
- Verriegelungsnagel
- Externe Fixation mittels Fixateur externe
- Bilaterale Plattenosteosynthese (Cave: bei Trümmerfrakturen kontraindiziert) [51] **Ia**
- Transossäre Naht mit einem nicht resorbierbaren Tape [52]
- Refixation des inferioren Pols über eine modifizierte Cerclage durch eine Schraube mit Loch-Unterlegscheibe [53]

#### 8.6. Operationszeitpunkt

- Bei offenen Frakturen notfallmäßig
- Bei Frakturen mit Hautkontusion primär
- Bei Trümmerfrakturen möglichst primär
- Bei allen anderen Frakturen möglichst frühzeitig oder alternativ nach Abschwellen der Weichteile

#### 8.7. Postoperative Behandlung

- Frühfunktionelle Bewegung

- Physiotherapie
- Lymphdrainage, manuell, apparativ
- Schmerzbehandlung
- CPM (passive Bewegungsschiene)
- Adaptierte Sperrorthese fakultativ
- Stützverband bei wenig kooperativen Patienten (Incompliance)
- Thromboseprophylaxe individuell fortführen / anpassen

## **8.8. Risiken und Frühkomplikationen**

- Unfallbedingter Knorpelschaden
- Nachblutung
- Wundheilungsstörungen
- Ergussbildung
- Implantatversagen, Lockerung des Osteosynthesematerials [22,38,39,40,41,54] **III, IV, IIa**
- Gelenkinfektion
- Hautnekrosen
- Partielle Osteonekrosen [55]
- Bursitis praepatellaris
- Sekundäre Frakturdislokation [22,38,39,40,41,54] **III, IV, IIa**
- Thrombose / Embolie
- Arzneimittelnebenwirkungen
- Bewegungseinschränkung
- Sensibilitätsstörungen im Operationsgebiet
- Irritation der Weichteile durch Osteosynthesematerial [22,38,39,40,41,54] **III, IV, IIa**
- Retropatellare Stufenbildung im Gelenk, Defekte
- Erneuter Sturz infolge lokaler Koordinationsstörungen (ältere Patienten)
- Metallallergie (Chrom-Nickel-Stahl)
- CRPS

## **9. Weiterbehandlung**

### **9.1. Rehabilitation**

- Physiotherapie
- Abgestuftes Krafttraining
- Koordinationsübungen
- CPM (passive Bewegungsschiene)

### **9.2. Kontrollen**

- Klinische Kontrollen (insbesondere Stellung und Mobilität der Patella)

- Radiologische Kontrollen bis zum Abschluss der knöchernen Heilung
- Bei gestörtem Verlauf:
  - Abklärung durch bildgebende Verfahren
  - Punktion (fakultativ)
  - Arthroskopisch-gestützte Frühmobilisation
  - Eventuell Indikationsstellung zur sekundären Patellektomie (selten erforderlich)

### **9.3. Implantatentfernung**

*Eine Metallentfernung an der Patella muss individuell entschieden werden. Sie ist nicht obligat (s.a. DGU-Leitlinie 012-004 Implantatentfernung).*

- Drohende Perforation bei Implantatbruch, -lockerung
- Chronische Reizungen infolge des Implantats
- Störendes Auftragen des Implantats
- Implantat bezogene Schmerzen beim Knien

### **9.4. Spätkomplikationen**

- Verzögerte Frakturheilung
- Spätinfekt
- Pseudarthrose
- Patella-Hyperkompressionssyndrom
- Chronische Synovitis
- Chronische Bursitis
- Arthrose
- Arthrofibrose
- Patella baja (Patella Tiefstand)
- Fixierte Patella
- Bleibender Sensibilitätsausfall im Operationsgebiet
- CRPS
- Dislokation oder Bruch belassener Implantate

### **9.5. Dauerfolgen**

- Eingeschränkte Beweglichkeit – Funktionsbehinderung
- Änderung des Patella-Gleitverhaltens
- Retropatellar-Arthrose
- Panarthrose des Kniegelenkes
- Kraftminderung
- Chronische (belastungsabhängige) Schmerzen
- Dauerschmerzen
- Sensibilitätsausfall im Operationsgebiet
- Probleme beim Knien

## 10. Klinisch-wissenschaftliche Ergebnis-Scores

- Lysholm-Score (1982) [56] **IV**
- Tegner-Activity-Index (1985) [57] **IV**

## 11. Prognose

- In ca. 70 % der Fälle ist mit einem sehr guten bis guten Ergebnis zu rechnen.
- In ca. 30 % sind belastungsabhängige oder dauernde Schmerzen, Arthrosebildung und chronische Reizzustände sowie Kraft- und Funktionseinschränkung zu erwarten. [2,42,43,44,45] **III, IIa**
- Schlechte Ergebnisse findet man bei Trümmerbrüchen und distalen Querbrüchen; hier stellen die neuen Plattensysteme erfolgsversprechende Ergebnisse im kurzen postoperativen Intervall dar; Langzeitergebnisse bleibt es abzuwarten. [22,38] **III**
- Bei osteochondralen Läsionen führen Biodegradierbare Implantate im Vergleich zu metallischen zu keinem besseren Resultat. [21] **Ia**
- Die frühzeitige Patellektomie hat bessere Ergebnisse als die sekundäre Patellektomie erst nach Auftreten von Arthrosezeichen. Trotzdem muss die Indikation zur primären Patellektomie kritisch gestellt werden und sollte eine absolute Ausnahme sein (Rettungsoperation).
- Eine Patellektomie mit Transfer des Musculus vastus medialis obliquus an das Ligamentum patellae führt zu besseren Resultaten als eine alleinige Patellektomie. [21] **Ia**
- Jährlich werden in Deutschland etwa 250 bis 320 neue Rentenansprüche wegen einer isolierten Patellafraktur zuerkannt. [24]
- Ausgeprägter Verlust an Muskelmasse bei älteren Patienten, mögliche Vorbeugeprinzipien [58]

## 12. Prävention von Folgeschäden

- Stufenlose Wiederherstellung der retropatellaren Gelenkfläche
- Übungsstabile Osteosynthese
- Qualifizierte funktionelle Nachbehandlung
- Mitarbeit des Patienten

- Disziplinierte Einschränkung von Bewegungsausmaß und Belastung durch den Patienten während der Phase der Knochenbruchheilung
- Frühzeitige Erkennung und Therapie von drohenden oder manifesten Komplikationen
- Primäre Patellectomie bei operativ nicht rekonstruierbarer oder unfallbedingt zerstörter retropatellarer Knorpelfläche (Cave: Rettungsoperation)
- Frühzeitige sekundäre Patellectomie zur Vermeidung der Früharthrose (Cave: Rettungsoperation)
- Korrektur bei relevantem Patellahochstand oder Patellatiefstand
- Rechtzeitige Korrektur bei Luxationstendenz
- Vermeidung kniebelastender Arbeiten und Sportarten nach unfallbedingtem Knorpelschaden
- Frühzeitige und konsequente Therapie von Begleitverletzungen
- Individuell ausgelegte physikalische und medikamentöse Thromboseprophylaxe

## **13. Schlüsselwörter**

### **13.1. Schlüsselwörter deutsch**

Arthroskopie, Beugedefizit, Bursa praepatellaris, Chondropathie, Fraktur, Frakturheilung, Gelenkerguß, Gelenkknorpel, Gelenkpunktion, Hyperkompression, Knieanpralltrauma, Knieführungsschiene, Kniegelenk, Kniegelenksarthrose, Kniemotorschiene, Kniescheibe, Kniestreckapparat, Knorpel, Knorpelflake, Osteosynthese, Patella, Patella bipartita, Patellaluxation, Patellarsehnenabriß, Patellectomie, Polabriß, Quadricepssehnenabriß, Rekonstruktion des Kniestreckapparates, Retinaculumspaltung, Retropatellararthrose, Schleimbeutel, Schraubenosteosynthese, Spongiöser Knochen, Streckdefizit, Teilpatellectomie, Zuggurtungsosteosynthese

### **13.2. Key Words english**

Arthroscopy, avulsion fracture, bursa, bursa praepatellaris, cancellous bone, cartilage, chondropathia, chondropathia patellae, continuous positive motion, flexion deficiency, fracture, fracture healing, hypercompression, joint cartilage, joint effusion, joint puncture, knee cap, knee contusion, knee extensor apparatus, knee joint, knee joint splint, knee osteoarthritis, lag of extension, lateral release, osteochondral flake, osteosynthesis, partial patellectomy, patella, patella bipartite, patella dislocation, patellar tendon rupture, patellectomy, quadriceps tendon rupture, reconstruction, retropatellar osteoarthritis, screw osteosynthesis, tension band wiring

## 14. Literaturverzeichnis

1. Bostrom A: Fracture of the patella. A study of 422 patellar fractures. *Acta Orthop* 1972; 143: 1-80. [EBM IV]
2. Henrichsen JL, Wilhem SK, Siljander MP et al.: Treatment of patella fractures. *Orthopedics* 2018; 41: 747-755. [EBM III]
3. Lotke PA, Ecker ML: Transverse fractures of the patella. *Clin Orthop Relat Res* 1981; 180-184.
4. Berg EE: Open reduction internal fixation of displaced transverse patella fractures with figure-eight wiring through parallel cannulated compression screws. *J Orthop Trauma* 1997; 11: 573-576.
5. Bostman O, Kiviluoto O, Nirhamo J: Comminuted displaced fractures of the patella. *Injury* 1981; 13: 196-202.
6. Ortiguera CJ, Berry DJ: Patellar fracture after total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2002; 84: 532-540. [EBM IV]
7. Galla M, Lobenhoffer P: Patellafrakturen. *Chirurg* 2005; 76: 987-997.
8. Wild M, Windolf J, Flohé S: Fractures of the patella. *Unfallchirurg* 2010; 113: 401-411. [EBM IV]
9. Müller EC, Frosch KH: Plate osteosynthesis of patellar fractures. *Oper Orthop Traumatol* 2017; 29: 509-519. [EBM IV]
10. Kaufer H: Mechanical function of the patella. *J Bone Joint Surg* 1971; 53: 1551-1560.
11. Benjamin J, Bried J, Dohm M et al.: Biomechanical evaluation of various forms of fixation of transverse patellar fractures. *J Orthop Trauma* 1987; 1: 219-222.
12. Hungerford DS, Barry M: Biomechanics of the patellofemoral joint. *Clin Orthop Relat Res* 1979; 9-15.
13. Koval KJ, Kim YH: Patella fractures. Evaluation and treatment. *Am J Knee Surg* 1997; 10: 101-108.
14. Bostrom MP, Asnis SE, Ernberg JJ et al.: Fatigue testing of cerclage stainless steel wire fixation. *J Orthop Trauma* 1994; 8: 422-428.
15. Meinberg E, Agel J, Roberts C et al.: Fracture and Dislocation Classification Compendium – 2018. *J Orthop Trauma* 2018; 32: Number 1.
16. Speck M, Regazzoni P: Classification of patellar fractures. *Z Unfallchir Versicherungsmed* 1994; 87: 27-30. [EBM IV]
17. Lazaro LE, Wellman DS, Pardee NC et al.: Effect of computerized tomography on classification and treatment plan for patellar fractures. *J Orthop Trauma* 2013; 27: 336-44. [EBM III]

18. World Health Organization: WHO guidelines for the pharmacological and radiotherapeutic management of cancer pain in adults and adolescents. 2018; World Health Organization.
19. D'Alleyrand JC, O'Toole RV: The evolution of damage control orthopedics: current evidence and practical applications of early appropriate care. *Orthop Clin North Am* 2013; 44: 499-507. [EBM IV]
20. Bouillon B, Rixen D, Maegele M et al.: Damage Control Orthopedics. What is the current situation? *Unfallchirurg* 2009; 112: 860-869. [EBM IV]
21. Sayum Filho J, Lenza M, Teixeira der Carvalho R et al.: Interventions for treating fractures of the patella in adults. *Cochrane Database* 2015; *Syst Rev*. [EBM Ia]
22. Wurm S, Bühren V, Augat P: Treating patella fractures with a locking patella plate - first clinical results. *Injury* 2018; 49: 51-55. [EBM III]
23. Müller ME, Allgöwer M, Schneider R et al.: Manual of internal fixation: Techniques recommended by the AO Group. 1992. Springer, Berlin.
24. Galla M, Lobenhoffer P: Patella fractures. *Chirurg* 2005; 76: 987-997. [EBM IV]
25. Braun W, Wiedemann M, Ruter A et al.: Indications and results of nonoperative treatment of patellar fractures. *Clin Orthop Relat Res* 1993; 197-201. [EBM IV]
26. Ogata K: Painful bipartite patella. A new approach to operative treatment. *J Bone Joint Surg Am* 1994; 76: 573-578.
27. John J, Wagner WW, Kuiper JH: Tension-band wiring of transverse fractures of patella. The effect of site of wire twists and orientation of stainless steel wire loop: a biomechanical investigation. *Int Orthop* 2007; 31: 703-707.
28. Labitzke R: The lateral tension band – a method of osteosynthesis of patella fractures for immediate carrying capacity. *Arch Orthop Unfallchir* 1977; 90: 77-87.
29. Weber MJ, Janecki CJ, Mcleod P et al.: Efficacy of various forms of fixation of transverse fractures of the patella. *J Bone Joint Surg Am* 1980; 62: 215-220.
30. Yang TY, Huang TW, Chuang PY et al.: Treatment of displaced transverse fractures of the patella: modified tension band wiring technique with or without augmented circumferential cerclage wire fixation. *BMC Musculoskelet Disord* 2018; 19: 167-171. [EBM IIa]
31. Brill W, Hopf T: Biomechanische Untersuchungen verschiedener Osteosyntheseverfahren bei Patellafrakturen. *Unfallchirurg* 1987; 90: 162-167. [EBM IIa]

32. Koval KJ, Kim YH: Patella fractures. Evaluation and treatment. *Am J Knee Surg* 1997; 10: 101-108.
33. Carpenter JE, Kasman RA, Patel N et al.: Biomechanical evaluation of current patella fracture fixation techniques. *J Orthop Trauma* 1997; 11: 351-356. [EBM Ib]
34. Matthews B, Hazratwala K, Barroso-Rosa S: Comminuted patella fracture in elderly patients: a systematic review and case report. *Geriatr Orthop Surg Rehabil* 2017; 8: 135-144. [EBM III]
35. Hammerle CP, Jacob RP: Chondral and osteochondral fractures after luxation of the patella and their treatment. *Arch Orthop Trauma Surg* 1980; 97: 207-211.
36. Mayer G, Seidlein H: Chondral and osteochondral fractures of the knee joint-treatment and results. *Arch Orthop Trauma Surg* 1988; 107: 154-157.
37. Saltzman CL, Goulet JA, McClellan RT et al.: Results of treatment of displaced patellar fractures by partial patellectomy. *J Bone Joint Surg Am* 1990; 72: 1279-1285.
38. Ellwein A, Lill H, Jensen G et al.: Plate osteosynthesis after patellar fracture - the technique and initial results of a prospective study. *Unfallchirurg* 2017; 120: 753-760. [EBM III]
39. Moore TB, Sampathi BR, Zamorano DP et al.: Fixed angle plate fixation of comminuted patellar fractures. *Injury* 2018; 49: 1203-1207. [EBM III]
40. Siljander MP, Vara AD, Koueiter DM et al.: Novel anterior plating technique for patella fracture fixation. *Orthopedics* 2017; 40: 739-743. [EBM IV]
41. Singer MS, Halawa AM, Adawy A: Outcome of low profile mesh plate in management of comminuted displaced fracture patella. *Injury* 2017; 48: 1229-1235. [EBM III]
42. Thelen S, Schneppendahl J, Jopen E et al.: Biomechanical cadaver testing of a fixed-angle plate in comparison to tension wiring and screw fixation in transverse patella fractures. *Injury* 2012; 43: 1290-1295. [EBM IIa]
43. Wild M, Eichler C, Thelen S et al.: Fixed-angle plate osteosynthesis of the patella - an alternative to tension wiring? *Clin Biomech* 2010; 25: 341-347. [EBM IIa]
44. Wurm S, Augat P, Bühren V: Winkelstabile Plattenosteosynthese der Patella. *Neue Therapieoption. Trauma Berufskrankh* 2012; 14: 147-151. [EBM III]
45. Wurm S, Augat P, Bühren V: Die Plattenosteosynthese als neue Alternative zur Behandlung von Patellafrakturen. *OUP* 2014; 11: 530-534. [EBM III]
46. El-Sayed AM, Ragab RK: Arthroscopic-assisted reduction and stabilization of transverse fractures of the patella. *Knee* 2009; 16: 54-57.

47. Makino A, Aponte-Tinao L, Muscolo DL et al.: Arthroscopic-assisted surgical technique for treating patella fractures. *Arthroscopy* 2002; 18: 671-675.
48. Tandogan RN, Demirors H, Tuncay CI et al.: Arthroscopic-assisted percutaneous screw fixation of select patellar fractures. *Arthroscopy* 2002; 18:156-162.
49. Levack B, Flannagan JP, Hobbs S: Results of surgical treatment of patellar fractures. *J Bone Joint Surg Br* 1985; 67: 416-419.
50. Pandey AK, Pandey S, Pandey: Results of partial patellectomy. *Arch Orthop Trauma Surg* 1991; 110: 246-249.
51. Wild M, Fischer K, Hilsenbeck F et al.: Treating patella fractures with a fixed-angle patella plate-A prospective observational study. *Injury* 2016; 47: 1737-1743. [EBM IIa]
52. Monaco E, Bruni G, Daggett M et al.: Patellar Fracture Fixation Using Suture Tape Cerclage. *Arthroscopy Techniques* 2020; 9: 783-789.
53. Zahng Z, Li P, Zhou F et al.: Comparison of a Novel Tension Band and Patellotibial Tubercule Cerclage in the Treatment of Comminuted Fractures of Inferior Pole of the Patella. *Orth. Surg.* 2020; 12: 224-232.
54. Lorich DG, Fabricant PD, Sauro G et al.: Superior outcomes after operative fixation of patella fractures using a novel plating technique: a prospective cohort study. *J Orthop Trauma* 2017; 31: 241-247. [EBM IIa]
55. Schüttrumpf JP, Behzadi C, Balcarek P et al.: Radiologically Hyperdense Zones of the Patella Seem to Be Partial Osteonecroses Subsequent to Fracture Treatment. *J Knee Surg* 2013; 26: 319-326.
56. Lysholm J, Gillquist J: Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale. *Am J Sports Med* 1982; 10: 150-154. [EBM IV]
57. Tegner Y, Lysholm J: Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. *Clin Orthop Relat Res* 1985; 198: 43-49. [EBM IV]
58. Chen Y, Cai Y, Kang X et al.: Predicting the risk of sarcopenia in elderly patients with patellar fracture: development and assessment of a new predictive nomogram. *Peer J* 2020; 8: e8793.

<b>Versions-Nummer:</b>	<b>4.1</b>
<b>Erstveröffentlichung:</b>	<b>03/1999</b>
<b>Überarbeitung von:</b>	<b>08/2020</b>
<b>Nächste Überprüfung geplant:</b>	<b>08/2025</b>

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**