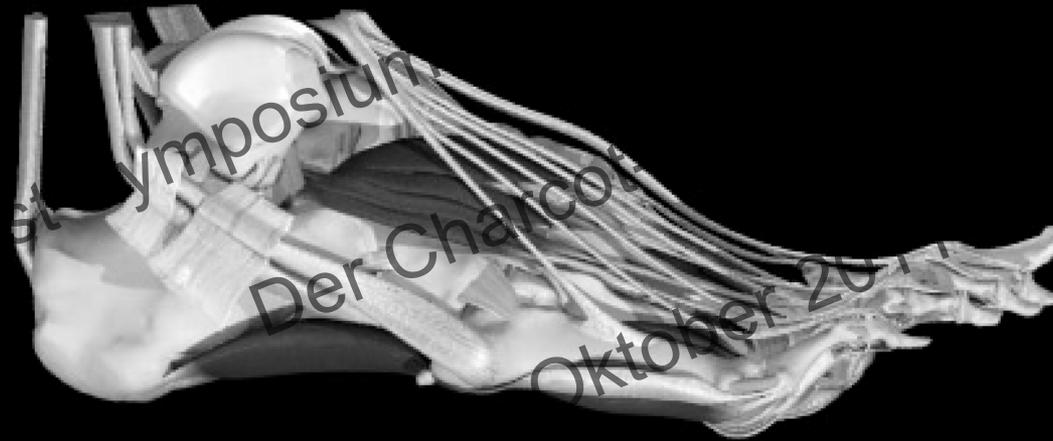


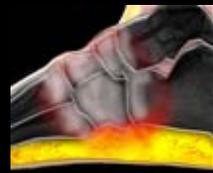
# Charcot-Fuss

## Bildgebung



Florian Buck

# Einführung



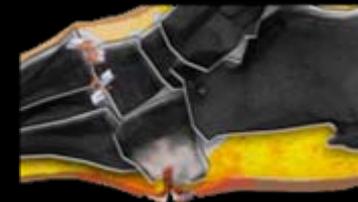
- Modalitäten (Rx, CT, MRI, Szintigraphie)
- Konventionelles Röntgen
- Magnetresonanztomographie
- Bildgebung des Charcot-Fusses:
  - akute Phase
  - chronische Phase
  - komplizierte (superinfizierte) Phase
- Differentialdiagnosen



akute Phase

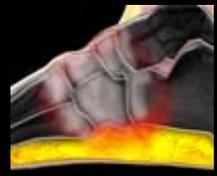


chronische Phase



komplizierte Phase

# Einführung



Roter Fuss bei einem Patienten mit diabetischer Neuropathie

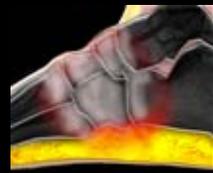


**Diagnostisches Problem!**

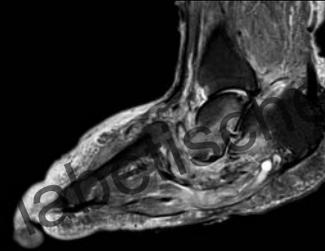
Zwei Hauptfragen an die Bildgebung:

1. Ist es ein aktiver Charcot-Fuss oder doch eine Osteomyelitis?
2. Ist es ein komplizierter Charcot-Fuss mit Superinfektion?

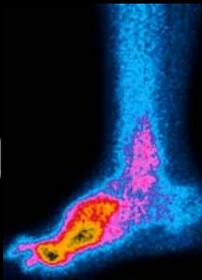
# Abklärungsmodalitäten



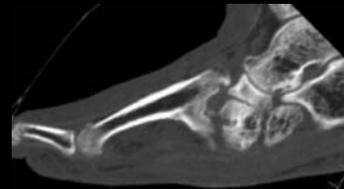
konventionelles  
Röntgen



Magnetresonanz-  
tomographie



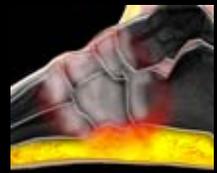
Szintigraphie



Computertomographie



# Konventionelle Röntgenbilder



## Typischerweise 3 Ebenen

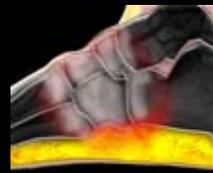
- seitlich
- dorsoplantar
- dorsoplantar schräg

## Klinische Angaben:

Bei Frage nach Osteomyelitis  
immer vermutete Lokalisation  
angeben!



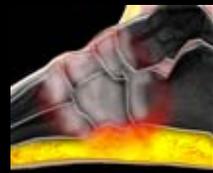
# State of the „ancient“ art MRI



- Robuste, alt bekannte Sequenzen
- Optimale Ebene anhand der Anatomie:
  - **Sagittal**
  - Zweit beste Ebene
- Markierung der Haut (Ulkus) mittels einer Kapsel



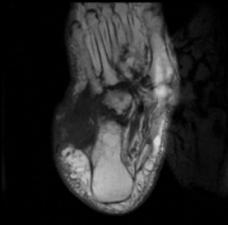
# State of the art MRI



STIR sagittal



T1 sagittal



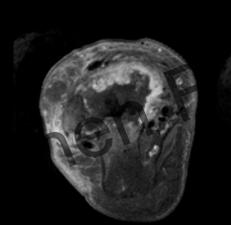
T1 axial



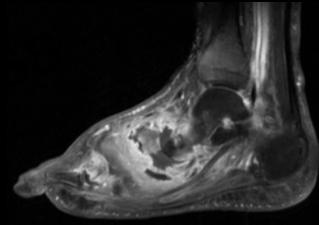
T2 koronar



KM



Post KM fat-sat  
T1 axial



Post KM fat-sat  
T1 sagittal

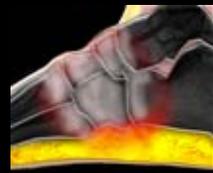


STIR sagittal

## Grundregel:

1. Sensitive Sequenz → Übersicht gewinnen
2. Spezifische Sequenz → Diagnose stellen

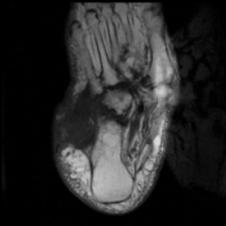
# State of the art MRI



STIR sagittal



T1 sagittal



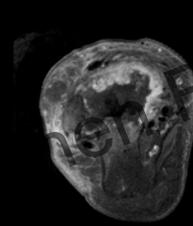
T1 axial



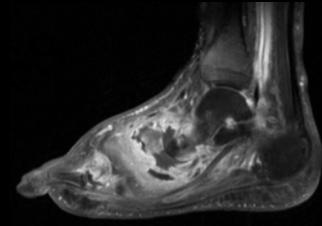
T2 koronar



KM



Post KM fat-sat  
T1 axial



Post KM fat-sat  
T1 sagittal



STIR sagittal

## Sensitive Sequenz:

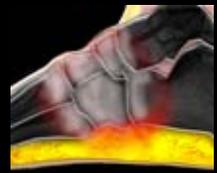
= stark Flüssigkeits-  
sensitive Sequenz

→ Ödem

→ Tumor

→ Infekt ...

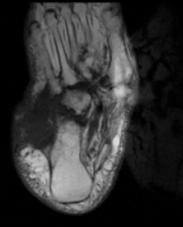
# State of the art MRI



STIR sagittal



T1 sagittal



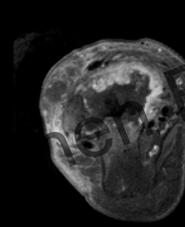
T1 axial



T2 koronar

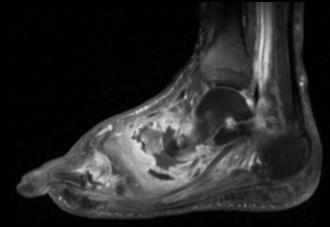


KM



Post KM fat-sat

T1 axial



Post KM fat-sat

T1 sagittal



STIR sagittal

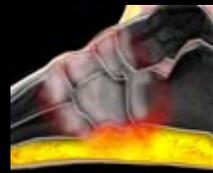


T1 sagittal

## Spezifische Sequenzen:

- Fett im Knochenmark
- Gelenksflächen
- Knorpel
- Sehnen/Bänder....

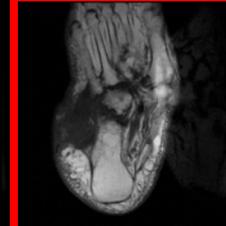
# State of the art MRI



STIR sagittal



T1 sagittal



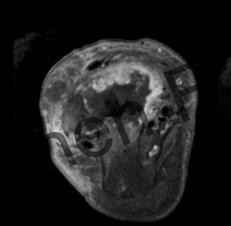
T1 axial



T2 koronar

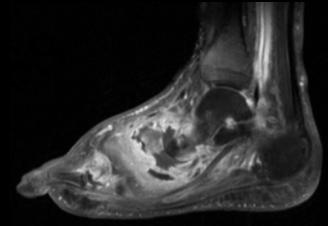


KM



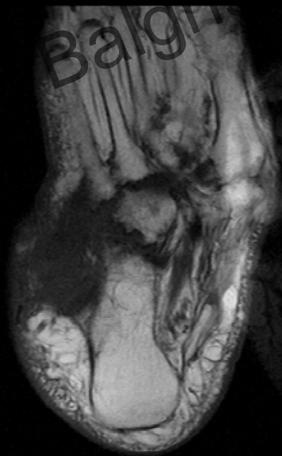
Post KM fat-sat

T1 axial



Post KM fat-sat

T1 sagittal



T1 axial

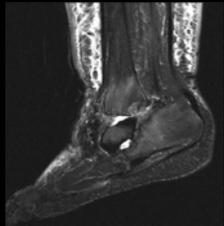
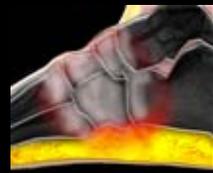


T2 koronar

## Spezifische Sequenzen:

- Fett im Knochenmark
- Gelenksflächen
- Knorpel
- Sehnen/Bänder....

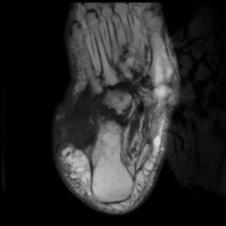
# State of the art MRI



STIR sagittal



T1 sagittal



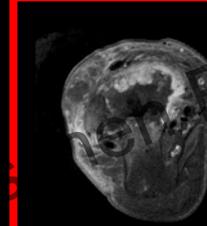
T1 axial



T2 koronar

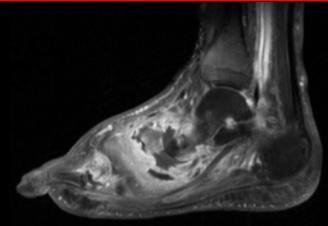


KM



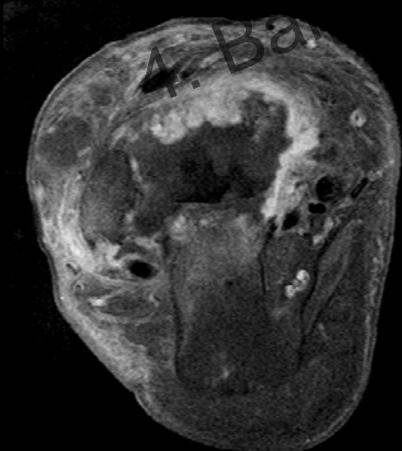
Post KM fat-sat

T1 axial



Post KM fat-sat

T1 sagittal



Post KM fat-sat T1 axial

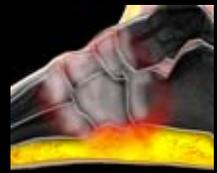


Post KM fat-sat T1 sagittal

## Spezifische Sequenzen:

- Entzündung
- Osteomyelitis
- Synovitis
- Abszess / Tumor

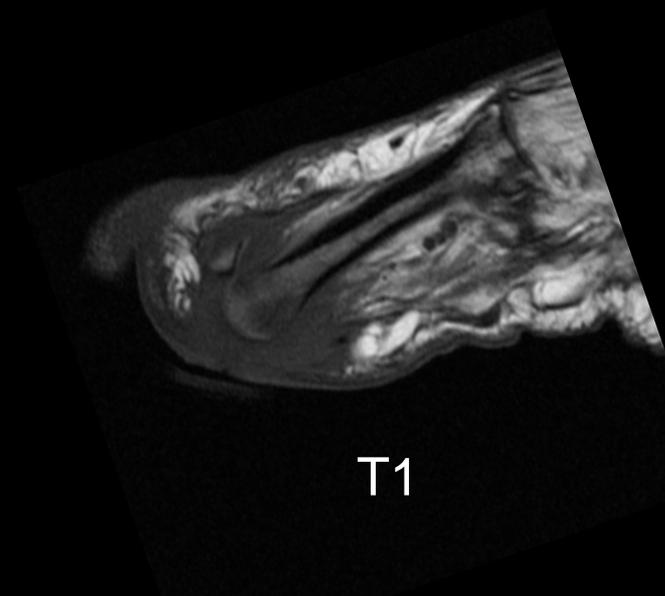
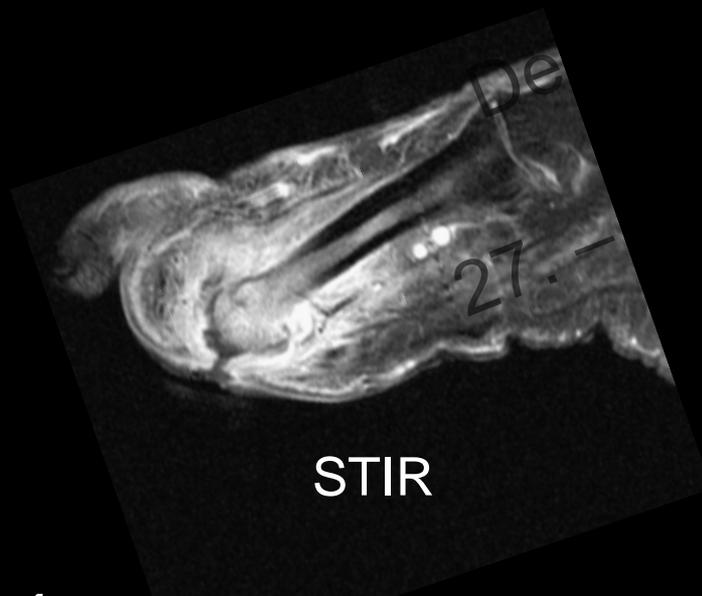
# Charakteristika Osteomyelitis



Wie sieht nun eine Osteomyelitis in der MRT aus

Hell in STIR, dunkel in T1-gewichteten Sequenzen

- Histologisch kein Ödem: Osteonekrose, Fibrose, Verdrängung Fett
- Unspezifisch: Osteitis, Bone bruise, Osteomyelitis....
- Reaktives Knochenmarksödem ist in T1 meist nicht dunkel

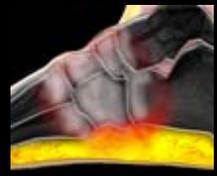


# Bildgebung des Charcot-Fusses

---



# Charcot Neuro-Osteoarthropathie

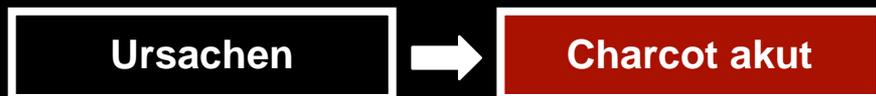


= **GELENKSERKRANKUNG**

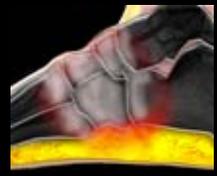
Klinisch und radiologisch verschiedene Stadien.

Akute Phase: Geschwollener, überwärmter Fuss. Keine Osteomyelitis.

➔ Schnelle, progressive Gelenkszerstörung innert Tagen und Wochen



# Charcot Neuro-Osteoarthropathie



= **GELENKSERKRANKUNG**

Klinisch und radiologisch verschiedene Stadien.

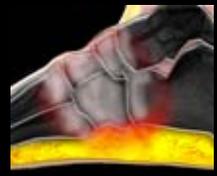
Akute Phase: Geschwollener, überwärmter Fuss. Keine Osteomyelitis

Chronische Phase: Deformation, Subluxation und Fehlstellung im Mittelfuss. "Abkühlung" des Fusses.

➔ Fehlbelastung – Schwielen, Blasen, Ulkus



# Charcot Neuro-Osteoarthropathie



= **GELENKSERKRANKUNG**

Klinisch und radiologisch verschiedene Stadien.

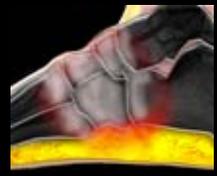
Akute Phase: Geschwollener, überwärmter Fuss. Keine Osteomyelitis.

Chronische Phase: Deformation, Subluxation und Fehlstellung im Mittelfuss. "Abkühlung" des Fusses.

Osteomyelitis beim Charcot-Fuss



# Charcot Neuro-Osteoarthropathie



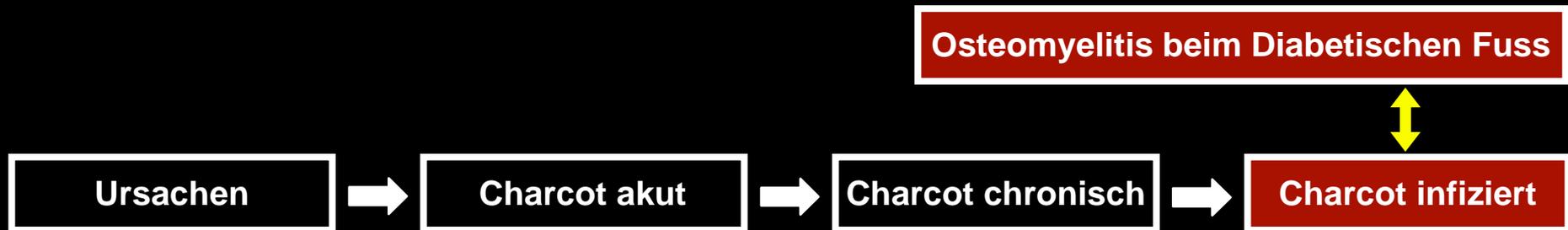
= **GELENKSERKRANKUNG**

Klinisch und radiologisch verschiedene Stadien.

Akute Phase: Geschwollener, überwärmter Fuss. Keine Osteomyelitis.

Chronische Phase: Deformation, Subluxation und Fehlstellung im Mittelfuss. "Abkühlung" des Fusses.

## Osteomyelitis beim Charcot-Fuss

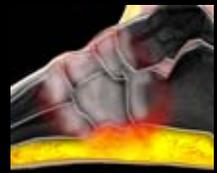


# Akute Phase

---



# Konventionelles Röntgen



Typische Befunde: **5 D's**

## Dichte

typischerweise normale Knochendichte

## Distension

Gelenksspalterweiterung durch Erguss

## Debris

Knochendebris

## Disorganisation

Knorpeldestruktion geschieht früh, erosive und produktive Veränderungen koexistieren

## Dislokation

Lisfranc Gelenk Dislokation



normal



Charcot



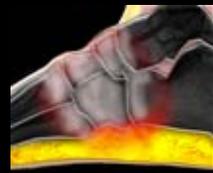
Ursachen

Charcot akut

Charcot chronisch

Charcot infiziert

# Konventionelles Röntgen



Typische Befunde: 5 D's

Dichte

Distension

Debris

Disorganisation

Dislokation



Ursachen



Charcot akut

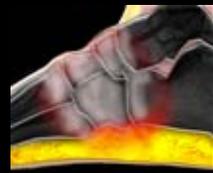


Charcot chronisch



Charcot infiziert

# MRI akute Phase



"Typische" Befunde:

- Subchondrales **Knochenmarksödem** im Mittelfuss
- Wenig Beteiligung in den subkutanen Weichteilgeweben
- **Unspezifisch** – DD CRPS, Bone bruise, transientes Knochenmarksödem, Lisfranc-Arthrose, Inaktivitätsosteoporose ...



Ursachen

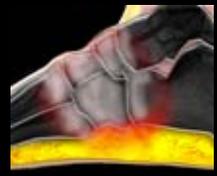
Charcot akut

Charcot chronisch

Charcot infiziert



# MRI akute Phase



"Typische" Befunde:

- subchondrales, rahmenförmiges Knochenmarksödem
- Verdrängung des fetthaltigen Knochenmarkes



STIR



T1

Ursachen

Charcot akut

Charcot chronisch

Charcot infiziert

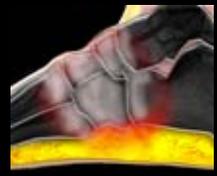


# Späte Phase

---



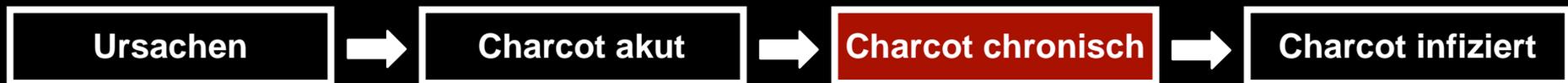
# Konventionelles Röntgen: Spät



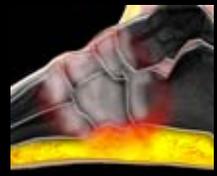
## Typische konventionelle Befunde:

- Destruktion der Mittelfussgelenke
- Subchondrale Zysten
- Erosionen
- Dislokation (z.B. im Lisfranc Gelenk)

So ein Bild sehen wir beim diabetischen Fuss mit Osteomyelitis quasi nie.



# Konventionelles Röntgen: Spät



## Akutes Stadium

Sehr früh - konventionelles Bild ist unauffällig.



akut

## Chronisches Stadium (4 Mt. später)

- Progressive Verminderung der Calcaneus-Inklination
- Kollaps des Fuss Längsgewölbes – das Cuboid wird gewichtstragend



chronisch

Ursachen

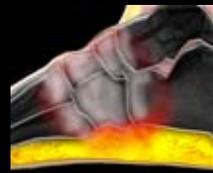
Charcot akut

Charcot chronisch

Charcot infiziert



# Konventionelles Röntgen: Verlauf



akut



2 Monate  
später



Ursachen

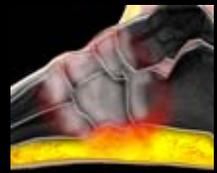
Charcot akut

Charcot chronisch

Charcot infiziert



# Konventionelles Röntgen: Spät



## Rocker-bottom Deformität

Abnormale Gewichtsverteilung beim Gehen & reduzierte Sensibilität (Neuropathie)

➔ Schwielen, Blasenbildung, Ulkus.



Ursachen

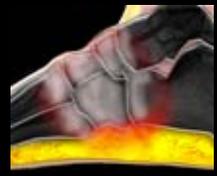
Charcot akut

Charcot chronisch

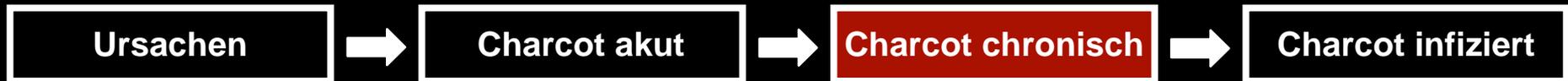
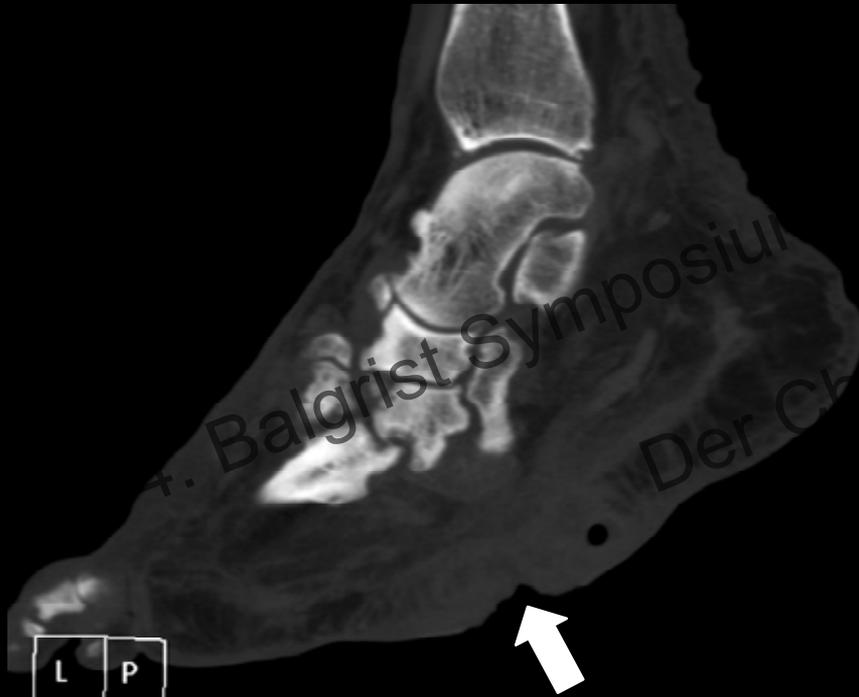
Charcot infiziert



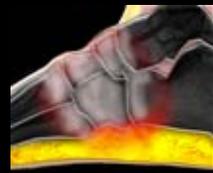
# Computertomographie: Spät



Knochenfenster



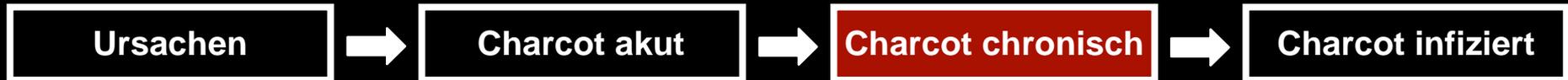
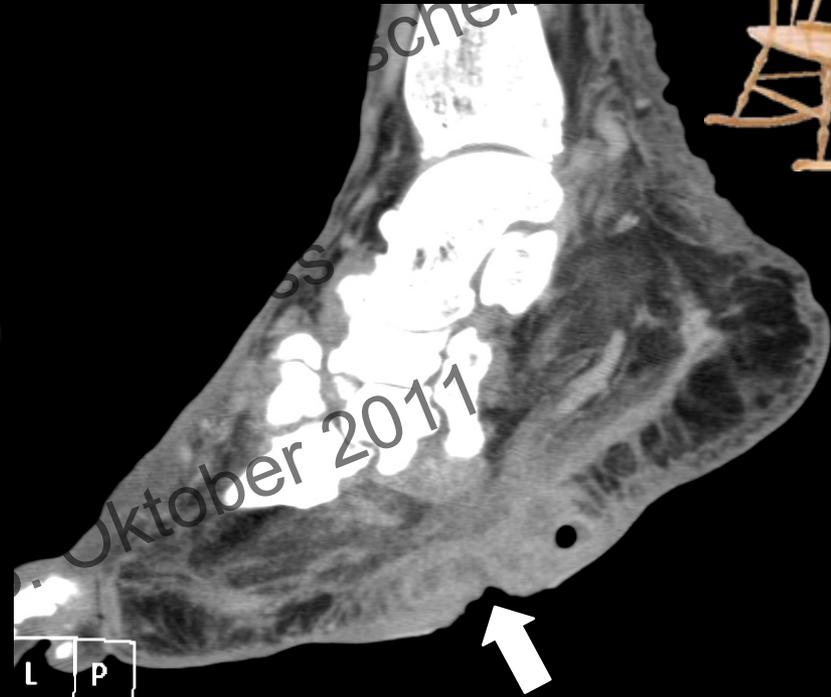
# Computertomographie: Spät



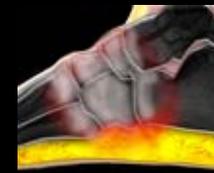
Knochenfenster



Weichteilfenster

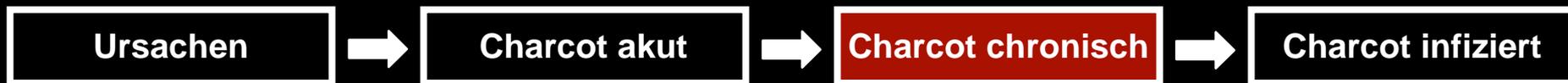
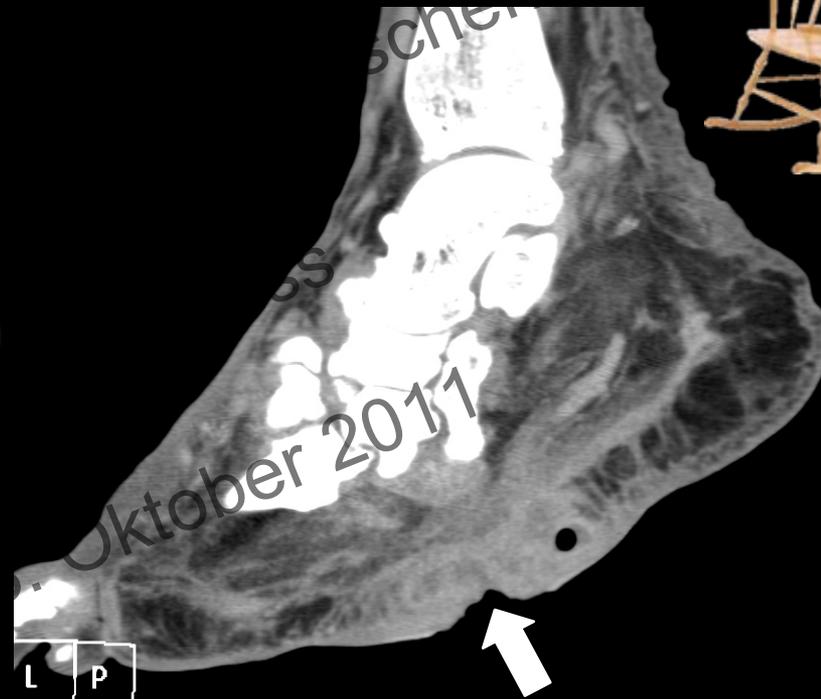


# Computertomographie: Spät

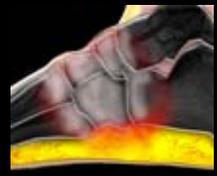


Knochenfenster

Weichteilfenster



# MRI: Späte Veränderungen

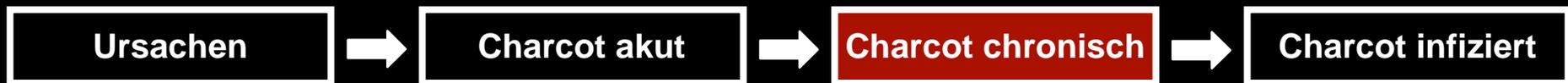
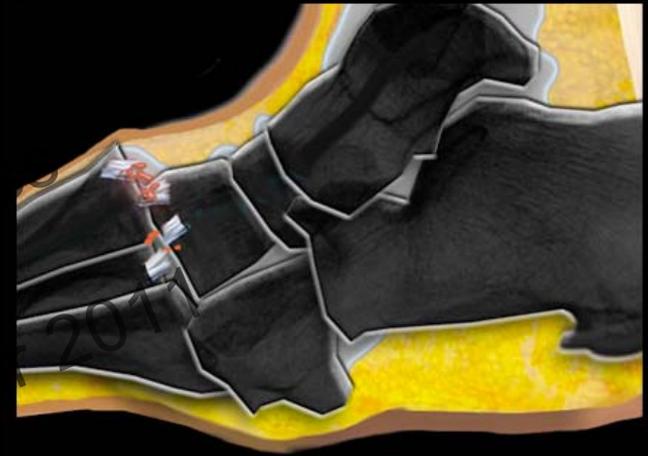


## Klinisch

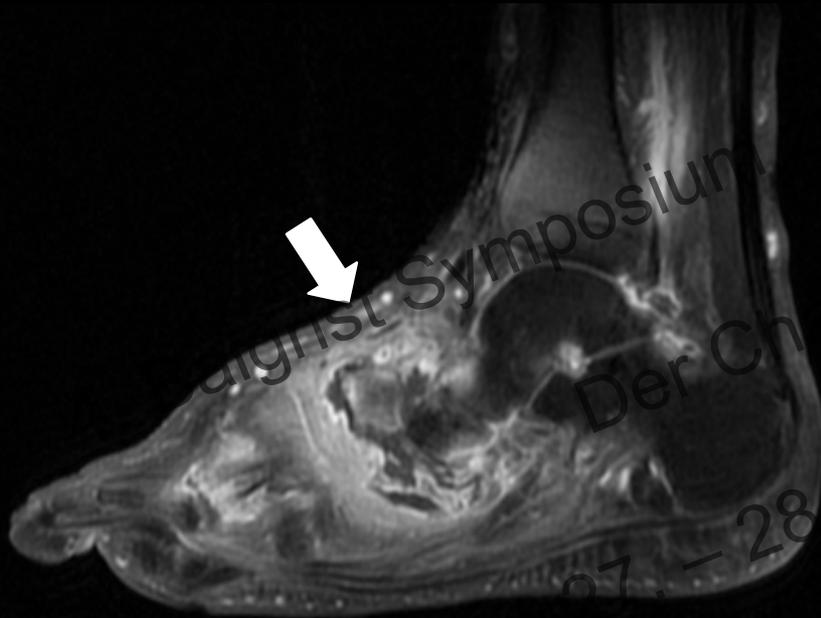
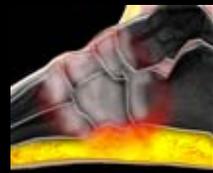
- Spätstadium ist klinisch definiert.
- Fuss nicht mehr rot. MR-tomographisch oft persistierendes Ödem.

## MR-tomographisch unterschiedlicher Befund je nach:

- mechanischer Belastung
- Grad der Mutilation
- Sekundären Veränderungen durch Fehlbelastung bei Fehlform



# MRI: Späte Veränderungen



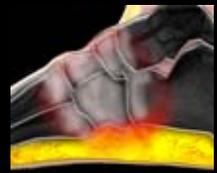
STIR



T1



# MRI: Späte Veränderungen



Steriles neuropathisches Gelenk



STIR



T1

Ursachen



Charcot akut



Charcot chronisch



Charcot infiziert

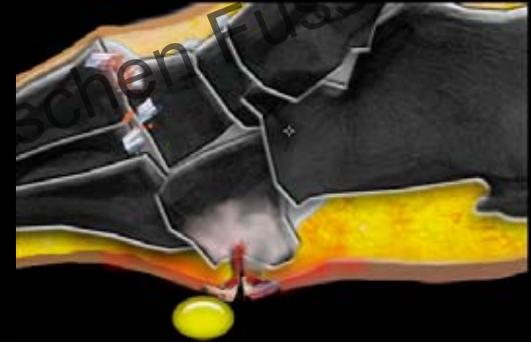
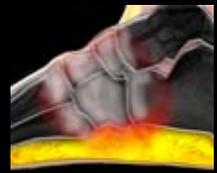


# Superinfizierter Charcot-Fuss

---



# Konventionell: Charcot infiziert



Ursachen



Charcot akut



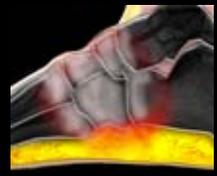
Charcot chronisch



Charcot infiziert



# MRI: Charcot infiziert



STIR



## Frage nach Osteomyelitis:

- Ulkus suchen und Flüssigkeitsstrasse zum Knochen folgen
- dort Knochen beurteilen

Ursachen

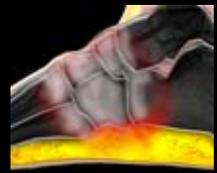
Charcot akut

Charcot chronisch

Charcot infiziert



# MRI: Charcot infiziert



STIR



**Knochenmarksödem** → Osteomyelitis sehr wahrscheinlich aber nicht sicher!

Knochenmarksödem ohne kutanen Defekt → Charcot.

Kein Knochenmarksödem → Charcot & Osteomyelitis unwahrscheinlich.

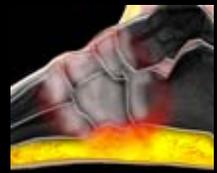
Ursachen

Charcot akut

Charcot chronisch

Charcot infiziert

# MRI: Charcot infiziert



STIR



T1



**T1 Hypointensität** bringt etwas mehr Sicherheit.

Ursachen



Charcot akut



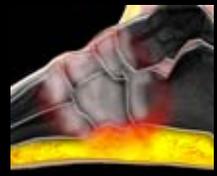
Charcot chronisch



Charcot infiziert



# MRI: Charcot infiziert



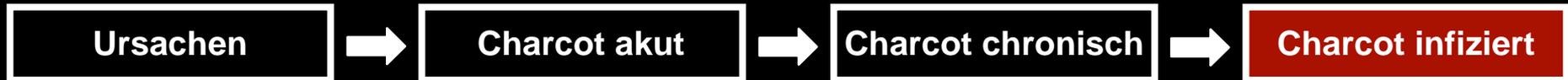
## Nebenbefunde

STIR

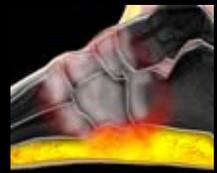
T1



Luft in Ulkus – in allen Sequenzen hypointens



# MRI: Charcot infiziert



## Nebenbefunde

STIR



T1



Verfettung der Muskulatur – Hinweis auf Neuropathie

Ursachen



Charcot akut

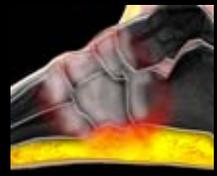


Charcot chronisch



Charcot infiziert

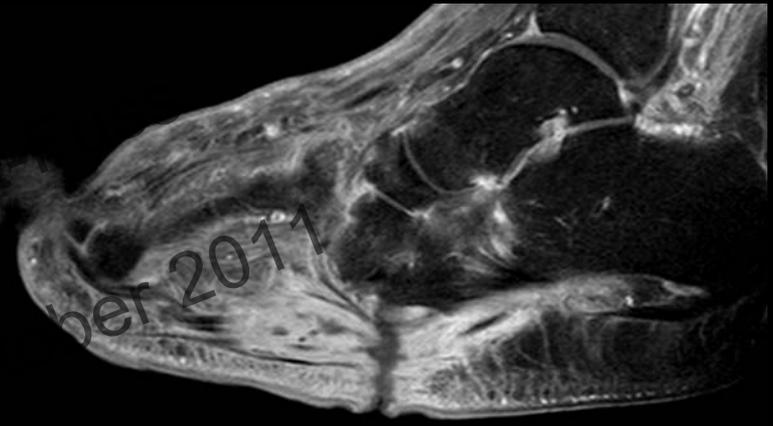
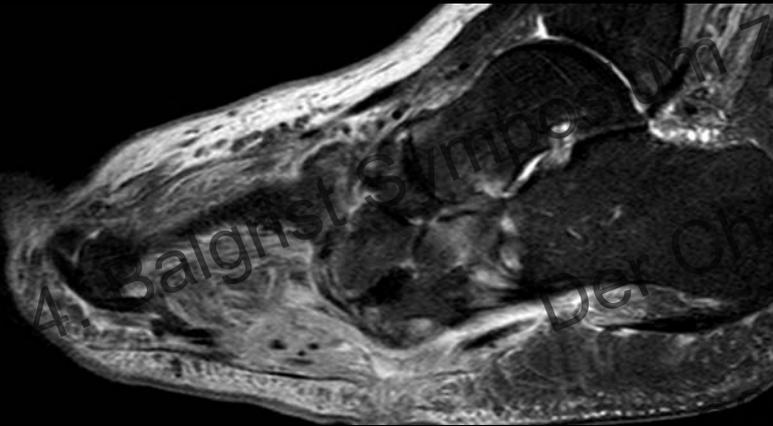
# MRI: Charcot infiziert?



Beispiel:

STIR

T1 KM fs



In T1 KM fs sind Flüssigkeitsstrassen (Sinus tracts) besser sichtbar.

Ursachen



Charcot akut



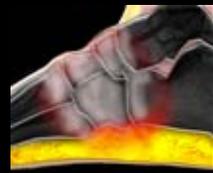
Charcot chronisch



Charcot infiziert



# MRI: Charcot infiziert?



Anderes Beispiel:



Bekannter Charcot-Fuss und Fehlforn. Neu  
Ulkus am Mittelfuss.

Ursachen



Charcot akut



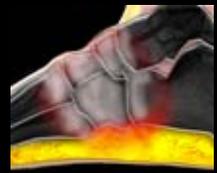
Charcot chronisch



Charcot infiziert



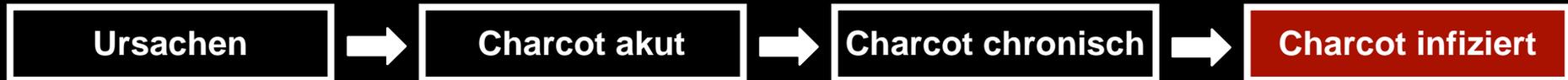
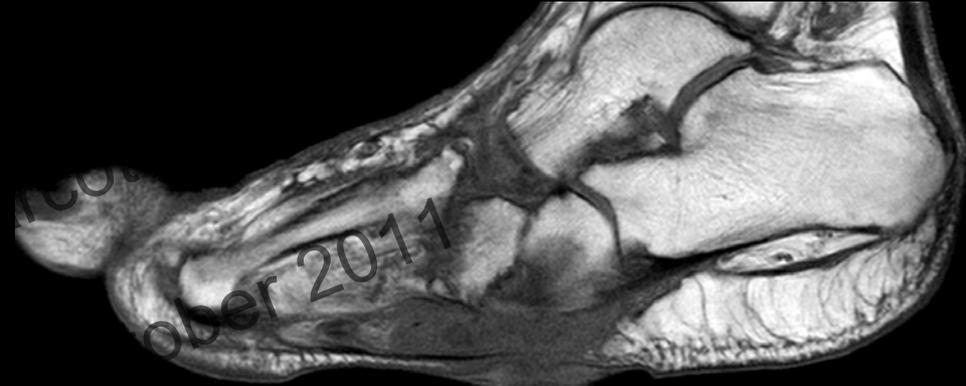
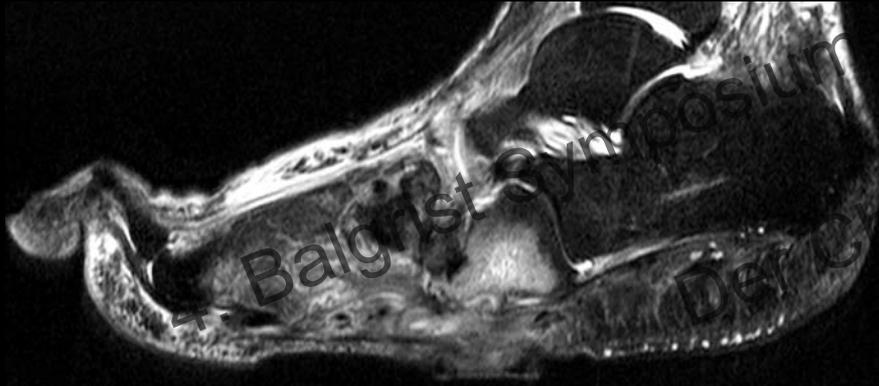
# MRI: Charcot infiziert?



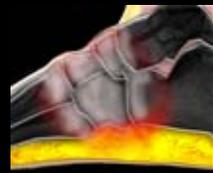
Anderes Beispiel:

STIR

T1



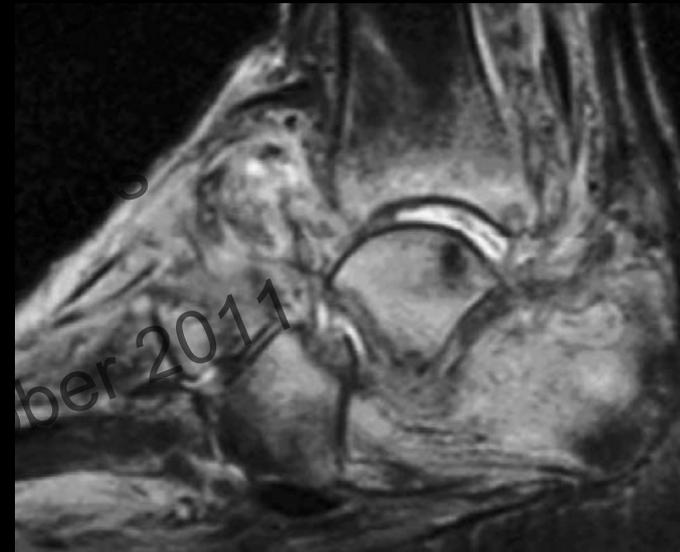
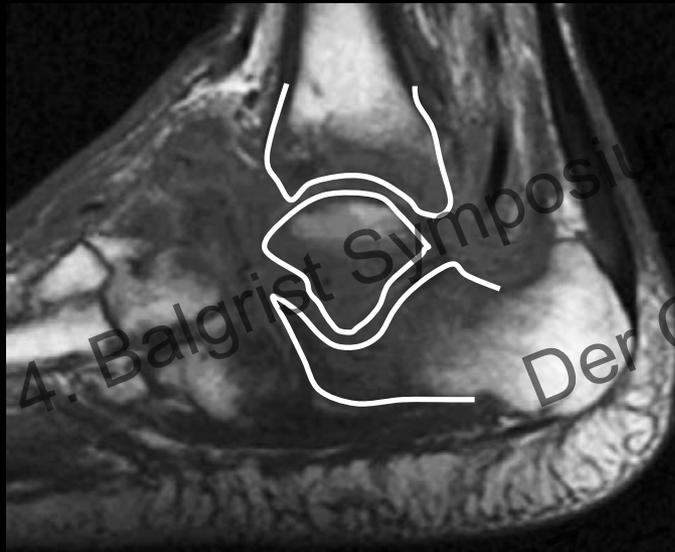
# Ghost Sign



Knochen mit Osteomyelitis verschwindet in T1 und erscheint wieder in STIR.

T1

STIR



Ghost Sign bei Charcot-Fuss = Infekt

Ursachen



Charcot akut



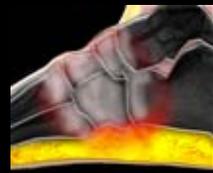
Charcot chronisch



Charcot infiziert



# Ghost Sign



T1



T1 mit KM



Ursachen



Charcot akut



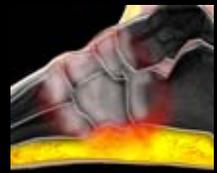
Charcot chronisch



Charcot infiziert

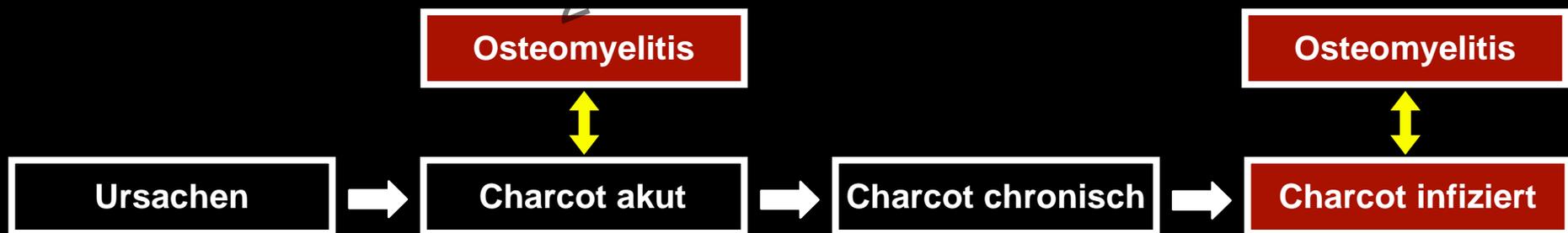


# Differentialdiagnosen

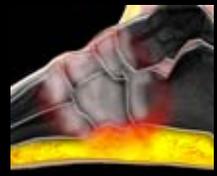


Es gibt zwei differentialdiagnostische Situationen

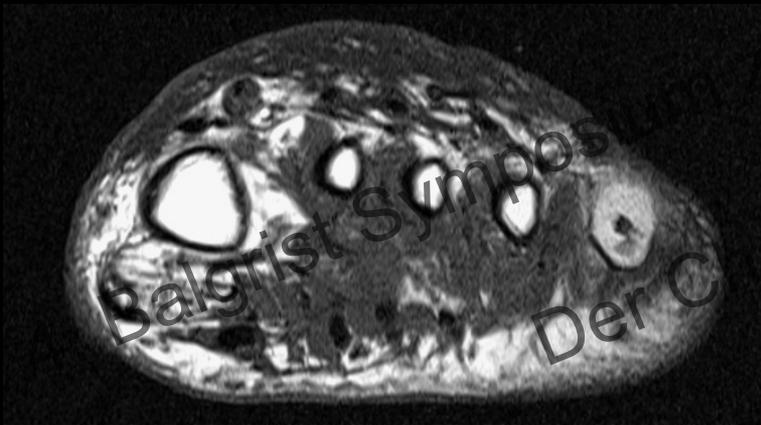
- Osteomyelitis beim Diabetischen Fuss
- Septische Arthritis
- Panniculitis
- Entzündliche Erkrankungen: Gicht, Rheumatoide Arthritis, Psoriasisarthropathie
- TVT



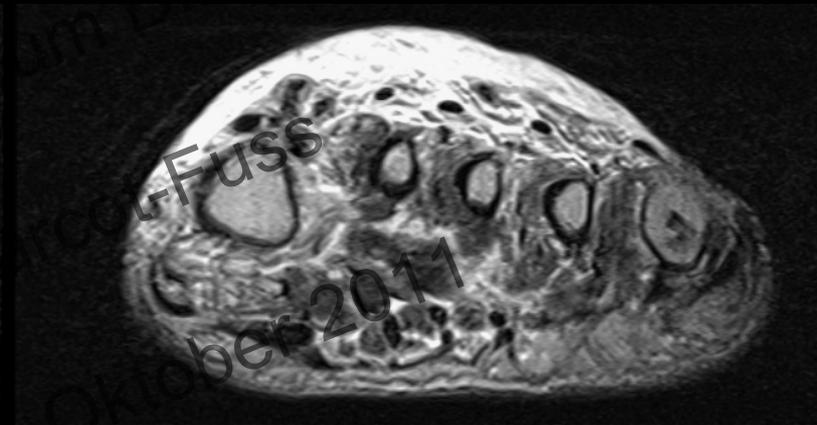
# DD Panniculitis



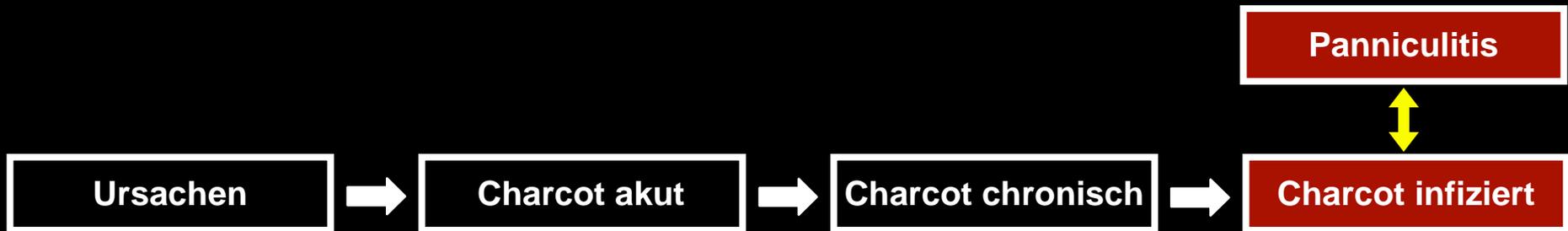
Ödem im Subkutangebewebe = Pannikulitis, Ödem bei Herzinsuffizienz...



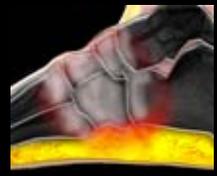
T1 koronar



T2 koronar



# Rheumatoide Arthritis, Psoriasis-A.



Kein Ulkus, massive Arthritis, "Osteonekrose"

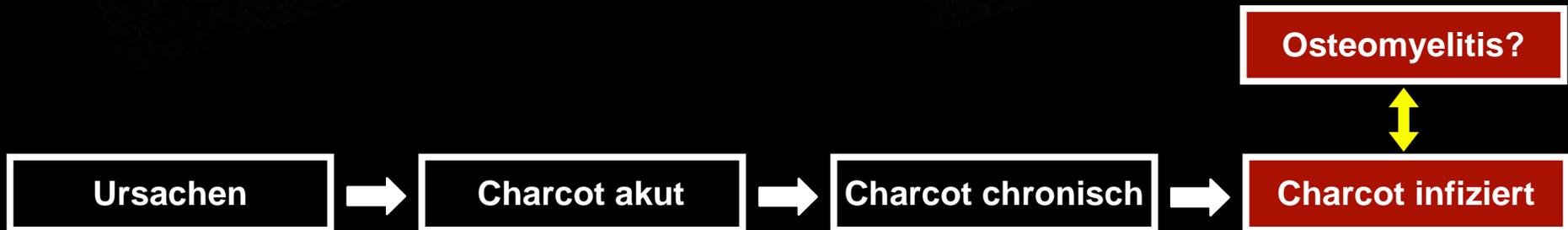
DD zu Osteomyelitis bei Diabetes möglich, zu Charcot hingegen schwierig



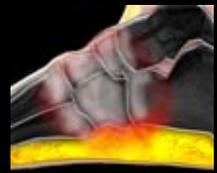
T1



T1 KM fs

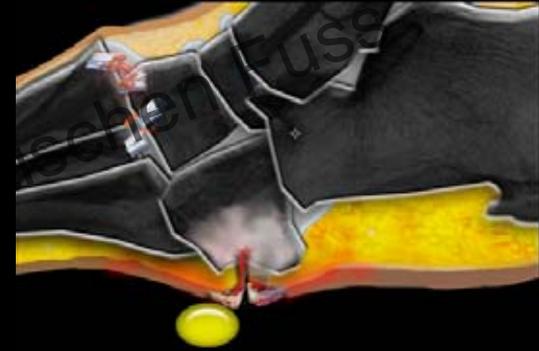


# DD Osteomyelitis bei Diabetes



## Hauptunterschiede

- Vorgeschichte
- Lokalisation
- immer Ulkus



Ursachen



Charcot akut



Charcot chronisch



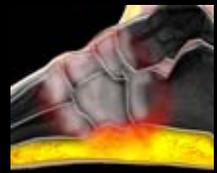
Charcot infiziert

Osteomyelitis



Charcot infiziert

# DD Osteomyelitis bei Diabetes

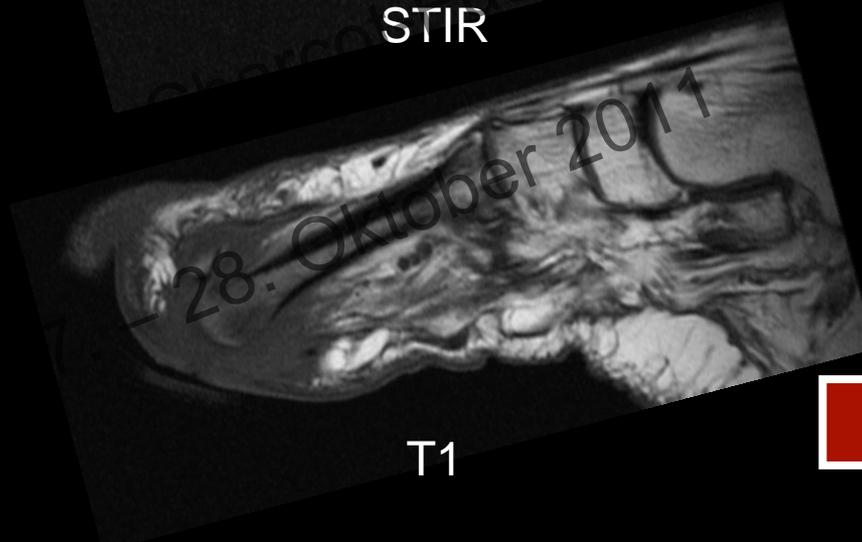


## Hauptunterschiede

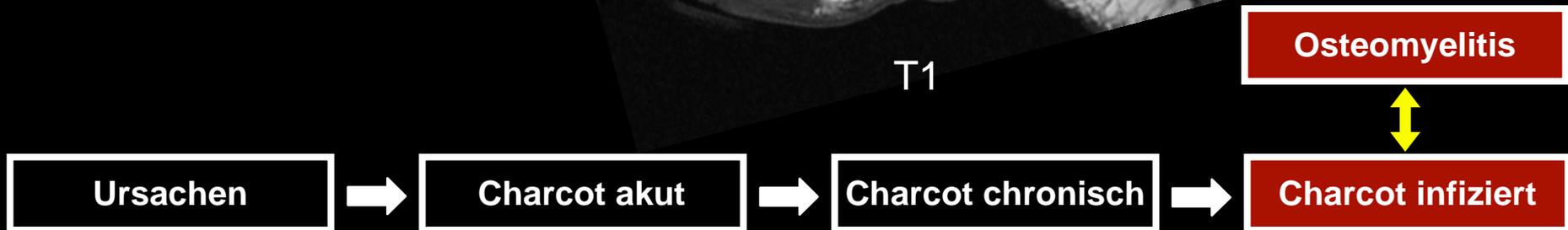
- Vorgeschichte
- Lokalisation
- Ulkus



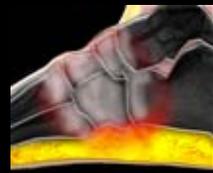
STIR



T1



# Osteomyelitis?



Ulkus, Tenosynovitis, septische Arthritis.....

whs. keine Osteomyelitis



STIR



T1

Ursachen



Charcot akut



Charcot chronisch

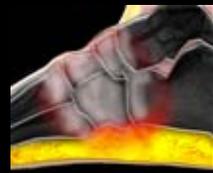


Charcot infiziert

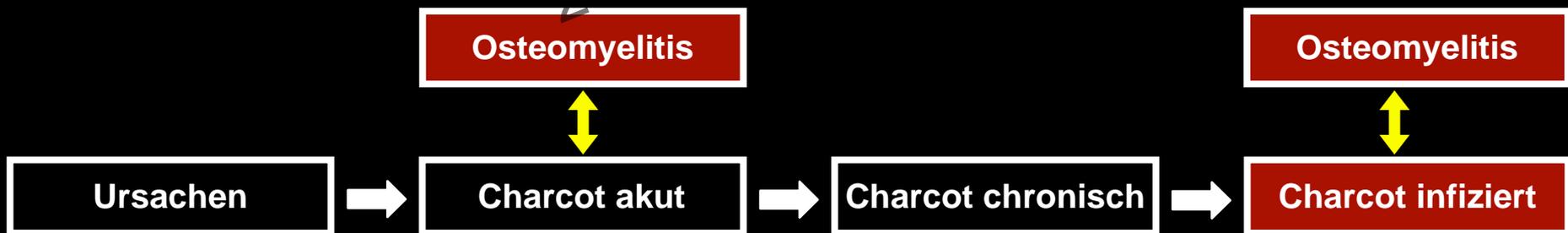
Osteomyelitis



# DD Charcot – Osteomyelitis

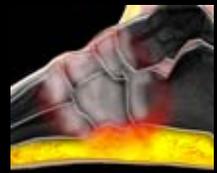


Kriterium	Charcot-Fuss	Osteomyelitis bei Diabetes mellitus
Signalverhalten	identisch	identisch
Lokalisation	Mittelfuss	Vorfuss / Rückfuss
Verteilung	mehrere Tarsalia	wenige Knochen
Knochenmarksödem	rahmenförmig subchondral / mehrere Knochen	am Ort der Osteomyelitis
Subkutangewebe	eher reizlos	Ulkus, Ödem, Abszess
	<b>sekundäre Gelenkserkrankung</b>	<b>sekundäre Knochenerkrankung</b>



# Zusammenfassung

---



- Bildgebung des Charcot Fusses
- MRI Grundlagen bezüglich Sequenzwahl
- Morphologie der Charcot-Fusses in den verschiedenen Stadien
- Differentialdiagnosen
- Kriterien zur Unterscheidung Charcot-Diabetischer Fuss

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



University of  
Zurich <sup>UZH</sup>

**uniklinik**  
EXPERTISE IN MOTION  
**balgrist**