

**Behandlungsspektrum
der Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie
am Zentrum für Orthopädie und Unfallchirurgie
des Eduardus-Krankenhauses
in Köln Deutz**

Darstellung aktueller Behandlungskonzepte typischer und häufiger Knochenbrüche,
Bandverletzungen und Sehnenrisse



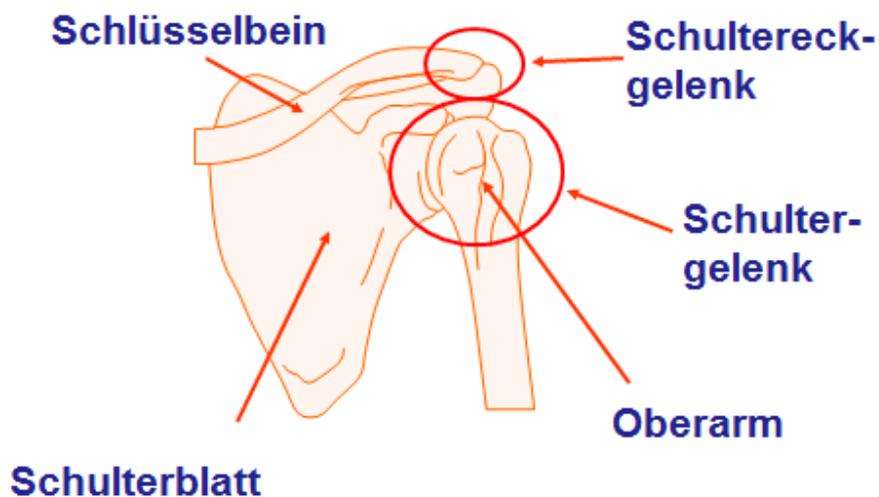
Obere Extremität

Gelenkverletzungen und Knochenbrüche der oberen Extremität gehören zu den häufigsten Verletzungen des menschlichen Körpers.

Verletzungen des Schultergürtels

Durch die exponierte Lage des Schultergürtels sind besonders das **Schlüsselbein (Klavikula)** mit seinen angrenzenden Gelenken, dem **Schultereckgelenk (Akromioklavikular-Gelenk oder AC-Gelenk)** und dem **Schlüsselbein-Brustbein-Gelenk (Sternoklavikular-Gelenk oder SC-Gelenk)** bei Stürzen gefährdet. Zu den häufigsten Unfallursachen zählen Stürze mit dem Fahrrad, dem Motorrad oder Unfälle bei der Ausübung von Kontaktsportarten.

Anatomie des Schultergürtels



Schlüsselbeinbrüche

Zur Therapie der **Schlüsselbeinbrüche** wurde am Eduardus-Krankenhaus ein differenziertes Therapiekonzept entwickelt, das der jeweiligen Frakturform und der besonderen Situation des betroffenen Patienten gerecht wird. Hierzu gehören neben der konservativen Therapie die Nagelung mit einem **dünnen Titannagel** sowie die **biologische Osteosynthese** mit einer **winkelstabilen Titanplatte**. (s.a. *Spezialgebiete und Film*)

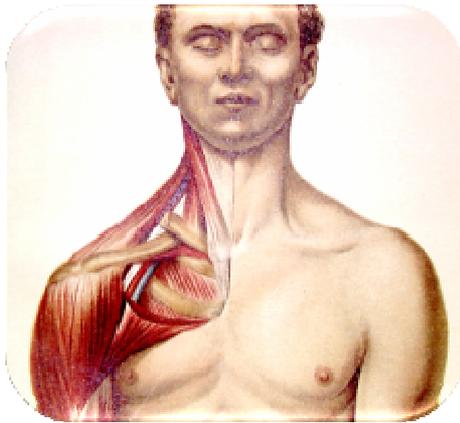


Abb. links: Aus Lehmanns Medizinische Atlanten 1907
Typische Fehlstellung des Schlüsselbeins nach einer Fraktur

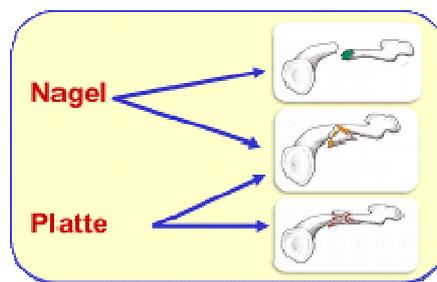


Abb. links: Einsatz der verschiedenen Implantate zur operativen Therapie von verschobenen

Schlüsselbeinbrüchen in Abhängigkeit von der Frakturform.



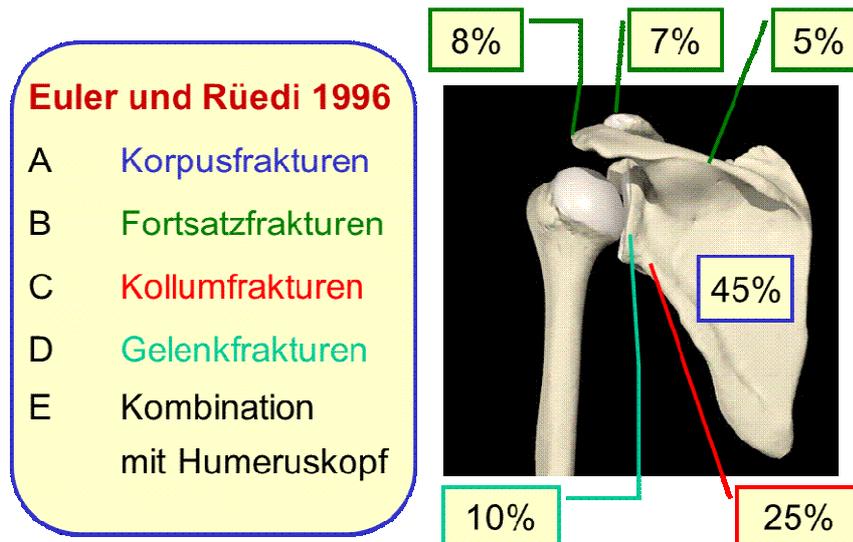
Abb. links: Klavikulafraktur mit einem Titannagel versorgt

Abb. rechts : Komplexe Klavikulafraktur, die mit einer Titanplatte stabilisiert wurde



Abb. links: Gleicher Fall wie Abb. 3, sechs Wochen nach der OP. Kleine, gut verheilte Narben (Pfeile).

Brüche des Schulterblatts (Skapulafraktur) sind extrem seltene Verletzungen, die aber häufig mit Verletzungen benachbarter Körperregionen (Halswirbelsäule, Schädel, Brustkorb und obere Extremität) einhergehen. Die allermeisten dieser Frakturen können funktionell, d. h. ohne Operation behandelt werden. Nur verschobene Knochenbrüche bedürfen einer operativen Therapie.



Bandverletzungen des Schultergelenkes treten häufig nach Verrenkungen des Schultergelenkes (**Schulterluxation**) auf. Bei dieser Verletzung kommt es zu einem Abriss der vorderen Gelenkklippe (**Labrum**), sog. **Bankart-Läsion**, und zu einer Eindellung des Oberarmkopfes, sog. **Hill-Sachs-Delle**. Die Bankart-Läsion ist die Hauptursache für eine verbleibende Instabilität des Gelenkes mit dem Risiko von weiteren Luxationen, so dass eine Refixation der Gelenkklippe erforderlich ist, um einen vorzeitigen Verschleiß des Gelenkes zu vermeiden. Dieser Eingriff kann am Eduardus-Krankenhaus rein arthroskopisch, d. h. bei einer **Spiegelung des Schultergelenkes (Schulterarthroskopie)** durchgeführt werden. Hierbei wird die bindegewebige Gelenkklippe mit einem Fadenanker wieder an der knöchernen Gelenkpfanne befestigt.

Eine der häufigsten Sehnenverletzungen ist die **Ruptur der langen Bizepssehne**. Diese verläuft durch das Schultergelenk zum oberen Pfannenrand. Die Sehne unterliegt einer sehr hohen Belastung und beginnt bereits im jungen Erwachsenenalter zu verschleißen. Bei einer Bagatellursache kann es dann zur vollständigen Zerreißen kommen. Da der Bizepsmuskel noch eine andere Sehne besitzt, kann der Kraftausfall relativ schnell ausgeglichen werden. Eine operative Therapie ist nur in Ausnahmefällen sinnvoll.

Verletzungen des Schulterreck-Gelenkes

Die Behandlung der Verletzungen des Schulterreckgelenkes, **die Schulterreckgelenks-Sprengung (oder ACG-Luxation)**, erfolgt stadiengerecht nach dem unten in der Tabelle aufgeführten Algorithmus.

Zur operativen Behandlung der Schulterreckgelenkssprengung werden an der Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie **resorbierbare Materialien** in Form von stabilen Kordeln (**PDS-Kordel**) verwendet. Der Körper ist in der Lage diese Materialien selbstständig abzubauen. Der Vorteil besteht darin, dass keine weitere Operation zur Materialentfernung, wie beispielsweise nach einer Drahtcerclage oder Hakenplatte erforderlich. Im Falle veralteter Verletzungen ist häufig zusätzlich die Verpflanzung einer körpereigenen Sehne erforderlich, um die vernarbten Bänder zu ersetzen.

Stadium		Befunde	Therapie
Rockwood I	Tossy I	Distorsion der Gelenkkapsel und des Bandapparates. Keine Dislokation bei den Belastungsaufnahmen.	funktionelle Behandlung, symptomatische Schmerztherapie (initial Kühlung, lokale und systemische Antiphlogistika)
Rockwood II	Tossy II	Zerreißung der Gelenkkapsel. Teilzerreiung der Bänder. Geringe vertikale Instabilität.	Wie Grad I, zusätzlich 1 Woche Gilchristverband, danach funktionelle Behandlung, schmerzorientierte Belastung.
Rockwood III	Tossy III	Komplette Zerreißung des Bandapparates und der Gelenkkapsel. Vergrößerung der Distanz zwischen dem Unterrand des Schlüsselbeins bis zum Rabenschnabelfortsatz bis zum doppelten der Gegenseite	Die operative Therapie liefert funktionell keine besseren Ergebnisse als die konservative Behandlung, die Fehlstellung bleibt jedoch bestehen. Ob eine OP durchgeführt werden soll muss im Einzelfall entschieden werden.
Rockwood IV		Wie Rockwood III, zusätzlich horizontale Instabilität.	OP
Rockwood V		Wie Rockwood III, zusätzlich Zerreißung der Muskelfaszie. Vergrößerung der vertikalen Instabilität!	OP
Rockwood VI		Extrem seltene Form. Die laterale Klavikula ist unter dem Rabenschnabel-Fortsatz verhakt.	OP

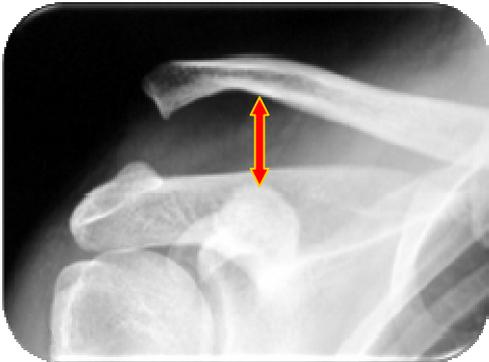


Abb. links: Hochstand des Schlüsselbeins im Röntgenbild bei einer Schulterreckgelenks-Sprengung. Vergrößerung des Abstands zwischen dem unterränd des Schlüsselbeins und dem Rabenschnabelfortsatz.

Abb. unten: Klinisches Bild, Hochstand des äußeren Schlüsselbeinendes (aus Lehmanns Med. Atlanten 1907)

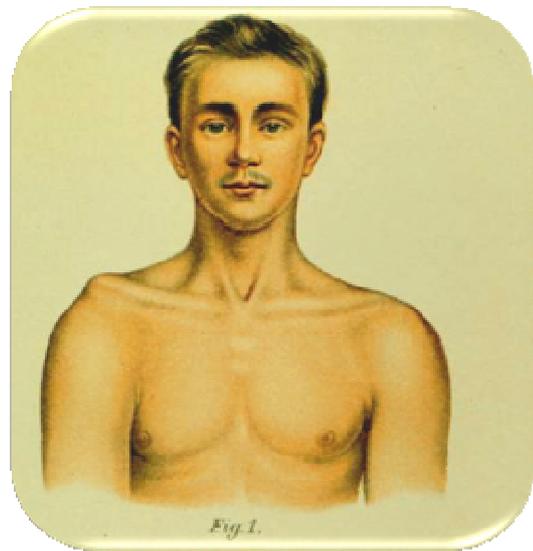


Abb. oben : Prinzip der Stabilisation des Bandapparates mit PDS-Kordeln in der Technik nach Rehm: die blaue Kordel wird um das Schlüsselbein und den Rabenschnabelfortsatz geschlungen, um die vertikale Instabilität zu beseitigen, sowie durch das äußere Ende des Schlüsselbein und das Schulterreck (Akromion) gezogen, um die horizontale Stabilität wiederherzustellen.



Abb. links: Röntgenbild nach der OP, das Schlüsselbei hat seine regelrechte Position wieder eingenommen.

Oberarmbrüche

Am Oberarm werden **Oberarmkopfrüch**e von den **Oberarmschaftbrüch**en unterschieden. Bei den Oberarmkopfrüch

en handelt es sich um eine typische Verletzung des betagten Menschen (**s. a. Frakturen bei alten Menschen**). Die Verletzungen treten in dieser Altersgruppe aufgrund der häufig vorliegenden Osteoporose nach einfachen Stürzen ebener Erde auf. Unverschobene Brüch

e können ohne Operation behandelt werden. Für die verschobenen Brüch

e werden am Eduardus-Krankenhaus spezielle Implantate vorgehalten, die in Abhängigkeit von der jeweiligen individuellen Frakturform eingesetzt werden können. Typische Implantate, die hierzu genutzt werden, sind die **anatomisch vorgeformte winkelstabile Platte** oder der **winkelstabile Nagel**. Eine Rekonstruktion des Oberarmkopfes ist leider nicht in allen Fällen möglich, insbesondere dann nicht, wenn es sich um einen Trümmerbruch handelt. Um hier eine, zumindest für den Alltag, schmerzfreie Funktion des Schultergelenkes zu erzielen ist dann die Implantation einer **Schulterprothese** der letzte Ausweg. Am Eduardus-Krankenhaus werden im OP verschiedene Prothesenmodelle vorgehalten (**z. B. Frakturprothese, anatomische Prothese, inverse Prothese, Kappenprothese etc.**), um für jeden Verletzungstyp die beste Versorgung zu ermöglichen.

Die **vier Abb. unten** zeigen die verschiedenen operativen Behandlungsmethoden, von links nach rechts: winkelstabile Platte, winkelstabiler Nagel, Frakturprothese und inverse Prothese.



Behandlungskonzept von Oberarmkopffrakturen am Eduardus-Krankenhaus

- nicht disloziert: konservativ
- 2,3+4-Fragment –Frakturen
 - winkelstabile Platte/Nagel
 - wenn rekonstruierbar!
- sonst **Fraktur-Prothese**
- **Inverse Prothese** bei Sehnen-Defekt

Brüche des Oberarmschaftes können prinzipiell ohne Operation behandelt werden. Diese Therapie ist jedoch innerhalb der ersten 6 Wochen sehr schmerzhaft und dauert etwa 12 Wochen. Aus diesem Grund werden heutzutage die allermeisten dieser Verletzungen operiert, um so die Schmerzen zu reduzieren und sowohl die Rehabilitationsdauer, als auch die Dauer der Arbeitsunfähigkeit möglichst kurz zu halten. Das typische operative Verfahren zur Behandlung des Bruches ist die intramedulläre Verriegelungs-Nagelung mit einem **Titannagel**. Das Implantat kann häufig minimal-invasiv, d. h. über sehr kleine Schnitte appliziert werden. Als Komplikation eines Oberarmschaftbruches tritt nicht selten eine Nerven-Schädigung (**Radialis-Nerv**) auf, der unmittelbar über den Knochen zieht. Bei einer Schädigung des Nervs ist eine Teil- Lähmung der Hand (**sog. Fallhand, Radialis-Parese**) zu beobachten. In derartigen Fällen wird der Nerv operativ dargestellt, und ggf. rekonstruiert. Die Stabilisierung des Knochens (Osteosynthese) erfolgt anschließend mit einer **Titanplatte**.



Abb. links: Nicht operative Behandlung eines Oberarmschaftbruches mit einem sog. Sarmiento-Brace.



a)



b)



c)



d)

Die **Abb. oben** zeigen die verschiedenen operativen Behandlungsmöglichkeiten bei Oberarmschaftbrüchen: a) Querbruch in Schaftmitte; b) Röntgenbilder nach der Versorgung mit einem Nagel; c) Querbruch in Schaftmitte, jetzt mit Nervenschädigung; d) Röntgenbilder nach der Versorgung mit einer Platte und Herauslösen des Nerven aus dem Bruch.

Ellbogengelenk

Bei den **Verletzungen des Ellenbogens** werden die **Knochenbrüche** von den **Bandverletzungen** unterschieden.

Ellenbogennahe Brüche des Oberarmes (**distale Oberarmfrakturen**) sind häufige Verletzungen im Kindesalter (**s.a. Verletzungen des Kindesalters**). Während die unverschobenen Brüche mit einer **einfachen Schlinge** (sog. „**Cuff and Collar**“-Verband) oder einem **Oberarmgips** behandelt werden können und in der Regel folgenlos ausheilen, müssen die verschobenen Brüche notfallmäßig wieder eingerichtet und fixiert werden, um Wachstumsstörungen zu vermeiden. Damit bei der Operation die Wachstumsfuge nicht beschädigt wird, kommen hierbei **nur dünne Drähte** (1,4-1,8mm Durchmesser) zur Anwendung.



Die **Abb. oben** zeigen die verschiedenen Behandlungsmöglichkeiten der ellbogennahen Oberarmbrüche bei Kindern. Von links nach rechts: Oberarmgips, Cuff-and-collar-Verband für wenig verschobene Brüche, gekreuzte K-Drähte für die grob verschobenen Brüche.

Im **Erwachsenenalter** handelt es sich meistens um Trümmerbrüche der Gelenkfläche des ellbogennahen Oberarmes. Hier ist in der Regel eine Operation erforderlich, um eine Einsteifung des Gelenkes und eine



Arthrose (=Verschleiß aufgrund von Gelenkstufen) zu vermeiden. Um der komplexen Anatomie dieser Knochenregion werden am Eduardus-Krankenhaus spezielle, **anatomisch vorgeformte winkelstabile Ellbogen-Titanplatten** vorgehalten.

Die **Abb. links** zeigt die typische operative Versorgung einer ellbogennahen Oberarmfraktur mit zwei anatomisch vorgeformten winkelstabilen Titanplatten.

Ein relativ häufiger ellbogennaher Knochenbruch ist der **Bruch des Ellenhakens (Olekanonfraktur)**. Am Ellenhaken zieht ein kräftiger Muskel (der „Trizeps“) und bewirkt damit in der Regel eine grobe Verschiebung des Bruches. Aufgrund dieser Verschiebung ist in den allermeisten Fällen eine operative Therapie erforderlich. Das Ziel der Operation besteht in einer stufenfreien Wiedervereinigung der Gelenkfläche. Die Befestigung erfolgt bei einfachen Brüchen (nur 2 Fragmente) mit zwei Drähten und einer Cerclage (Zuggurtungs-Osteosynthese) oder im Falle eines mehrfragmentären Bruches mit einer **anatomisch vorgeformten winkelstabilen Ellenhaken-Platte**.

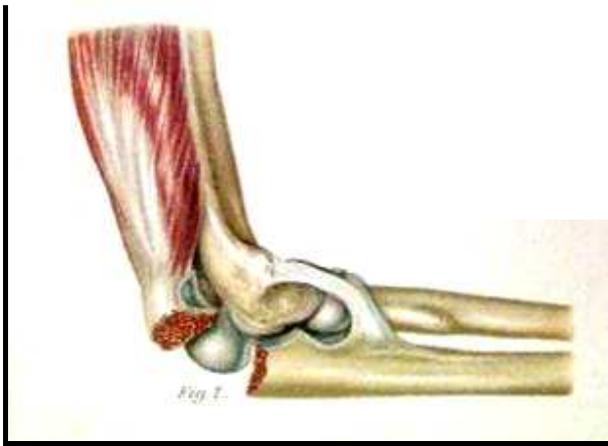


Abb. links Bruch des Ellenhakens. Breit klaffender Frakturspalt durch den Zug des kräftigen Trizepsmuskels.



Die **Abb. oben** zeigen typische Verfahren bei Ellenhakenbrüchen, links Drähte und Drahtcerclage für einfache Brüche (sog. Zuggurtung); rechts anatomisch vorgeformte winkelstabile Platte für Trümmerbrüche.

In unmittelbarer Nachbarschaft zum Ellenbogen befindet sich der **Speichenkopf (Radiuskopf)**, ein tellerförmiges Gebilde, das entweder alleine oder in Kombination mit dem Ellenbogen zerbrechen kann. Auch hier gilt, dass unverschobene Brüche (Gelenkstufe < 2mm) ohne Operation, funktionell (ohne Ruhigstellung) behandelt werden können. Verschobene Brüche müssen stufenfrei eingerichtet werden. Zur Befestigung der Fragmente stehen am Eduardus-Krankenhaus eine Vielzahl von **Minifragment-Schrauben und Miniplatten** unterschiedlicher Größen zur Verfügung. Bei **Trümmerfrakturen** ist eine Rekonstruktion des Radiuskopfes in manchen Fällen nicht mehr möglich, so dass die Implantation einer **Radiuskopfprothese** erforderlich ist.

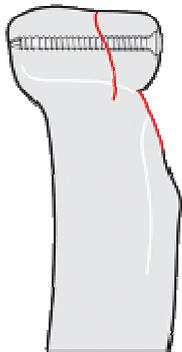
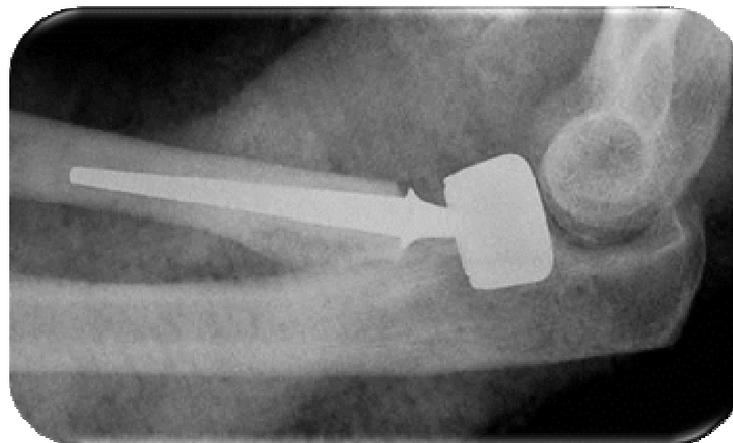
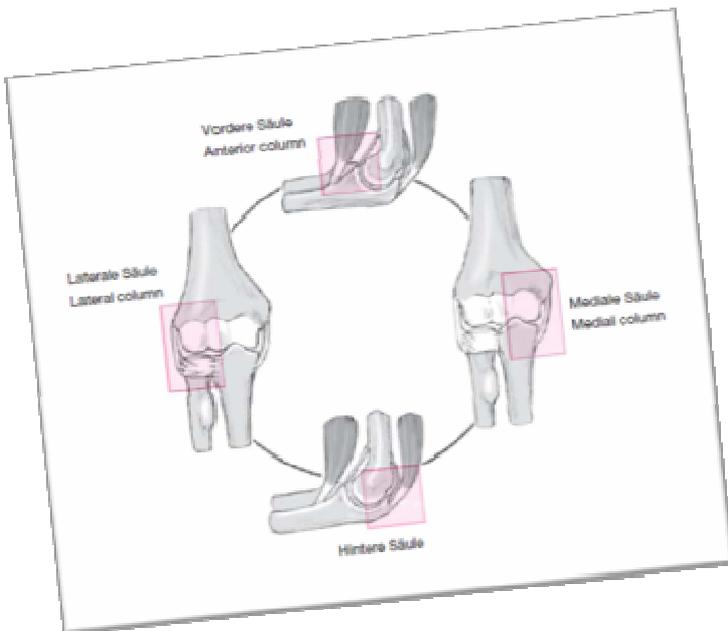


Abb. oben: einfacher Bruch mit einer Schraube versorgt.

Abb. unten: Trümmerbruch, eine Rekonstruktion ist nicht mehr möglich, es erfolgt der Ersatz des Radiuskopfes mit einer Radiuskopfprothese.

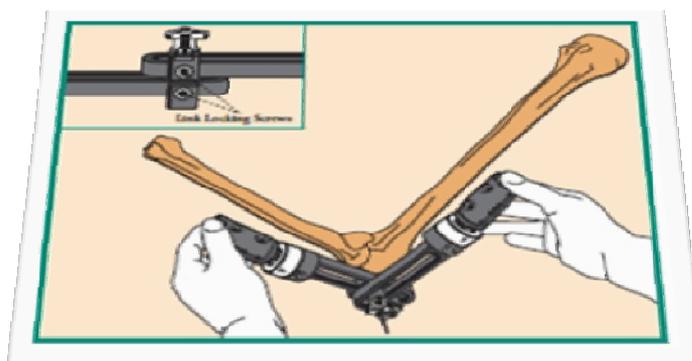


Bandverletzungen des Ellbogengelenkes treten häufig nach Ellbogenverrenkungen (**Ellbogenluxation**) auf. Hierbei kann es zu Zerreißen des ellenseitigen und/oder speichenseitigen Bandapparates und zusätzlichen instabilitätsfördernden Frakturen des Ellbogengelenkes (**Kronfortsatz der Elle (Proc. coronoideus), Radiuskopf**) kommen. In Abhängigkeit vom Verletzungsmuster ist eine differenzierte operative Therapie erforderlich.

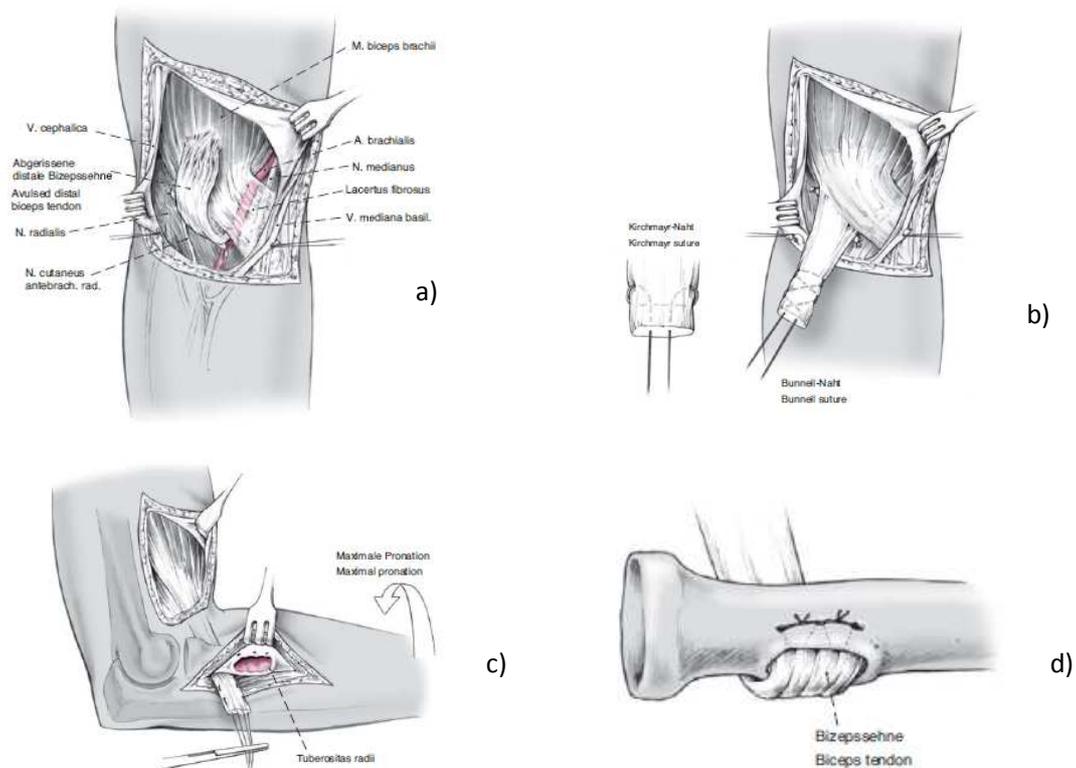


Die **linke Abb.** zeigt das Ring-Konzept nach Jupiter. Das Ellbogengelenk wird durch einen Ring aus stabilisierenden Elementen gesichert. Jede dieser Strukturen muss exakt analysiert werden, bevor ein definitives Therapiekonzept erstellt werden kann.

Ein wesentlicher Bestandteil aller Maßnahmen ist der sog. **Ellbogen-Bewegungsfixateur**, der das Gelenk vor einer erneuten Verrenkung sichert aber trotzdem Bewegungen erlaubt und so das Risiko einer Versteifung des Gelenkes reduziert, siehe **Abb. unten**.



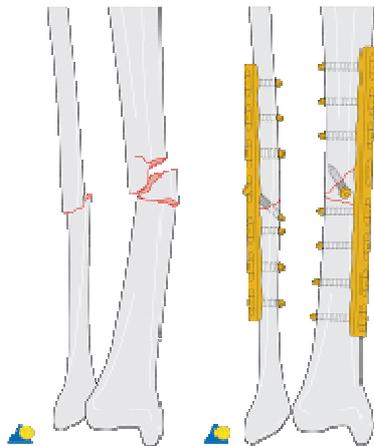
Eine typische **Sehnenverletzung des Ellbogengelenkes** ist der **Ausriss der „Bizepssehne“** an der Speiche (**distale Bizepssehnenruptur**). Diese Verletzung führt in der Regel zu einem deutlichen Kraftverlust bei der Beugung des Ellbogengelenkes, so dass hier die operative Wiederanheftung empfohlen wird. Dieser Eingriff erfolgt am Eduardus-Krankenaus mit zwei kleinen Inzisionen. Die Anheftung der Sehnen an der Speiche gelingt mit einem speziellen Knochenanker oder Knochennähten. Der Eingriff sollte nach Möglichkeit innerhalb der ersten drei Woche nach dem Unfallereignis durchgeführt werden da sich über diesen Zeitraum hinaus durch den Muskelzug eine so starke Verkürzung der sehen einstellt, dass eine Wiederanheftung an der Speiche nicht mehr möglich ist.



Die **Abb. oben** zeigen die einzelnen Schritte der Operation: a) aufsuchen der abgerissenen Sehne in der Ellenbeuge, b) Präparation des Sehnenendes und durchflechten mit einem stabilen Faden, c) Durchzug zur Speiche und d) Wiederanheftung am ursprünglichen Ansatz.

Unterarm

Frakturen eines oder beider **Unterarmschaft-Knochen**, **Elle** (→**Ulnaschaftfraktur**) oder **Speiche** (→**Radiusschaftfraktur**), sind bei Erwachsenen eher seltene Verletzungen, die aber häufig zu Komplikationen führen. Diese typischen Komplikationen bestehen in einer ausbleibenden knöchernen Heilung (**Pseudarthrose**), einer knöchernen Heilung in Fehlstellung oder einer knöchernen Brückenbildung zwischen den beiden Knochen. Zur Vermeidung dieser Komplikationen werden diese Verletzungen deshalb standardmäßig einer operativen Therapie zugeführt. Hierbei werden die Knochenbrüche unter direkter Sicht exakt eingerichtet und mit **Titanplatten** stabilisiert.



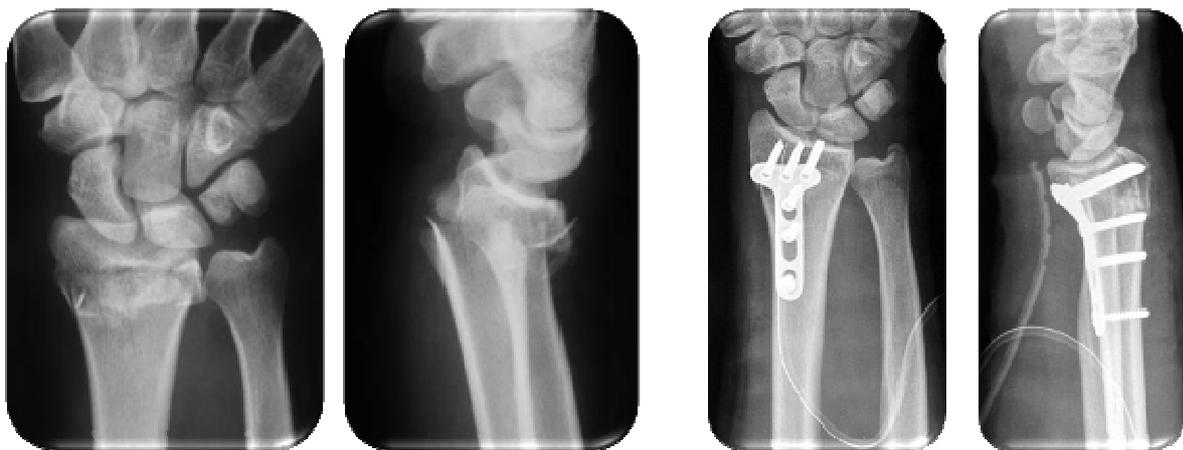
Die **Abb. a)** links zeigt einen kompletten Unterarmbruch, d.h. Speiche und Elle sind gebrochen. Die **Abb. b)** zeigt die klassische Versorgung und interfragmentären Zugschrauben und jeweils einer Platte auf jedem Knochen.

Verletzungen des körperfernen Unterarmes (→distale Radiusfraktur), gehören in allen Altersgruppen zu den häufigsten Knochenbrüchen überhaupt. Die Verletzung entsteht i.d.R. durch einen Sturz auf die Handfläche bei gestrecktem Arm (man möchte sich abfangen). Bei einem Sturz auf die gebeugte Hand entstehen seltenere Frakturformen.

Hinter der Diagnose **körperferner Speichenbruch** verbirgt sich eine Vielzahl unterschiedlicher Frakturformen. Die Voraussetzung für eine seriöse Therapieempfehlung ist eine exakte Klassifikation der speziellen Frakturform und die Erfassung von Begleitverletzungen des Handgelenkes mit Hilfe verschiedener bildgebender Verfahren (**Röntgen, CT, Kernspin**).

Auch hier gilt, dass unverschobene Brüche im Gips (für 6 Wochen) ohne Operation behandelt werden können. Im Einzelfall kann es sinnvoll sein, auch derartige Verletzungen zu operieren, um eine gipsfreie Nachbehandlung zu ermöglichen.

Bei den verschobenen Brüchen wird i.d.R. eine operative Behandlung empfohlen. Je nach Frakturform richtet sich das Operationsverfahren. Typischerweise werden **anatomisch vorgeformte winkelstabile Platte** in variablen Größen und Formen eingesetzt.



a)

b)

c)

d)

Abb. oben: a) und b) Röntgenbilder eines grob verschobenen handgelenksnahen Speichenbruches, c) und d) Röntgenbilder nach der operativen Einrichtung und Stabilisation mit einer winkelstabilen Platte.

Knochenbrüche der Hand

Häufige Knochenbrüche an der Hand sind die **Kahnbeinfraktur** (→**Skaphoidfraktur**) und die **Mittelhandfrakturen**. Unverschobene Kahnbeinbrüche können in einem Unterarmgips mit Daumeneinschluss über einen Zeitraum von 6 Wochen ohne Operation behandelt werden. Ein häufiges Problem bei den verschobenen Brüchen besteht in der ausbleibenden knöchernen Heilung (**Scaphoid-Pseudarthrose**), so dass hier die Standardbehandlung in der primären Osteosynthese mit einer Schraube („**Herbertschraube**“) besteht. Im Falle einer Pseudarthrose ist die Implantation von frischem, körpereigenem Knochen aus dem Beckenkamm notwendig, um eine Ausheilung der Verletzung zu erzielen.

Frakturen der Mittelhandknochen müssen bei der klinischen Untersuchung sorgfältig auf das Vorliegen eines Rotationsfehlers hin untersucht werden, da dieser im Röntgenbild i.d.R. nicht sichtbar ist. Am häufigsten finden sich die Frakturen unmittelbar unterhalb des Kopfes des **5. Mittelhandknochens**. Hier gelingt die Einrichtung und Befestigung häufig mit einem dünnen Titannagel. Bei den häufigen Schräg- oder Spiralfrakturen der übrigen Mittelhandknochen werden Minifragment-Schrauben und -platten eingesetzt. Das Ziel der Operation besteht immer in einer übungsstabilen Befestigung (übungsstabile Osteosynthese) der Knochenbrüche. Nur durch ein intensives Übungs- und Trainingsprogramm, das unmittelbar nach der Operation beginnen muss, lassen sich narbige Verwachsungen und Verklebungen, die zu Bewegungseinschränkungen der Finger führen, vermeiden.

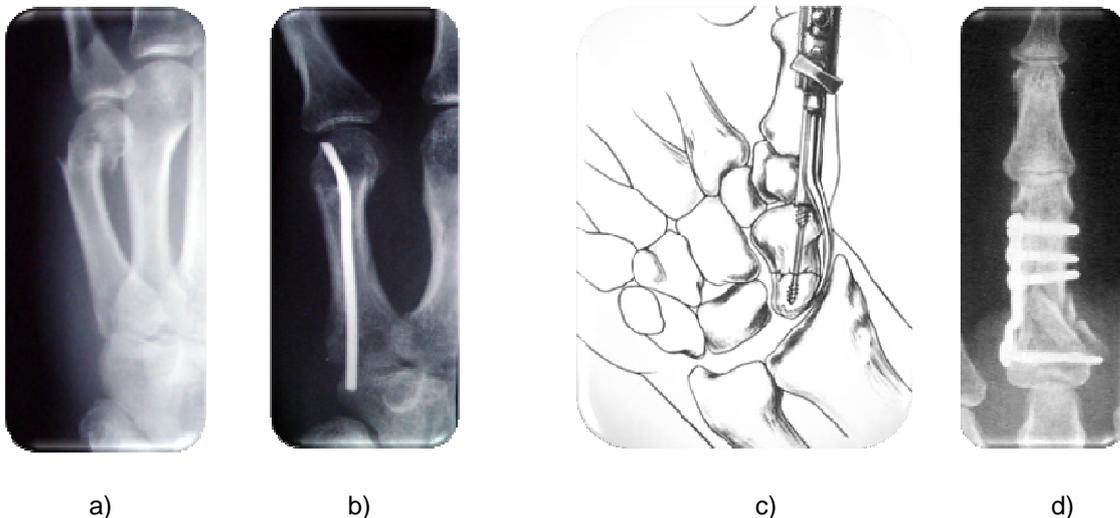
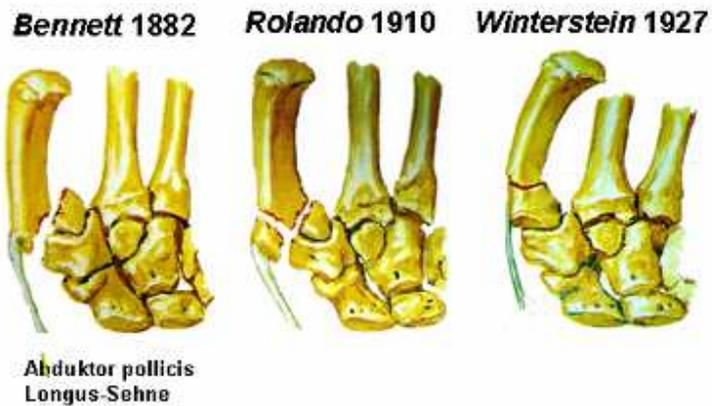


Abb. oben: a) Röntgenbild eines Bruchs des 5. Mittelhandknochens unmittelbar unterhalb des Kopfes, b) Röntgenbild nach der operativen Therapie mit einem dünnen Titannagel; c) Kahnbeinfraktur, die mit einer Herbertschraube versorgt wird; d) Trümmerfraktur des Kleinfingergrundglieds, die mit einer Miniplatte versorgt wurde.

Die nachfolgende Abbildung zeigt typische Verletzungsformen an der Basis des 1. Mittelhandknochens:

Basisnahe Brüche des 1. Mittelhandknochens



Eine typische Bandverletzung des Handgelenkes ist die Ruptur des Bandes zwischen Kahnbein und Mondbein (**skapholunäres Band**). Diese Verletzung führt zu einer Instabilität der Handwurzel (**skapholunäre Dissoziation**) und sollte rasch behandelt werden, um einen Handwurzelkollaps und eine schmerzhafte Handwurzel-Arthrose zu vermeiden.



Untere Extremität

Knochenbrüche des körpernen Oberschenkels, wie z.B. **Schenkelhalsfrakturen, oder pertrochantäre Frakturen**, gehören zu den typischen Verletzungen des alten Menschen. **(s.a. Frakturen bei alten Menschen)**

Die Brüche entstehen meist nach harmlosen Stürzen zu ebener Erde, da der Knochen durch die gleichzeitig bestehende Osteoporose erheblich weicher und fragiler ist, als bei jungen Menschen.

Das Ziel der Behandlung besteht darin, die betroffenen Patienten frühzeitig wieder aus dem Bett mobilisieren zu können, um die gefürchteten Komplikationen einer dauerhaften Immobilität und Bettlägerigkeit vermeiden zu können. Je nach Frakturform, Verschleißzustand des Hüftgelenkes und der Konstitution des Patienten stehen verschiedene Operationsverfahren zur Verfügung. Bei unverschobenen Brüchen kann es möglich sein die Fragmente stabil miteinander zu Verschrauben oder mit einem intramedullären Verriegelungsnagel zu stabilisieren.

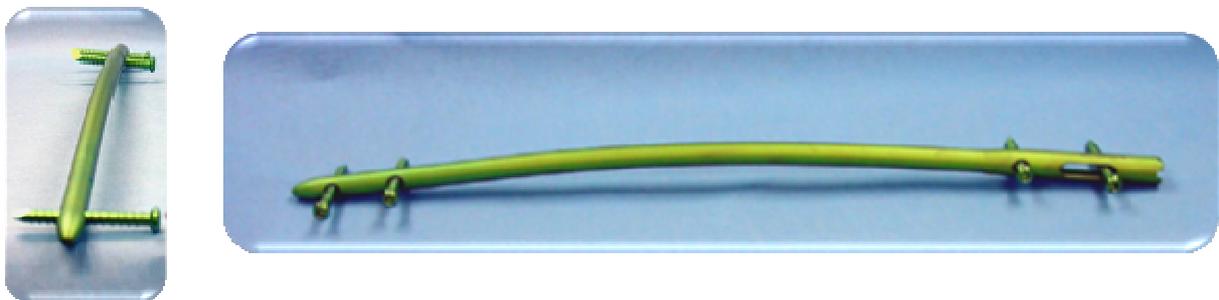
Am Eduardus-Krankenhaus stehen hierzu speziell entwickelte Implantate zur Verfügung **z.B. die dynamische Hüftschraube (DHS), der rotationsstabile Anker (ROSA) oder der proximale Femurnagel (PFN-A)**, die auch im osteoporotischen Knochen noch eine ausreichende Verankerung finden. Liegt bereits ein deutlicher Verschleiß des Hüftgelenkes vor, oder handelt es sich um einen stark verschoben Bruch kann auch primär ein Hüftgelenkersatz mit einer **Hüftgelenks-Endoprothese** durchgeführt werden.



Abb. oben: Röntgenbilder typischer Versorgungsbeispiele bei hüftgelenksnahen Oberschenkelbrüchen
a) 3 Zugschrauben, b) Dynamische Hüftschraube (DHS), c) Marknagel (PFN), d) Hüftgelenksprothese

Oberschenkelchaftfrakturen sind im Erwachsenenalter relativ seltene Verletzungen, die meistens nach einer größeren Gewalteinwirkung, wie zum Beispiel Motorradunfällen oder Stürzen aus großer Höhe auftreten. Dieser Knochenbruch tritt deshalb in der Regel in Kombination mit weiteren schweren, teilweise lebensbedrohlichen Verletzungen auf. Selbst bei isolierten geschlossenen Oberschenkelchaftbrüchen ist mit großen Blutverlusten von bis zu 2 Litern zu rechnen.

Zur Behandlung dieser Verletzung werden typischerweise intramedulläre Implantate (**Femurnagel**) eingesetzt. Diese Implantate ermöglichen eine schonende funktionelle Reposition bei biologischer OP-Technik. Biologisch bedeutet in diesem Zusammenhang, dass die Implantate über kleine frakturferne Inzisionen eingebracht werden, um die Weichteile unmittelbar über dem Knochenbruch nicht weiter zu schädigen.



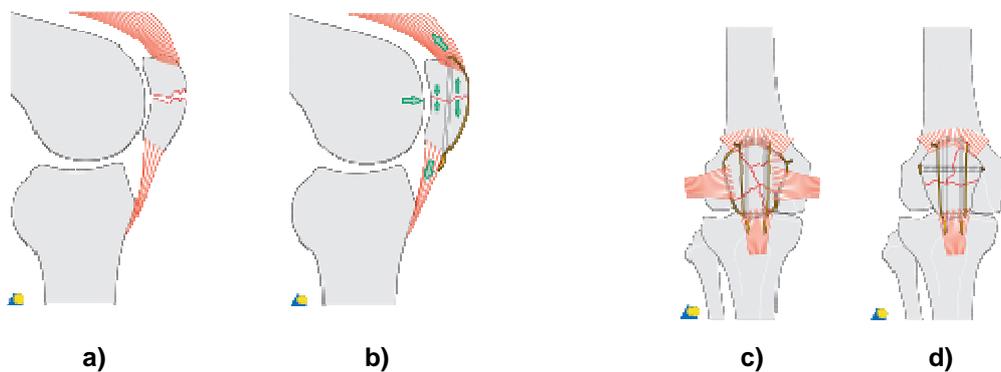
Die beiden Abbildungen zeigen einen typischen Verriegelungsnagel, der bei einem Oberschenkelchaftbruch eingesetzt wird.

Im fortgeschrittenen Alter werden in zunehmender Häufigkeit **kniegelenksnahe Oberschenkelbrüche (distale Femurfraktur)** beobachtet. In dieser Region ist es wichtig, die Anatomie des Gelenkes und die Achsen des Beines exakt wiederherzustellen, um einen vorzeitigen Gelenkverschleiß zu vermeiden. Hierfür stehen am Eduardus-Krankenhaus spezielle, lange, anatomisch vorgeformte winkelstabile Titan Platten (**LISS**) und Nägel (**distaler Femurnagel, DFN**) zur Verfügung.



Kniescheibenbruch (Patellafraktur)

Ein relativ häufiger Knochenbruch des Kniegelenkes ist die **Fraktur der Kniescheibe (Patellafraktur)**. Typischerweise tritt diese Verletzung bei einem Sturz auf das gebeugte Kniegelenk oder bei einem Anprall am Armaturenbrett in einem PKW auf. Bei diesem Knochenbruch führt der kräftige Zug des Oberschenkelmuskels in der Regel zu einer erheblichen Fragmentverschiebung, so dass hier eine operative Therapie in Form einer **Zuggurtungsosteosynthese** mit Drähten und Cerclagen notwendig ist. Um zu überprüfen, inwieweit auch andere Knie-Binnenstrukturen von der Verletzung betroffen sind oder ob der Knorpelbelag beschädigt wurde, kann dieser Eingriff auch mit einer Spiegelung des Kniegelenkes (**Kniegelenksarthroskopie**) kombiniert werden.



Die **Abb. oben** zeigen einen einfachen Querbruch der Kniescheibe, die mit einer sogenannten „Zuggurtungsosteosynthese“ behandelt werden. Hierbei wird das Biegemoment, das bei der Beugung des Kniegelenkes am Frakturspalt entsteht in eine Druckkraft umgewandelt. Bei mehrfragmentären Frakturen sind in der Regel zusätzlich eine Rahmencerclage oder Zugschrauben erforderlich.

Bandverletzungen des Kniegelenkes treten häufig bei sportlichen Aktivitäten auf. Typische Strukturen, die hierbei verletzt werden, sind die **Menisken**, das **vordere Kreuzband** und (deutlich seltener) das **hintere Kreuzband**, das **innere oder äußere Seitenband** sowie der **Knorpelbelag der Gelenkfläche**. Nicht selten treten diese Verletzungen kombiniert auf, man spricht dann von einem komplexen Kniebinnenstrauma. Ein sicherer Hinweis, dass nach einem Unfallereignis eine oder mehrere Kniebinnenstrukturen verletzt wurden, ist der schmerzhafte Kniegelenkserguss, der sich innerhalb der ersten 24 Stunden nach dem Unfall entwickelt. Ein essentieller Bestandteil der Diagnostik ist die kernspintomografische Untersuchung des Gelenkes.

Die Therapie der einzelnen Bandverletzungen kann heute in den allermeisten Fällen arthroskopisch, d.h. mit Hilfe einer **Kniegelenksspiegelung (Arthroskopie)** durchgeführt werden.

Knochenbrüche des Schienbeinkopfes (Tibiakopffraktur) gehören ebenfalls zu den häufigen kniegelenksnahen Knochenbrüchen. Diese Verletzungen treten meistens bei rasanten sportlichen Aktivitäten, wie zum Beispiel Skifahren auf. Je nach Ausprägung der Zerstörung der Gelenkfläche, werden verschiedene Typen der Verletzung unterschieden. Nicht selten treten begleitend auch Verletzungen des Kniebandapparates (**Zerreißung der Seitenbänder, Kreuzbänder oder Menisken**) auf, die bei der Therapieplanung berücksichtigt werden müssen.

Das Ziel der Behandlung besteht in einer anatomischen Rekonstruktion der Gelenkfläche unter Wiederherstellung der natürlichen Beinachsen. Die gering verschobenen Brüche können arthroskopisch assistiert verschraubt werden. Die verschobenen Brüche müssen in der Regel offen eingerichtet und mit winkelstabilen abstützenden Platten versorgt werden. Trummerbruche können häufig nicht völlig wieder hergestellt werden, so dass nach einem Zeitraum von wenigen Jahren ein schmerzhafter Verschleiß des Kniegelenkes (**Arthrose**) auftreten kann. In diesen Fällen ist es dann möglich sekundär eine **Kniegelenksprothese** zu implantieren.

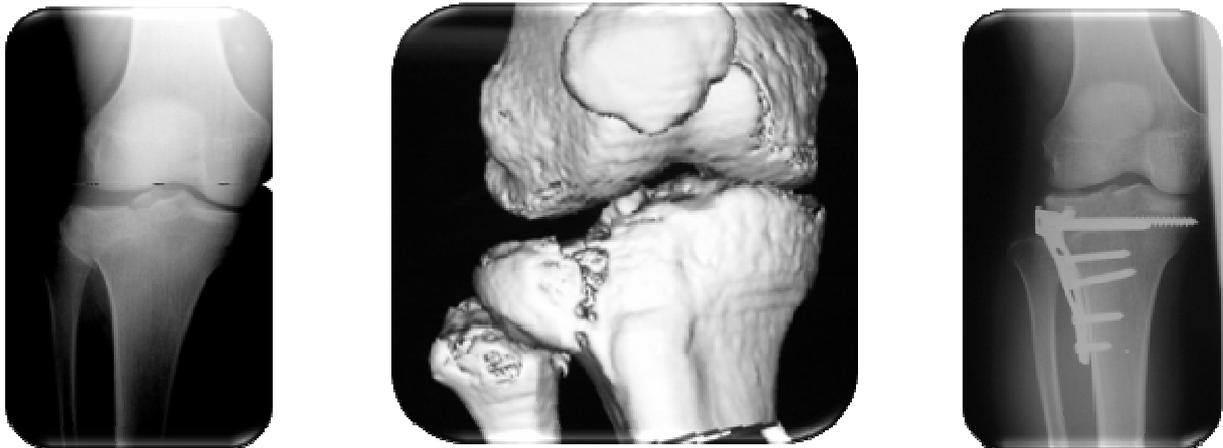


Abb. oben: Schienbeinkopfbruch, a) konventionelles Röntgenbild, b) 3D-CT-Bild, c) Röntgenbild nach der Operation mit einliegender winkelstabiler Platte

Frakturen des Unterschenkelchaftes treten nach größeren Gewalteinwirkungen auf und gehen meistens auch mit einer erheblichen Schädigung des Weichteilmantels, d.h. der Haut und der Muskeln einher. Die Schädigung der Weichteile kann so stark ausgeprägt sein, dass die Durchblutung der Muskulatur nicht mehr ausreichend ist. Um ein Absterben der Muskulatur zu vermeiden ist dann notfallmäßig ein entlastender Eingriff erforderlich. Temporär wird dann ein so genannter Fixateur externe, d.h. ein größerer Spanner angebracht.

Eine Therapie der Verletzung ohne Operation ist nur in Ausnahmefällen sinnvoll. Je nach Frakturform und Lokalisation erfolgt die definitive Therapie mit einem Titan-Verriegelungsnagel oder einer biologisch platzierbaren, anatomisch vorgeformten winkelstabile Platten zur Verfügung.



a)

b)

Abb. oben: a) Röntgenbilder einer Unterschenkelfraktur, b) Röntgenbilder nach der Marknagelung



Abb. oben: a) Primärversorgung einer Unterschenkelfraktur im äußeren Spanner (Fixateur externe) aufgrund eines erheblichen Weichteilschadens, b) definitive Versorgung mit winkelstabilen Platten nach der Abschwellung.

Eine der häufigsten Verletzungen der unteren Extremität sind die **Frakturen des oberen Sprunggelenkes**. Diese entstehen bei einem „Umknick-Ereignis“ des Fußes im oberen Sprunggelenk. Gekennzeichnet sind diese Verletzungen durch einen **Bruch des Außenknöchels (Außenknöchelfraktur)**, der mit einer Zerreißung der Bandverbindungen zwischen Schienbein und Wadenbein (**Syndesmosenruptur**) und zusätzlichen Gelenkfrakturen des Schienbeins (**Innenknöchelfraktur, Abriss des Volkmann-Dreiecks**) einhergehen kann. In seltenen Fällen liegt die Bruchschdigung des Wadenbeins nicht unmittelbar am Außenknöchel sondern sehr viel weiter höher nahe des Kniegelenkes (**sog. Maisonneuve-Fraktur**).

Unmittelbar nach dem Unfallereignis tritt typischerweise zunächst eine massive Weichteilschwellung der Sprunggelenksregion auf, die eine definitive Behandlung der Verletzung zu diesem Zeitpunkt noch verhindert.

Die definitive Therapie erfolgt nach der Abschwellung und besteht in der Regel in einer anatomisch exakten Rekonstruktion der Sprunggelenksgabel und der Gelenkfläche des Schienbeins. Die Außenknchelfraktur wird mit Zuschrauben und einer Platte stabilisiert, während der Innenknöchel typischerweise nur mit Zug-Schrauben befestigt wird. Der Schlüssel zum Erfolg besteht bei dieser Verletzung in einer präzisen Einrichtung des Außenknchels gegenüber dem Schienbein. Mit einem herkömmlichen Röntgengerät kann die Überprüfung der Einrichtung schwierig sein. Deshalb besteht im unfallchirurgischen OP des Eduardus-Krankenhauses die Möglichkeit die Stellung des Außenknchels mit einem 3-dimensionalen Bildwandler exakt zu überprüfen. Im Falle einer Bandzerreiung wird die Bandverbindung mit einer zusätzlichen Schraube (**Stellschraube**) oder Drähten gesichert.

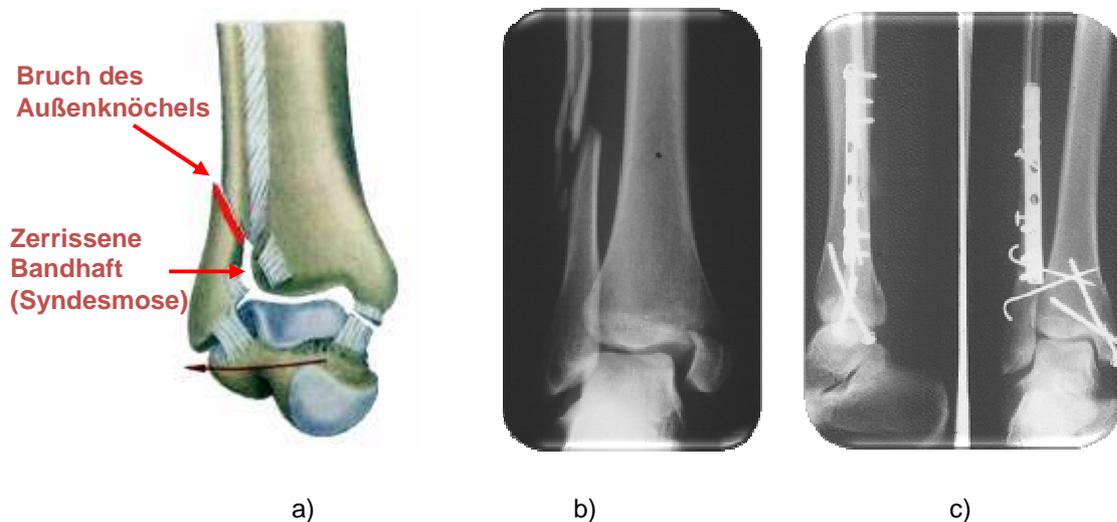


Abb. oben: a) schematische Darstellung des oberen Sprunggelenkes bei einer Sprunggelenksfraktur mit zerrissener Syndesmose, Außenknchelbruch und Zerreißung des Innenbandes, **b)** Röntgenbild einer Sprunggelenksfraktur mit Bruch des Außenknchels und des Innenknchels, **c)** Röntgenbild nach der operativen Therapie mit Zugschrauben und Platte am Außenknöchel, Zugschrauben am, Innenknöchel und Syndesmosenpickdrhten.

Achillessehnenruptur

Ein der häufigsten Sehnenverletzungen der unteren Extremität ist die **Ruptur der Achillessehne**. Typischerweise reißt die Sehne kurze Zeit nach Beginn einer sportlichen Aktivität. Die Muskeln sind dann bereits warm und können ihre volle Kraft entfalten. Die Kraftentwicklung bei einem plötzlichen Sprint ist dann so groß, dass die Sehne zerreißt. Häufig zerreißt die Sehne mit einem deutlich hörbaren „Knall“. Eine Teilzerreißung der Achillessehne kann ohne Operation behandelt werden. Bei kompletten Rupturen ist eine Naht der Sehne sinnvoll, um eine stabile Kraftübertragung von der Wadenmuskulatur auf den Fuß wiederherzustellen.



Abb. oben: a) Komplette zerrissene Achillessehne bei einem 38-jährigen Fußballer; b) Achillessehnennaht



Abb. oben: Nachbehandlung der Achillessehnennaht in einem speziellen Stiefel

Verletzungen des Fußes

Zu den häufigen Verletzungen des Fußskeletts gehören die **Brüche des Fersenbeins (Kalkaneusfraktur)** und die **Brüche der Mittelfußknochen**. Seltene, aber durchweg schwere Verletzungen sind die **Brüche des Sprungbeins (Talusfraktur)** oder die **Verrenkungen der Fußwurzelgelenke (Lisfranc-Luxation oder Chopart-Luxation)**.

Fersenbeinbrüche entstehen meist nach einem Sturz aus größerer Höhe. Unverschobene Brüche können in einer speziellen Orthese sehr gut ohne Operation behandelt werden. Bei den verschobenen Brüchen handelt es sich in der Regel um komplizierte Verletzungen, insbesondere dann, wenn auch das untere Sprunggelenk betroffen ist. Die operative Behandlung kann erst nach einer ausreichenden Abschwellung des Fußes durchgeführt werden, um gefürchtete Wundheilungsstörungen zu vermeiden. Die Operation sollte wenn möglich immer unter Assistenz eines **3-dimensionalen Bildverstärkers** erfolgen, um die Komplexe Anatomie des Fersenbeins wieder herstellen zu können. Ein derartiges Gerät steht im Unfallchirurgischen OP des Eduardus-Krankenhauses zur Verfügung. Trotz aller Sorgfalt gelingt eine Rekonstruktion der Gelenkflächen des Fersenbeins nicht immer, so dass sich im weiteren Verlauf ein **Verschleiß des unteren Sprunggelenkes (USG-Arthrose)** entwickeln kann. In diesen Fällen kann dann eine Versteifung dieses Gelenkes (**Arthrodese**) zur Schmerztherapie sinnvoll sein.



Abb. oben: typische Blutergussverfärbung und Schwellung bei einem Fersenbeinbruch

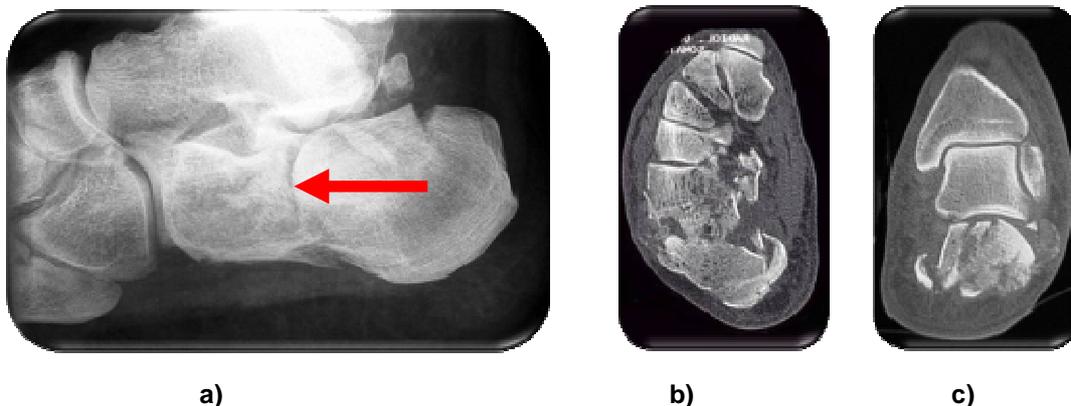
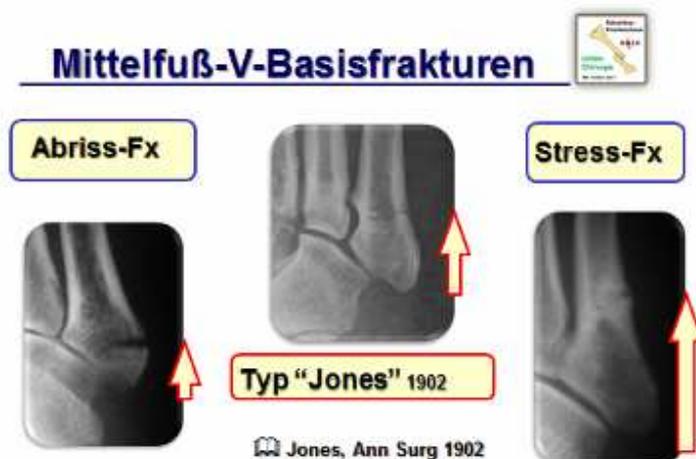


Abb. oben: a) seitliches Röntgenbild des Fußes mit einem Fersenbeinbruch, b) und c) erst die 3D-CT zeigt das gesamte Ausmaß der Knochenzerstörung und ist für die Therapieplanung essentiell.

Brüche der Mittelfußknochen treten in nahezu 70% der Fälle an der **Basis des 5. Mittelfußknochens** auf. Hier entstehen die Verletzungen meistens bei einem einfachen Umknickereignis. Unverschobene Brüche können in einer Sprunggelenksorthese ohne Operation behandelt werden. Verschobene Brüche werden mit feinen Drähten, Mini-Schrauben oder Platten stabilisiert. In der Regel ist anschließend eine volle Belastung des Fußes in einem Spezialschuh möglich.

Eine besondere Entität stellen die sog. „**Jones**“ **Frakturen** dar. Diese befinden sich am Übergang der Basis des 5. Mittelfußknochens zum mittleren Abschnitt. Vorwiegend sind Fußballer von dieser Verletzung betroffen. Diese Brüche heilen bei einer nicht operativen Behandlung sehr langsam und in vielen Fällen überhaupt nicht aus. Deshalb sollte hier frühzeitig eine operative Therapie erfolgen.



Seltene Verletzungen sind die sogenannten **Ermüdungsbrüche (Stressfrakturen) der Mittelfußknochen**, die nach längeren Märschen oder Marathon-Läufen auftreten können. Die Brüche bereiten starke Schmerzen, sind aber in der regel nicht verschoben und können sehr gut ohne Operation in einer Längsgewölbe des Fußes abstützenden Orthese behandelt werden.



Konservative Therapie



Orthese

Brüche der Zehen sind sehr häufige Verletzungen und können fast immer ohne Operation behandelt werden. Mit einem schienenden Pflasterzügelverband gelingt in der Regel eine rasche Schmerzlinderung und folgenlose Ausheilung der Verletzung.

Ausnahmen bilden lediglich die verschobenen **Brüche der Großzehe** mit Beteiligung des Großzehengrundgelenkes. Hier kann es erforderlich sein, den Bruch stufenfrei einzurichten und mit Mini-Schrauben zu befestigen, um einem schmerzhaften Großzehengrundgelenks-Verschleiß vorzubeugen.

Großzehenfraktur



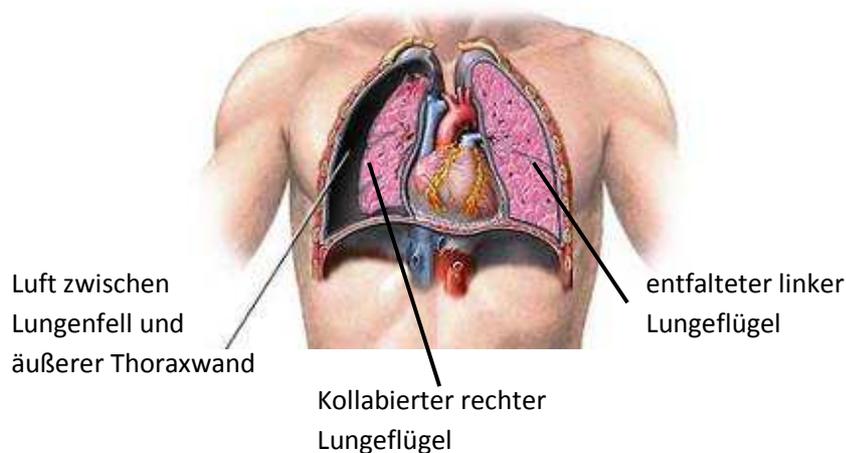
Die **Abb. oben** zeigt eine Großzehen-Grundgliedfraktur bei einem Patienten, der mit der rechten Großzehe gegen einen Blumenkübel trat. Es zeigt sich eine im Vergleich zur gesunden Seite deutliche Fehlstellung der Zehe. Rechts das Unfallröntgenbild und die Versorgung mit einer winkelstabilen Mini-Titanplatte.

Verletzungen des Brustkorbs

Rippenfrakturen sind sehr häufige Knochenbrüche, die nach einer stumpfen Gewalteinwirkung auf den Brustkorb (z.B. Fahrradsturz oder Body-Check beim Eishockey) entstehen können. Bei vorbestehenden krankhaften Veränderungen der Rippen (z.B. Osteoporose) reicht oft ein Bagateltrauma wie z.B. heftiges Niesen oder und Husten um einen Rippenbruch herbeizuführen.

Die betroffenen Patienten werden durch Schmerzen beim Atmen sowie Husten und Niesen, oder bei leichtesten Bewegungen geplagt. Zur Vermeidung des Schmerzes verfallen sie dann in eine gefährliche Schonatmung, die zu einer Lungenentzündung führen kann. Rippenbrüche werden traditionell ohne Operation behandelt. Im Zentrum der therapeutischen Bemühungen steht eine effiziente medikamentöse Schmerztherapie und Atemgymnastik.

Kommt es bei der stumpfen Gewalteinwirkung auf den Brustkorb auch zu einer Verletzung des Lungengewebes, entsteht ein so genannter „**Pneumothorax**“. Hierbei gelangt Luft in den Raum zwischen der äußeren Brustwand und dem Lungenfell, so dass die Lunge kollabiert und für die Atmung nicht mehr zur Verfügung steht. In dieser Situation muss eine so genannte Thoraxdrainage über einen kleinen Schnitt in die Brusthöhle eingeführt werden, damit sich die Lunge wieder entfalten kann.



Verletzungen des Beckens und der Hüftpfannen

Beckenfrakturen und Hüftpfannenbrüche (Azetabulumfrakturen) sind insgesamt relativ seltene Verletzungen. Es werden zwei Häufigkeitsgipfel beobachtet. Zum einen im Jugend- und jungen Erwachsenenalter zum anderen bei älteren Patienten mit Osteoporose. Bei den jungen Patienten sind diese Verletzungen Folge einer größeren Gewalteinwirkung, wie z.B. einem Motorradunfall oder einem Sturz aus größerer Höhe. Bei den älteren Patienten treten diese Verletzungen aufgrund der Osteoporose bereits nach Stürzen zu ebener Erde auf.

Bei den Beckenbrüchen werden einfache **Beckenrandfrakturen (Typ A)** von **Frakturen mit einer horizontalen Instabilität des Beckenrings (Typ B)** sowie von Frakturen mit einer zusätzlichen **vertikalen Instabilität (Typ C)** unterschieden. Gerade die letztgenannten Verletzungen können mit einem lebensbedrohlichen inneren Blutverlust einhergehen, wenn nicht notfallmäßig von außen eine Kompression des Beckens mit einem **Beckengurt**, einer **Beckenzwinge** oder einem **Beckenfixateur** herbeigeführt wird. Diese Instrumentarien werden am Eduardus-Krankenhaus für den Notfall bereitgehalten. Eine Unterbrechung des Beckenrings muss nicht zwangsläufig durch einen Bruch herbeigeführt werden. Es ist auch möglich, dass lediglich die Bandverbindungen der Schambeinfuge (**Symphysenfuge**), und/oder der Darmbein-Kreuzbeinfugen (**Iliosakralfugen**), zerreißen (**Symphysensprengung** oder **Symphysenruptur, ISG-Sprengung**).

Frakturen vom Typ A können sehr gut ohne Operation behandelt werden, weil die Stabilität des Beckenrings nicht beeinträchtigt ist, während Frakturen vom Typ B oder C operativ behandelt werden. Hierbei kann der hintere Beckenring mit Hilfe der im OP zur Verfügung stehenden 3-D-Navigation minimal-invasiv verschraubt werden, während der vordere Beckenring typischerweise mit einer Platte stabilisiert wird.

Bei den **Hüftpfannenbrüchen** handelt es sich um einen Gelenkbruch. Hier gilt das Prinzip einer anatomischen (stufenlosen) Rekonstruktion der Gelenkfläche, um einen vorzeitigen Hüftgelenksverschleiß zu vermeiden. D.h. es können grundsätzlich nur unverschobene Brüche ohne Operation behandelt werden. Weitere Indikationen für eine operative Behandlung sind der **Abbruch des hinteren Pfannenrandes**, weil hierdurch eine Instabilität des Gelenkes resultiert, **ein freier Gelenkkörper** im Gelenk (z.B. ein abgesprengtes Knochenfragment) weil dieser den Gelenkknorpel zermahlen würde und die **Stufe in einem tragenden Gelenkanteil**. Je nach Lokalisation der Fraktur erfolgt der Zugang zur Hüftpfanne von vorne (**Ilioinguinaler Zugang**) oder von hinten (**Kocher-Langenbeck-Zugang**). Die Stabilisation der Fraktur erfolgt mit speziellen Beckenplatten, die der komplexen Anatomie entsprechen.