

Gelenküberbrückende Fixateur-externe-Montagen

■ Thomas Hohaus, Thomas Lein, Mirko Kothe, Falko Moritz, Tim Drewes, Felix Bonnaire

Zusammenfassung

Der gelenküberbrückende Fixateur externe hat seine Bewährungsprobe lange hinter sich. Neue Materialien für Stangen (Karbon) und neue Verbindungsbacken mit unendlich vielen Kombinationsmöglichkeiten haben ihn noch attraktiver gemacht. Extensionen sind aus der modernen Unfallchirurgie so gut wie verschwunden und beim Polytrauma undenkbar. Die auch heute noch am häufigsten genutzte Anwendung findet sich bei der distalen Radiusfraktur, wo die Gelenküberbrückung im Gegensatz zur sonstigen Anwendung auch als definitive Versorgung genutzt werden kann. Die Montagen eignen sich grundsätzlich zur temporären Ruhigstellung von gelenknahen Frakturen, Gelenkfrakturen, ligamentären Gelenkinstabilitäten und offenen wie geschlossenen gelenknahen Weichteilschäden. Sie sind geeignet, Weichteile für eine planbare Operation vorzubereiten, lassen dem Operateur für die Planung der definitiven Osteosynthese Zeit und sind schnell angebrachte Fixierungen für den Polytraumatisierten. Nahezu alle Gelenke können überbrückt werden, wie wir im Folgenden darstellen werden. Für das Planen und Einbringen der Schanz-Schrauben sowie deren Pflege gelten die gleichen Regeln wie für alle Fixateure.

The Joint-Bridging External Fixator – Assembly

The joint-bridging external fixation has proved itself quite a long time ago. It has become even more attractive with new materials for bars (carbon) and new connection jaws. Traction has practically disappeared in modern traumatology and it is definitely inappropriate for polytrauma. The most common use for external fixation is found in the distal fracture of the radius, where it is used in contrast to other applications as the final therapy. In principal, the installation for temporary immobilisation is suitable for proximal joint fractures, ligament instabilities and open as well as closed proximal joint soft-tissue lesions. It is also appropriate to prepare the soft tissue for scheduled surgeries and further allows the surgeon to take sufficient time for the definite osteosynthesis and, furthermore, it is a quickly installed fixation for patients with multiple trauma. Almost all joints can be provided with external fixation systems as it is demonstrated in the following communication. The same rules are valid for all external fixation systems concerning planning and insertion as well as for the care of the Schanz screws.

Weichteilverletzungen der Extremitäten dar. Besonders beim Polytraumatisierten dienen sie der schnellen und effizienten Ruhigstellung von Extremitäten und erlauben eine Rundumansicht des Gewebes und eine erleichterte Lagerung des Patienten. Sie sind vielfältig einsetzbar und können nahezu in jeder anatomischen Region eingesetzt werden.

Das Prinzip der Versorgung besteht im Verhindern pathologischer Bewegungen in einer Fraktur- bzw. Gelenkregion und ihrem umgebenden Weichteilmantel sowie in der daraus folgenden Reduktion der Aktivierung entzündungsfördernder Mediatoren.

Damit werden Sekundärschäden an den Organen reduziert. Über eine angemessene Extension der Fraktur können die Fraktur oder das instabile Gelenk in korrekter und für den Patienten angenehmer Position gehalten werden. Die Montagen müssen sorgfältig geplant werden. Dies betrifft vor allem die Berücksichtigung späterer Zugangswege für definitive Osteosynthesen [7].

Im Folgenden sollen entsprechende Montagen exemplarisch vorgestellt werden.

Schultergelenk

Gelenküberbrückende Montagen am Schultergelenk stellen Ausnahmefösungen dar.

Die Autoren des aktuellen AO-Manuals [10] stellen fest, dass alle Gelenke mittels überbrückender Montagen immobilisiert werden können – außer dem Schultergelenk.

Habermeyer sieht eine Ausnahmeindikation für eine derartige Montage bei der Anlage von Schultergelenksarthrodesen [6]. Dem Vorteil der Vermeidung von postoperativen Haut- und Wundproblemen durch unter der Haut liegende Implantate steht dabei der Nachteil der drohenden Pininfektionen und des eingeschränkten Patientenkomforts bei der dann notwendigen längeren Tragedauer des Fixateurs gegenüber. Ein weiterer Vorteil ist eine mögliche Stellungskorrektur im Verlauf. Tatsächlich ist ein derartiger Einsatz jedoch eher eine Rarität.

Einleitung

Gelenküberbrückende Maßnahmen stellen heute in aller Regel temporäre Maßnahmen zur Versorgung von gelenknahen Frakturen, Bandinstabilitäten und



Abb. 1 a bis c Drittgradig offene, komplexe proximale Humerusfraktur rechts. Mehrfachverletzung nach Verkehrsunfall (38 J., männlich). **a** Unfallaufnahme. **b** Erstversorgung mit Weichteildébridement und gelenküberbrückendem Fixateur der rechten Schulter. **c** Röntgenbefund nach ORIF und Fixateur externe.

Auch bei der Versorgung septischer Komplikationen kann eine das Gelenk überbrückende Montage sinnvoll sein. Dies betrifft sowohl posttraumatische als auch postoperative Komplikationen und das Management septischer Arthritiden.

Bei Polytraumatisierten mit komplexen Verletzungen der Schulter im Sinne einer „floating shoulder“ ist eine weitere Indikation gegeben. Hier steht neben der Stabilisierung der Vitalparameter das rasche Erreichen einer Lagerungsstabilität im Vordergrund.

Eine besondere Gruppe stellen Opfer militärischer Auseinandersetzungen dar. Davila et al. berichten über 18 Verletzte des Bürgerkrieges im ehemaligen Jugoslawien mit komplexen Verletzungen der Schultergelenksregion [5]. Die notwendige Immobilisation dieser Verletzungen erfolgte in sechs Fällen mit an die jeweilige Verletzungssituation adaptierten gelenküberbrückenden Fixateuren. Die mittlere Fixateurtragedauer betrug 64 Tage (28 – 108 Tage). Dabei stellt eine stabile Fixation bei ausgedehnten Defektsituationen eine besondere Herausforderung für den Chirurgen dar, insbesondere die Platzierung der proximalen Pins (**Abb. 1**).

Eine Positionierung der Schanz-Schrauben an der Spina scapulae ist ebenso möglich wie an der medialen Klavikula. Im ersten Fall muss auf den Verlauf des Nervus suprascapularis geachtet werden, im Falle der Fixation an der Klavikula muss die zweite Kortikalis respektiert werden, Plexus und die großen Gefäße (A. und V. subclavia, V. jugularis interna) sind sonst gefährdet. Die Stärke der Schrauben muss dem Volumen des Knochens angepasst werden (4 – 5 mm). Am

Tab. 1	Mögliche Indikationen gelenküberbrückender Montagen am Ellenbogengelenk
–	Primärversorgung komplexer, insbesondere auch offener Luxationen und Frakturen
–	ausgedehnte Weichteilverletzungen
–	Gefäßverletzungen
–	Kompartmentsyndrome
–	septische Prozesse am Ellenbogengelenk
–	Polytrauma



Abb. 2 a bis c Instabile, ulnare Luxation des Ellenbogengelenkes rechts (60 J., weiblich). **a** Erstbefund: im Gips nicht retinierbare Ellenbogenluxation nach ulnar dorsal. **b** Befund nach Anlage des gelenküberbrückenden Fixateur extern. **c** Klinisches Bild.

Oberarm muss sowohl der Verlauf des N. axillaris als auch des N. radialis beachtet werden. Die humeralen Schrauben werden von lateral eingebracht. Das Gelenk und die Fraktur werden über eine modulare Montage durch Rohre sowie entsprechende Backen in einer für den Patienten komfortablen Stellung unter leichtem Zug retiniert.

Ellenbogengelenk

Der Einsatz überbrückender Fixateure am Ellenbogengelenk ist im Gegensatz zur Lokalisation an der Schulter wesentlich häufiger erforderlich (**Tab. 1**).

Es stehen für diese Lokalisation auch Bewegungsfixateure zur Verfügung, deren Indikation und Technik in diesem Heft an anderer Stelle vorgestellt werden.

Vor allem aber werden das Ellenbogengelenk überbrückende Montagen bei der Primärversorgung von komplexen Frakturen sowohl des distalen Humerus als auch des proximalen Unterarmes (Monteggia- bzw. Monteggia-ähnliche Verletzungen) und bei instabilen Luxationen angewendet, wenn eine definitive Primärversorgung nicht sinnvoll oder durchführbar ist (**Abb. 2**).

Bei der Montage am Ellenbogen muss der Operateur sicher sein, dass der N. radialis am distalen Oberarm nicht von der Platzierung der Schanz-Schrauben alteriert wird. Dies erfordert die Präparation und Darstellung des Nervs! Die Pins werden am distalen Oberarm eher lateral angebracht, an der Ulna dorsal. Schanz-Schrauben kleinerer Umfänge (4 mm) empfehlen sich vor allem an der Ulna. Das Gelenk sollte in etwa 90° Beugung oder in leichter Streckung fixiert werden. Luxationen lassen sich besser in stärkerer Beugung retinieren, Weichteilverletzungen klingen in stärkerer Streckung schneller ab.

Septische Prozesse können im Einzelfall ebenso von der Fixation des Gelenkes durch eine derartige Montage profitieren.

Bei Opfern militärischer Gewalt kann der Einsatz einer gelenküberbrückenden Montage im Rahmen der Erstversorgung angezeigt sein. So berichten Bilic et al. über Arthrodesen des Ellenbogengelenkes bei Komplexverletzungen mithilfe gelenküberbrückender Fixateure [2].

Beim Polytrauma stellt sich die Indikation zur gelenküberbrückenden Montage im Rahmen des Damage-control-Konzeptes, wenn eine definitive Osteosynthese gelenknaher Frakturen oder die Revision instabiler Luxationen primär nicht möglich ist [3, 8, 15].

Walz et al. berichten über den Einsatz eines gelenküberbrückenden Fixateurs am Ellenbogengelenk bei alten Menschen [14]. Die Autoren ergänzen eine perkutane Schraubenosteosynthese am distalen Humerus mit einer entsprechenden Fixateurmontage für etwa sechs Wochen, ehe eine Übungsbehandlung nach Entfernung der externen Fixation begonnen wird. Sie verweisen auf die Sondersituation des alten Menschen, die begleitende Osteoporose und die Komplikationsträchtigkeit dieser Kombination bei Versorgung mit einer klassischen ORIF. Hierbei handelt es sich aber um Einzelindikationen.

Auch bei Gefäßläsionen kann eine temporäre gelenküberbrückende Montage am Ellenbogengelenk indiziert sein. Diese Läsionen müssen bei Komplexverletzungen mit einer Häufigkeit bis zu 25% erwartet werden. Es handelt sich meist um geschlossene Gefäßverletzungen durch dislozierte Fragmente des dista-



Abb. 3 a bis c Fallbeispiel drittgradig offene, instabile Luxation des Ellenbogengelenkes. **a** Präoperatives Angio-CT. **b** Z. n. Gefäßrekonstruktion, Rekonstruktion des ulnaren Kollateralbandes und Anlage des gelenküberbrückenden Fixateurs. **c** Abschlussbefund nach Fixateurentfernung.

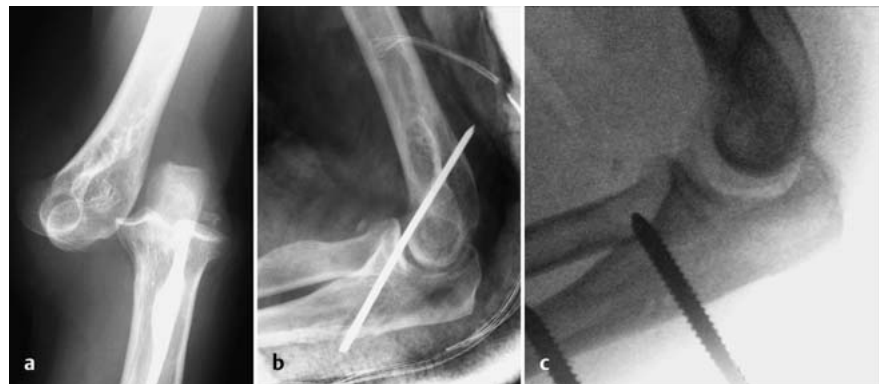


Abb. 4 a bis c Instabile Ellenbogengelenksluxation links (80 J., weiblich). **a** Unfallaufnahme. **b** Röntgenbefund nach Primärversorgung (geschlossene Reposition, perkutane Kirschner-Draht-Transfixation). **c** Revision bei Weichteilinfekt – gelenküberbrückender Fixateur.

len Humerus oder im Rahmen von Luxationen (siehe Fallbeispiel). Eine rasche Diagnostik ist geboten, dabei wird der Stellenwert einer Angiografie kontrovers beurteilt. Droht im Sinne eines Reperfusionssyndromes dann ein Kompartmentsyndrom oder ist dieses bereits manifest, so ist die Indikation zur externen Fixation zu prüfen und die interne Osteosynthese zu einem späteren Zeitpunkt zu planen.

Fallbeispiel

Eine 63-jährige Patientin zog sich im Rahmen eines Sturzes eine drittgradig offene, dorsoradiale Ellenbogengelenksluxation zu. Zunächst nahm man an einer auswärtigen Klinik die Reposition und Wundversorgung vor. Postoperativ fiel eine inkomplette Ischämie des betroffenen linken Armes auf. Bei Vorstellung in unserer Klinik zeigte sich im Angio-CT die Läsion der A. brachialis sinis-

tra bei Luxation des Gelenkes (**Abb. 3**). Intraoperativ bestätigte sich zunächst eine komplexe Luxation mit vollständiger Zerreißung des ulnaren Kapselband-Apparates einschließlich des gesamten ulnoventralen Weichteilmantels. Gleichzeitig fand sich die Läsion des radialen Kollateralbandes. Bei Intimaläsion der A. brachialis wurde das betroffene Segment reseziert und die Arterie End-zu-End anastomosiert. Nach Rekonstruktion des ulnaren Kollateralbandes erfolgte die passagere Anlage eines gelenküberbrückenden Fixateurs. Neun Tage später konnten bei Infektfreiheit und intakter Anastomose die Rekonstruktion des radialen Kollateralbandes sowie die Anlage eines Bewegungsfixateurs vorgenommen werden, welcher nach sechs Wochen entfernt wurde. Zur Nachuntersuchung drei Monate nach Unfall lagen eine intakte Durchblutung sowie eine freie Umwendbewegung des betroffenen Armes vor. Bei Extension/

Flexion fand sich ein Bewegungsausmaß von 0/20/120 Grad.

Letztlich kann auch im Falle einer Infektion nach Osteosynthese oder Versorgung einer Luxation eine das Gelenk überbrückende Montage am Ellenbogengelenk indiziert sein (**Abb. 4**).

Die Immobilisation über das Gelenk sollte nur kurzfristig (2 Wochen) erfolgen, um die spätere Wiederherstellung der Funktion zu gewährleisten. Alternativ kann hier auf Bewegungsfixateure zurückgegriffen werden. Sobald als möglich sollte eine definitive, interne Osteosynthese in Angriff genommen werden, ggf. in Verbindung mit einer plastischen Deckung bestehender Weichteildefekte.

Becken

Am Becken wird der Fixateur als Beckenzwinge oder supraazetabulärer Fixateur als lebensrettende Maßnahme eingesetzt. Gelenküberbrückend ist er dabei nur für die Amphiarthrosen der Iliosakralgelenke und der Symphyse.

In Ausnahmefällen, bei sehr hoher Bedrohung des Patienten durch das Trauma (z.B. Beckenfraktur und gleichzeitiger Femurfraktur) kann eine das Hüftgelenk überbrückende Montage schnell eine lagerungsstabile und intensivpflegefähige Situation garantieren. In dem beschriebenen Einzelfall kann eine Erweiterung des supraazetabulären Beckenfixateurs auf den Oberschenkel und eventuell auch Unterschenkel sinnvoll sein.

Fallbeispiel

Der 25-jährige Patient stürzte aus ca. 6 m Höhe vom Gerüst (**Abb. 5**). Die Vorstellung des Verletzten erfolgte intubiert und beatmet im hämorrhagischen Schock. Nach Spiral-CT und Kreislaufstabilisierung wurden die Diagnosen Pneumothorax, Lungenkontusion beidseits, Milzruptur, instabile Beckenringfraktur, proximale Femurfraktur, Ellenbogenluxation rechts sowie eine erstgradig offene distale Radiusfraktur rechts gesichert. Die umgehende operative Versorgung erfolgte in zwei Teams. Der Verletzte wurde laparotomiert, splenektomiert. Weiterhin wurde ein supraazetabulärer Fixateur angelegt. Am Ende dieser Versorgung im Sinne des Damage-control-Konzeptes bestand ein latenter hämorrhagischer Schock fort. Daraufhin entschlossen wir uns zur temporären

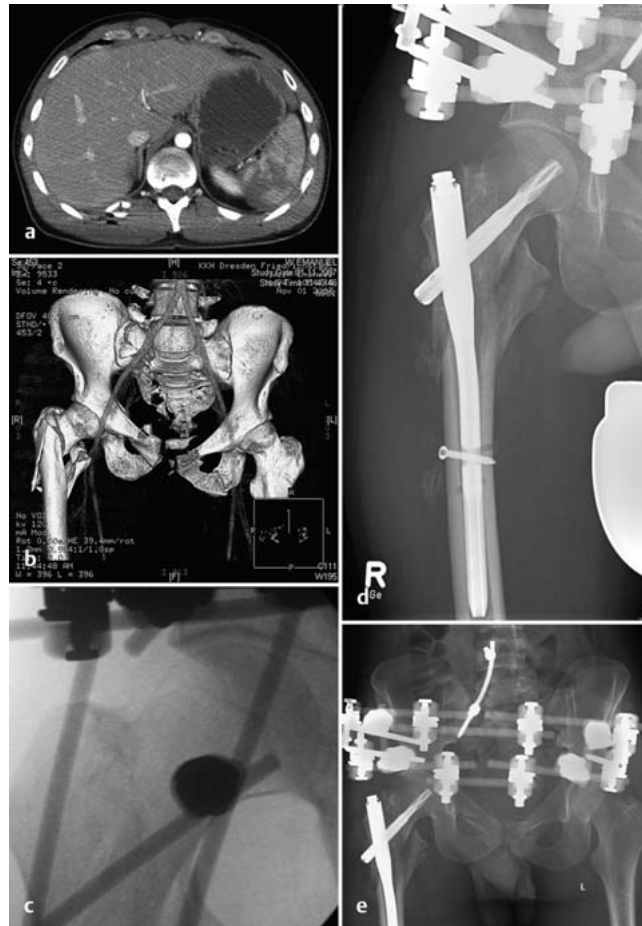


Abb. 5 a bis e Fallbeispiel Polytrauma (25 J., männlich). **a, b** Darstellung der Milzruptur sowie der Typ-C-Verletzung des Beckens im primären CT. **c** Intraoperative Erweiterung der Fixateurmontage hüftgelenküberbrückend auf den Oberschenkel. **d, e** Abschlussbefund röntgenologisch. Korrekte Wiederherstellung der Beckensymmetrie mit vertebropelviner Abstützung dorsal und Beckenfixateur ventral. Gute Reposition der proximalen Femurfraktur bei korrekter Lage des PFNa.

Tab. 2 Indikationen zum überbrückenden Fixateur am Kniegelenk

- Polytrauma mit floating knee
- gelenknahe II-III° offene Frakturen der distalen Tibia und des Schienbeinkopfes
- Tibiakopfluxionsfrakturen
- Knieluxationen mit/ohne Nerven- und Gefäßläsion
- schwerer geschlossener Weichteilschaden des Kniegelenkes
- salvage procedure im Infekt

Fixation der intertrochanteren Fraktur mit einer überbrückenden Montage vom Becken über das Hüftgelenk.

Im weiteren Verlauf (8. Tag nach Unfall) wurde die intertrochantere Femurfraktur mit einem PFNa definitiv versorgt. In gleicher Sitzung wurde dann die dorsale vertebropelvine Stabilisierung durchgeführt. Der Fixateur externe zur Stabilisierung der vorderen Beckenringverletzung wurde belassen.

Es muss unsererseits darauf hingewiesen werden, dass es sich bei solchen Situationen um Ausnahmen handelt, die im Jahr einmal vorkommen. Genau für

diesen Fall sollte man sich daran erinnern.

Kniegelenk

Der gelenküberbrückende Fixateur externe stellt ein wertvolles Arbeitsmittel in der Erstbehandlung von schweren kniegelenksnahen Verletzungen dar.

Die das Kniegelenk überbrückende Montage dient nicht nur der temporären Ruhigstellung der Kniegelenksregion, sondern erlaubt neben der Grobposition komplexer Frakturen auch eine Weichteilentlastung und Achsausrichtung.

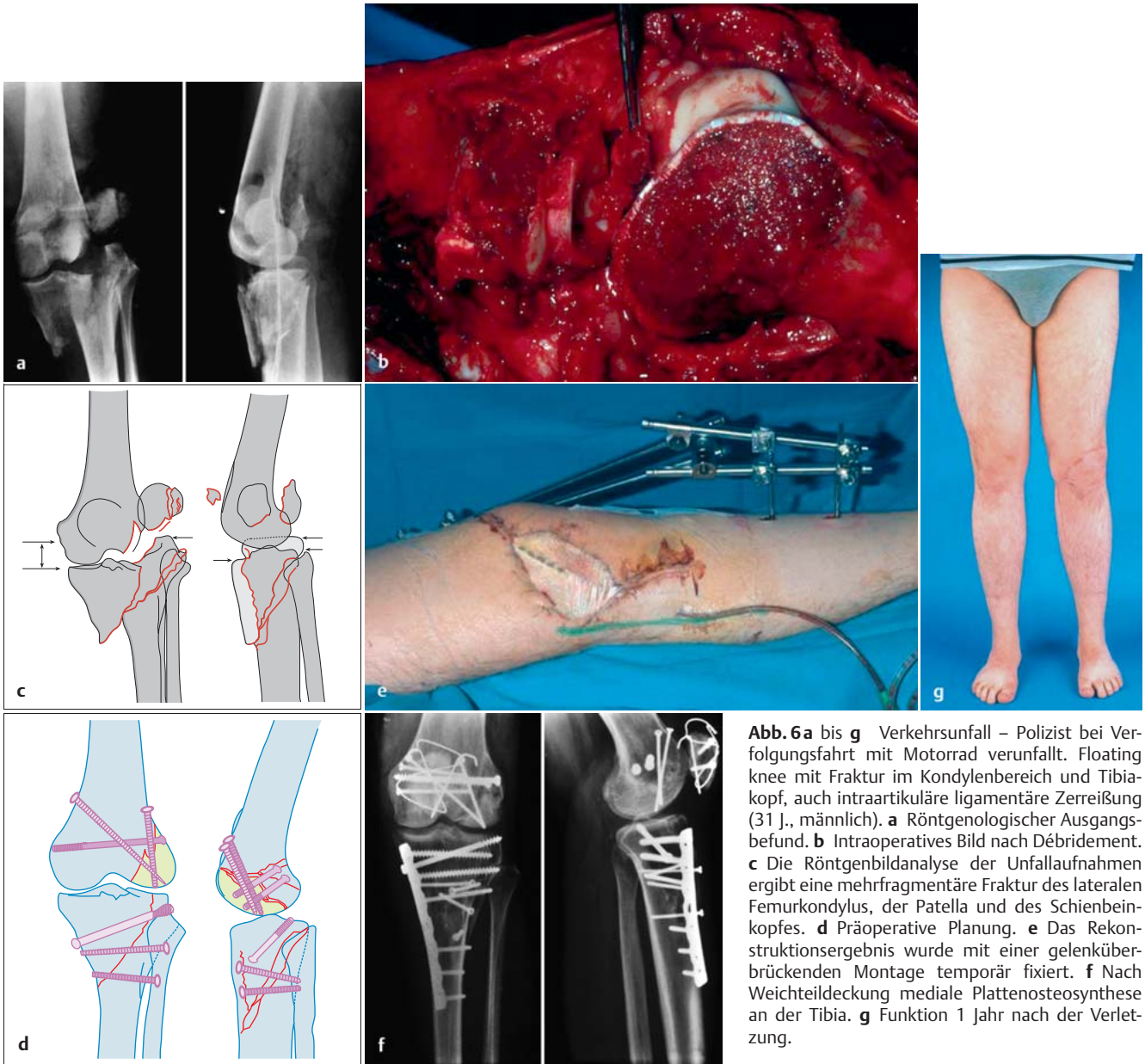


Abb. 6a bis g Verkehrsunfall – Polizist bei Verfolgungsfahrt mit Motorrad verunfallt. Floating knee mit Fraktur im Kondylenbereich und Tibiakopf, auch intraartikuläre ligamentäre Zerreißung (31 J., männlich). **a** Röntgenologischer Ausgangsbefund. **b** Intraoperatives Bild nach Débridement. **c** Die Rntgenbildanalyse der Unfallaufnahmen ergibt eine mehrfragmentre Fraktur des lateralen Femurkondylus, der Patella und des Schienbeinkopfes. **d** Präoperative Planung. **e** Das Rekonstruktionsergebnis wurde mit einer gelenküberbrückenden Montage temporär fixiert. **f** Nach Weichteildeckung mediale Plattenosteosynthese an der Tibia. **g** Funktion 1 Jahr nach der Verletzung.

Insbesondere in Notfallsituationen kann auch der diensthabende Chirurg ohne Spezialkenntnisse initial eine wertvolle Erstversorgung komplexer Traumata mit Stabilisation im knienahen Bereich zur Vorbereitung eines häufig notwendigen Folgeeingriffes und eines kontrollierten weiteren Vorgehens leisten (**Tab. 2**).

Dabei sollte bei der Anlage des äußeren Fixateurs eine berdistraction der verletzten Extremität vermieden werden, um das ligamentr oder frakturbedingt instabile Kniegelenk nicht sekundär zu schädigen – sei es durch überspannen der Weichteile oder zusätzliche über-

dehnung des Peronealnerven oder der Poplitealgefe.

Die Weichteilbedeckung von Kniegelenk und Unterschenkel ist im Vergleich zu anderen Körperregionen aufgrund geringerer Ausprägung eher anfällig für das Eintreten offener Frakturen oder einer Gelenkerffnung (z. B. beim Anpralltrauma, dashboard injury etc.). Dabei haben sich die Klassifikationen von Anderson und Gustilo und nach Tscherne und Oestern zur Schweregradeinschtzung durchgesetzt [11, 13].

Beim Vorliegen von offenen Frakturen und Mehrfachverletzung hat sich folgendes Vorgehen bewährt:

Zunächst muss ein ausgedehntes Weichteildbridement erfolgen, ausgesprengte oder avitale Frakturanteile sollten entfernt werden. Eine zügige Reposition von Knochen und Gelenken ist anzustreben, und danach sollte eine möglichst einfache, schnelle aber stabile Ruhigstellung unter Weichteilschonung ausgeführt werden. Hier bieten externe Fixateurmontagen den unschätzbaren Vorteil der minimalen zusätzlichen Traumatisierung des Weichteilmantels und des Knochenskeletts [4].

Eine kalkulierte offene Wundbehandlung schließt dieses Vorgehen ein, einschließlich der temporären Wundabdeckung mit Epigard oder Mepilex oder

einer Vakuumversiegelung. Eventuell muss ein plastischer Chirurg zur Beurteilung gebeten werden. Nur durch konsequentes Vorgehen – unter Einschluss von Second-look-Eingriffen und einer Antibiotikagabe – kann die Infektionsgefahr beherrscht werden.

Im Gegensatz zu den offenen Verletzungen kann der geschlossene Weichteilschaden dem Erstbehandler entgehen, zumal wenn der klinischen Untersuchung nicht genügend Beachtung geschenkt wird. Eine Luxation kann sich nach Spontanreposition maskieren und nur durch sorgfältige Prüfung der ligamentären Führung aufgespürt werden. Im Röntgenbild ist auf knöcherne Kapselabsprengungen zu achten, so ist die Segond-Fraktur (Moore III) mit einem schwersten Kniebinnenschaden einhergehend [9].

Die initiale Diagnostik muss darüber hinaus eine Prüfung der Durchblutung und neurologischer Qualitäten beinhalten, um eine Intimaverletzung im Poplitealbereich oder eine Peroneusaffektion aufzuspüren. Nicht selten liegt ein Kompartmentsyndrom vor, welches es umgehend zu entlasten gilt [12].

Allgemein kann gelten, dass der schwere geschlossene Weichteilschaden dem des offenen gleichzusetzen ist und daher ebenfalls ein differenziertes und schonendes primäres Vorgehen erfordert. So kann die schrittweise Behandlung – primär Fixateur externe – den Behandler vor Fehlschlägen bewahren und einen Zeitgewinn zur weiteren Therapieplanung und Konditionierung der Weichteile ermöglichen.

Unabdingbar zur präoperativen Vorbereitung ist neben den Röntgenaufnahmen der Kniegelenksregion die radiologische Darstellung der angrenzenden Gelenke, um z. B. eine Schenkelhalsfraktur im Sinne der Kettenverletzung nicht zu übersehen.

Gelegentlich ist eine initiale Computertomografie des achsausgerichteten, eventuell reponierten, verletzten und mit Orthese ruhiggestellten Kniegelenkes hilfreich. Erst nach ausreichender, aber schneller Diagnostik sollte der Patient in den Operationssaal verbracht und gelagert werden.

Nun erfolgt unter kontrolliertem manuellem Zug in Längsrichtung des Beines und leichter Beugstellung des Knie-

Tab. 3 Behandlungswege nach Anlage eines gelenküberbrückenden Fixateurs am Kniegelenk

- | |
|--|
| 1. Wechsel auf innere Osteosynthese |
| 2. Wechsel auf innere Osteosynthese unter Schutz eines Fixateur externe |
| 3. Wechsel auf Hybrid- oder Bewegungsfixateur |
| 4. Ausnahme: Ausheilung im gelenküberbrückenden Fixateur, ggf. Gipsverband |

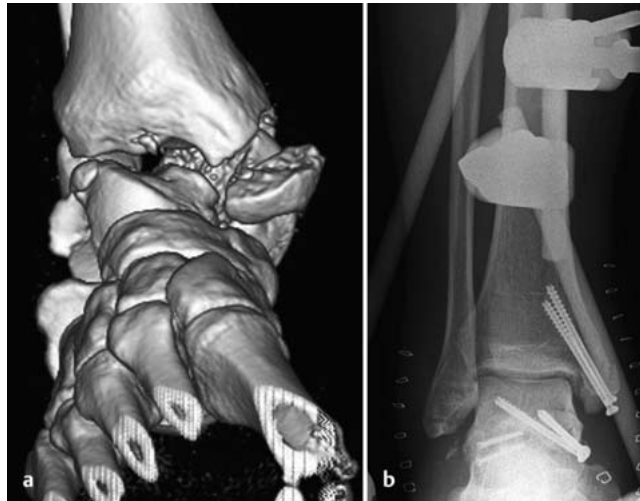


Abb. 7 a und b
Talusluxationsfraktur Hawkins 3 mit zweitgradig geschlossenem Weichteilschaden nach Verkehrsunfall (43 J., männlich). **a** 3D-CD präoperativ. **b** Primäre Versorgung mittels Fixateur externe sowie Talus- und Innenknöchelverschraubung.

gelenkes über ein Hypomochlion eine Grobreposition der Frakturen. Bereits in dieser Phase ist eine Kontrolle im Bildverstärker auf einem Röntgenstrahlen durchlässigen Operationstisch hilfreich. Etwa 4 cm kranial (oder distal) von Frakturausläufern ist die erste Schanzschraube für die Fixateurmontage so zu setzen, dass eine minimale Weichteilirritation resultiert und Nerven und Gefäßstrukturen geschont werden.

Dabei bietet sich am distalen Femur eine von ventrolateral nach dorsomedial und an der proximalen Tibia eine ventral oder ventromedial nach dorsal gerichtete Pinplatzierung an, wobei eine Perforation in den Rezessus suprapatellaris oder in das dorsomedial gelegene Nerven- und Gefäßbündel vermieden werden soll. Unter Verwendung von Abstandshaltern oder in freier Wahl können dann weitere Pins bikortikal appliziert werden. Vorteilhaft ist eine modulare Montage, welche neben einem guten Zuehen zu den Weichteilen eine Reposition über „Handgriffe“ unterstützt und den späteren operativen Zugang nicht verhindert oder das Einbringen von Implantaten unter dem Schutz des Fixateurs nicht kompromittiert.

Gelegentlich bietet es sich an, einen Hybridfixateur in die Montage einzubinden, wenn komplexe gelenknahe Frakturen nicht anders zu stabilisieren sind. Bei Defektsituationen im Oberschenkelbereich ist eine stabile Führung nur über drei eingebrachte Pins ausreichender Stärke (5–6 mm) zu erreichen.

Auch in einer gelenküberbrückenden Montage ist eine weitere Diagnostik (Angiografie, Computertomografie etc.) möglich. In Abhängigkeit von der Gesamtsituation ist dann in einem zeitlichen Abstand von sieben Tagen bis etwa drei Wochen nach Erstversorgung die definitive Frakturversorgung vorzunehmen (**Abb. 6**). In jedem Fall müssen Alternativen zur Wiederherstellung der freien Gelenkfunktion erwogen werden, um so früh als möglich eine Mobilisation zu ermöglichen (**Tab. 3**). Die Ausheilung im gelenküberbrückenden Fixateur bleibt Ausnahmesituationen vorbehalten, da sie mit einer Einsteifung der Kniegelenksfunktion einhergeht.

Sprunggelenk und Fuß

Bei Pilon-tibial-Frakturen, die immer mit schweren Weichteilschäden einhergehen, bietet sich der Fixateur auch unter dem Gesichtspunkt der später not-



Abb. 8 a und b Sprunggelenksluxationsfraktur vom Pronations-Abduktions-Typ mit zweitgradig geschlossenem Weichteilschaden bei einem 77-jährigen Patienten nach Bagatelltrauma in der Häuslichkeit. **a** Röntgenologischer Ausgangsbefund. **b** Versorgung durch Plattenosteosynthese der distalen Fibula und Anlage eines gelenküberbrückenden Fixateur externe, Ausbehandlung im Fixateur.

wendigen anatomischen Gelenkrekonstruktion als erste stabilisierende Maßnahme und erster Versorgungsschritt an [1].

Durch die im Fixateur erreichte leichte Extension des Weichteilmantels und achsengerechte Fixierung des Gelenkes lässt sich in der Regel eine schnelle Abschwellung herbeiführen.

Ebenso erfordern schwer dislozierte Luxationsfrakturen am oberen Sprunggelenk mit drohendem oder manifestem Weichteilschaden, die initial aus verschiedenen Gründen nicht einer internen Osteosynthese zugeführt werden können, gelegentlich die Anlage eines gelenküberbrückenden Fixateurs. Gleiches gilt für ausgedehnte Trümmerfrakturen am Rückfuß, wie z. B. ausgedehnten Kalkaneusfrakturen mit Weichteilschaden und drohendem Kompartmentsyndrom oder Komplextraumen des Fußes, die mit erheblichen Fehlstellungen im Bereich des Sprunggelenkes oder aber im Chopart- und Lisfranc-Gelenk einhergehen (**Abb. 7**).

Gerade bei älteren Patienten mit bereits fortgeschrittener Osteoporose kann die Behandlung mit dem Fixateur die beste und im Einzelfall auch definitive Lösung sein. Begleiterkrankungen wie Diabetes mellitus, arterielle Verschlusskrankheit, Ulcus cruris jeglicher Genese können Gründe hierfür geben (**Abb. 8**).

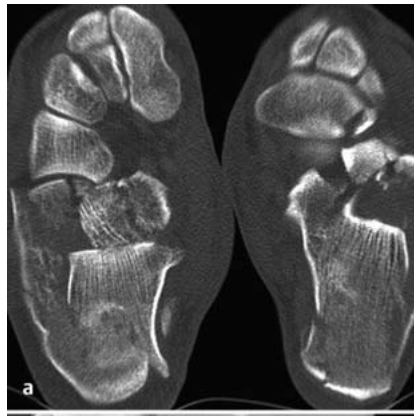


Abb. 9 a bis c Sturz vom Balkon der 1. Etage (20 J., männlich). **a** Schwere Kalkaneustrümmerfraktur beidseits. **b** Aufgrund des drohenden Kompartmentsyndroms rechtsseitig primäre Anlage eines gelenküberbrückenden Fixateur externe. **c** Röntgenbild nach definitiver Versorgung.

Weitere Indikationen sind (**Abb. 9** und **10**):

- das Polytrauma,
- Arthrodesen im Infekt,
- offene Frakturen,
- geschlossene Frakturen mit schwerem Weichteilschaden,
- Defekt- und Trümmerfrakturen,
- infizierte Pseudarthrosen.



Abb. 10 a und b Drittgradig offene Luxatio pedis cum talo mit geschlossenem Weichteilschaden 3. Grades (30 J., männlich). **a** Röntgenologischer Ausgangsbefund. **b** Reposition und Stabilisierung mittels Fixateur externe. Primäre Vakuumversiegelung, sekundär frühzeitige Lappendeckung.

An der distalen Tibia werden medial der palpablen Tibiavorderkante zwei Pins (4 mm) parallel zueinander in der Sagittalebene eingebracht. Im Bereich des Mittelfußes wird je ein Pin in den ersten und fünften (alternativ in den vierten) Mittelfußknochen platziert. Nach Montage der Klemmbacken und Brückenstäbe wird die Fraktur geschlossen reponiert und retiniert.

Auch im Sprunggelenksbereich sind diese Montagen nicht frei von Komplikationen. Hierunter fallen wie an anderen Lokalisationen auch Pinlockerungen, Pininfektionen, die auf den Knochen übergreifen können, Bewegungseinschränkungen der angrenzenden Gelenke und der für den Betroffenen nicht selten als unangenehm empfundene Trage(dis)komfort. Auch Lagerungsschäden sollten vermieden werden (Dekubitalulzera, vor allem im Fersenbereich).

Zur Prophylaxe empfehlen wir die spezielle Montage eines die Ferse umgreifenden Ringes zum Lagern der Extremität mit garantierter Weichteilschonung (**Abb. 11**).

Bei der Montage des Fixateurs am distalen Unterschenkel und Fuß besteht die Gefahr der Verletzung der Strecksehnen der anterioren Muskellogge und der A. tibialis anterior sowie des N. peroneus superficialis. Beim Einbringen der Pins in die Mittelfußknochen sind ebenfalls Strecksehnenverletzungen und iatrogen bedingte Frakturen der dünnen Metatarsalia von Bedeutung, am Fersenbein kommt es gelegentlich nach Einbringen

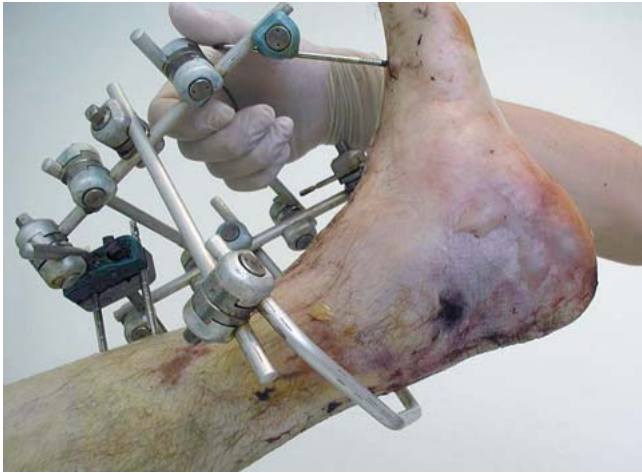


Abb. 11 Montage mit dorsalem Ring zum Auflegen des Beines ohne Druckentwicklung an der Ferse.

eines Steinmann-Nagels zu schwer beherrschbaren Kalkaneusinfektionen.

Schlussfolgerung

Trotz der immer weiter voranschreitenden Entwicklung zahlreicher neuer Implantate besitzt der Fixateur externe auch in gelenküberbrückenden Montagen einen unverändert hohen Stellenwert in der Hand des Chirurgen, besonders in der primären Versorgung vor späterer definitiver Osteosynthese oder Gelenkrekonstruktion (damage control). Seine Vorteile bestehen vor allem in der vielfältigen Varianz und in der raschen Einsatzbereitschaft unter allen möglichen Bedingungen (Katastrophen, Entwicklungsländer). Die Möglichkeit sollte bei den ausgeführten Indikationen bedacht werden und jederzeit zur Verfügung stehen.

Literatur

- ¹ Asche G, Roth W, Schroeder L. Fixateur externe – Standard-Indikationen, Operationsanleitung und Montage-Beispiele. Hamburg: Einhorn-Press, 2000: 102–121
- ² Bilic R, Kolundzic R, Bicanic G, Korzinek K. Elbow arthrodesis after war injuries. *Mil Med* 2005; 170: 164–166
- ³ Blum J, Gercek E, Hansen M, Rommens PM. [Operative strategies in the treatment of upper limb fractures in polytraumatized patients]. *Unfallchirurg* 2005; 108: 843–844, 846–849
- ⁴ Court-Brown CM, Mc Queen MM, Quaba AA. Management of Open Fractures. London: Martin Dunitz, 1996: 69–92
- ⁵ Davila S, Mikulic D, Davila NJ, Popovic L, Zupancic B. Treatment of war injuries of the shoulder with external fixators. *Mil Med* 2005; 170: 414–417
- ⁶ Habermeyer P. Schulterchirurgie. 3. Aufl. München: Urban und Fischer, 2002: 561
- ⁷ Höntzsch D. Die äußere Knochenfixation (Fixateur externe) in der Frakturbehandlung. *OP-JOURNAL* 1997; 13: 34–40
- ⁸ Korner J, Rommens PM, Hepp P, MacLean J, Josten C, Lill H. Spontaneous defect remodeling in a distal humerus fracture with extensive osseous loss: a case report of a complex elbow fracture. *J Orthop Trauma* 2004; 18: 700–705
- ⁹ Moore TM. Fracture-dislocation of the knee. *Clin Orthop* 1981; 156: 128
- ¹⁰ Ruedi TP, Murphy WM. *AO Principles of Fracture Management*. Stuttgart: Thieme, 2000: 244
- ¹¹ Tscherne H, Lobenhoffer P. Tibia plateau fractures. Management and expected results. *Clin Orthop Relat Res* 1993; 292: 87
- ¹² Tscherne H. Das Kompartiment-Syndrom. *Langenb Arch Chir* 1982; 358: 243–244
- ¹³ Tscherne H, Oestern HJ. Die Klassifizierung des Weichteilschadens bei offenen Frakturen. *Mschr Unfallheilk* 1982; 85: 111
- ¹⁴ Walz M, Auerbach F. [Distal intraarticular humerus fractures in elderly patients. Treatment with combined percutaneous screw fixation and an external fixator]. *Unfallchirurg* 2006; 109: 940–947
- ¹⁵ Weise K, Weller S, Ochs U. [Change in treatment procedure after primary external fixator osteosynthesis in polytrauma patients]. *Akt Traumatol* 1993; 23: 149–168

Dr. med. Thomas Hohaus

Oberarzt

Dr. med. Thomas Lein

Leitender Oberarzt

Dr. med. Mirko Kothe

Oberarzt

Dr. med. Falko Moritz

Facharzt

Dr. med. Tim Drewes

Assistenzarzt

Prof. Dr. med. Felix Bonnaire

Chefarzt

Krankenhaus Dresden-Friedrichstadt
Klinik für Unfall-, Wiederherstellungs- und Handchirurgie
Friedrichstraße 41
01067 Dresden