

## Interdisziplinäre Traumatologie

Teil 1: Extremitäten  
Teil 2: Körperstamm



**Martin G. Mack**  
Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie

**Bernd Maier Marcus Maier**  
Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungs-chirurgie

## Bildgebende Verfahren

- konventionelle Röntgendiagnostik





## Bildgebende Verfahren

- Ultraschall



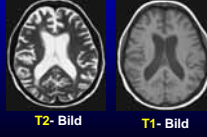

## Bildgebende Verfahren

- Computertomographie


## Bildgebende Verfahren

- Kernspintomographie

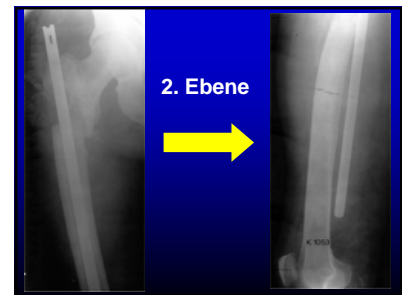
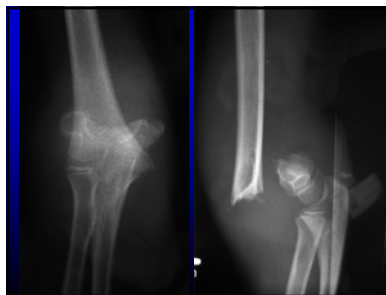
## Frakturen und Luxationen der Extremitäten

### Klinische Einschätzung



- Anamnese
- Unfallmechanismus
- Inspektion, Palpation
- Achsenstellung und Rotation im Vergleich zur Gegenseite
- Überprüfung von Durchblutung (Pulse, Kapillarfüllung, Sensibilität und Motorik [kurz DSM])

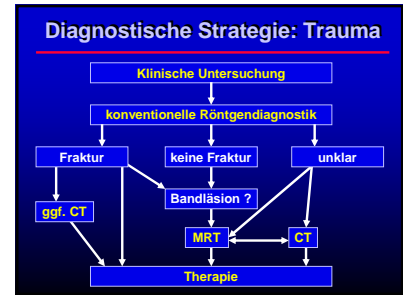
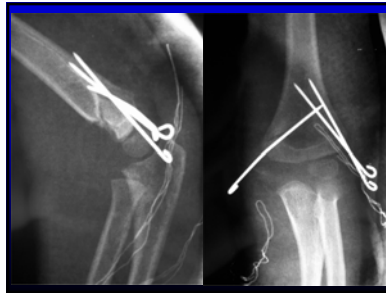
**Dokumentation des Primärbefundes mit Zeitangabe**

### Was kommt dann?

- Röntgen in 2 Ebenen
- Ggf. Spezialaufnahmen, Schrägaufnahmen
- Therapie
- Computertomographie
- Therapie
- Kernspintomographie (MRT)
- Angiographie
- Therapie

Kosten Häufigkeit



### Korrekte Anforderung Schnittstelle Chirurg - Radiologe

Kurzanamnese

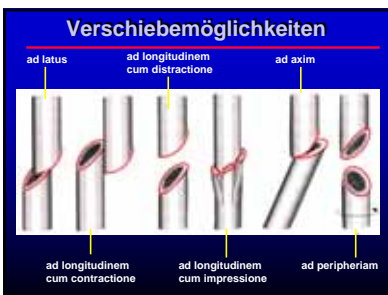
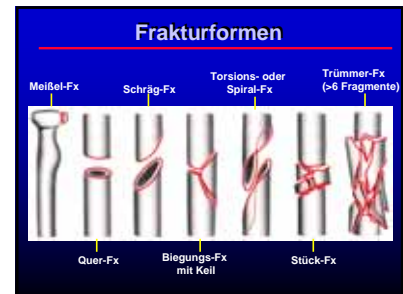
präzise Beschreibung der Lokalisation

präzise Fragestellung

z.B. Fraktur, Dislokation, Durchbauung, Instabilität etc. ??

### Arten von Frakturen

- Verletzungen**
  - Häufiger
  - Durch mechanische Überbelastung
- Nicht traumatisch bedingte, sog. pathologische Frakturen**
  - Bei krankhaften Prozessen am Knochen
  - Metastasen, Infekte, Knochenzysten, genetische Erkrankungen (z.B. Osteogenesis imperfecta)
- Ermüdungsfraktur**
  - Stressfrakturen: rezidivierende Überbeanspruchung von normalen Knochengewebe
  - Insuffizienzfrakturen: vorgeschädigter Knochen z.B. durch Osteoporose, Fraktur bereits bei geringer Belastung



### Merke

- Bei einer Fraktur ist nicht nur ein Skelettstück verletzt.
- Immer sind auch die umgebenden Weichteile mitbetroffen.
- Das Ausmass der Weichteilverletzung bestimmt die Behandlungsmethode und insbesondere den Zeitpunkt notwendiger operativer Maßnahmen mindestens ebenso wie der Frakturtyp

### Einteilung offener Frakturen

Schweregradeinteilung nach Gustillo und Anderson

Grad I  
Durchpflüßung der Haut von innen nach außen (Hautläsion < 1cm), keine Verschmutzung, minimale Muskelkontusion, einfache Quer- oder Schrägfrakturen

### Einteilung offener Frakturen

Schweregradeinteilung nach Gustillo und Anderson

**Grad II**  
 ausgedehnter Weichteilschaden mit Lappenbildung oder  
 Dieccollament, geringe bis mäßige Muskelquetschung, einfache kurze  
 Quer- und Schrägfrakturen mit kleiner Trümmerzone



### Einteilung offener Frakturen

Schweregradeinteilung nach Gustillo und Anderson

**Grad III**  
 ausgedehnter Weichteilschaden unter Einbeziehung von Haut, Muskel  
 und neurovascularer Strukturen, oft Rasantrauma mit schwerer Gewebe-  
 quetschung



### Beidseitige Makro - Amputation



Heterotope Replantation

### Knochenheilung

- **Primäre Knochenheilung**
  - × Fehlende Kallusbildung
  - × Maximale Spaltbreite zwischen Fragmenten 0,5 cm
  - × Immobilisation der Fraktur
  - × Ausreichende Blutversorgung und Vitalität der Fragmente
  - × Direktes vordringen der Haversschen Systeme in die Fragmente
- **Sekundäre Knochenheilung**
  - × Frakturspalt >0,5 cm oder mangelnder mechanischer Fixation
  - × Knochenmanschette oder desmale Knochenverbindung
  - × Metaplastische Knochenbildung und sekundäre Umwandlung in Knochengewebe
  - × Stadienhafter Verlauf

### Direkte Frakturheilung



Kompressions-  
plattenosteosynthese

DCP - Dynamische  
Kompressionsplatte

### Direkte Frakturheilung - Pilon tibiale



4 Tibial  
3 distal  
C vollständig artikulär  
2 metaphysar mehrfach  
2 asymmetrische Impaktion

43-C2.2

### Indirekte Frakturheilung



### Indirekte Frakturheilung - Unterschenkel



# Schulter- gürtel



### Kapsel-Band-Verletzungen - Luxation - Definition -

Subluxation oder Luxation: Teilaustritt oder Austritt des Humeruskopfes aus der Pfanne durch äußere Gewalt (vorne: 97 %)

Bankart-Perthes-Läsion: luxationsbedingte Verletzung des vorderen Pfannenrandes

Hill-Sachs-Läsion: dorso-laterale Humeruskopfimpression (HKI) bei ventraler Luxation

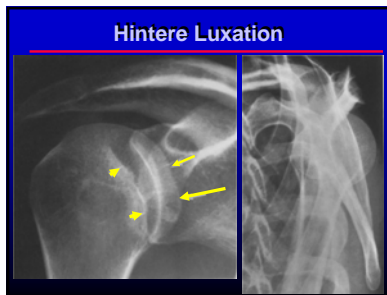
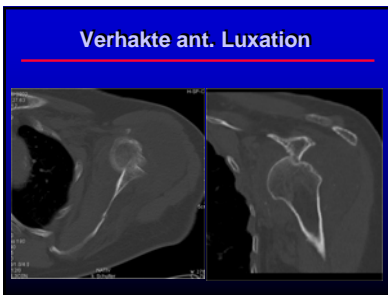
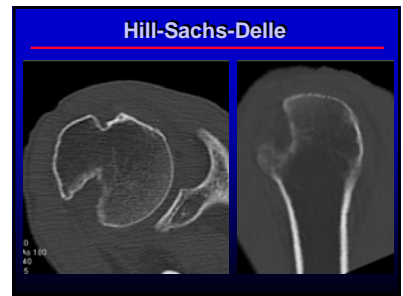
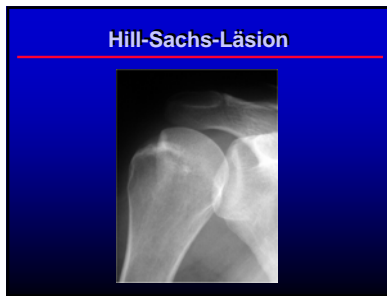
Reversed-Hill-Sachs-Läsion: ventrale HKI bei dorsaler Luxation

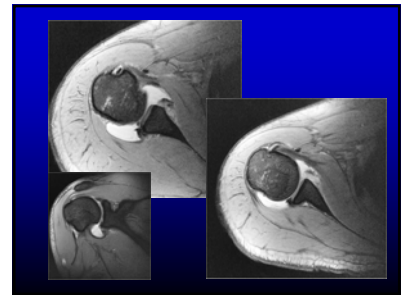
Instabilität: rezidivierende (Sub-)Luxationen

Frisch (< 48 Stunden) vs. chronisch

### Luxationen des Schultergelenks

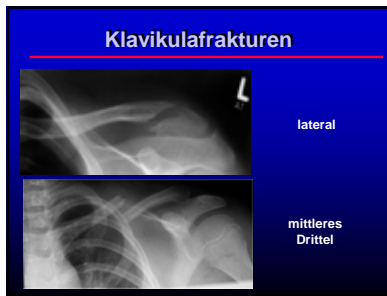
- **Epidemiologie**
  - ✗ 50% aller Gelenkluxationen sind Schultergelenksluxationen
  - ✗ Verletzung des jungen Erwachsenen
  - ✗ Frauen : Männer = 5 : 1
  - ✗ 5% hintere Luxation : cave
  - ✗ 95% anteriore Luxation
    - ✓ 67-76% begleitend Impressions-Fx des Humeruskopfes (=Hill-Sachs-Läsion)
    - ✓ 50% begleitend knöcherne Abspaltung inferiores Glenoid (=Bankart-Läsion)





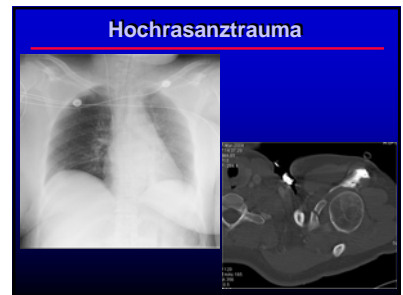
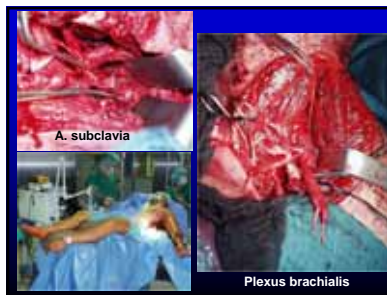
### Klavikulafrakturen

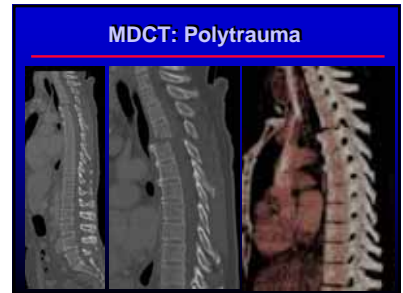
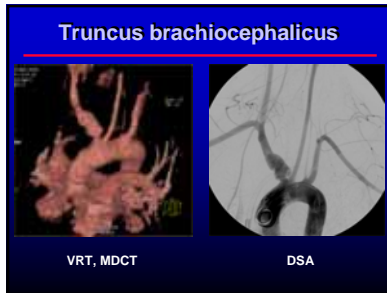
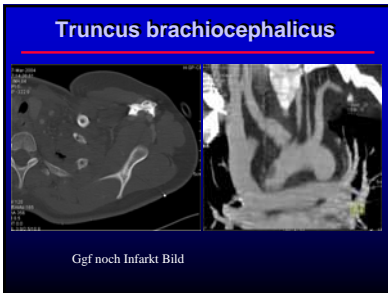
- **Epidemiologie**
  - ✗ 5-15% aller Frakturen sind Klavikulafrakturen
  - ✗ Schafffrakturen, dislozierte sowie Mehrfragmentfrakturen kommen eher bei jungen Männern vor (m : w = 70% : 30%)
  - ✗ Laterale Frakturen sind häufiger in der mittleren Altersgruppe
  - ✗ Mediale Frakturen eher bei älteren Patienten



### Klavikulafrakturen

- **Unfallmechanismus**
  - ✗ Meist indirektes Trauma (z.B. Sturz auf gestreckten Arm)
  - ✗ Seltener direktes Trauma (Sturz/Schlag auf Schlüsselbein, Schulter, Gurtverletzung)
  - ✗ Meist im Rahmen eines Verkehrs- oder Sportunfalls



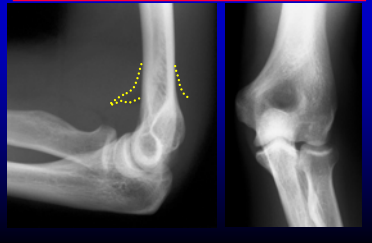




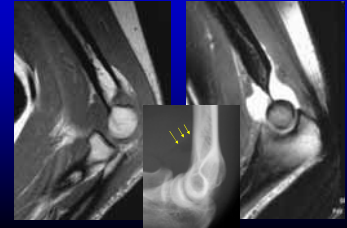
### Ellenbogen: Häufige Fragestellungen

- Fraktur
- Bandläsion
- Entzündung/Epicondylitis
- Sehnenruptur
- Nervenverletzung
- Achsbestimmung

### Gelenkerguss: „fat pad sign“



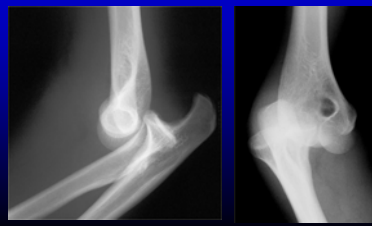
### Gelenkerguss: „fat pad sign“



### Radiusköpfchenfraktur Typ B2



### Ellenbogenluxation



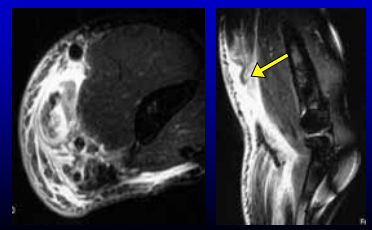
### Plötzlich Schmerzen beim Bierkastenheben



### Plötzlich Schmerzen beim Schrankheben



### Ruptur Bizepssehne



## Handgelenk

## Radiologische Diagnostik

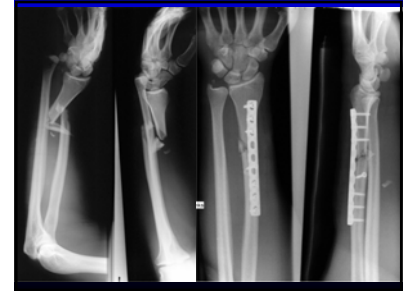
### Routine Aufnahmen:

- PA
- lateral
- PA in Ulnardeviation
- 45° semiproniert oblique

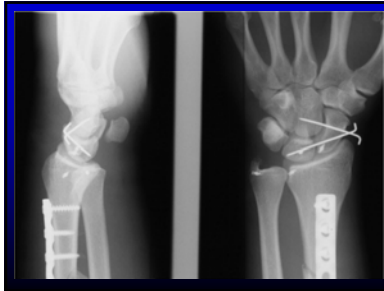
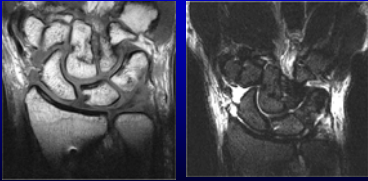


### Zusätzliche Aufnahmen:

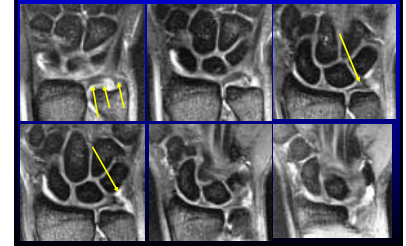
- AP / PA Faustschluss
- oblique 20° Pronation (tq)
- oblique 30° Supination (Hamatum)
- Karpaltunnel
- lateral Flexion und Extension



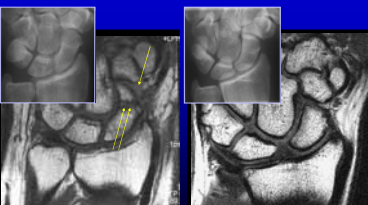
## Galeazzi-Verletzung



## Normalanatomie Discus triangularis



## Scaphoid-Fraktur?



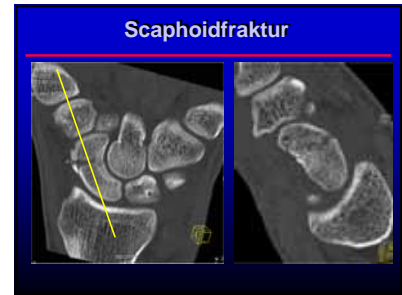
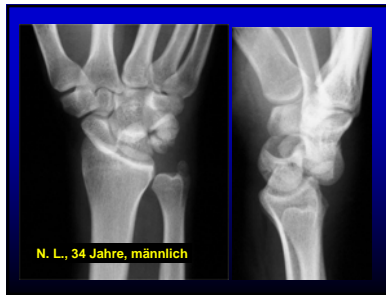
## perilunäre Luxationsfraktur



## perilunäre Luxationsfraktur







# Kniegelenk



### Tibiakopffrakturen

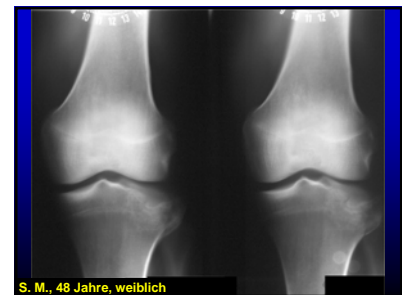
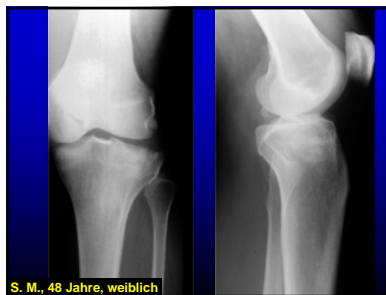
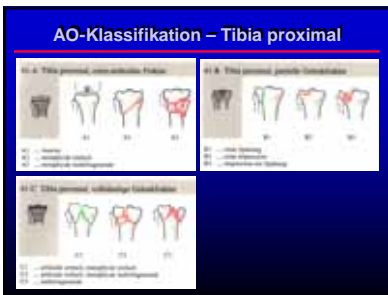
**Mechanismus:**  
axiale Scherkraft und horizontale Biegekraft  
lateral > medial. Valgus, konvex, dünne Trabekel

**Klassifikation:**

- Plateaufrakturen: keine Bandläsion
- Luxationsfrakturen (instabil)
- Trümmerfrakturen

**Diagnostik:**

- DSM - N. peroneus
- Kompartment
- Stabilität (Narkoseuntersuchung)
- Rö: a.p., seitlich, schräg; (konv. Tomographie), CT
- MRT? (bone bruise, Bänder); diag. Arthroskopie (Plateaufrakturen)

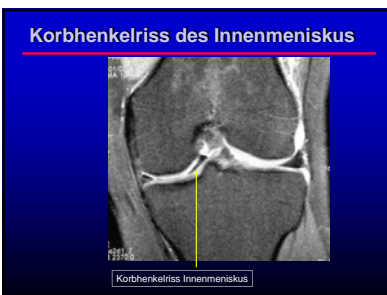
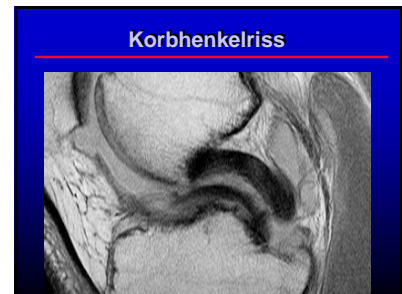
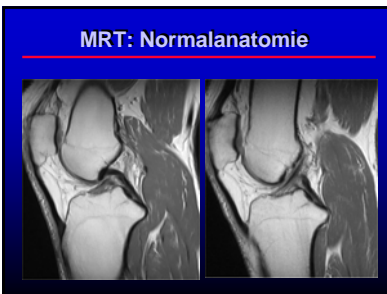
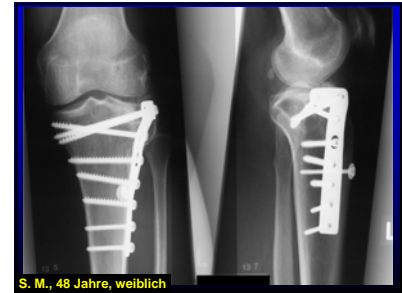


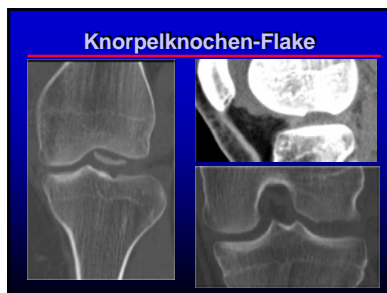
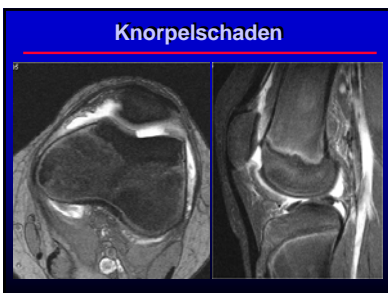


**Rekonstruktion der Gelenkflächen**

Rekonstruktion der distalen Femurrollen

Schraubenosteosynthese ventral und dorsal des geplanten Nageleintrittspunktes





### Arthroskopische Gelenkchirurgie – offene Fragen

- Knorpeltransplantation
  - × Knorpel-Knochen-Transplantate (etabliert, Entnahmedefekt)
  - × Knorpelzellen-Kulturen (Anhaftung, Haltbarkeit)
- Kreuzbandersatz
  - × Funktionell-anatomischer Ersatz (Ersatz durch Sehne)
  - × Gen-Transfer (experimentell)

### Ligamentäre Knieverletzungen - Vorderes Kreuzband -

- häufigste Knieverletzung (USA 90000/Jahr)  
 - vorderes : hinteres KB = 10 : 1

**Anatomie:**  
 2 Hauptbündel (antero-mediales Hauptbündel)

**Aufgabe:**  
 - gg. Translation bzw. Subluxation Tibia n. ventral  
 - Rückwärtsgleiten Femur auf Tibia  
 - Stabilisator Außenbandapparat

**Mechanismus:**  
 - Innenrotation Tibia gg. Femur  
 - komb. Valgus - Außenrotationstrauma (+ Innenband ?)

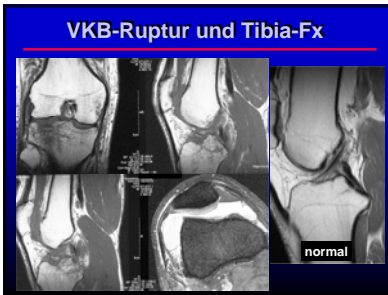
### Vorderes Kreuzband - Diagnostik

**Anamnese:**

- rasche Schwellung, Hämarthros (85 %)
- Mechanismus
- Schmerz (stechend, sofort ?), Riss, Knall im Gelenk ?
- Instabilitätsgefühl (Giving Way)
- Sport fortgesetzt
- Zeitpunkt, Ausmaß des Erguß (Punktion ??)
- Bewegungsausmaß
- frühere Knieverletzung

**Diagnostik**

- Rø: Knie a.p., seitlich, Patella tangential
- MRT: hohe Treffsicherheit und Kosten
- diagn. Arthroskopie



### Hinteres Kreuzband

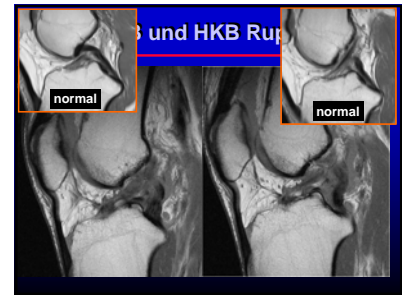
**Mechanismus:**  
Dash-Board-Injury; Sturz auf gebeugtes Knie, Knieluxation, isoliert 3-5%, 45% + ACL

**Aufgaben:**  
primärer Kniestabilisator, verhindert post. Translation mit verletzten postero-lateralen Strukturen: Varusinstabilität

**Diagnostik:**  
oft übersehen, diskrete Instabilitätsbeschwerden  
Röntgen, MRT

**Tests:**

1. spontane oder passive hintere Schublade (70 - 90 Grad)
2. postero-lateraler Schubladentest: + Außenrotation
3. Hyperextensionstest (90 Grad Beugung)
4. Reverse Pivot-Shift-Test
5. aktives post. Schubladenzeichen (aktiver Quadricepsstest)

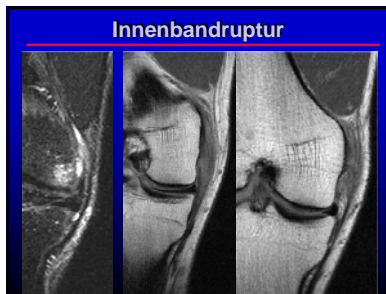


### Kollateralbänder (Innen-, Aussenband)

**Anatomie:**  
Innenband fixiert Innenmeniskus (dreischichtig)

**Mechanismus:**  
direkte und rotatorische Kräfte  
Innenband: laterale Kraft, oft + ACL  
Aussenband: seltener, mediale Kraft + postero-lateral + PCL

**Diagnostik:**  
selten Erguß, lokale Schmerzen + Hämatom  
Röntgen  
MRT



### Kniegelenksluxation

in 50% anterior oder posterior

**Diagnostik:**

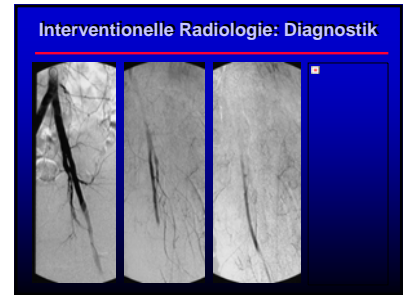
- DSM (Peroneusparsese in 14 - 40%, A. poplitea 5 - 30%)
- Doppler-Sonographie
- RÖ: Knie in 2 Ebenen
- Angiographie
- MRT

**Komplikationen:**

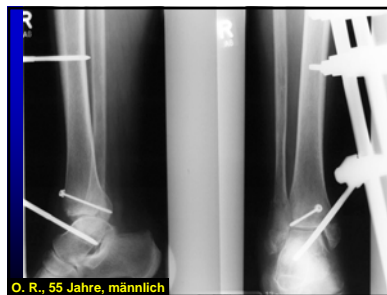
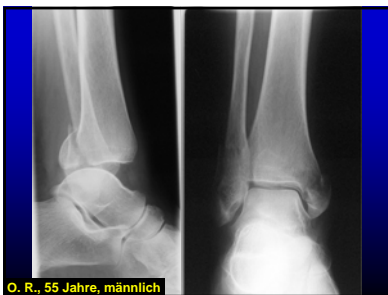
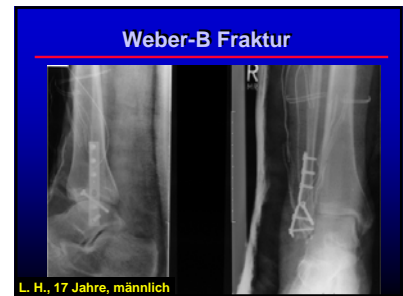
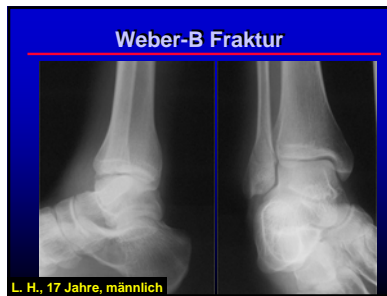
- Kompartmentsyndrom, Ischämie
- schwere Bandverletzungen

**Therapie:**

- sofortige Reposition, Gefäßnaht, Gelenktransfixation (Fix. externe)
- Sekundäre Bandrekonstruktion



**Sprung-  
gelenk**



### Frakturen und Luxationen der Extremitäten

#### Indikation zur Reposition

- starker Schmerz
- Schädigung von Nerven und Gefäßen durch direkte Kompression, Zug und/oder Druck
- Schädigung des Weichteilmantels



The image block contains three sub-images: a clinical photograph of a severely swollen and injured limb, and two radiological images (X-rays) showing a joint dislocation.

### Übergangsfrakturen

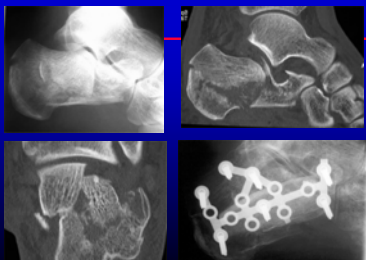


The image block contains two X-ray images of transition fractures. The left image is labeled 'R' and the right image is labeled 'F', showing fractures of the distal radius and ulna.

### Triplane 2 Fraktur



The image block contains three X-ray images of a triplane fracture, showing the fracture line in three different planes: coronal, sagittal, and axial.

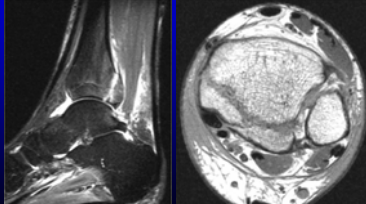


The image block contains four X-ray images showing different views of a joint injury, likely a distal radius/ulna fracture.



The image block contains a sagittal MRI scan of a joint, showing soft tissue details.

### Tibia-Fx und Syndesmosenruptur




The image block contains two MRI scans: a sagittal view showing a tibia fracture and a coronal view showing a syndesmosis rupture.



The image block contains a sagittal MRI scan of a joint, showing soft tissue details.

### Radiologische Diagnostik Körperstamm



Kopf und Wirbelsäule

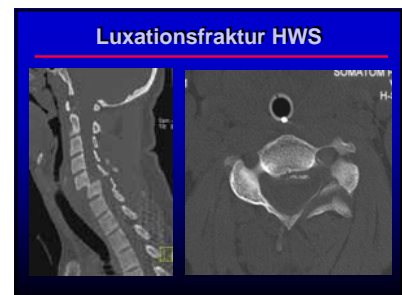
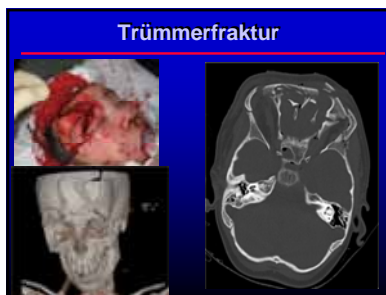
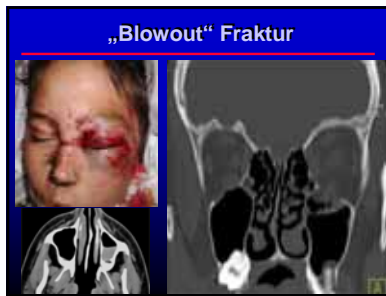
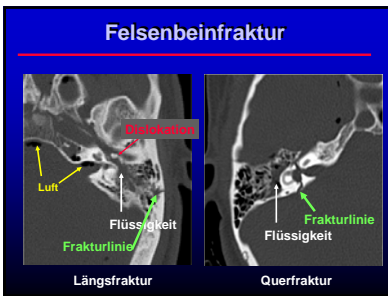
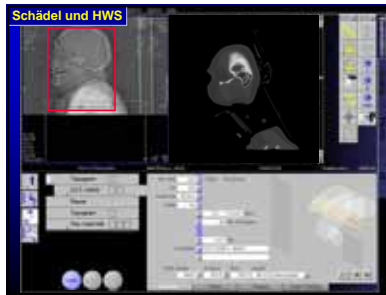
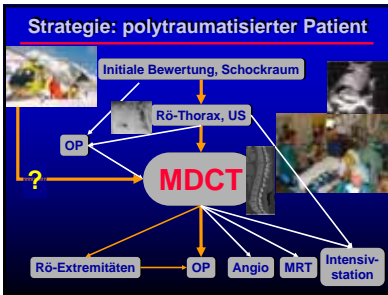
The image block contains a diagram of the human body with the head and spine highlighted in yellow. A yellow arrow points to the highlighted area with the text 'Kopf und Wirbelsäule'.

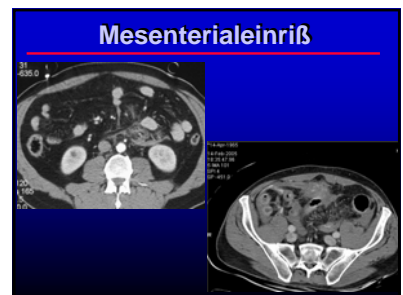
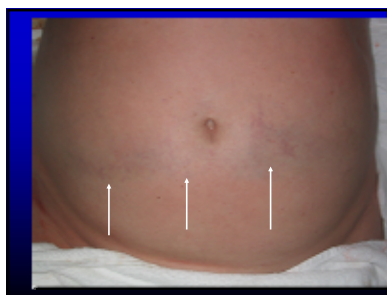
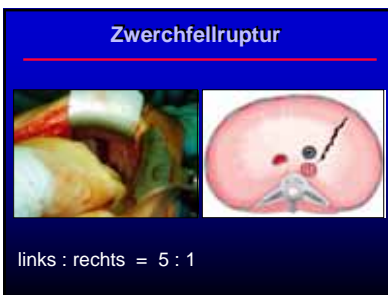
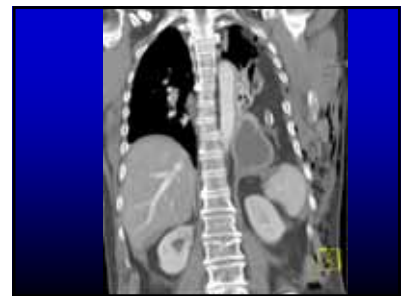
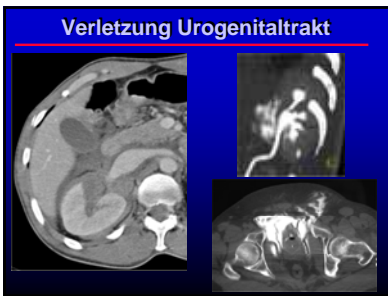
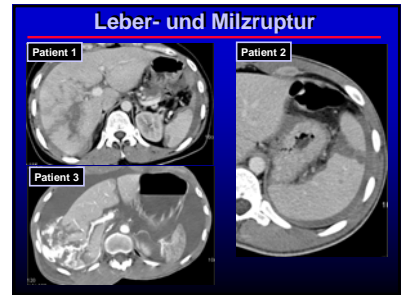
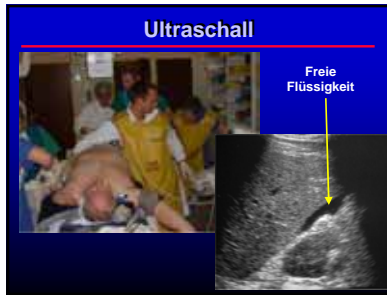
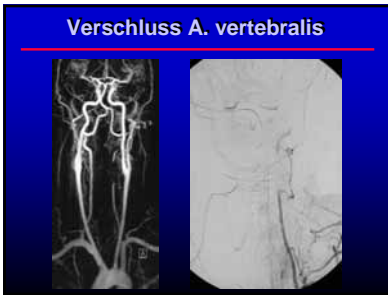
### Polytrauma

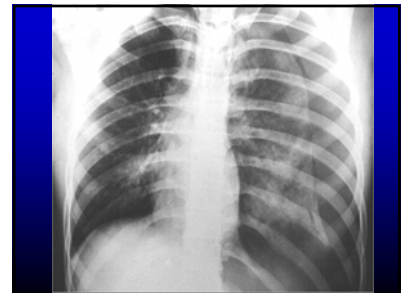
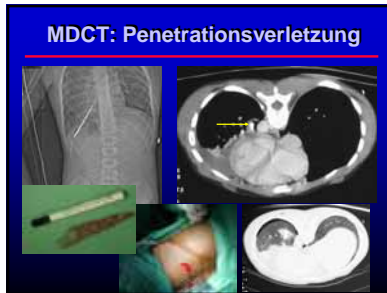


The image block contains three clinical photographs showing severe trauma to the head and torso.









### Spannungspneumothorax

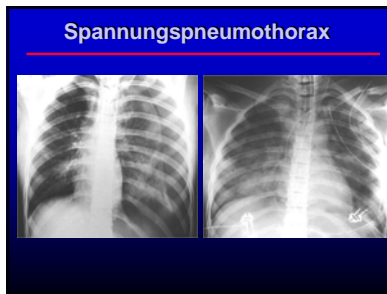
**Klinische Zeichen**

- deutlich abgeschwächtes oder fehlendes AG
- Zyanose, SaO<sub>2</sub> ↓
- obere Einflüßstauung
- steigender Beatmungsdruck
- Kreislaufinsuffizienz
- Dyspnoe, Tachypnoe

**Radiologische Zeichen**

- Mediastinalverschiebung zur gesunden Seite
- Lungenkollaps
- Hautemphysem

**Ein Spannungspneu ist eine klinische Diagnose  
Bei Verdacht Anlage einer Thoraxdrainage**

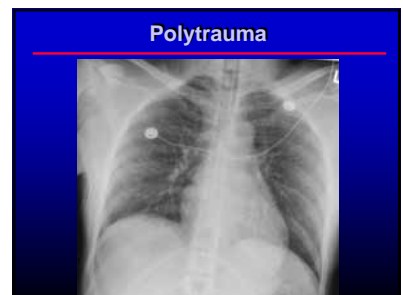
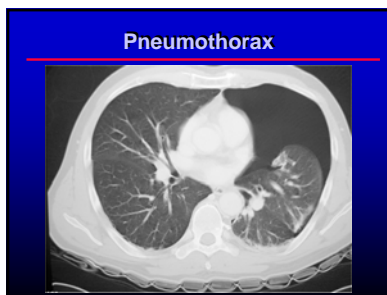
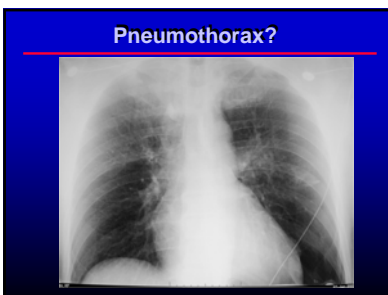


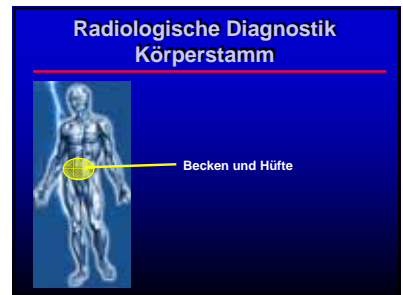
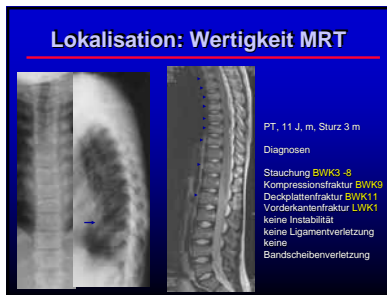
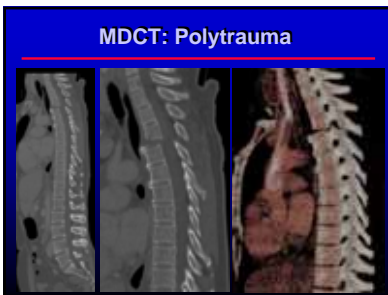
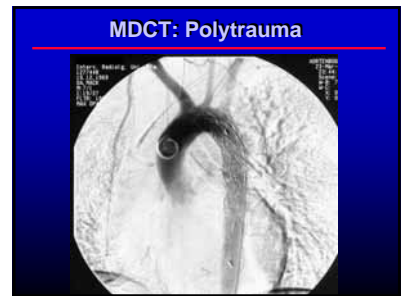
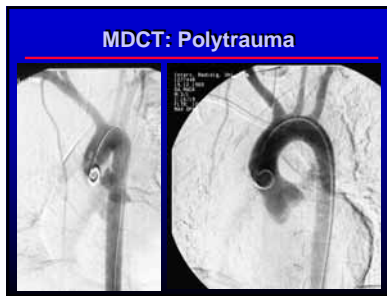
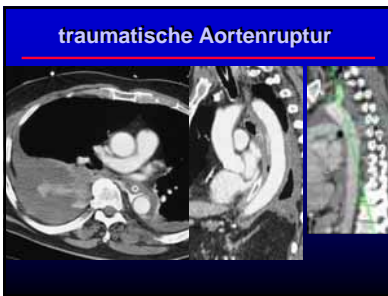
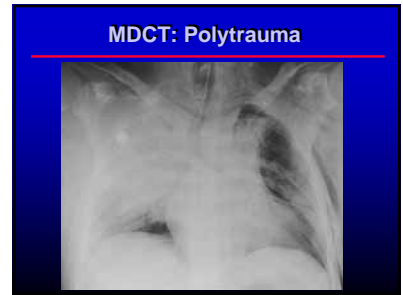
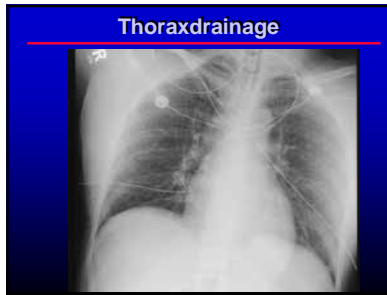
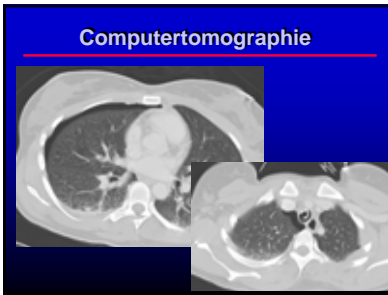
### Thoraxdrainage

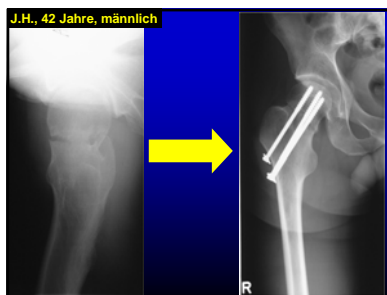
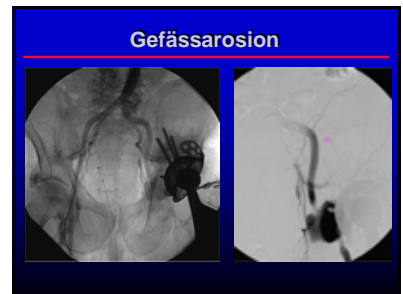
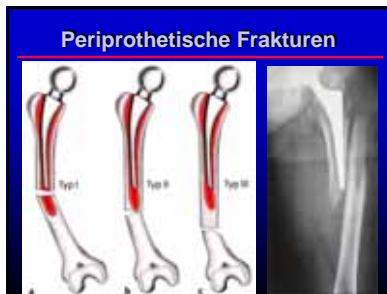
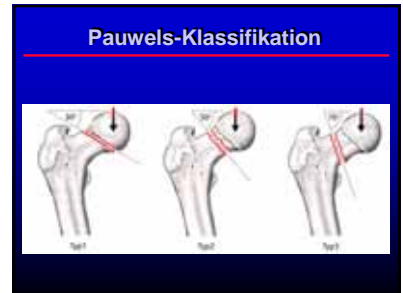
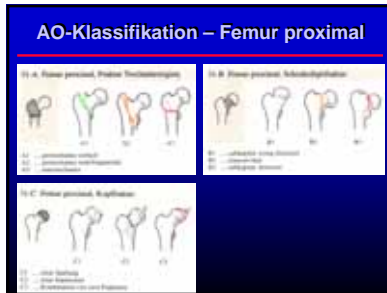
**Komplikationen**

Intrahepatische Fehllege

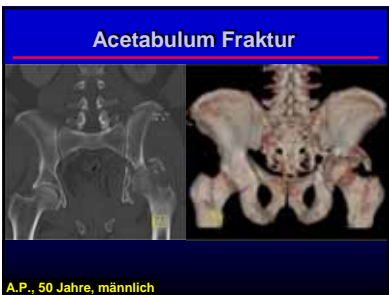
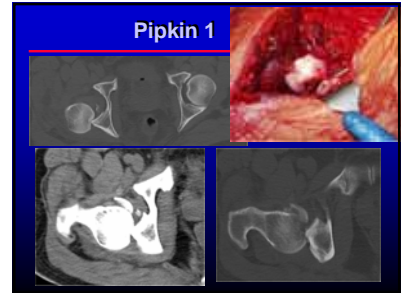
64 Jahre, weiblich, Verkehrsunfall



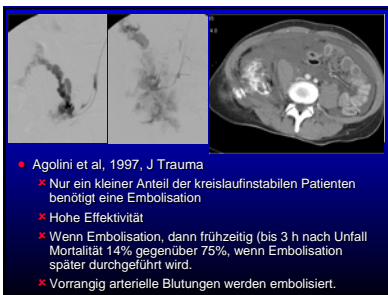
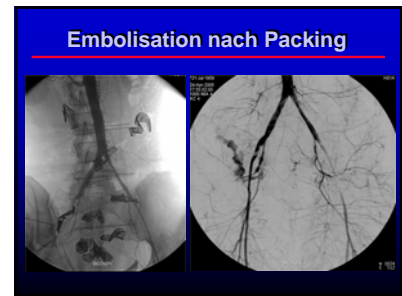
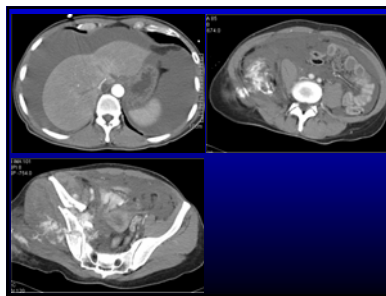
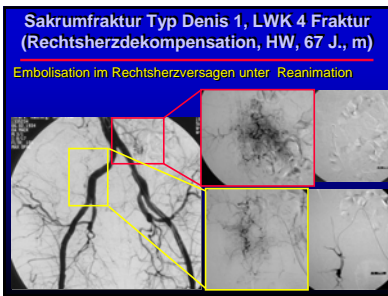
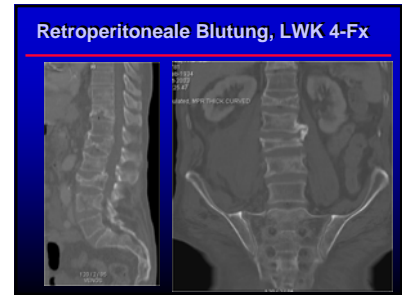
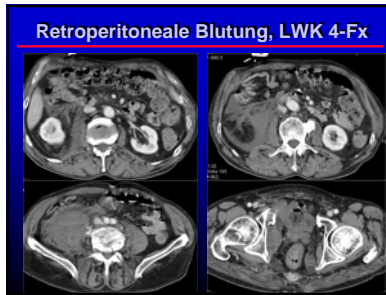
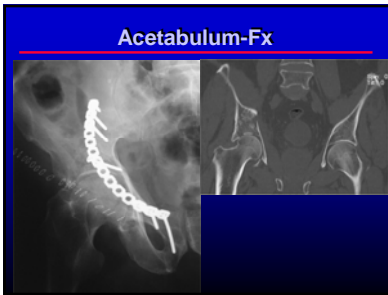












## Zusammenfassung

- Differenzierter Einsatz bildgebender Diagnostik traumatologischen Fragestellungen ist nur im Rahmen einer engen Kooperation zwischen Unfallchirurgen und Radiologen möglich
- Eine exakte Diagnostik ist eine Voraussetzung für die optimale Therapie des Patienten
- Der Einsatz der MDCT und MRT hat eine wesentliche Verbesserung der Diagnostik ermöglicht
- Die MRT kann zusätzliche Informationen liefern.