



- Insbesondere WICHTIG für Prüfung:
- Kopftrauma, primäre Bildgebung
- Hirnblutungen (Ursache, Typisierung nach anatomischer Lokalisation und Ausbreitung, Bildgebung CT / Signaleigenschaften, HU im CT Hirn versus Blut versus Knochen versus Luft etc.)
- Trauma HWS, primäre Bildgebung, wann CT, wann MRT.  
Frakturen obere HWS - HWK 1/HWK2 wann instabil,

# Erkrankungen

- Schädel-Hirn-Traumata (SHT)
  - *Frakturen von Gesichts- und Hirnschädel*
  - *Blutungen / Kontusionen*
  - traumatische intrakranielle Blutungen
    - *Epiduralblutung (EDH)*
    - *Subarachnoidalblutung (SAB)*
    - *Subduralblutung (SDH)*
- Wirbelsäulenverletzung
  - *Frakturen*
  - *Bandverletzungen*
  - *Rückenmarksverletzungen*

## Traumaspirale







# CT oder MRT?

- Wann nutze ich die CT?
  - (fast) immer als **initiale Trauma-Diagnostik** für Gehirn, Schädel und Wirbelsäule
  - auch bei **instabilen Patienten** i.d.R. möglich
  - Schädel: **Blutungen** und **Frakturen**
  - Wirbelsäule: **Fraktur** und **Fehlstellung**

# CT oder MRT?

- **Wann nutze ich die MRT?**
  - **weiterführende Diagnostik** bei einer Verletzung von Hirn und Wirbelsäule
  - **Differentialdiagnostik** (Klinik  $\neq$  Bildbefund?)
  - Patient **muss stabil** sein!
  - Schädel: (*fast*) immer **Sekundärdiagnostik**
  - Wirbelsäule: **Rückenmarksverletzungen**

# Inkrementale CCT

Normalbefund  
M 01.01.1900  
ID: ANON-847-148-918  
Acc: 1

CCT//NATI//FC27//002/  
A

R

W80 / C38  
KV: 120  
ma:150  
Slice pos: 132.4

Normalbefund  
M 01.01.1900  
ID: ANON-847-148-918  
Acc: 1

CCT//NATI//FC30//0RG/  
A

R

W2400 / C400  
KV: 120  
ma:150  
Slice pos: 132.4

Institut für Neuroradiologie  
Ref: / Perf:  
Study date: 19.12.2008  
Study time: 16:41:18

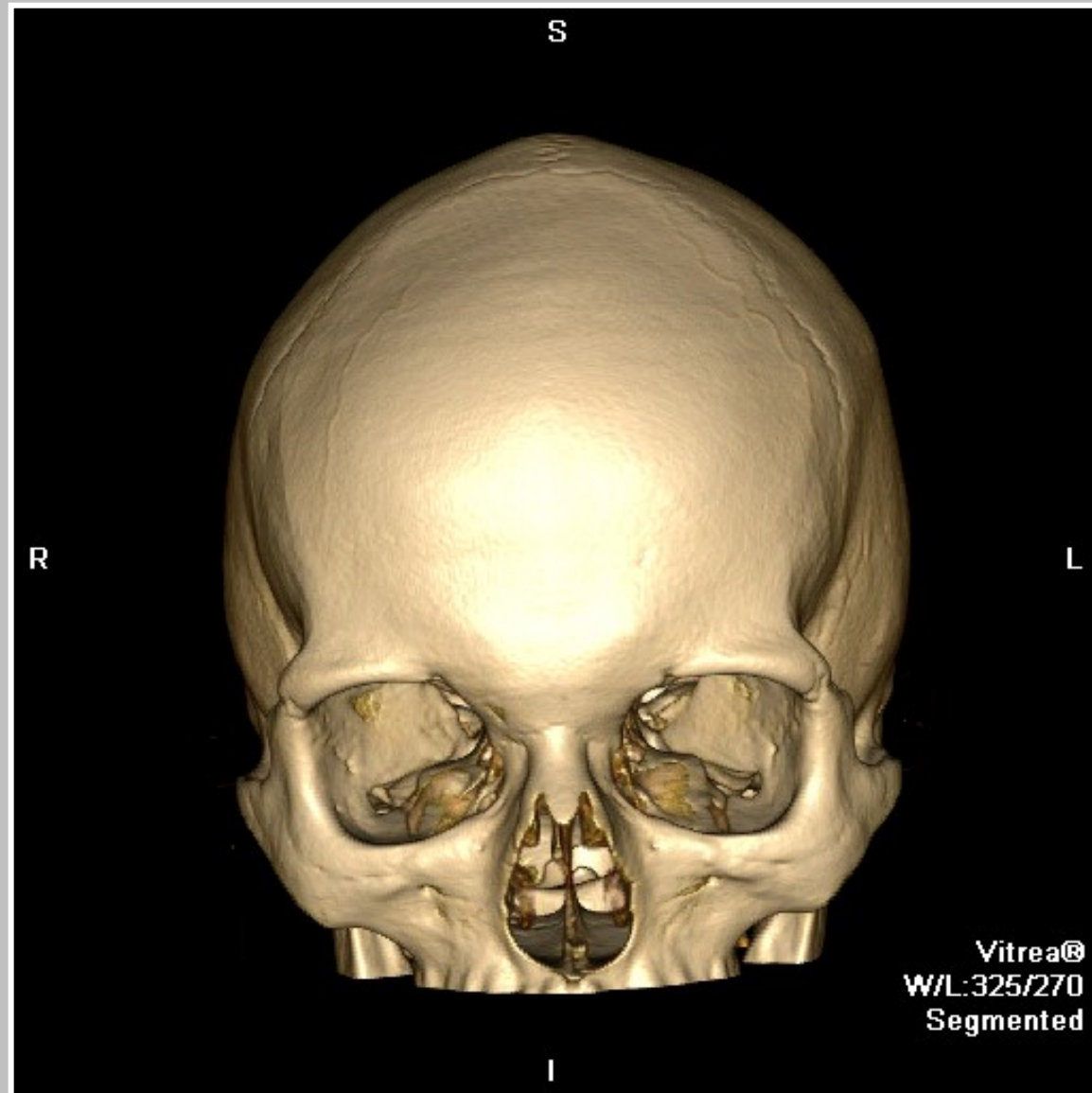


CCT

HEAD  
Position: HFS  
3 IMA 23  
Zoom factor: x0.99

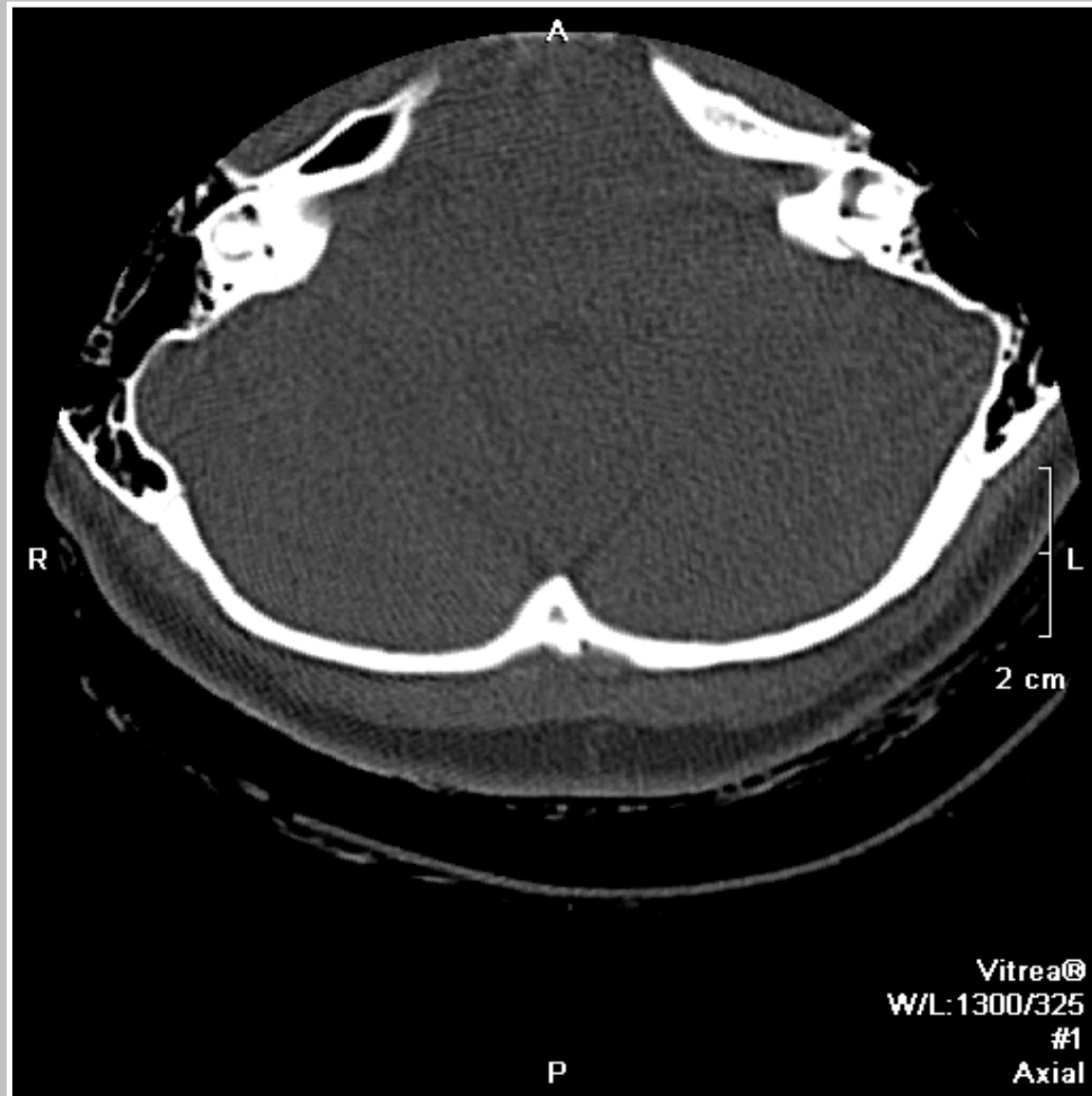


# Der Schädel in 3D



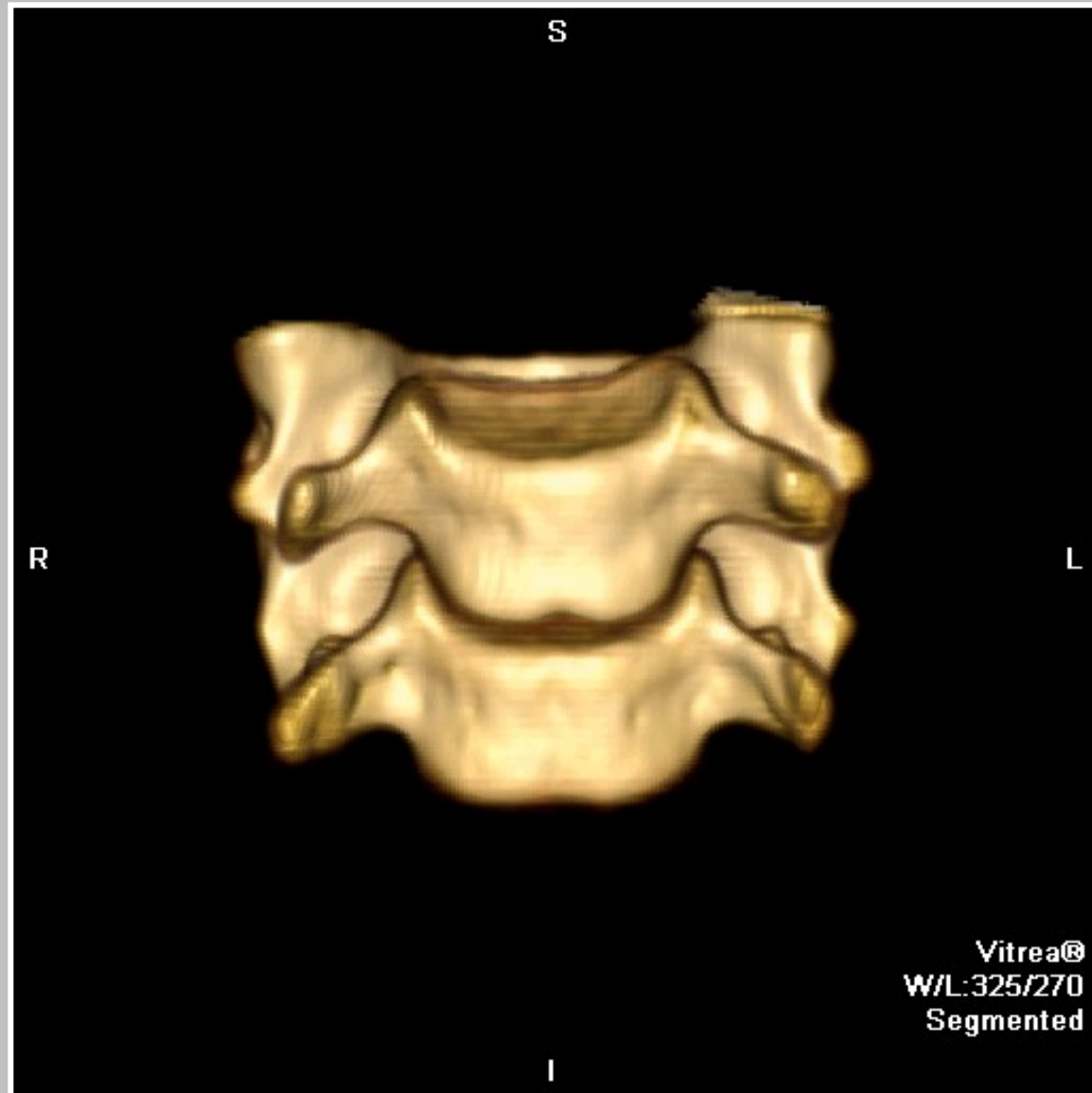
# Bildakquisition Spirale

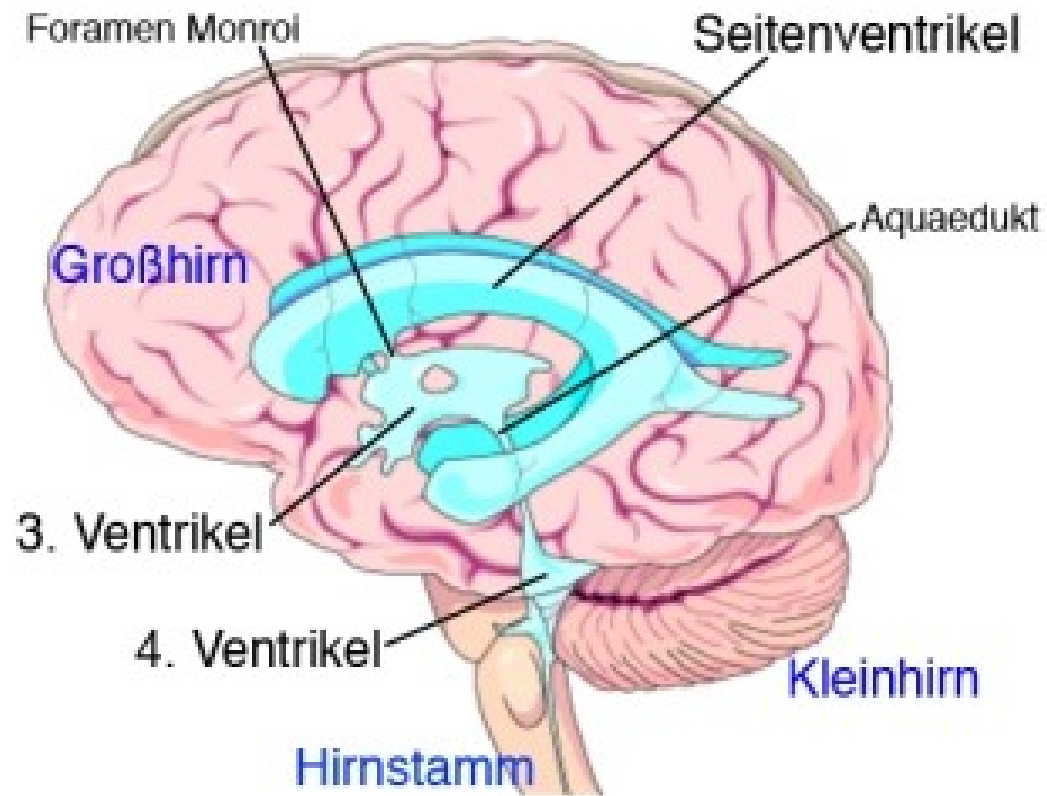
Beispiel:  
Wirbelsäule



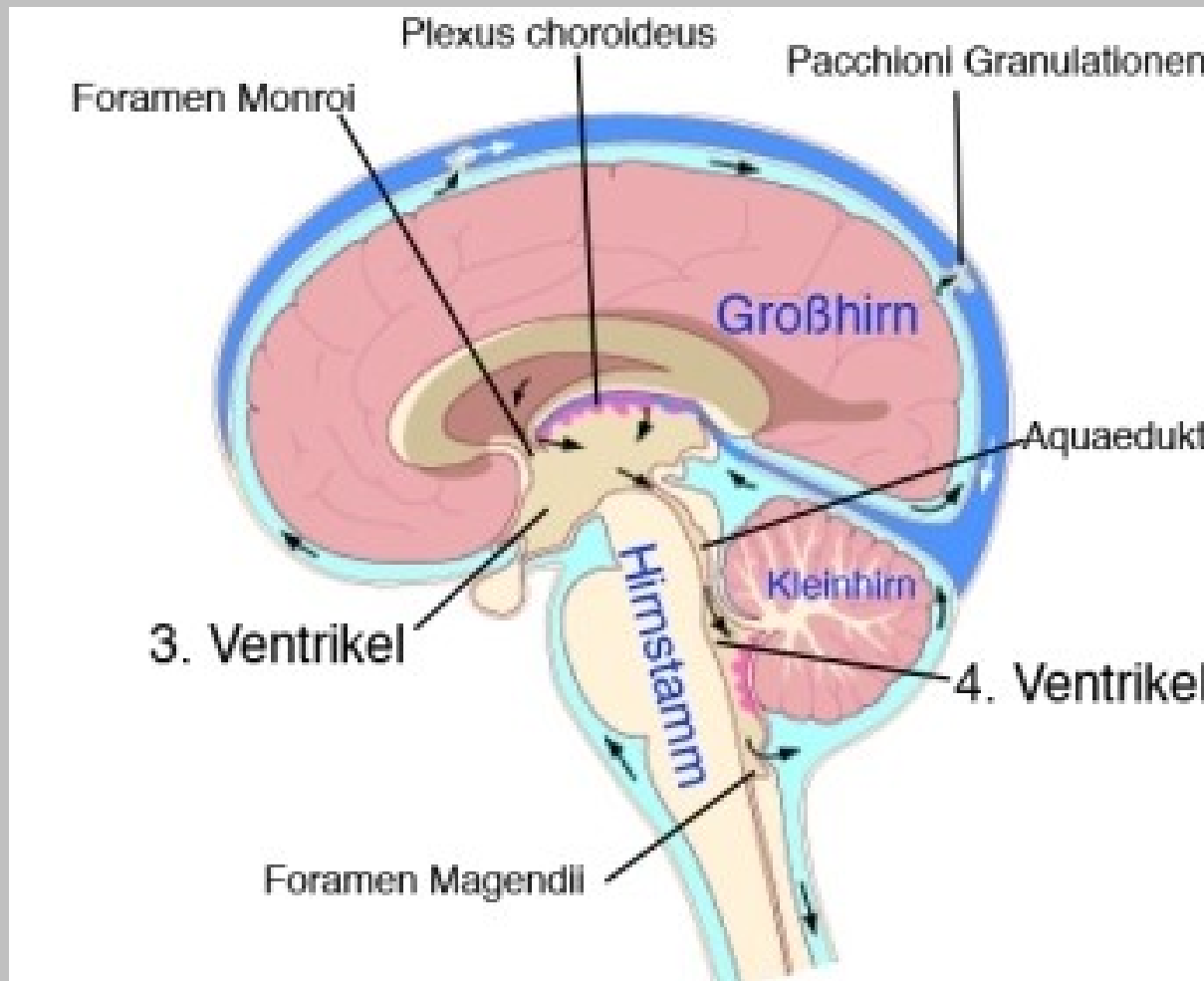


# Die Wirbelsäule in 3D









Mittellinie

Wichtig für

Raumforderung



Caput nuclei caudati

Inselrinde

Putamen/Globus pallidum

Thalamus

Stammganglien

Wichtig für

Infarktfrühzeichen  
Gen. Hypoxiezeichen



Seitenventrikel (I)

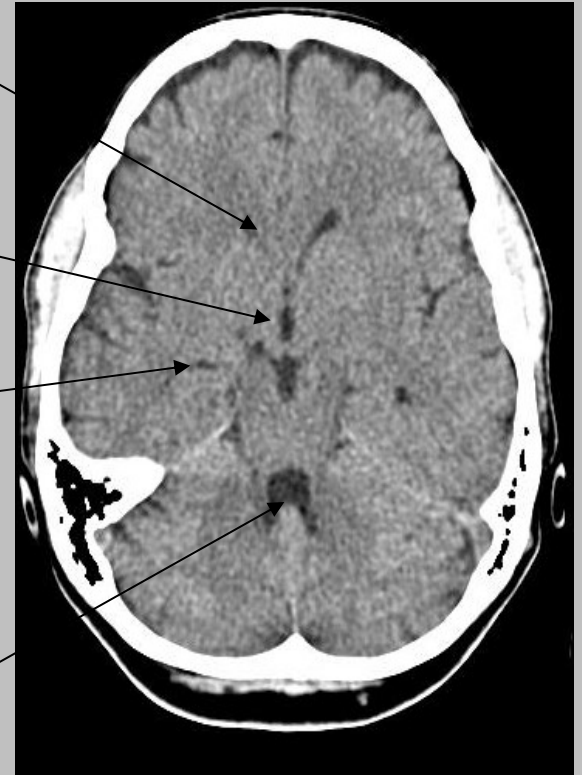
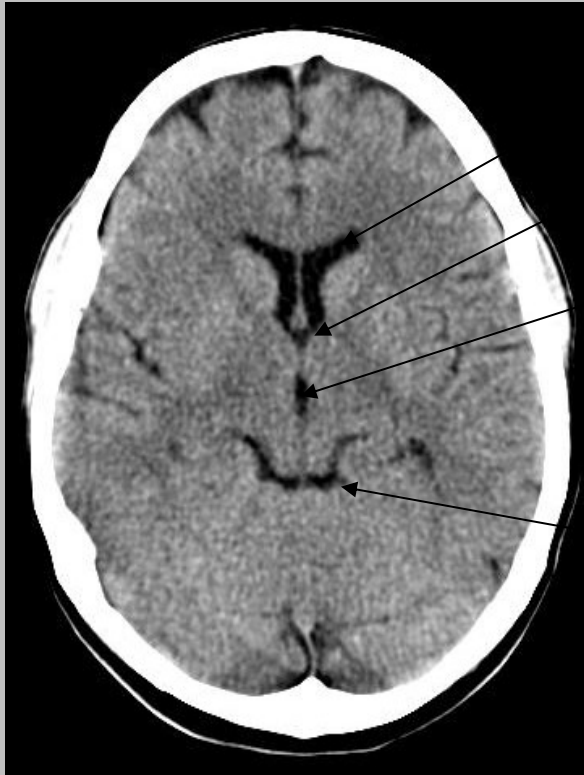
Foramen Monroi

Vent. tertius (III)

Temporalhorn (I)

Cist. quadrigemina

Vent. quartus (IV)

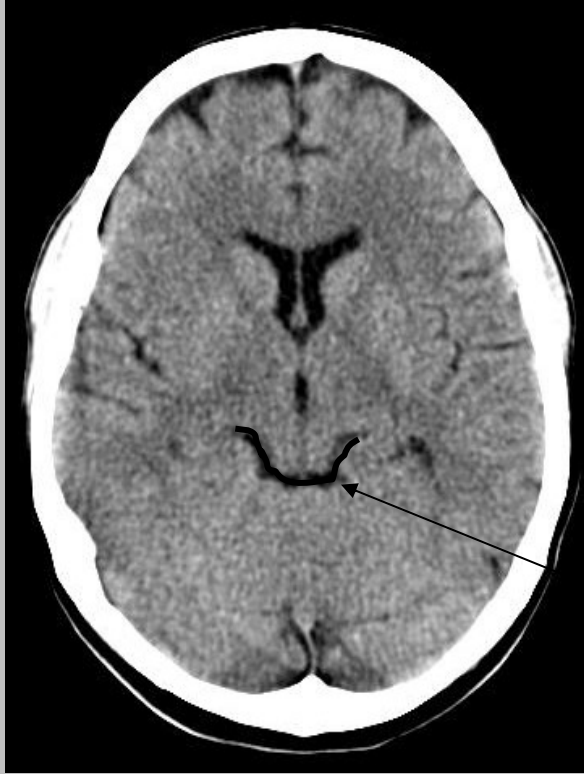


Ventrikel/Cisternen

Wichtig für

Hydrocephalus



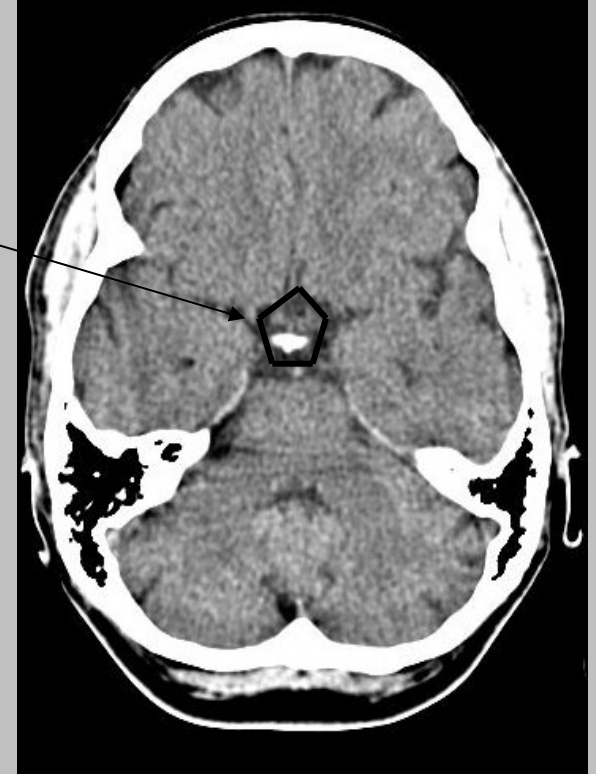


Cisterna  
chiasmatis  
**Pentagon**

Cist. ambiens  
**Smiley**



Transtent. Herniation  
Rotation

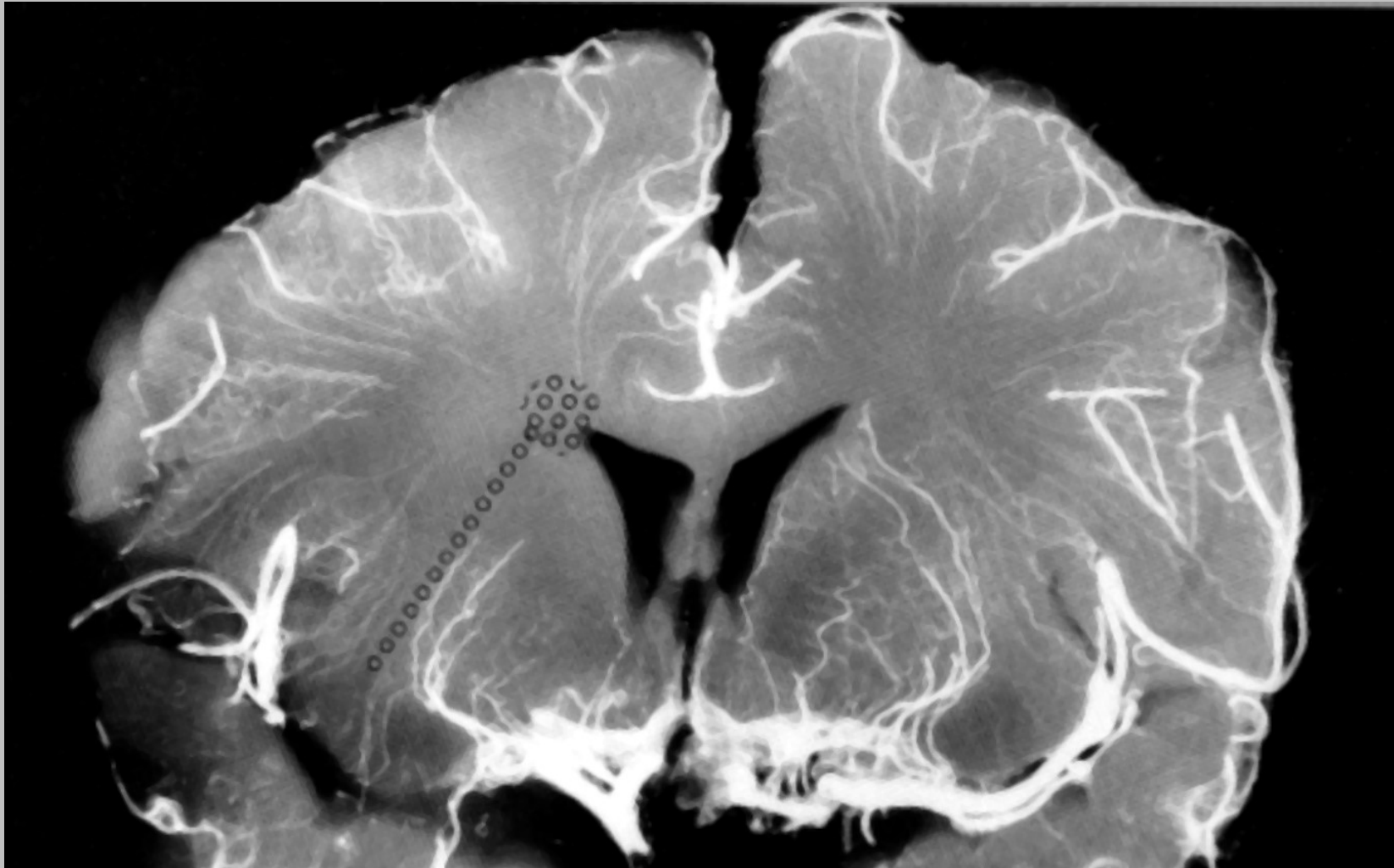


Uncal Herniation  
SAB



# Tiefe Hirnarterien

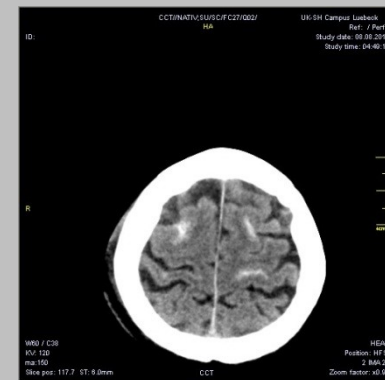
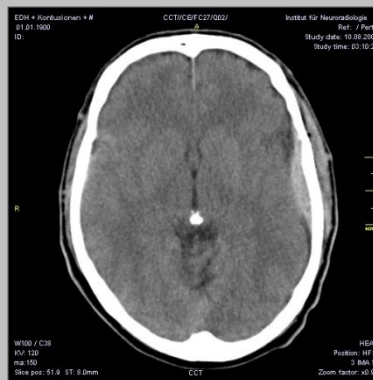
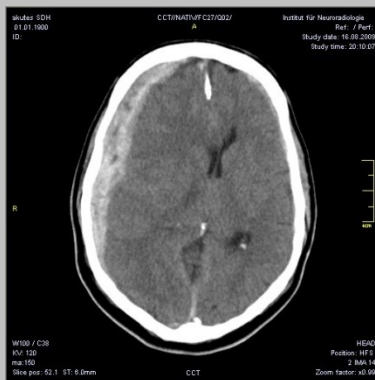
(Radiärarterien)



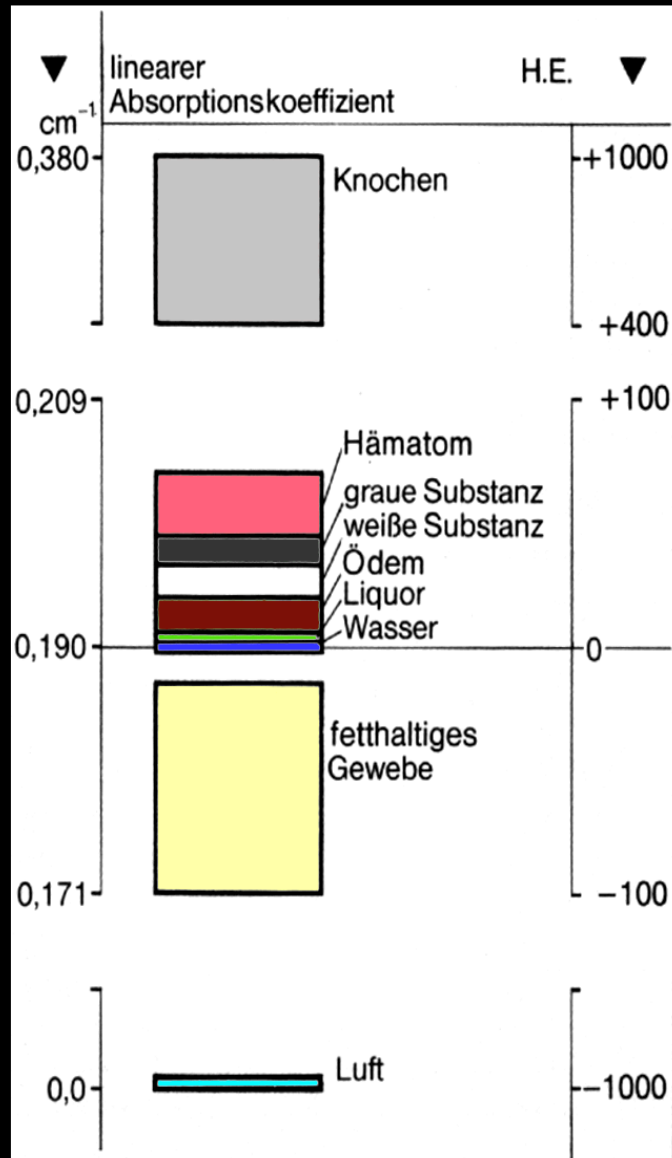
# Diagnostik bei Traumapatienten

- **Informationsgewinn** über die Verletzung(en) und deren Schweregrad
- **Entscheidungsbasis** über die weitere Behandlung (Bsp.: Operation: **JA / NEIN?**)
- **Wo** (in welcher Klinik und durch welche Fachdisziplin) muss der Patient **erstversorgt** werden?
- Bildgebung für die **Behandlungsplanung** (i.d.R. Operationsplanung)

# Traumatische intrakranielle Blutungen









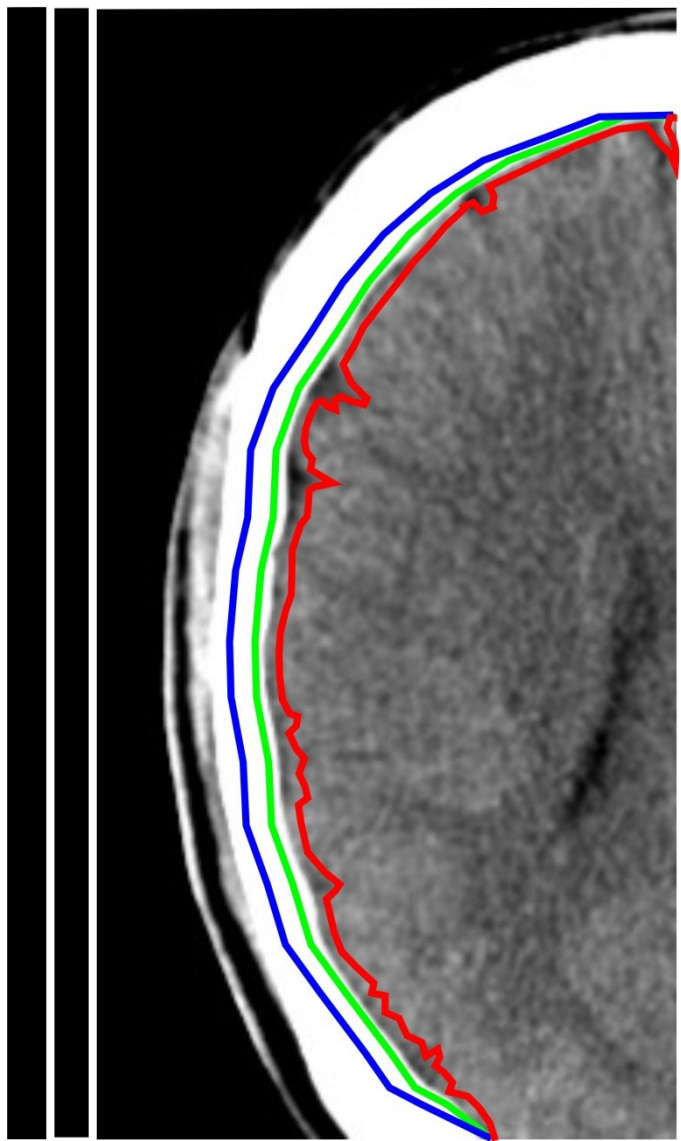
## Traumatisch

- Epidurale Hämatome (EDH)
- Subdurale Hämatome (SDH)
- Subarachnoidale Blutung (SAB)
- Kontusionsblutung (ICB)
- Scherverletzung (ICB)

## Lokalisation

- Epidurale Hämatome (EDH)
- Subdurale Hämatome (SDH)
- Subarachnoidale Blutung (SAB)
- Intrazerebrale Blutung (ICB)
- Intraventrikuläre Blutung (IVB)

# Hirnhäute & Blutungen



**subarachnoidal  
(arterielle Blutung)**

traumatisch oder spontan  
(Aneurysma?)



**subdural  
(venöse Blutung)**

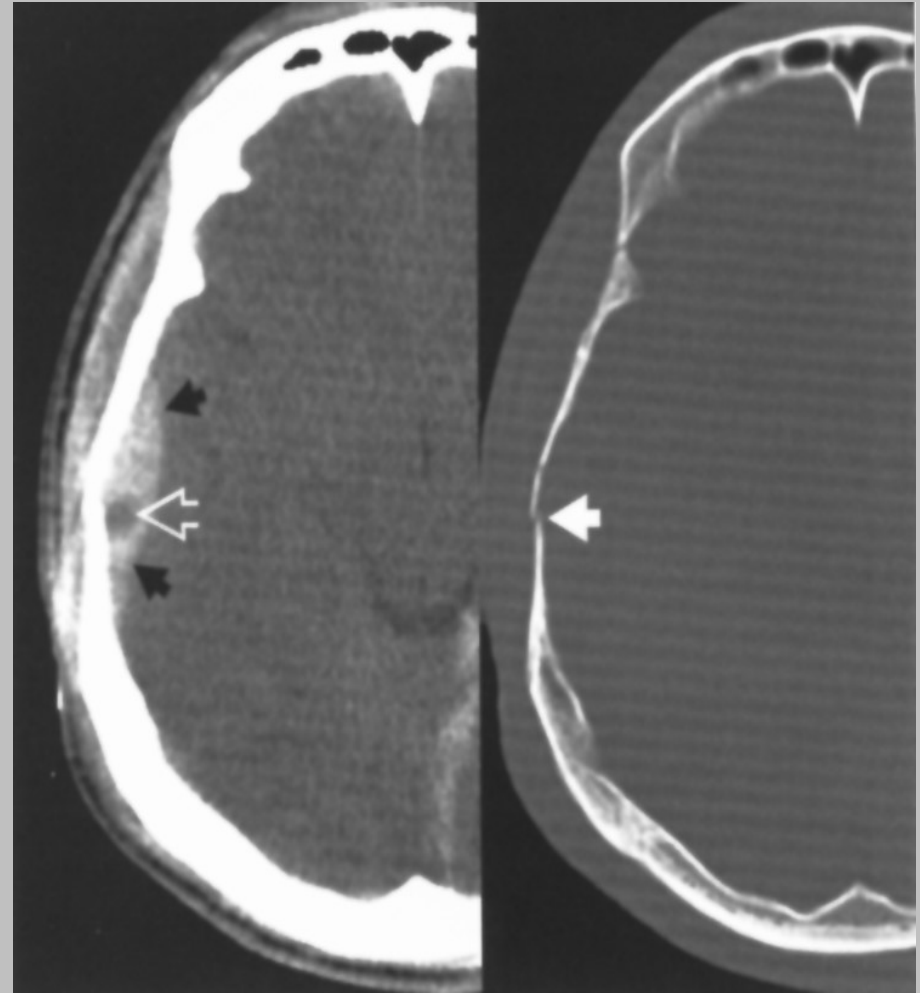
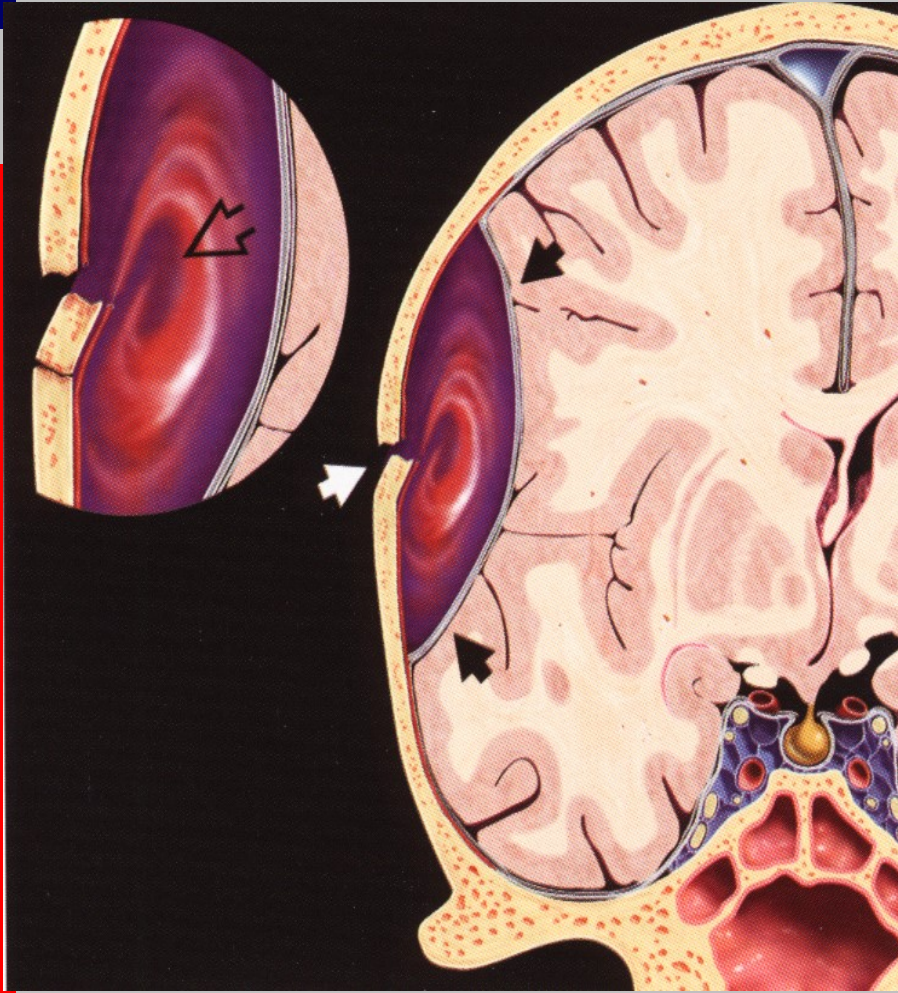
Rhexisblutung der Brückenvenen  
nach Schertrauma



**epidural  
(arterielle Blutung)**

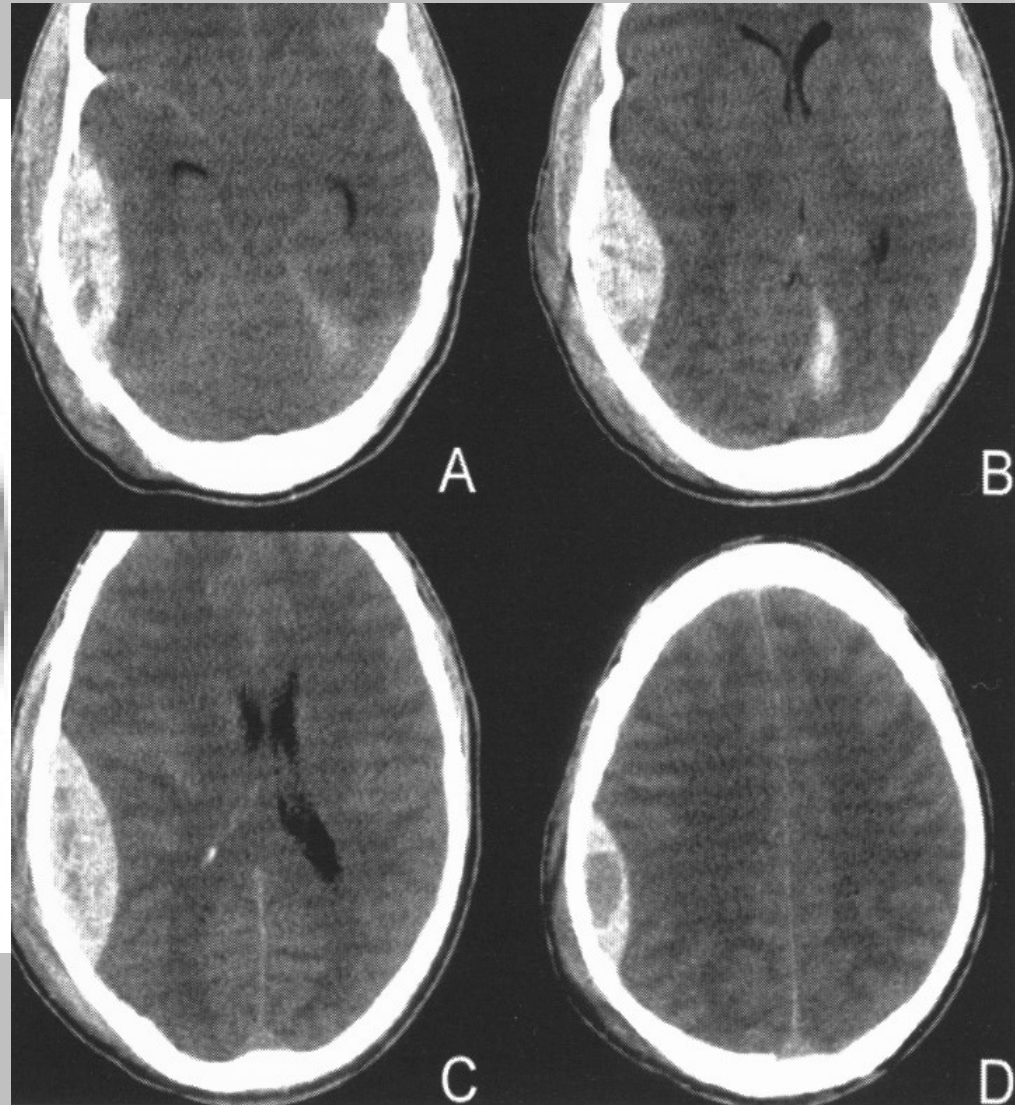
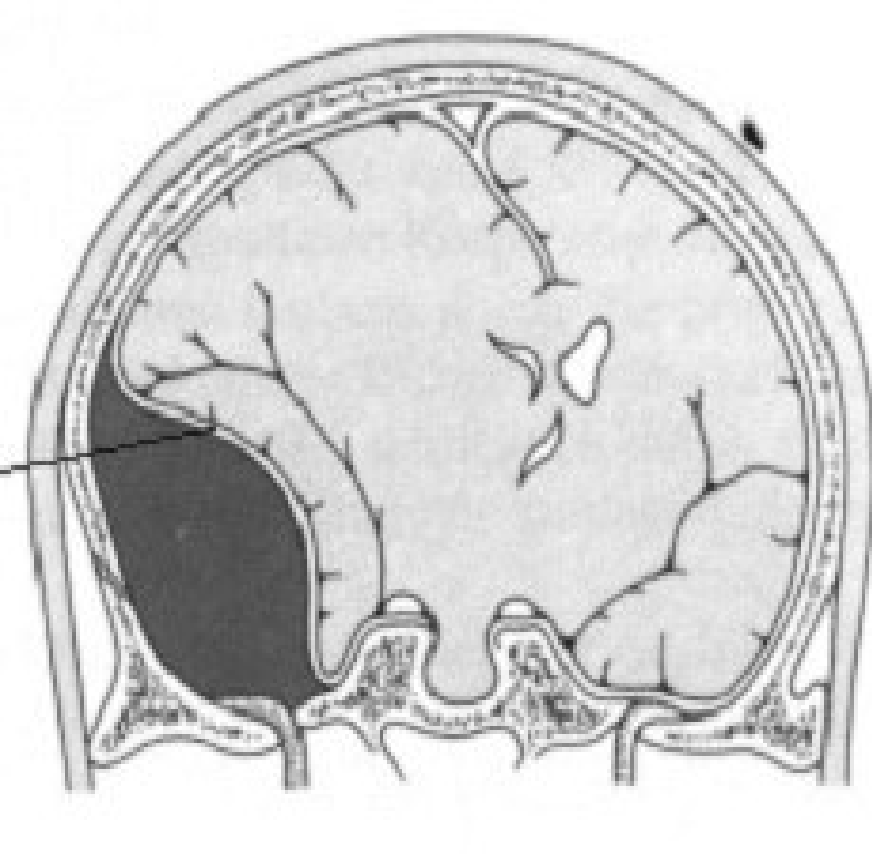
(Fraktur mit) Riss einer Hirnhautarterie

# Epidurale Blutung



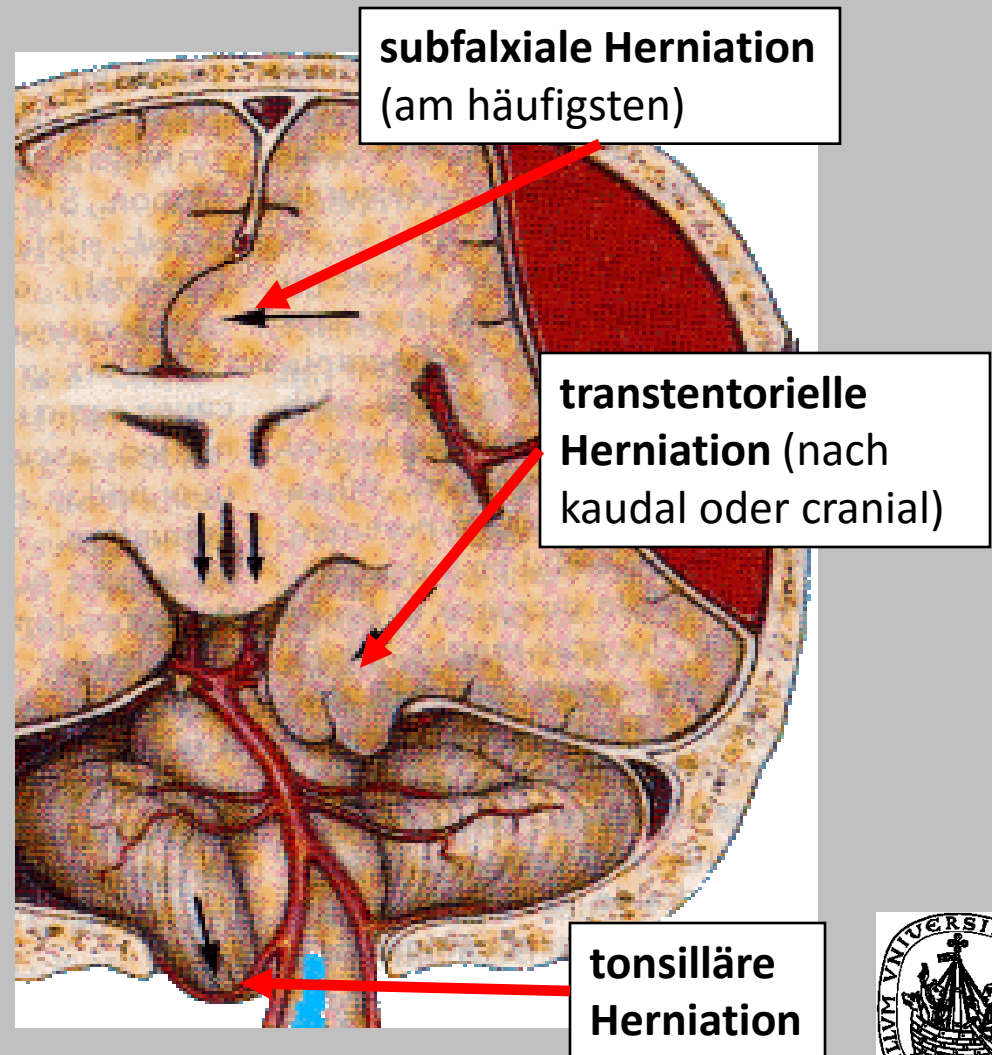


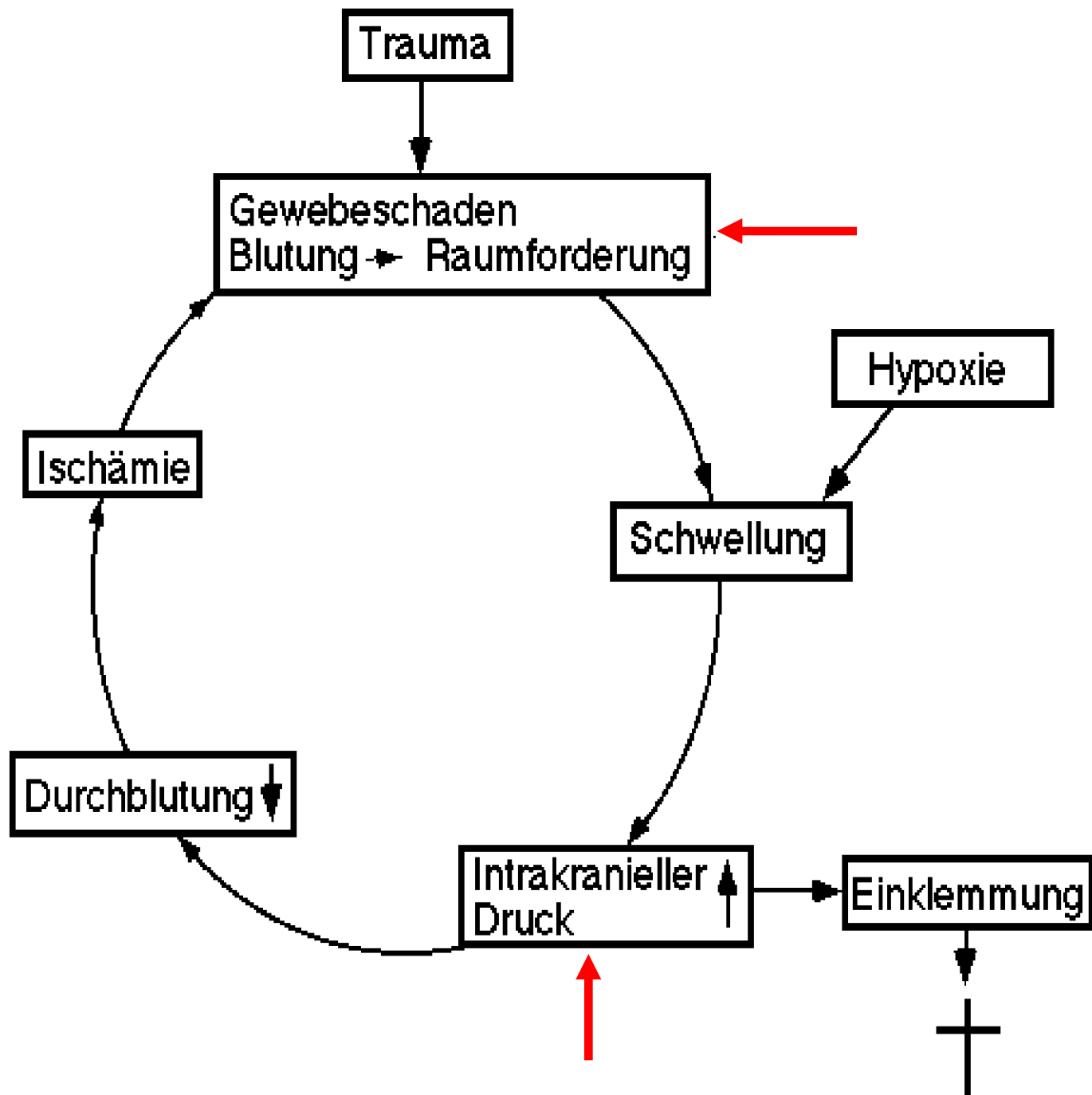
# Epidurale Blutung



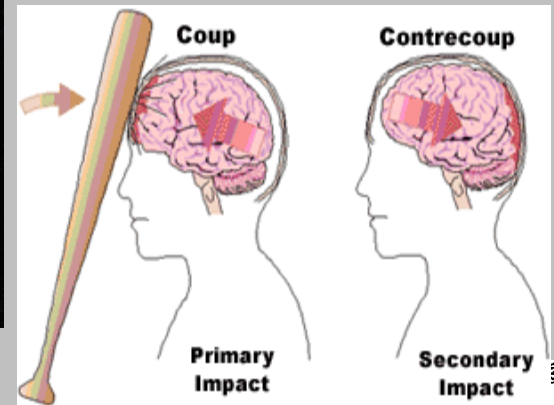
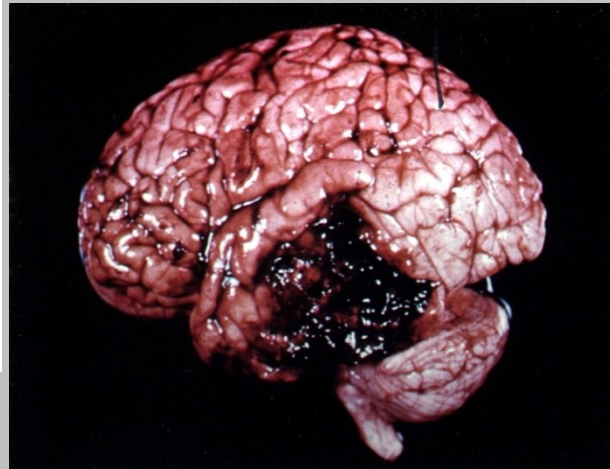
# Kraniozerebrale Traumafolgen: Sekundäre Verletzungen: Herniation, Einklemmung

- Tentorium und Falx als „Raumteiler“
- Raumforderungen führen zunächst zur Auspressung der äußeren Liquorräume im jeweiligen Kompartiment
- weitere Zunahme der Raumforderung führt zu Verlagerung von Hirngewebe von einem Kompartiment in ein anderes

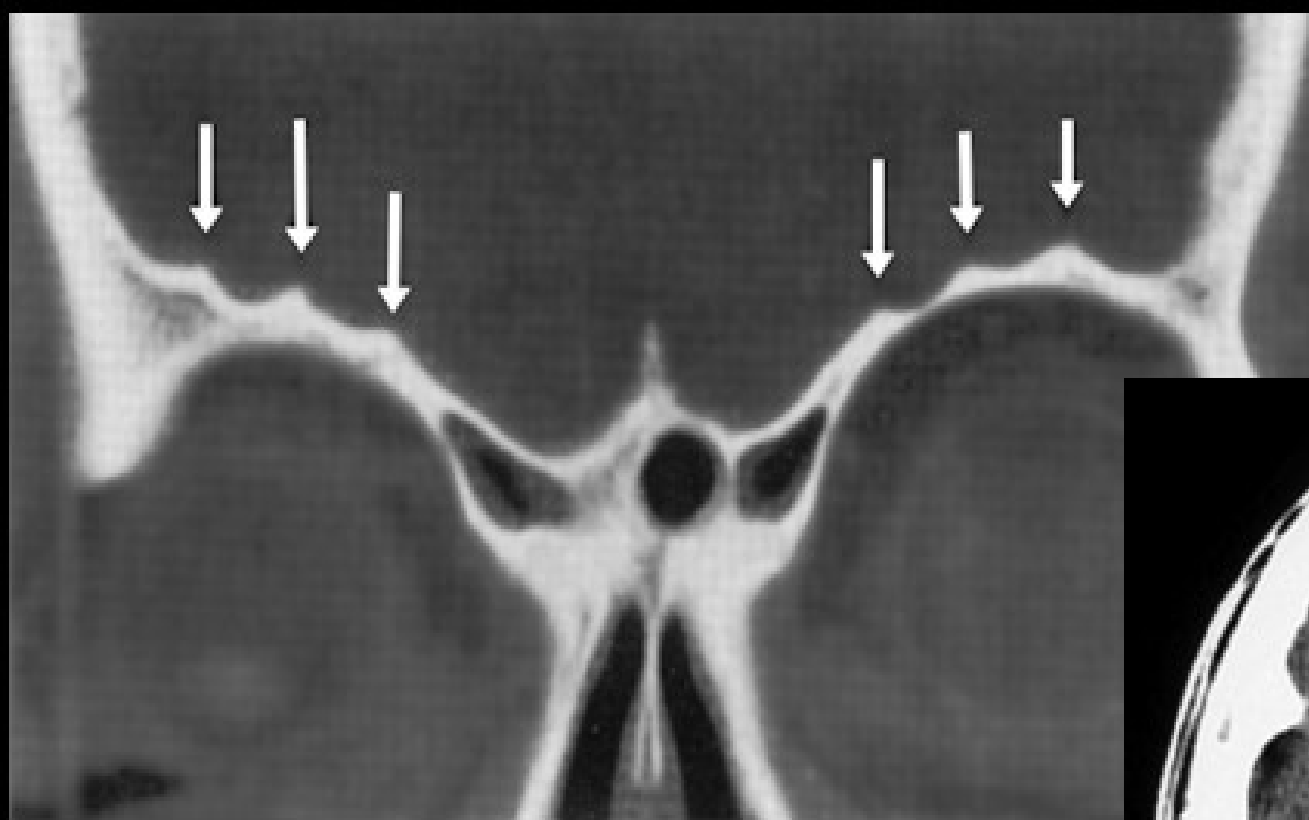




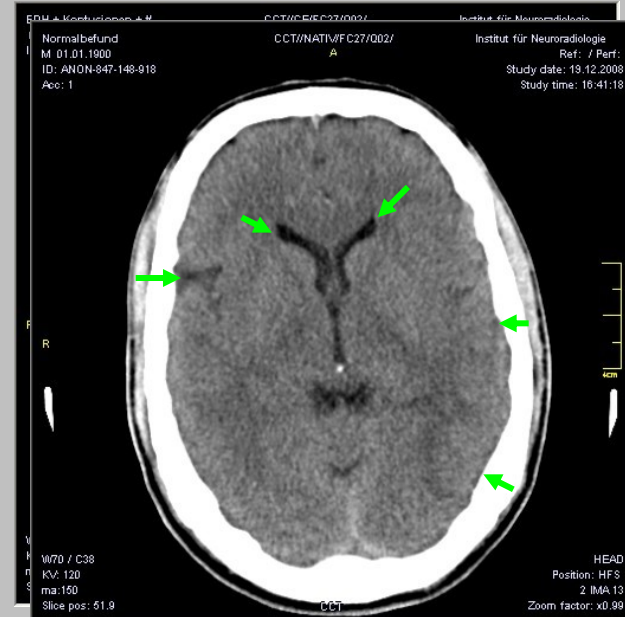
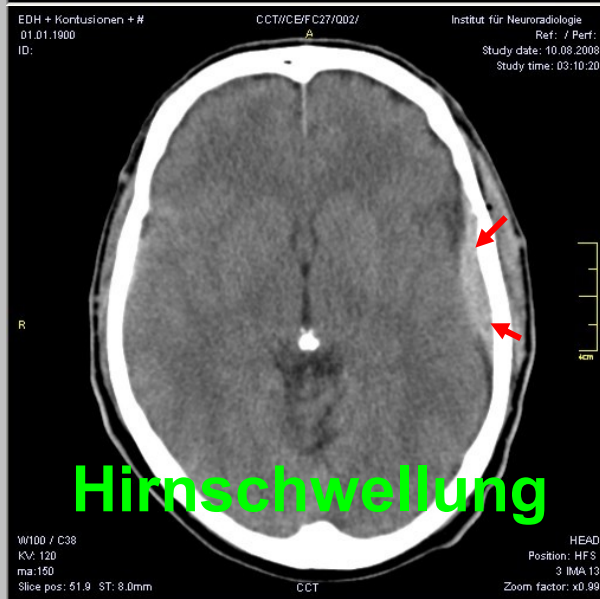
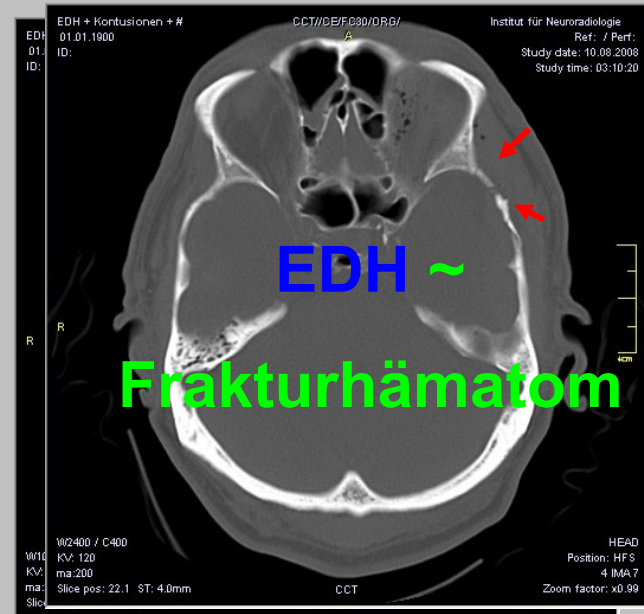
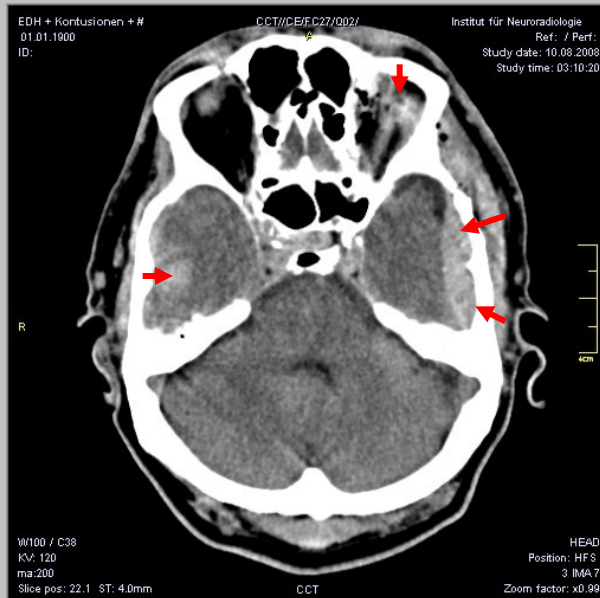
# Kontusionsblutung



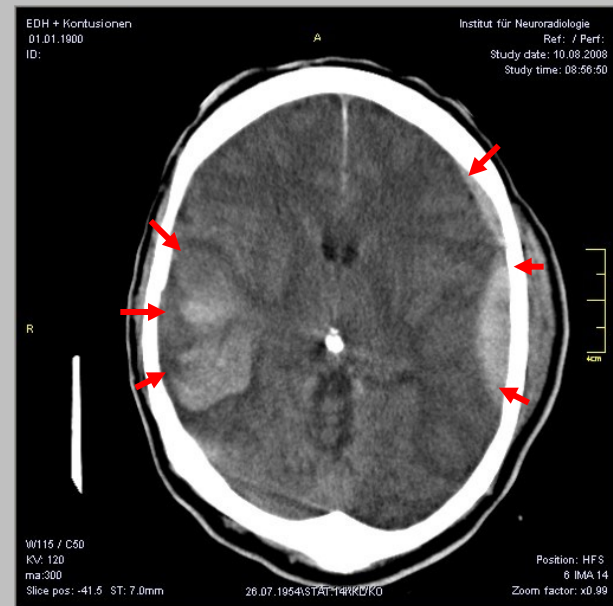
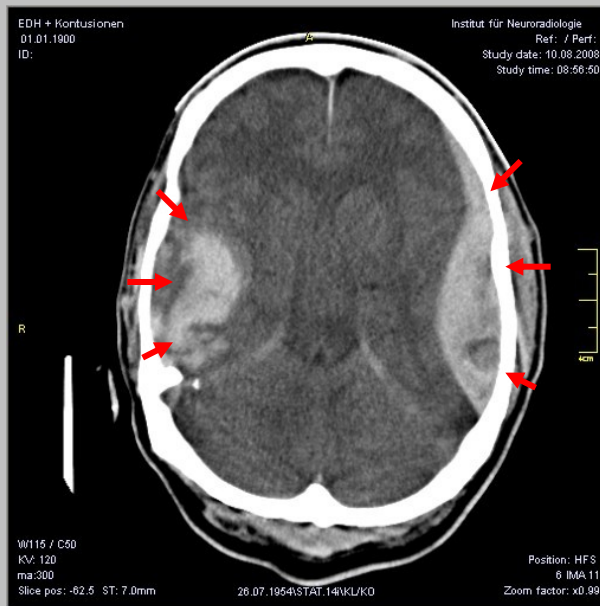
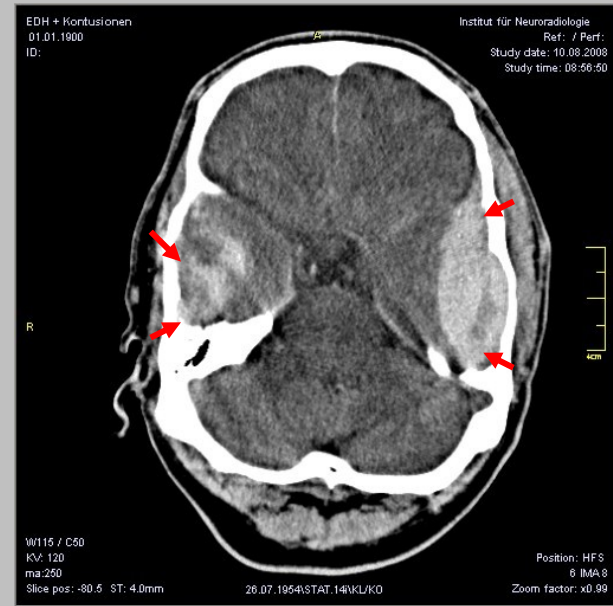
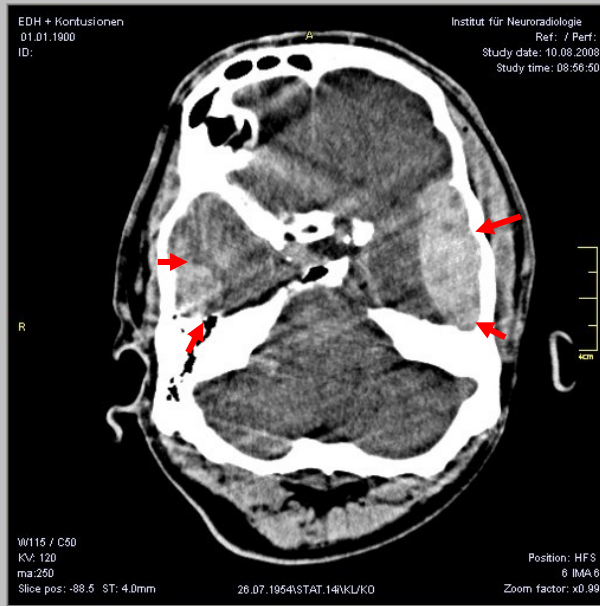




# SHT: Kontusionen + EDH



# SHT: Kontusionen + EDH



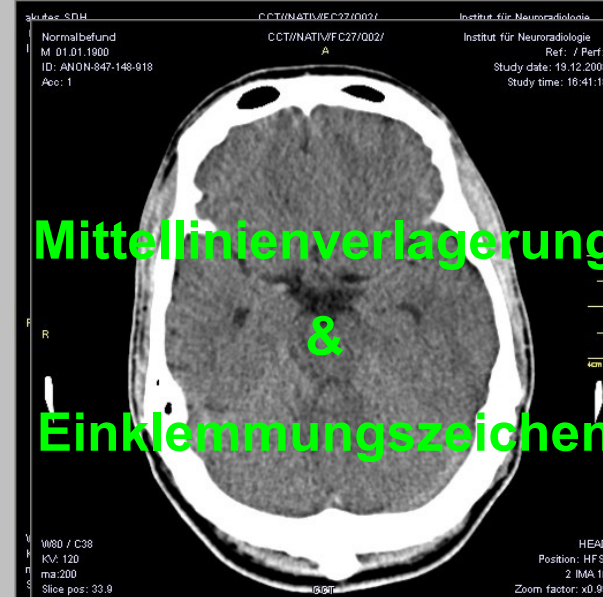
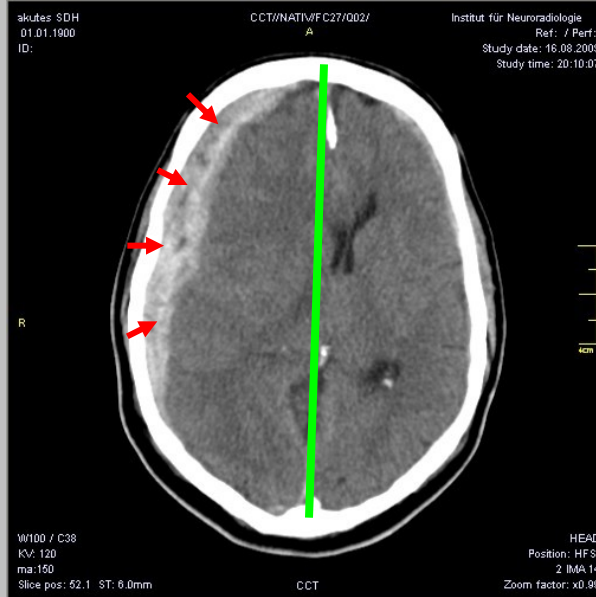
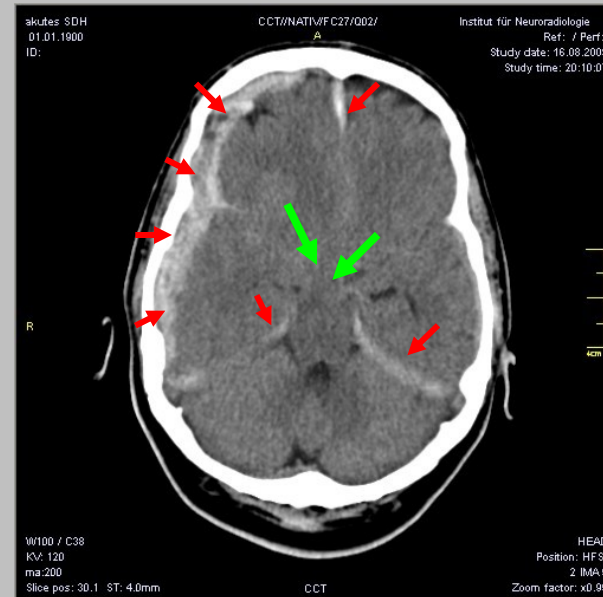
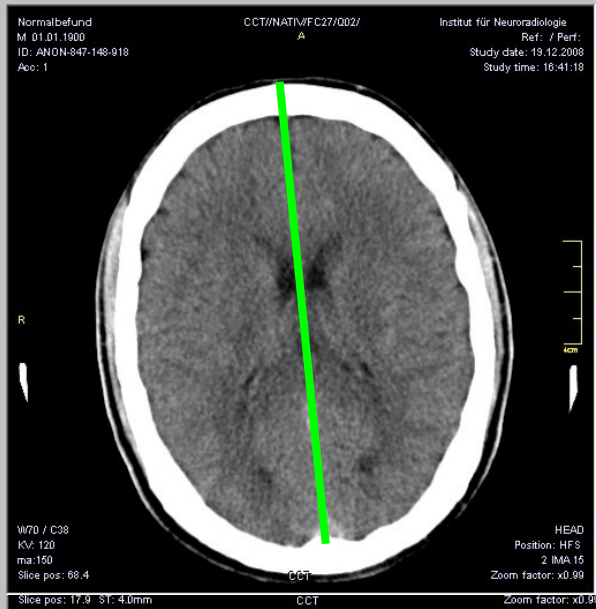


# Subdurale Blutung





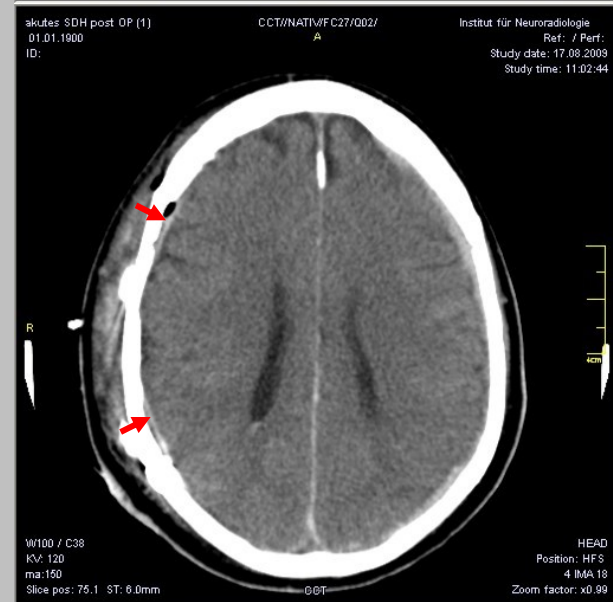
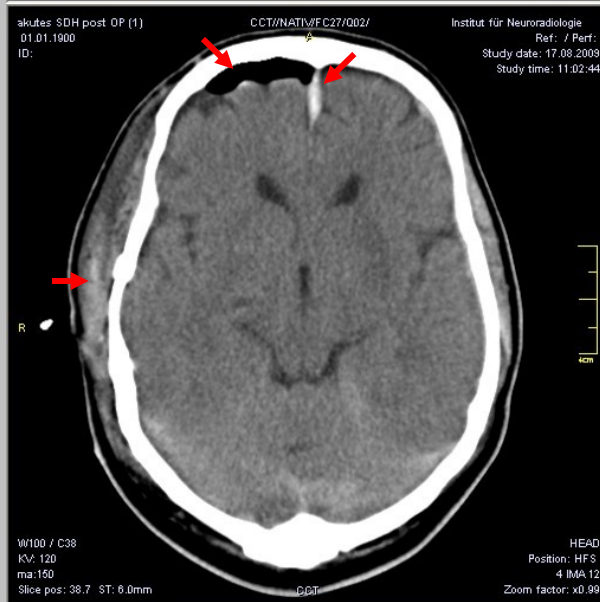
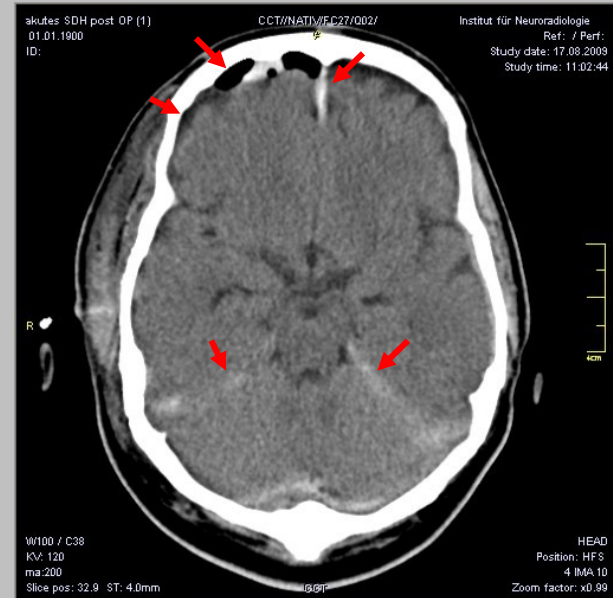
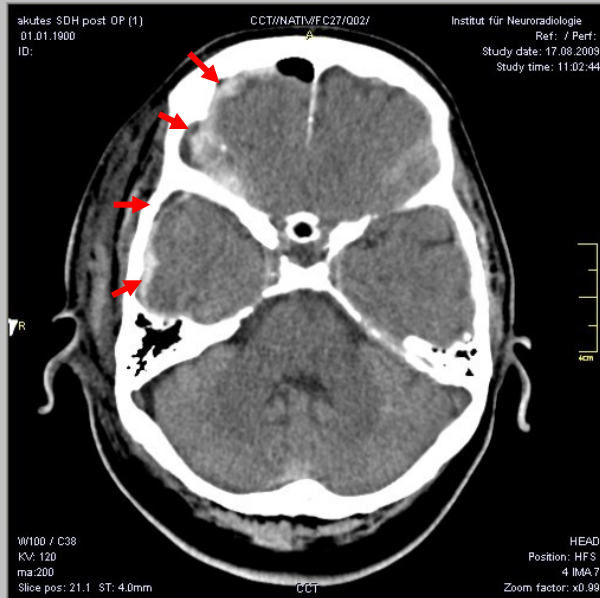
# akutes Subduralhämatom



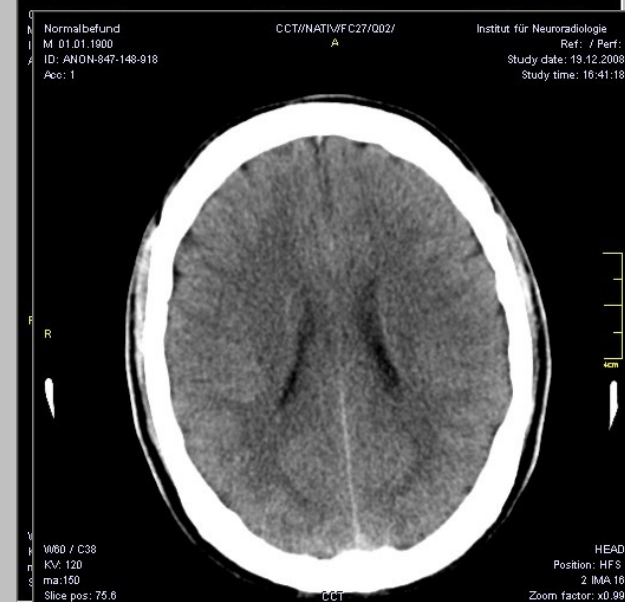
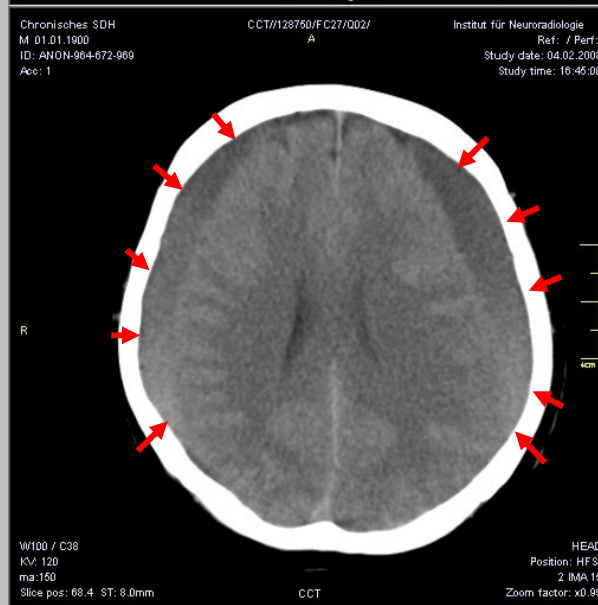
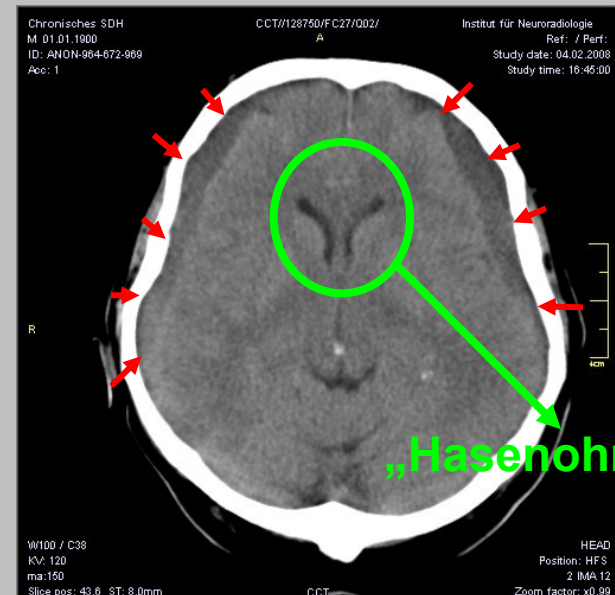
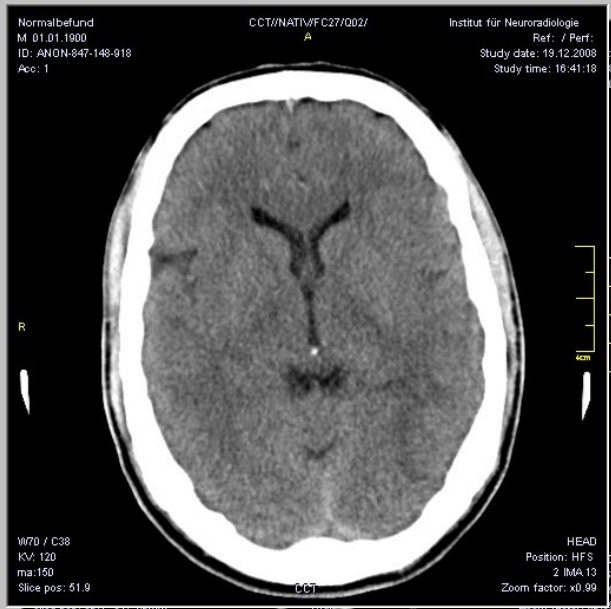
Mittellinienverlagerung  
&  
Einklemmungszeichen



# post OP aSDH

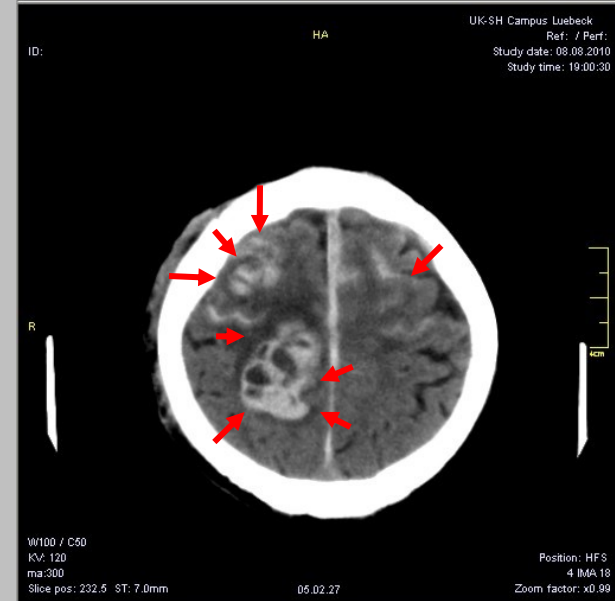
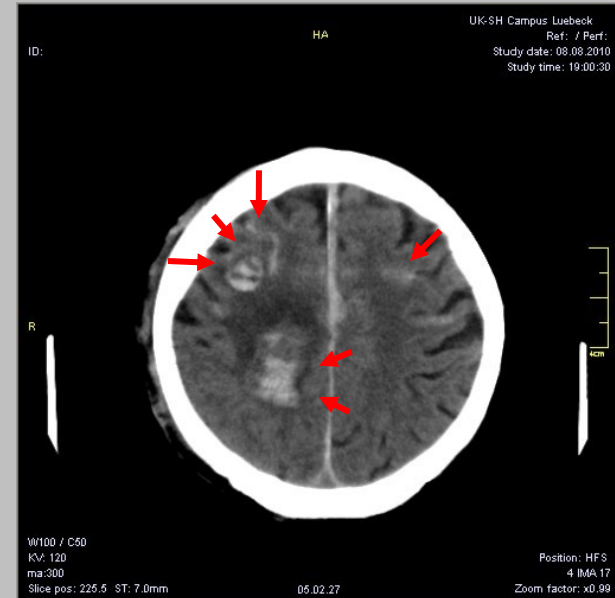
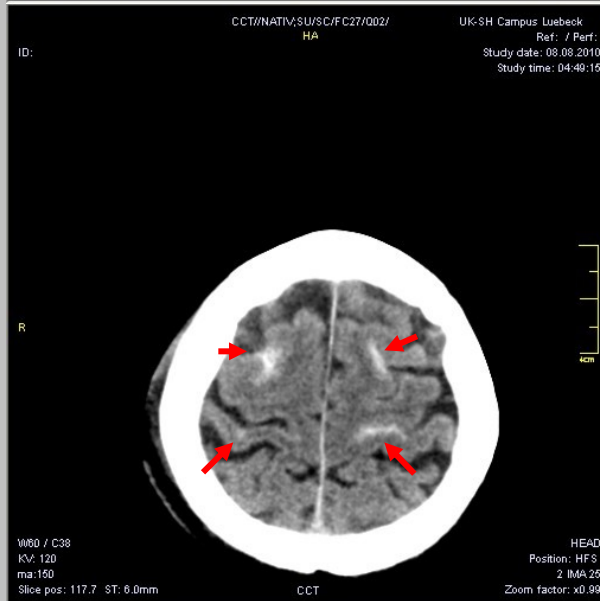
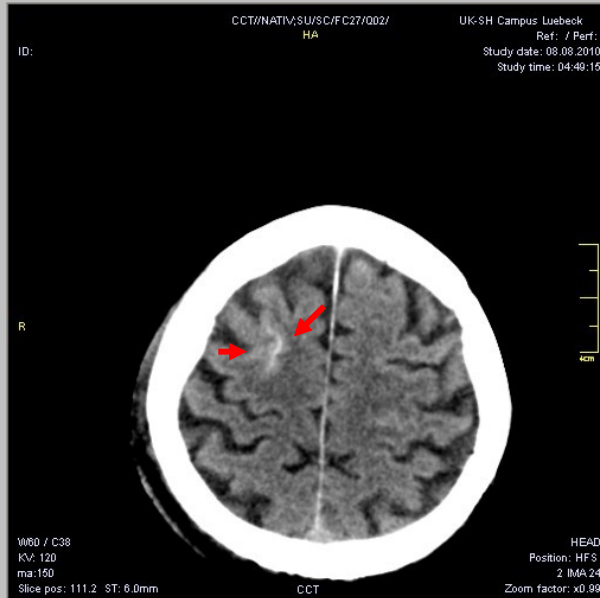


# chronisches Subduralhämatom





# Subarachnoidalblutung



# Erkrankungen

- **Schädel-Hirn-Traumata (SHT)**
  - *Frakturen von Gesichts- und Hirnschädel*
  - *Blutungen / Kontusionen*

**Fallbeispiele**

- **Wirbelsäulenverletzung**
  - *Frakturen*
  - *Bandverletzungen*
  - *Rückenmarksverletzungen*

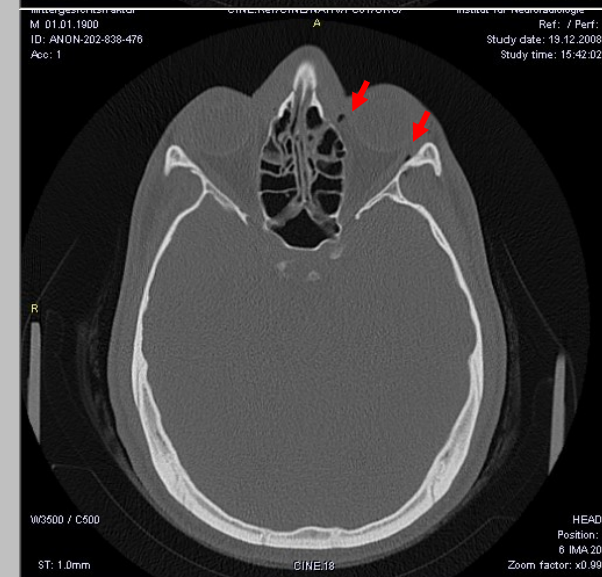
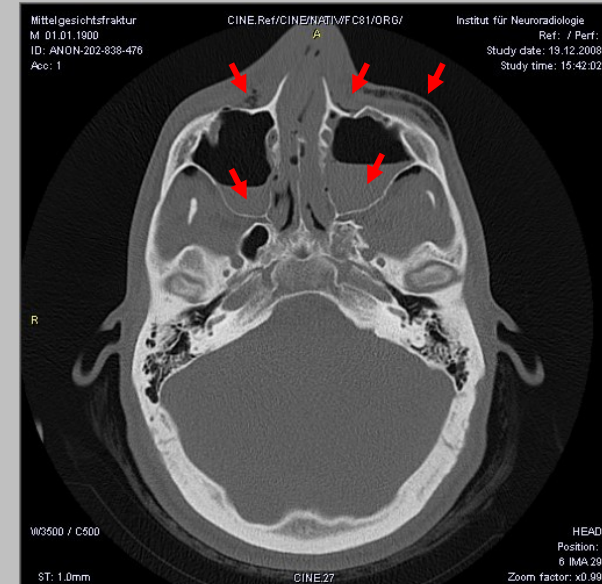
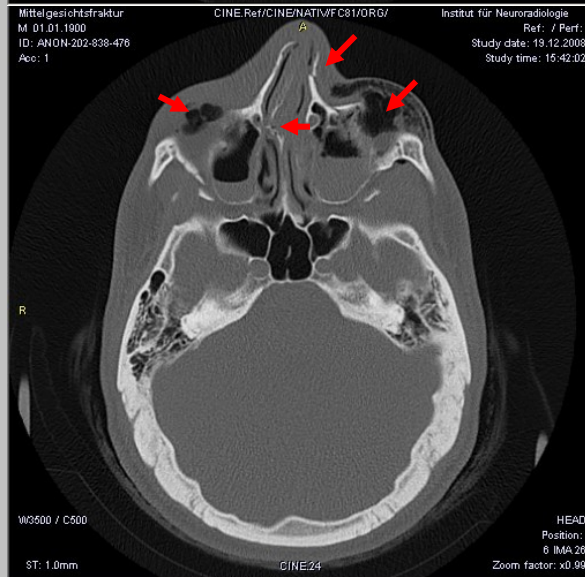
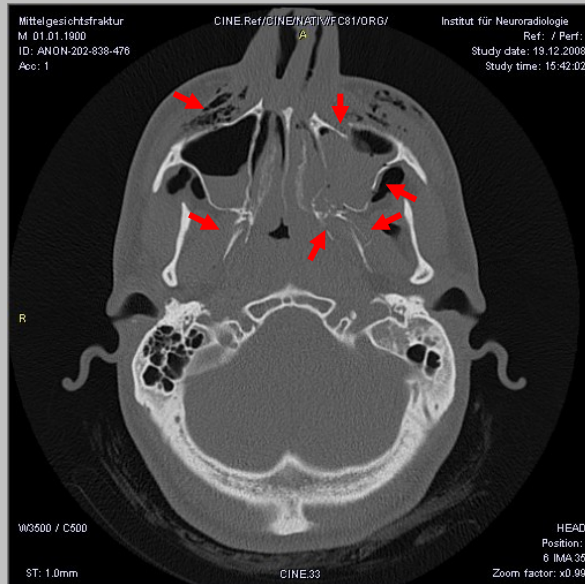
# Der Fahrradsturz



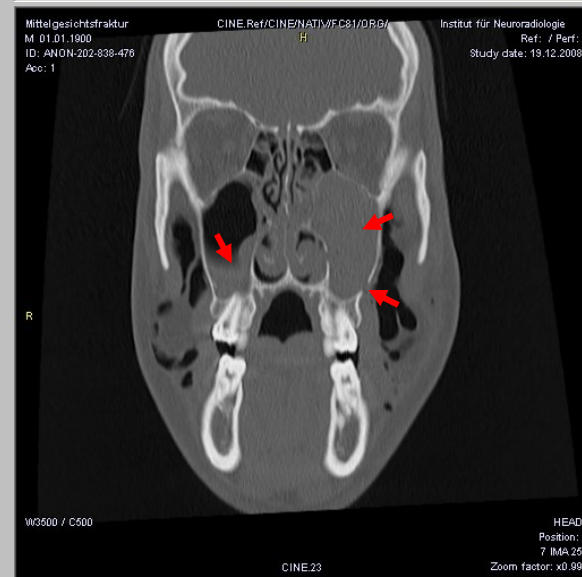
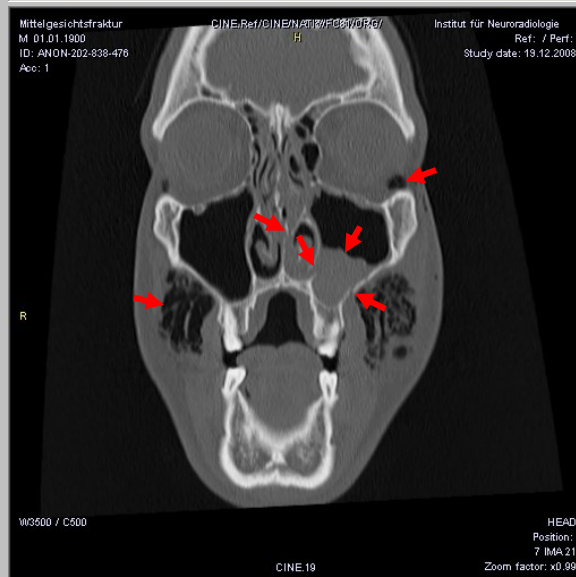
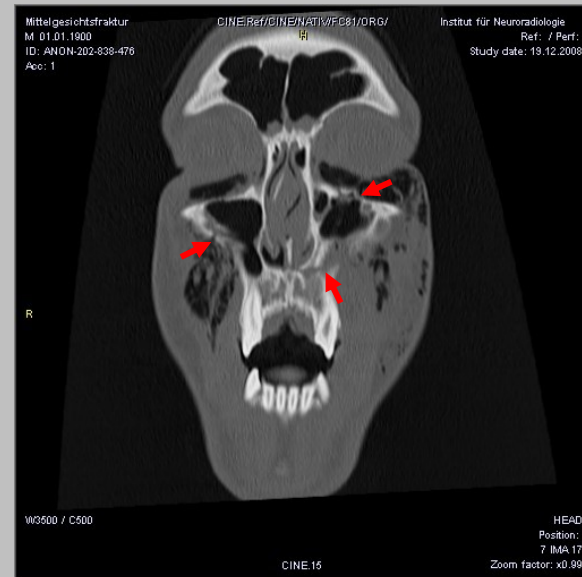
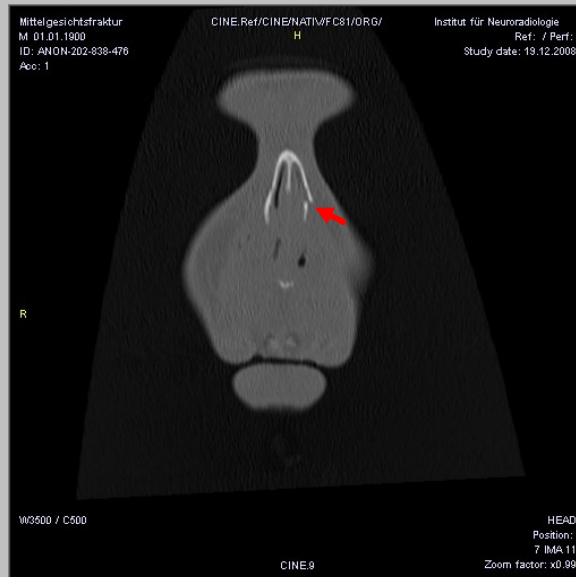
# Der Fahrradsturz

- Anamnese:
  - Fahrradsturz aus das Gesicht
  - mehrere Risswunden, Blutergüsse, Schwellung
  - Kieferschluss unvollständig und schmerzhaft
  - Monokelhämatome
  - keine Bewusstlosigkeit, keine Erinnerungslücke, Patient verhält sich normal, starke Schmerzen
- Frage an die Computertomographie:
  - Frakturen?
  - Intrakranielle Verletzungen?

# Mittelgesichtsfrakturen

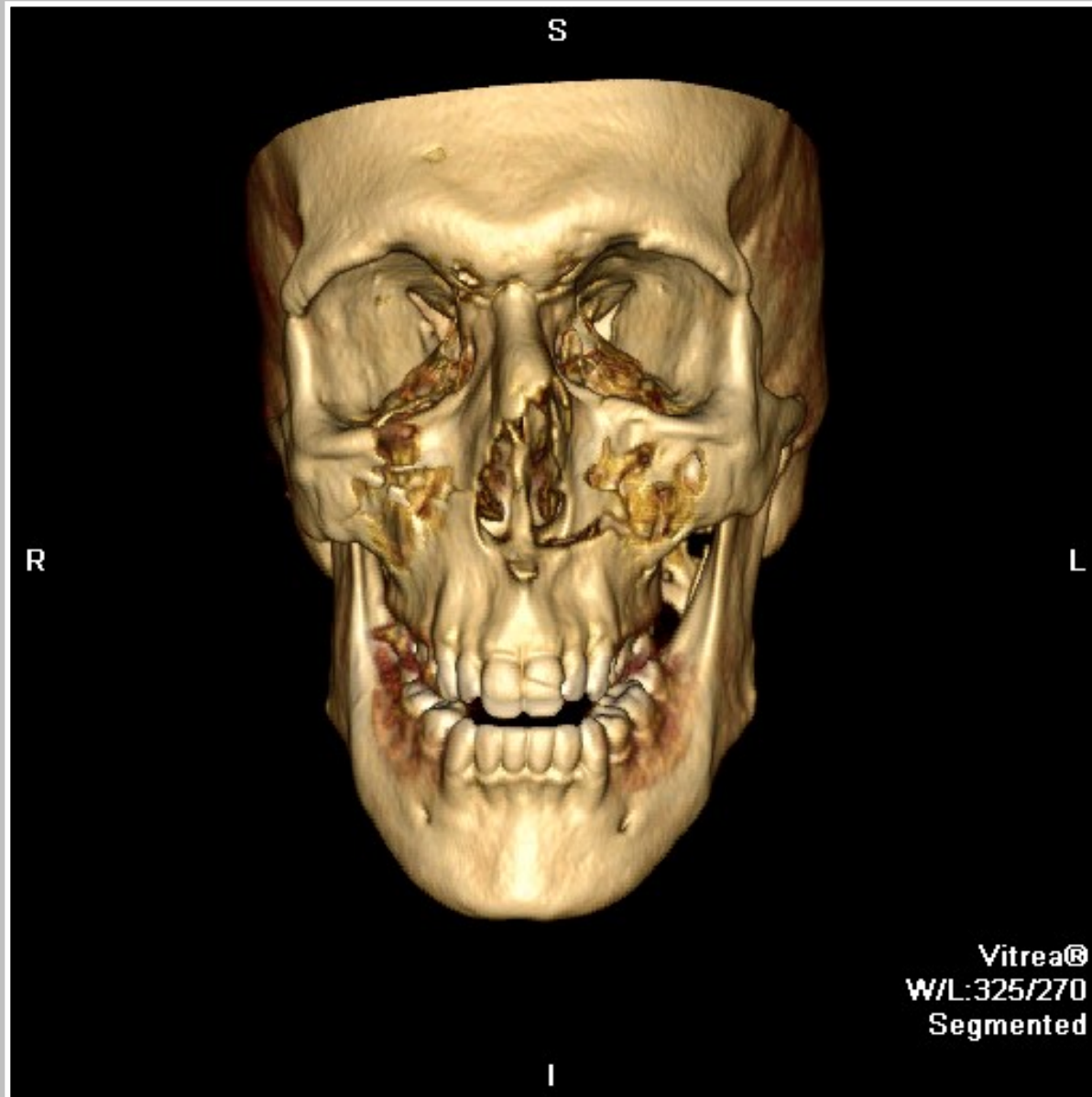


# Mittelgesichtsfrakturen





# 3D-CT-Mittelgesicht



# Konsequenz

**Operative  
Mittelgesichtsrekonstruktion**



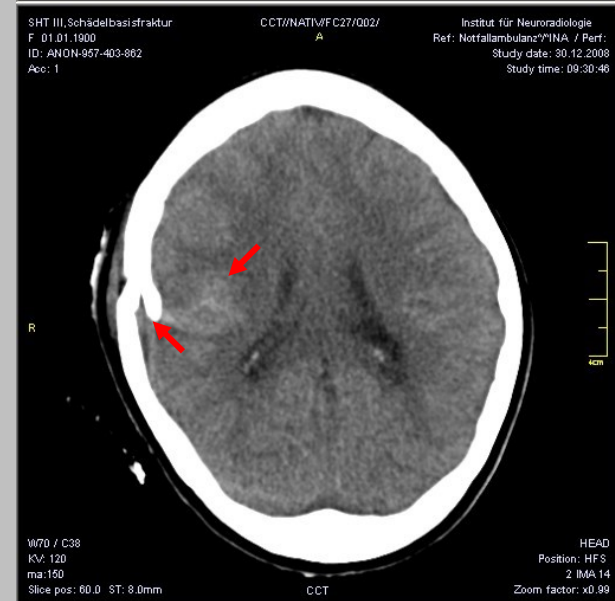
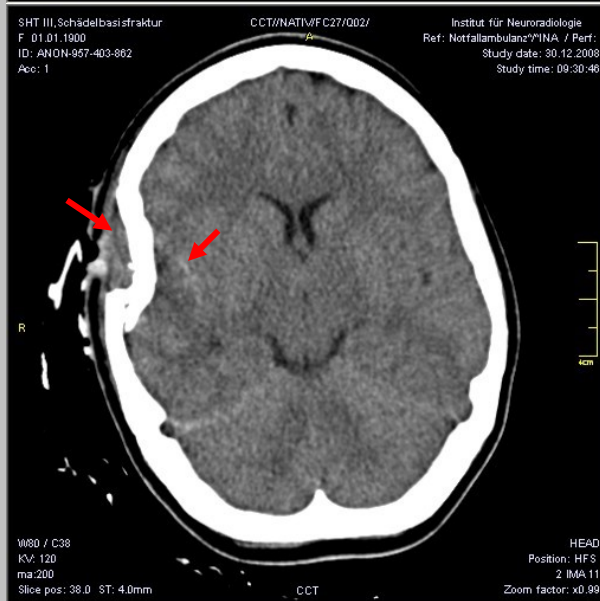
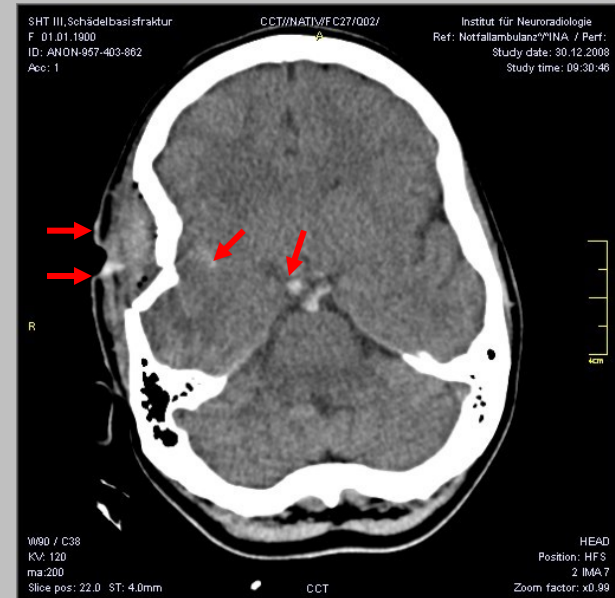
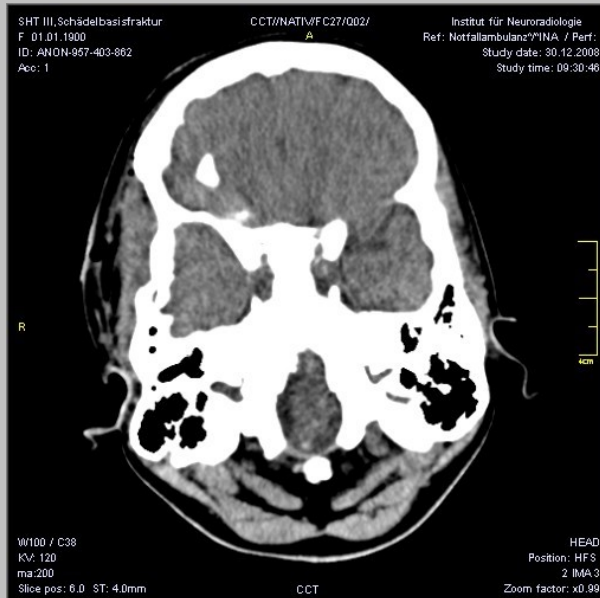
# Der Reitunfall



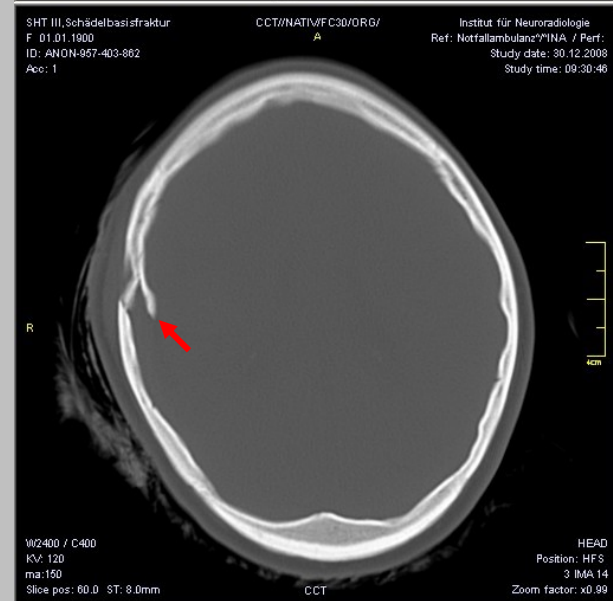
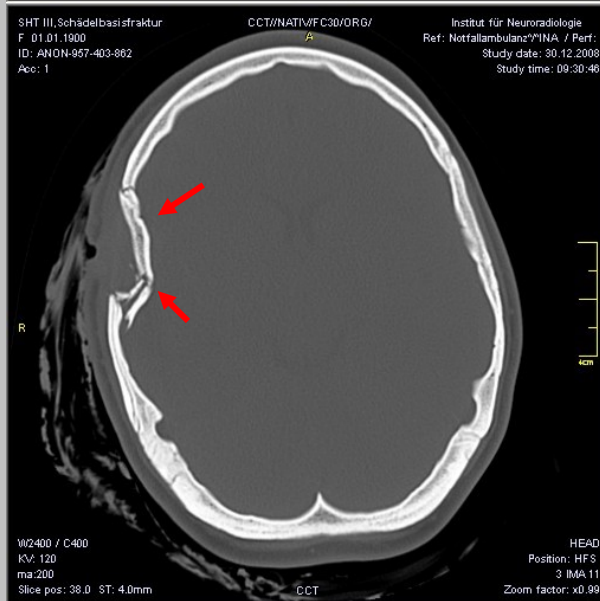
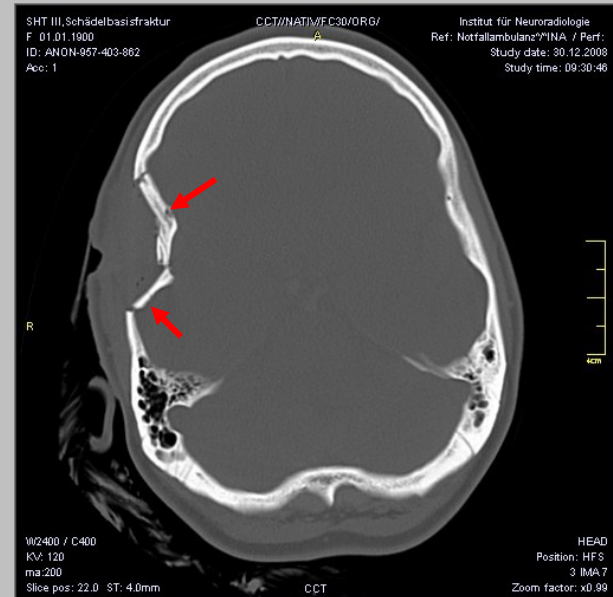
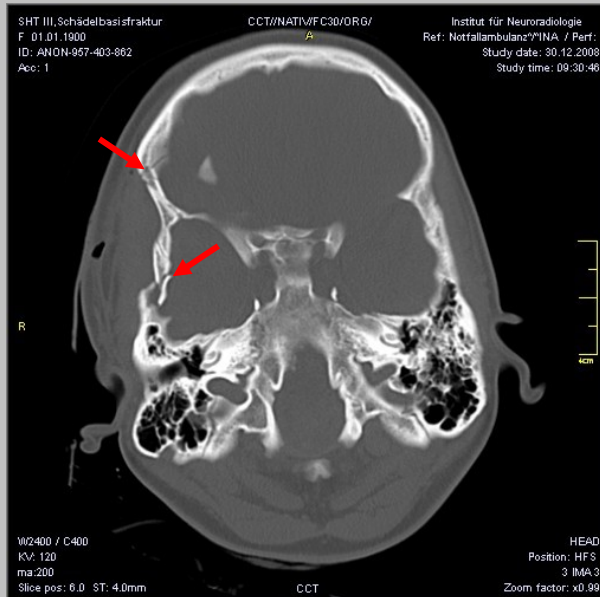
# Der Reitunfall

- Anamnese:
  - vom Pferd gefallen
  - Pferd hat gegen den Kopf / Helm getreten
  - große Platzwunde an der rechten Schläfe
  - fragliche Stufe an der rechten Orbita
  - unmittelbare und tiefe Bewusstlosigkeit, Schutzintubation, sonst stabil
- Frage an die Computertomographie:
  - Frakturen?
  - Intrakranielle Verletzungen?

# offenes SHT III°

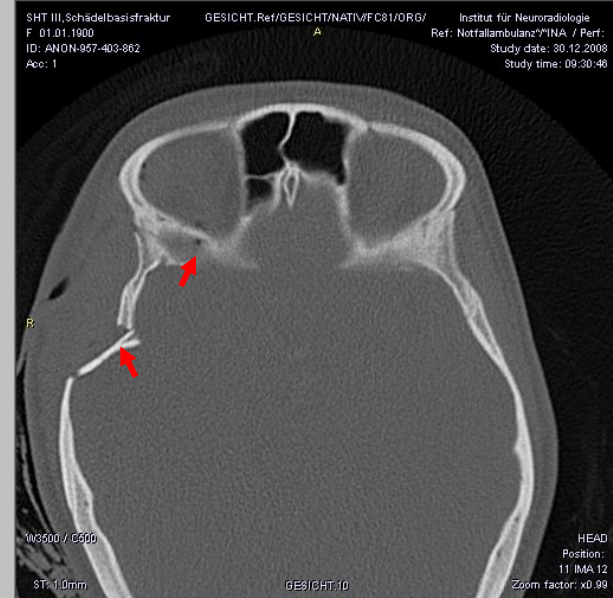
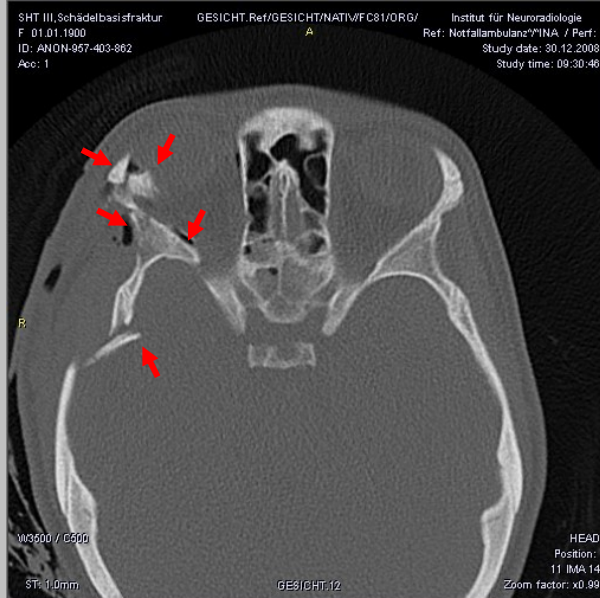
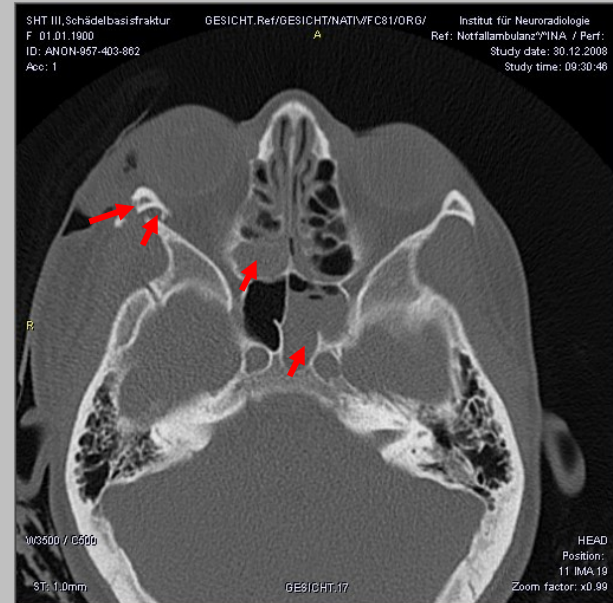
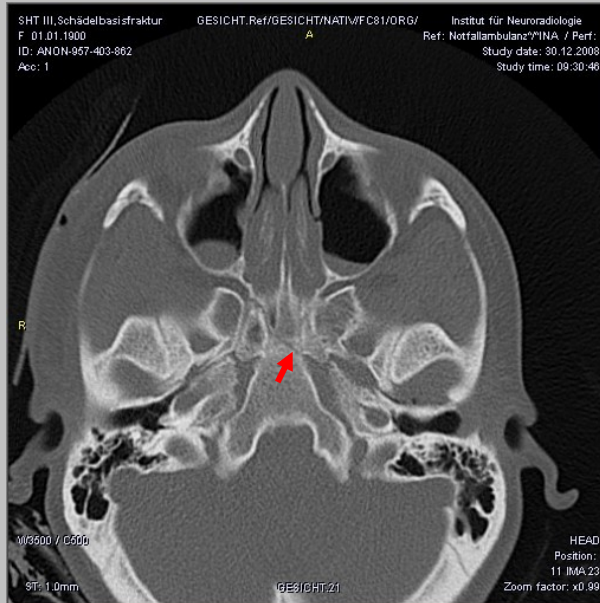


# offenes SHT III°

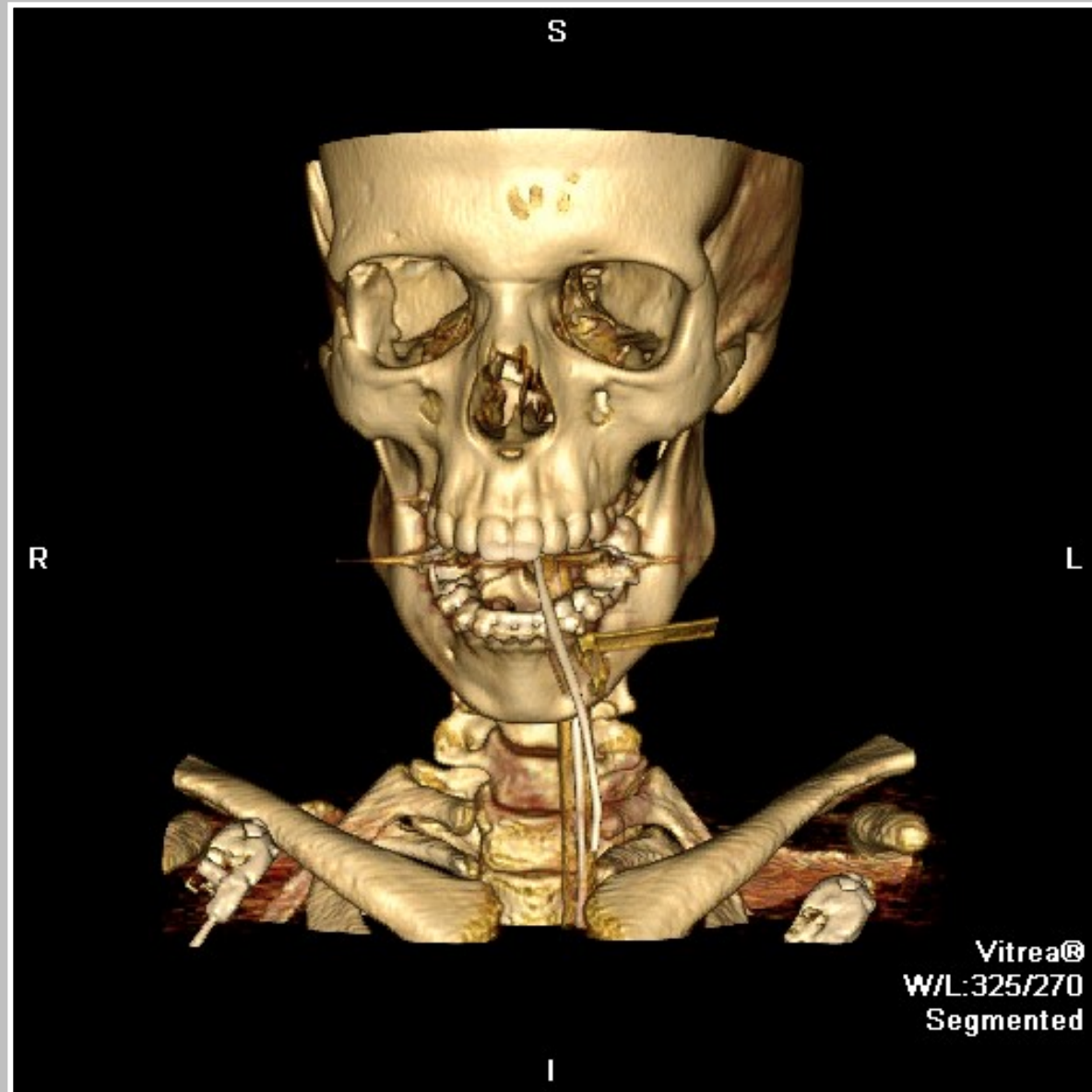




# Orbita- und Schädelbasis-#



# Der Reitunfall

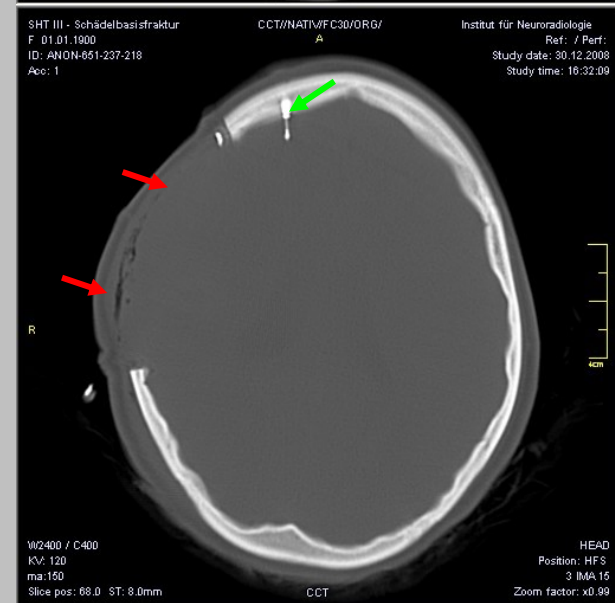
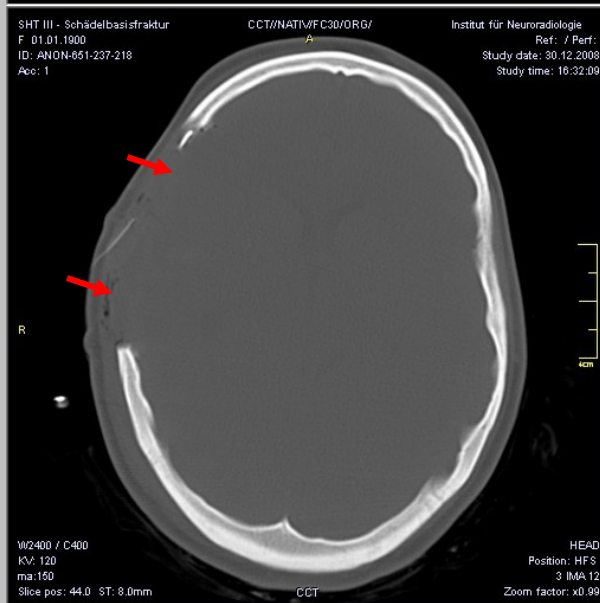
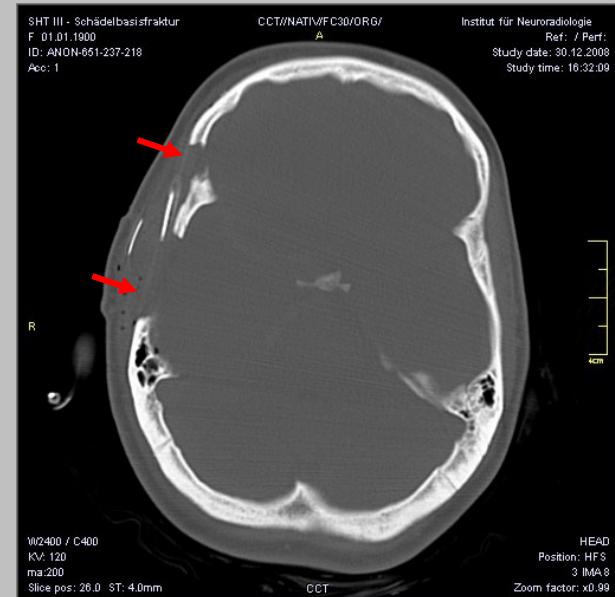
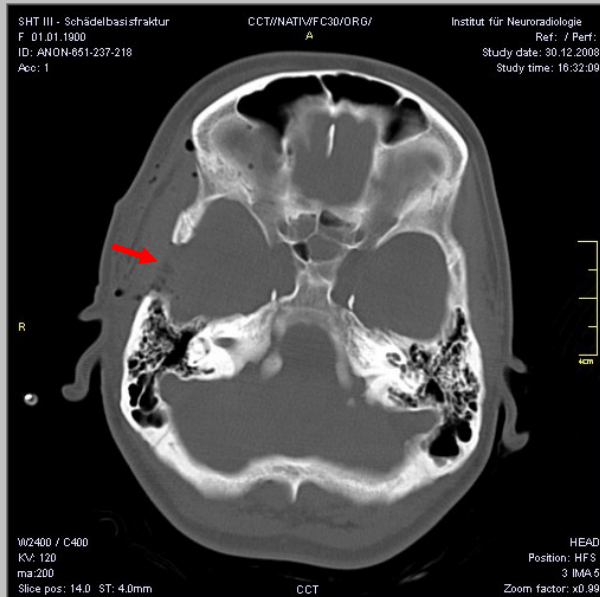


# Konsequenz

**Neurochirurgische  
Notfalloperation!**

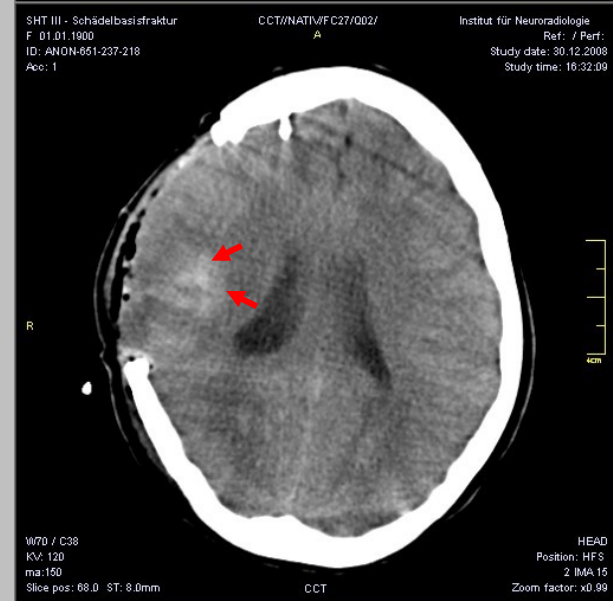
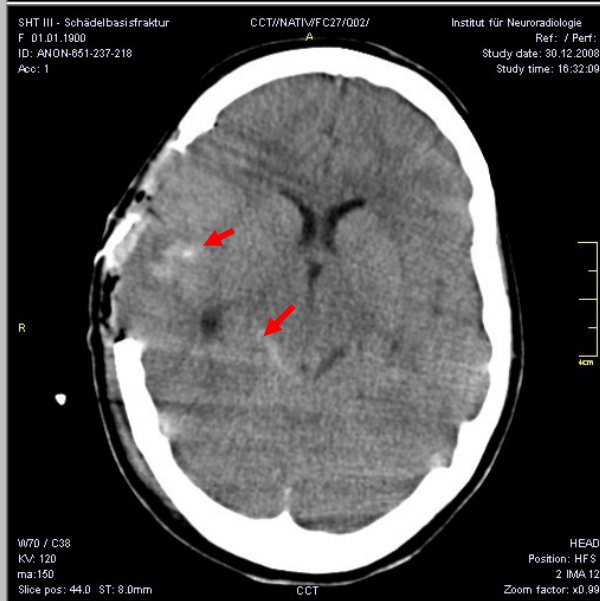
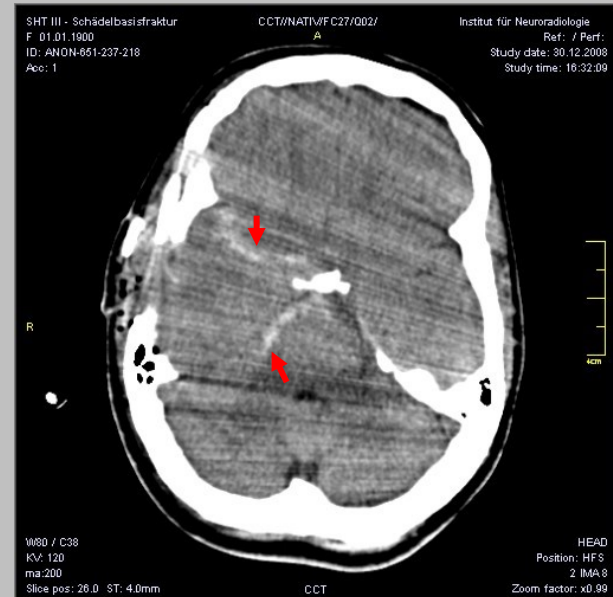
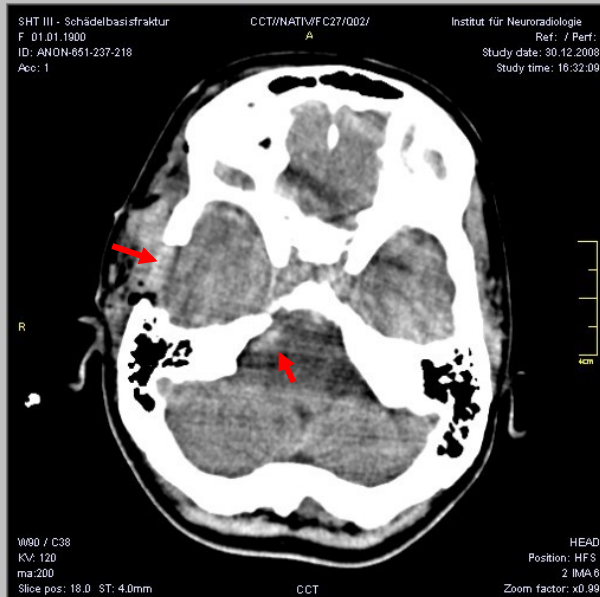


# postoperative Kontrolle SHT III°

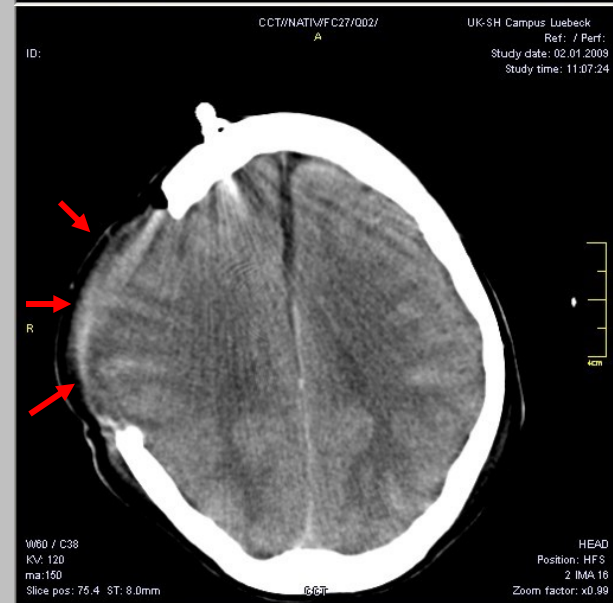
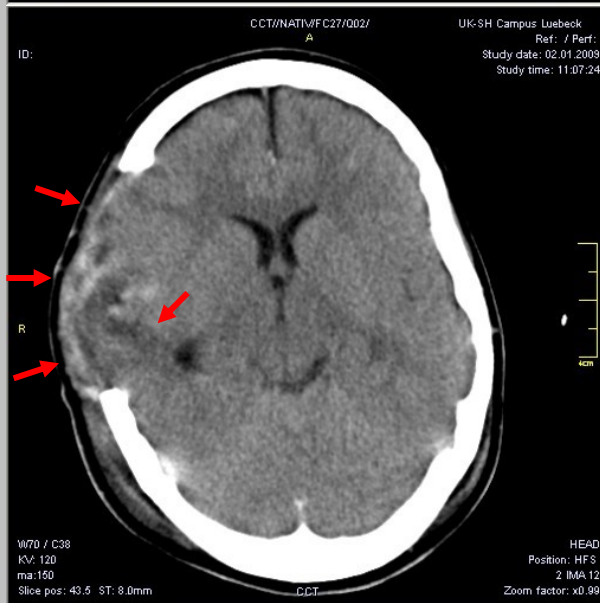
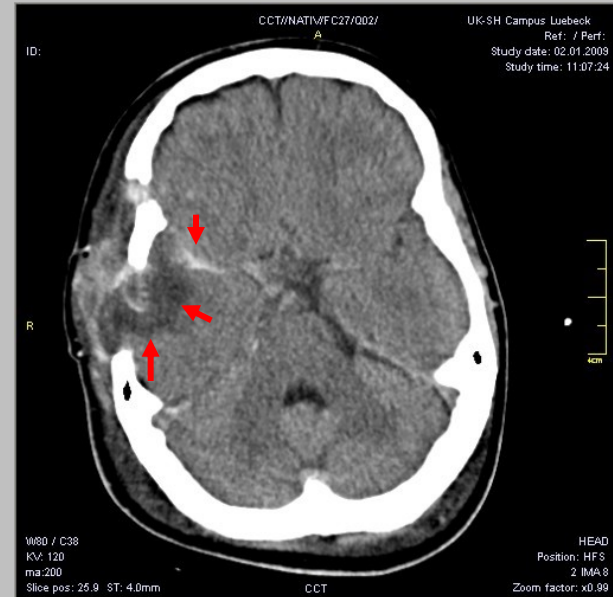
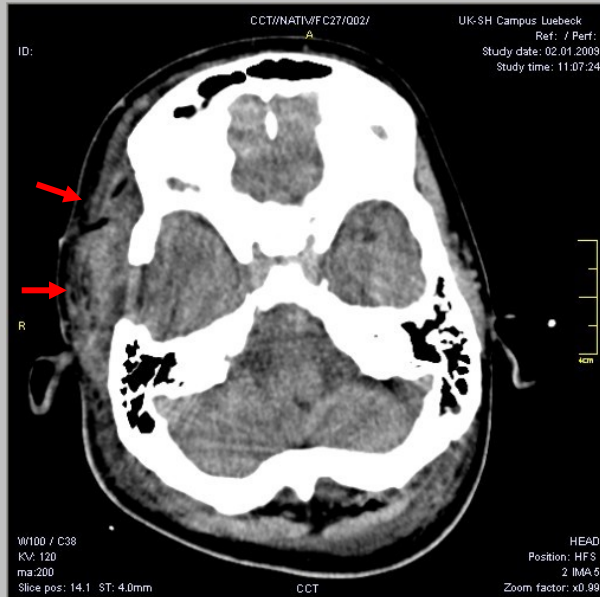




# postoperative Kontrolle SHT III°

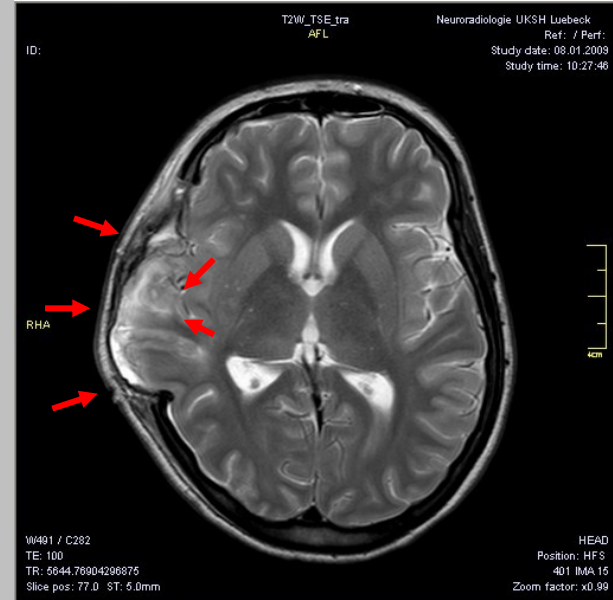
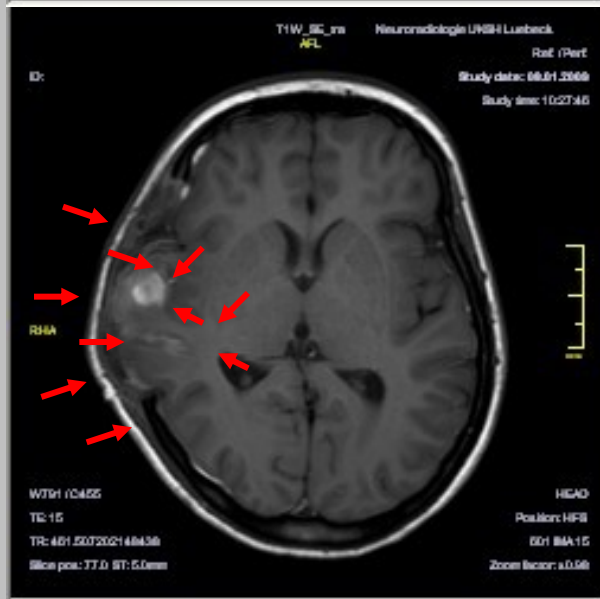
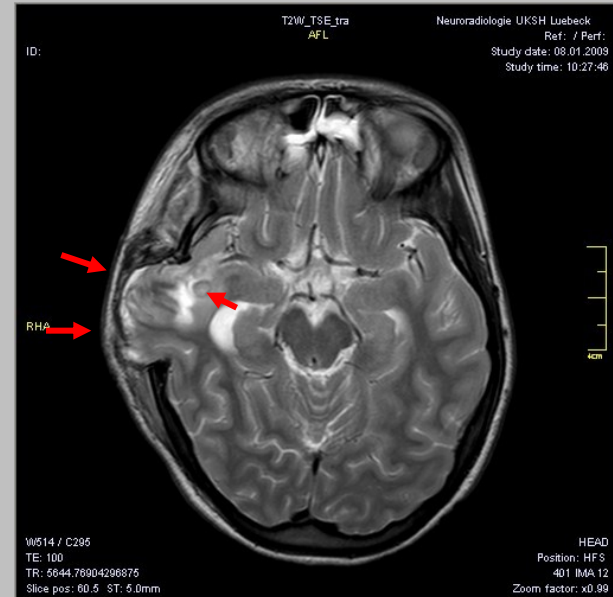
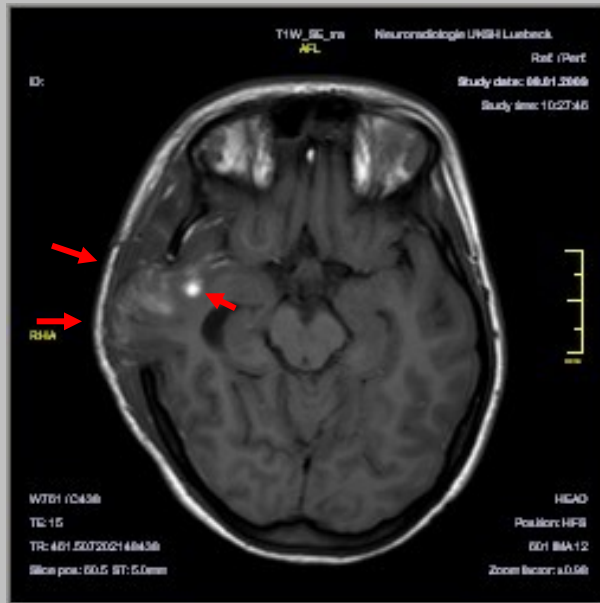


# postoperativer Verlauf SHT III°

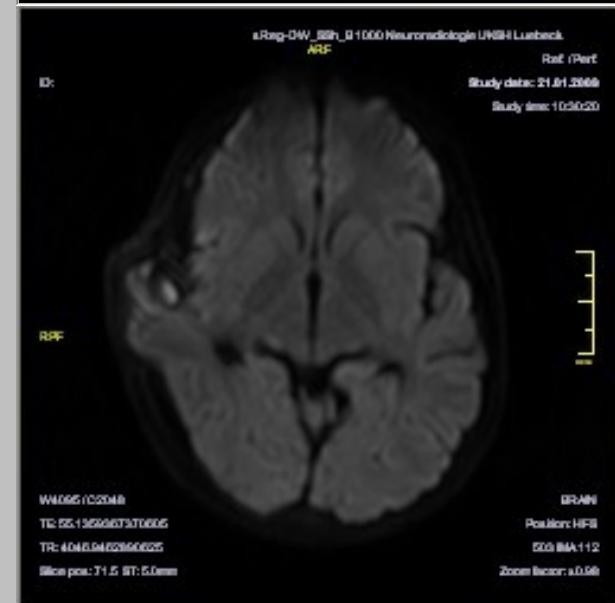
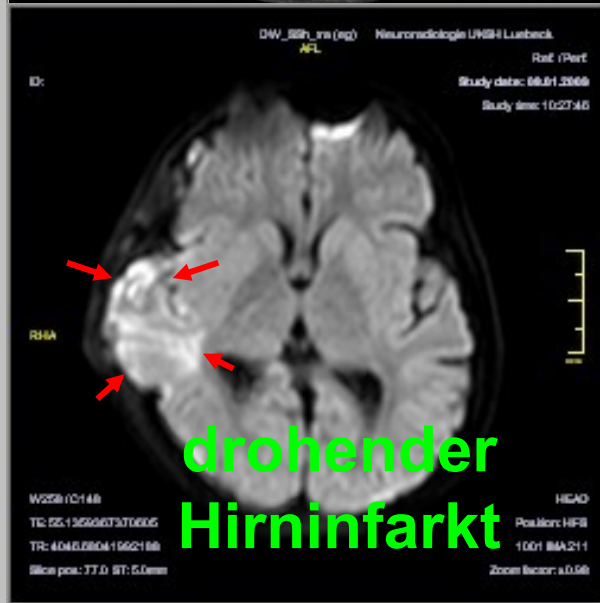
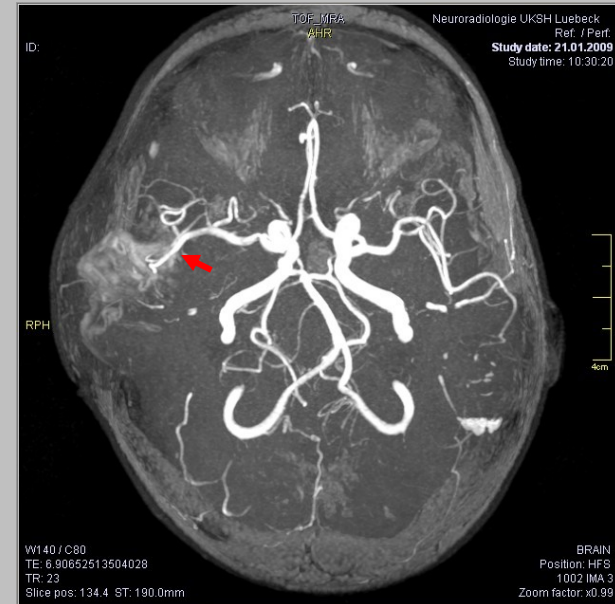
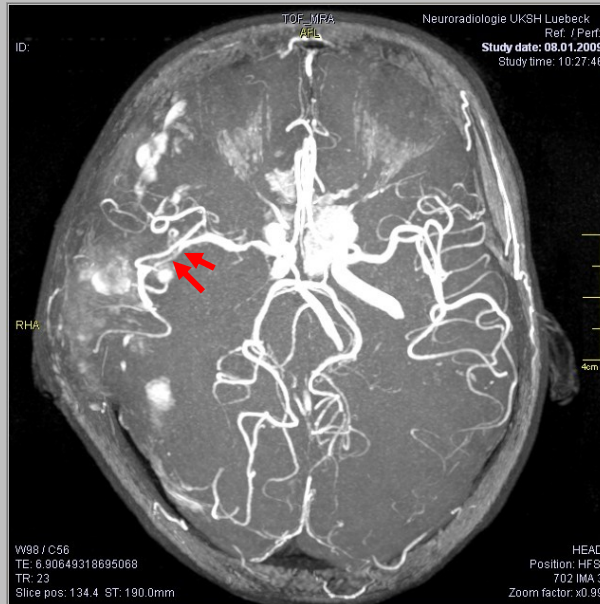




# Komplikationen? - MRT



# Komplikationen? - MRT



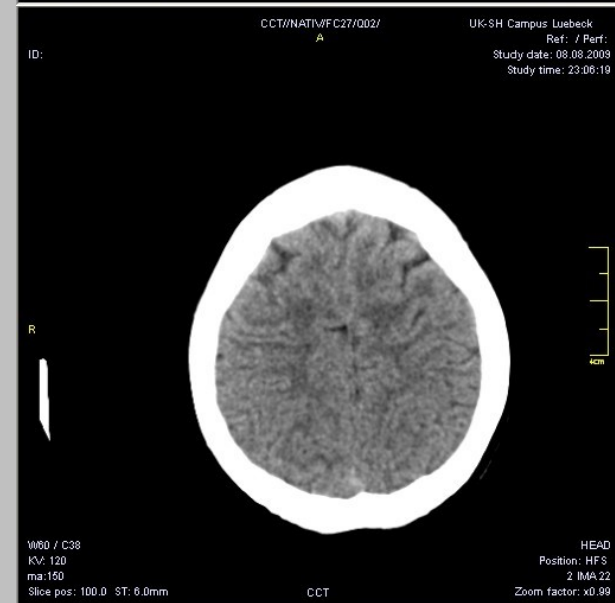
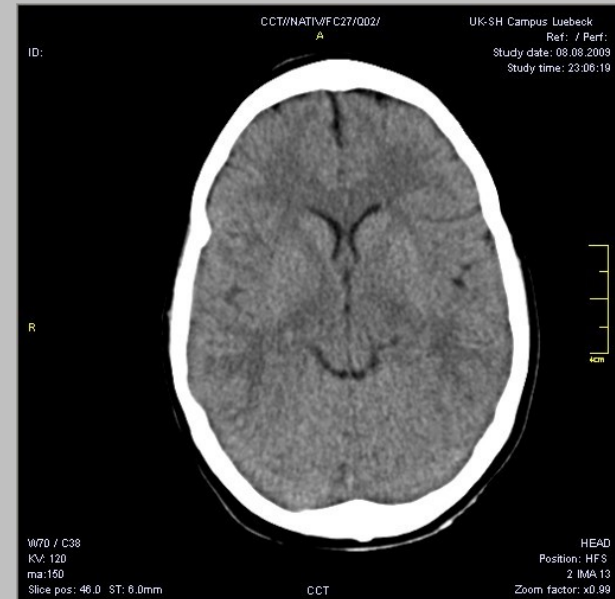
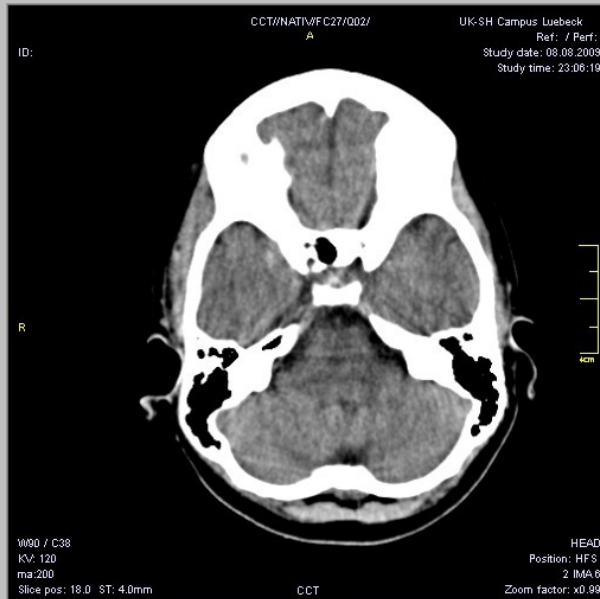
# Der Verkehrsunfall



# Der Verkehrsunfall

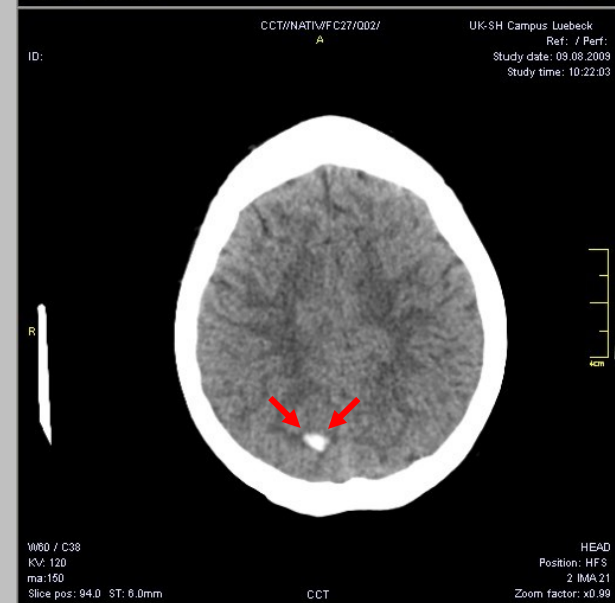
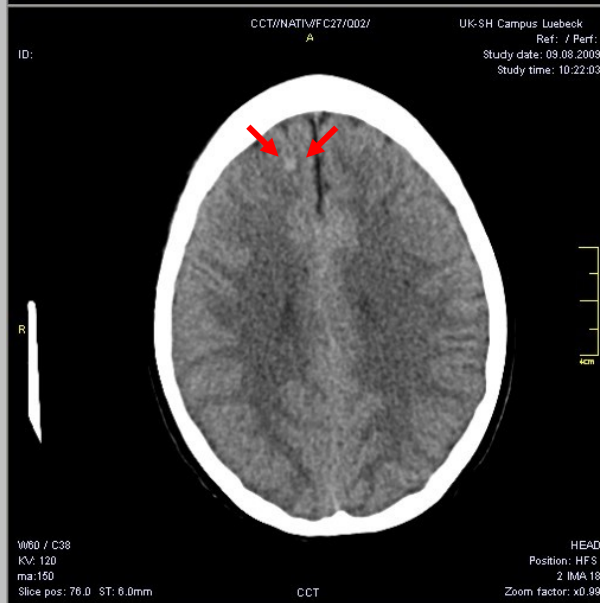
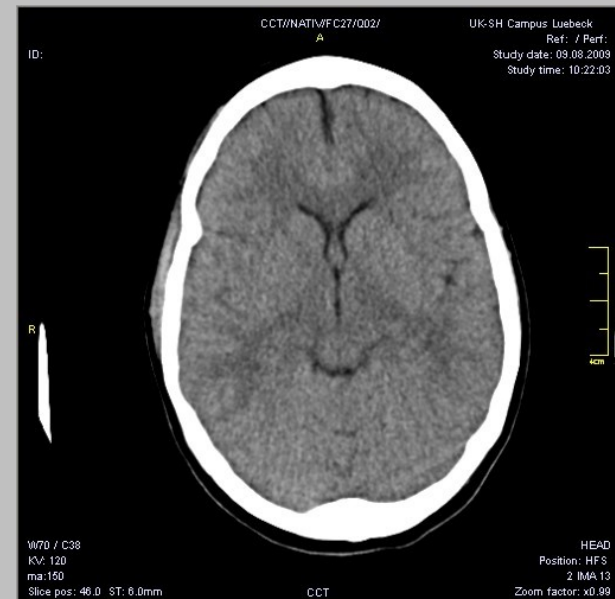
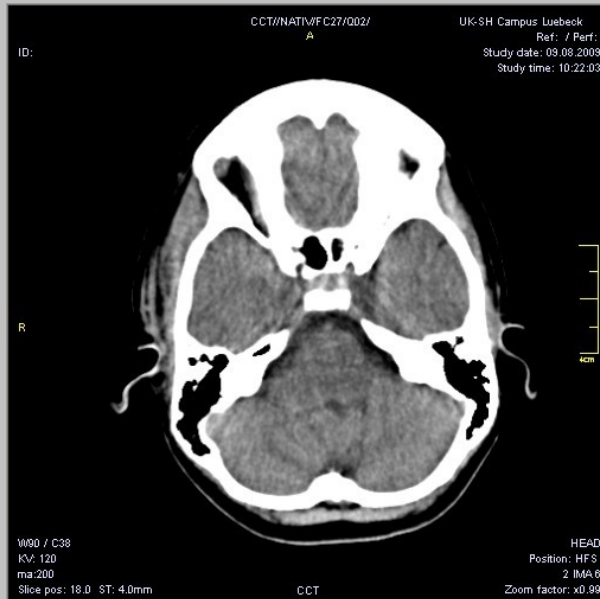
- Anamnese:
  - Verkehrsunfall als Beifahrerin
  - Angeschallt, Aufprall aufs Amaturenbrett
  - Bewusstseinsminderung, Erbrechen
  - spontane Atmung, Schutzintubation
- Frage an die Computertomographie:
  - Schädelfrakturen?
  - Hirnverletzungen?

# Der Verkehrsunfall



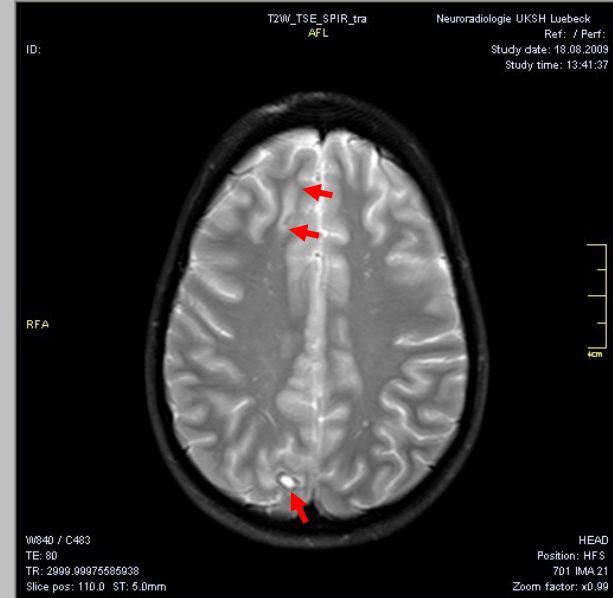
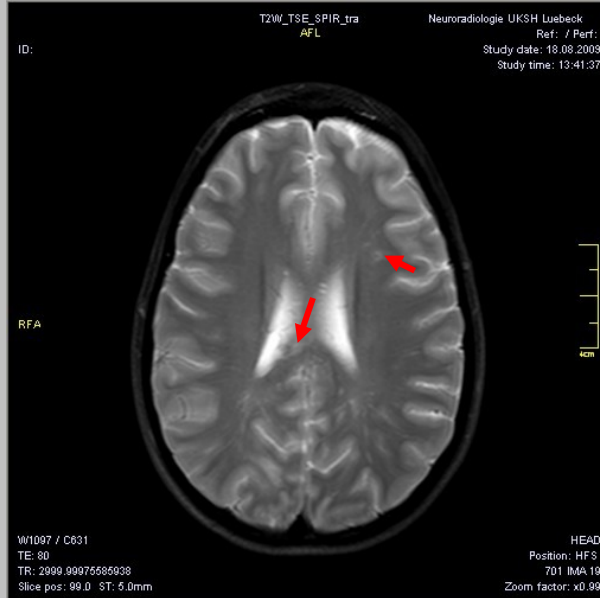
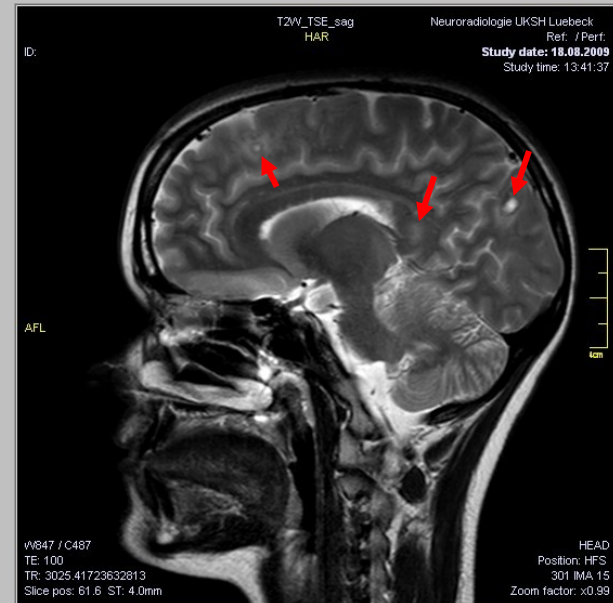
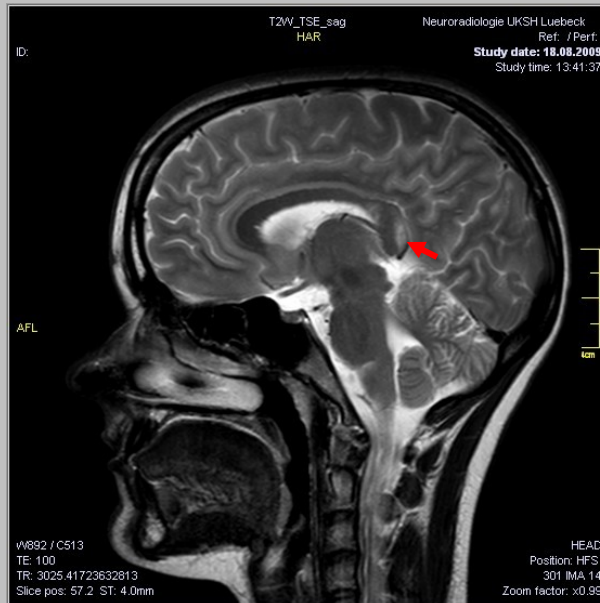


# Diffuses axonales Trauma

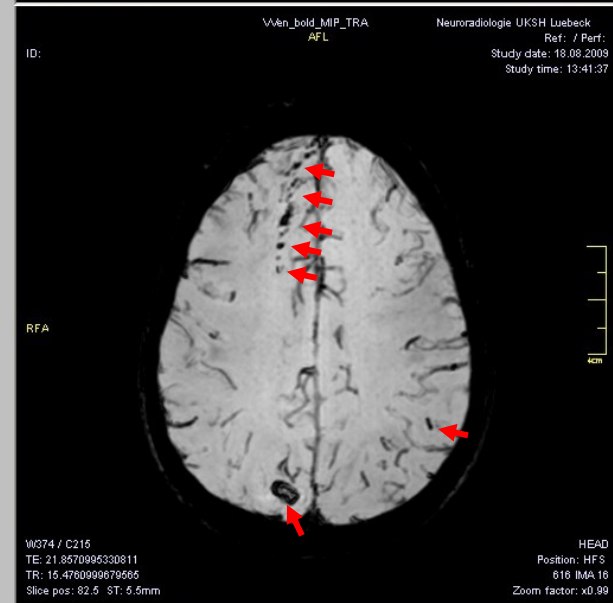
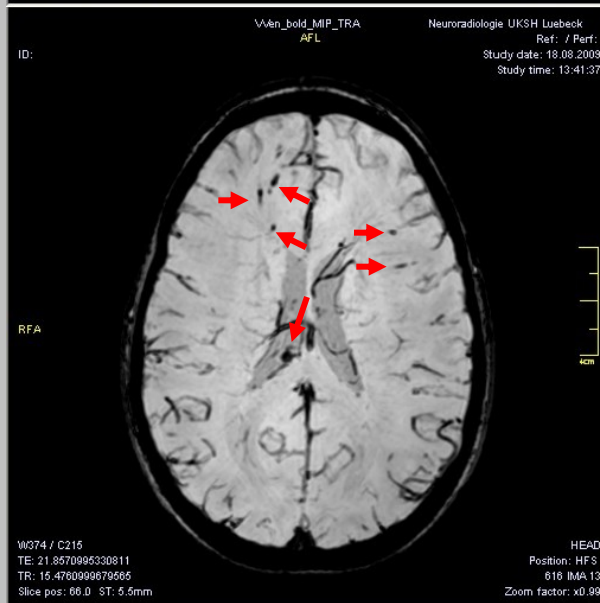
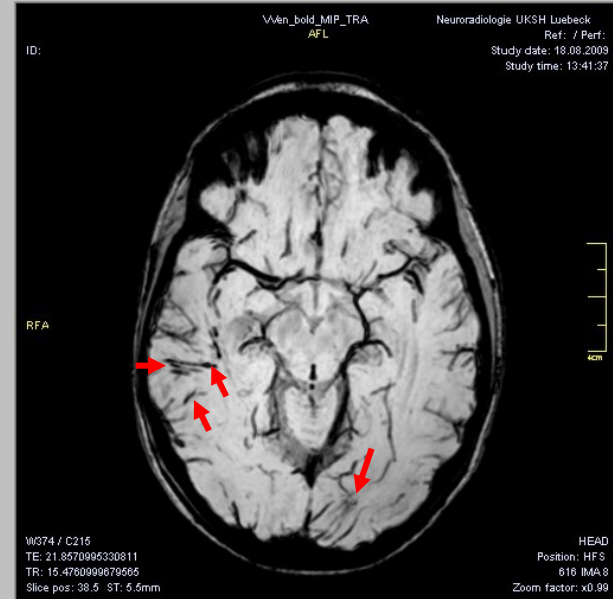
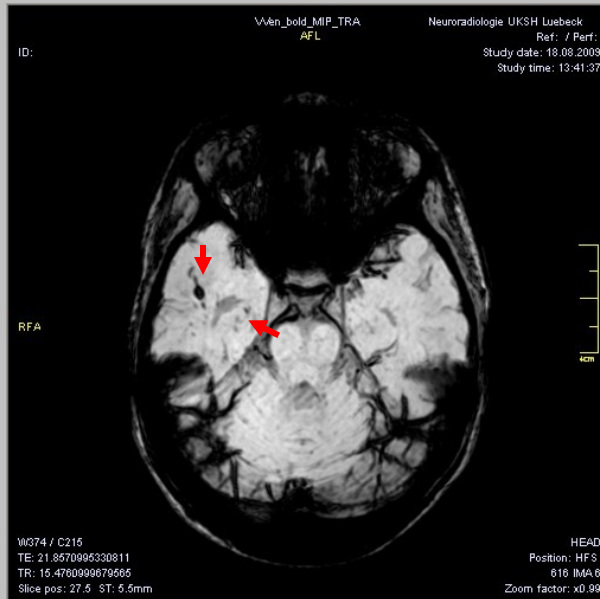




# Diffuses axonales Trauma



# Diffuses axonales Trauma



# Folgetherapie

- intensivmedizinische Überwachung
- (forensische MRT zur Dokumentation)
- neurologische Rehabilitation in einem Zentrum für Hirnverletzte

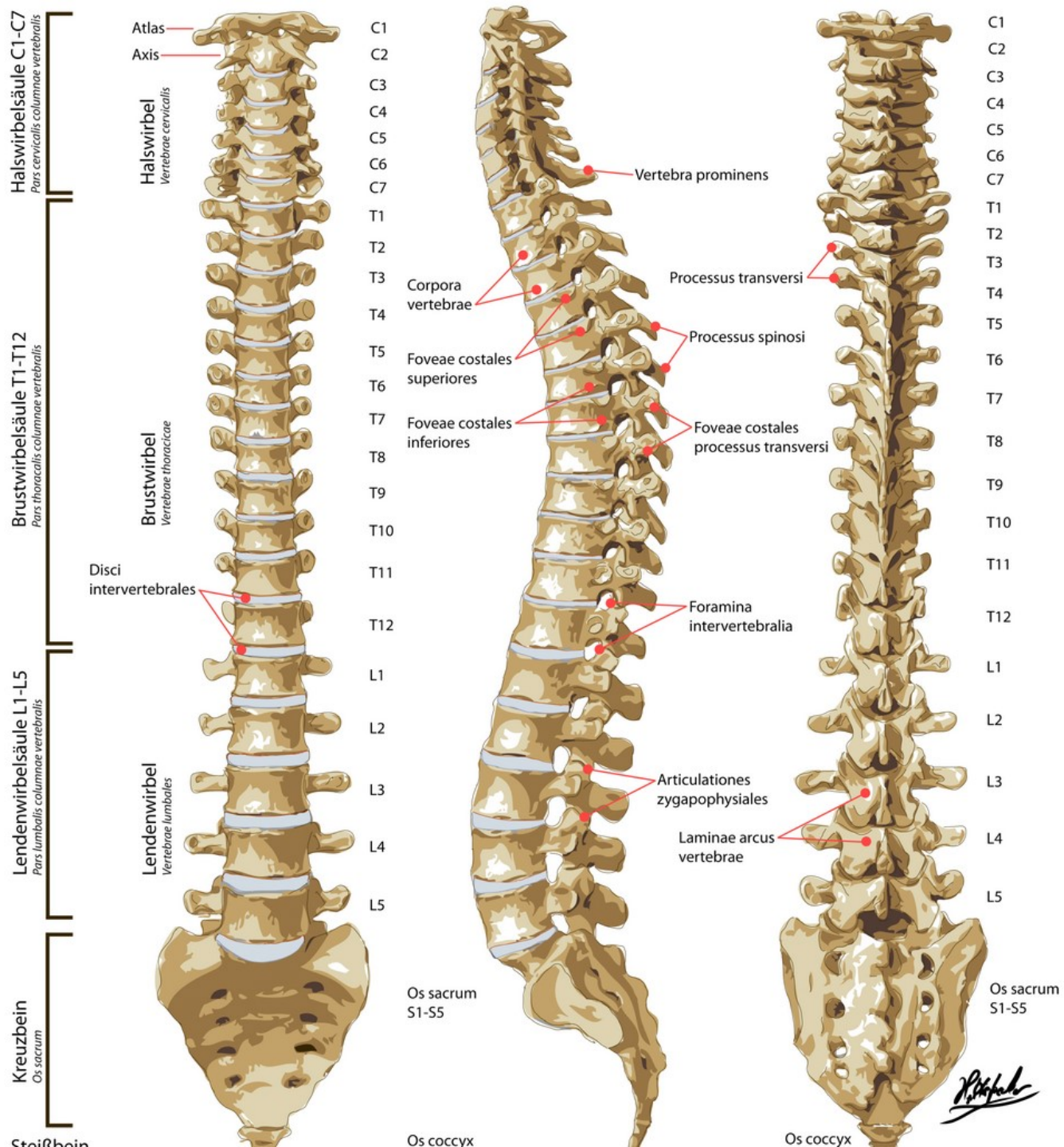
# Folgetherapie

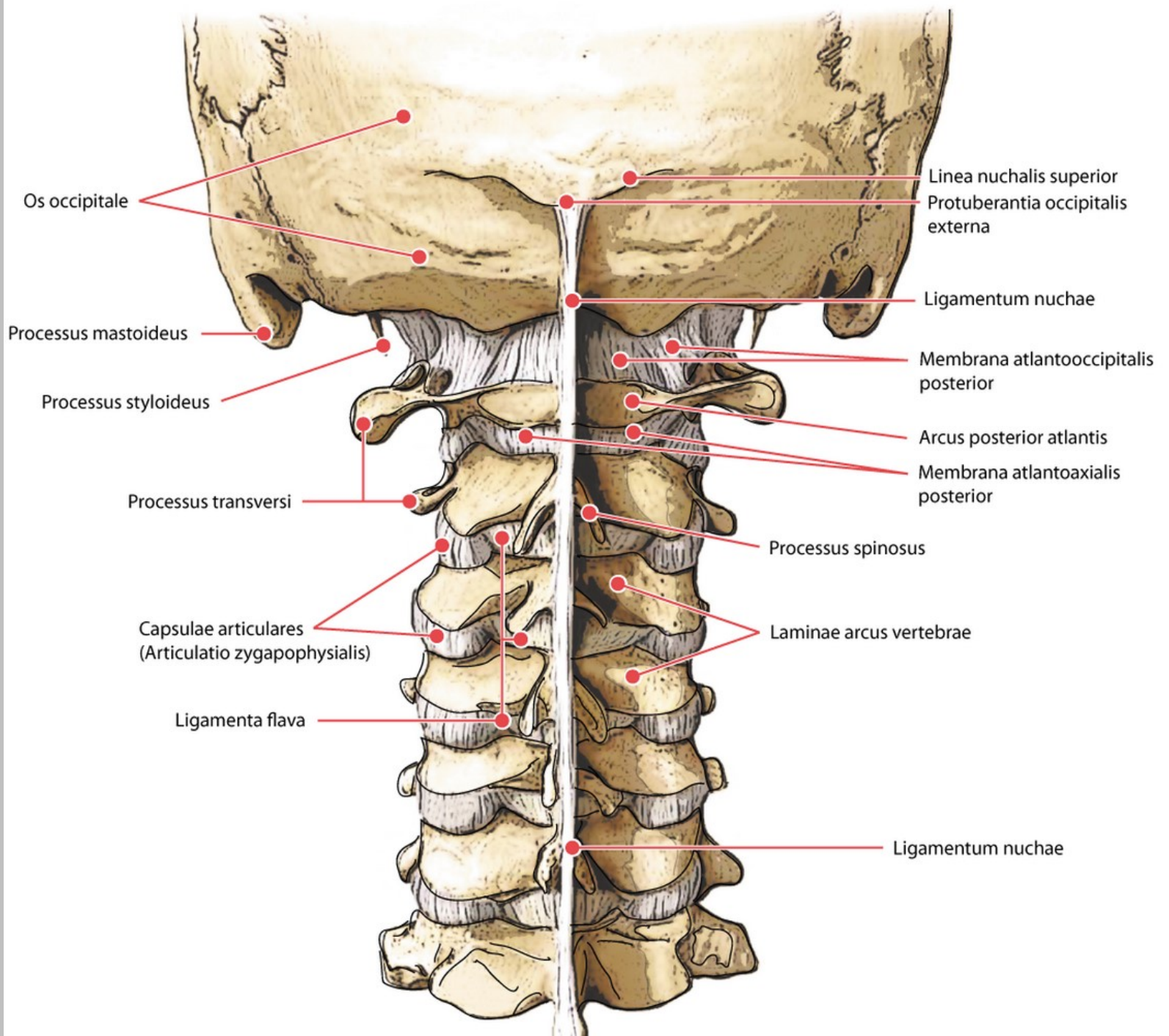
- intensivmedizinische Überwachung
- im Verlauf operative Orbiatrekonstruktion

# Verletzungen der HWS

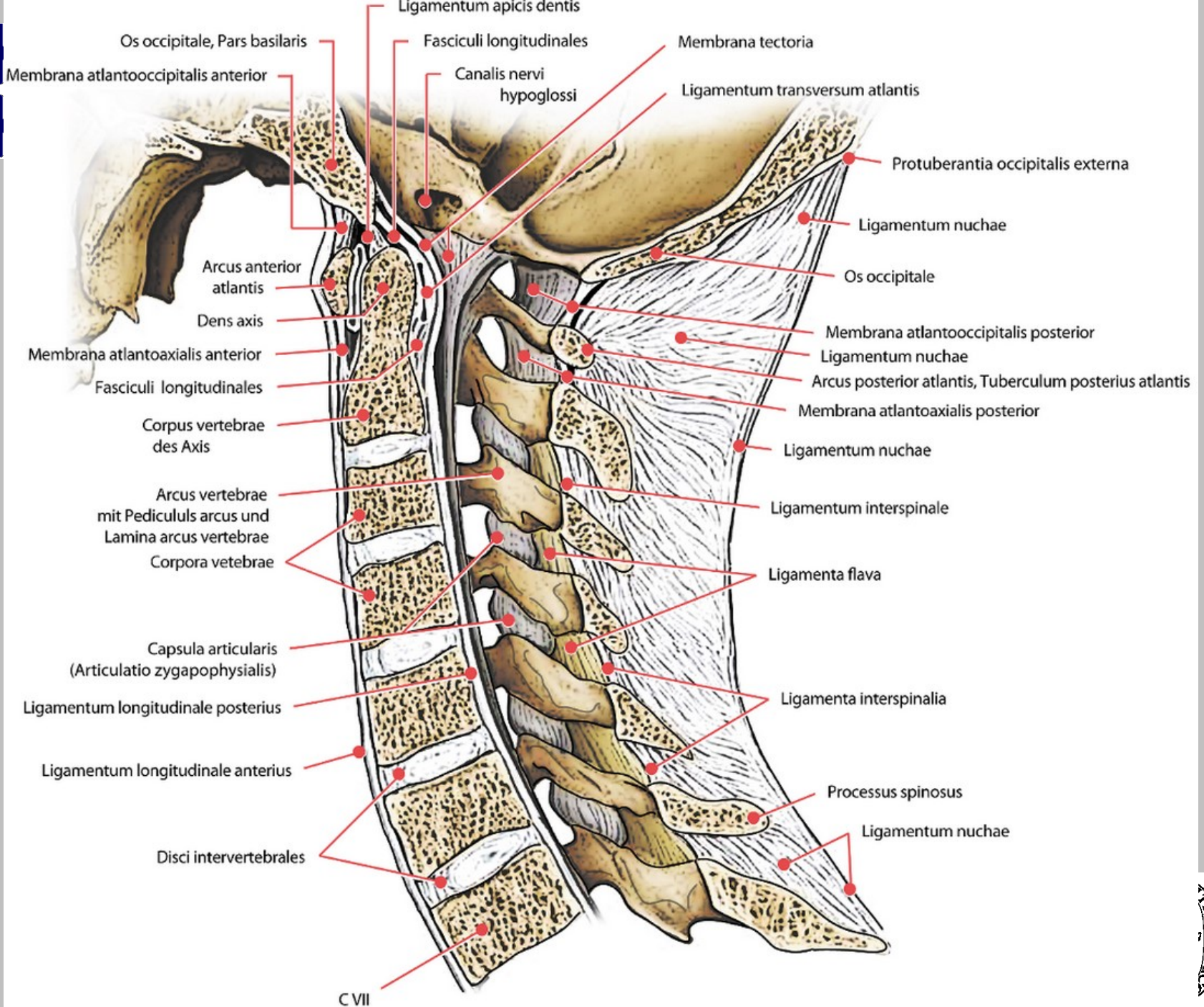
- 3-6% der Skelettverletzungen betreffen die Wirbelsäule
- HWS Verletzungen haben eine hohe Invaliditätsrate
- Häufig mehr als nur ein Segment verletzt
- Obere und untere HWS besonders häufig betroffen
  - Diagnostische Strategien
  - Erkennung und Einteilung

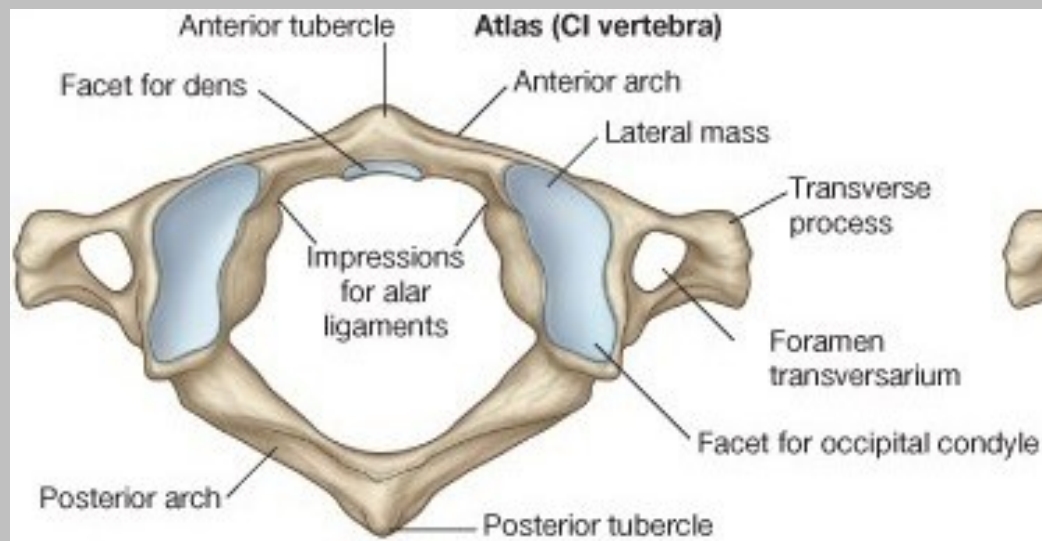




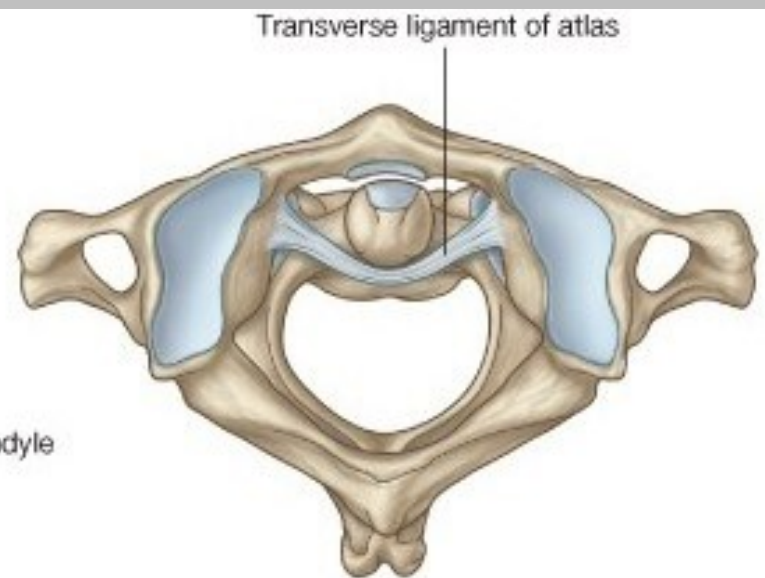




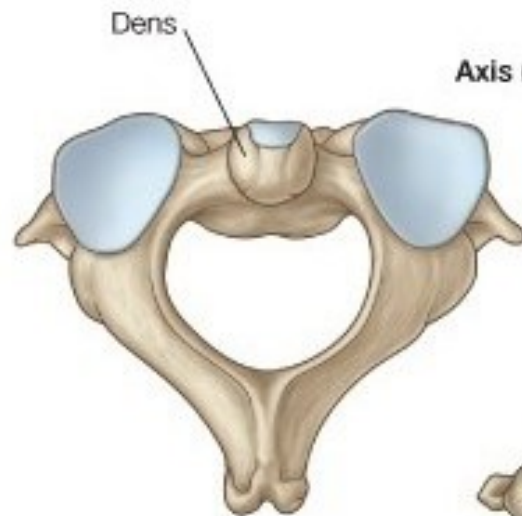




*Superior view*

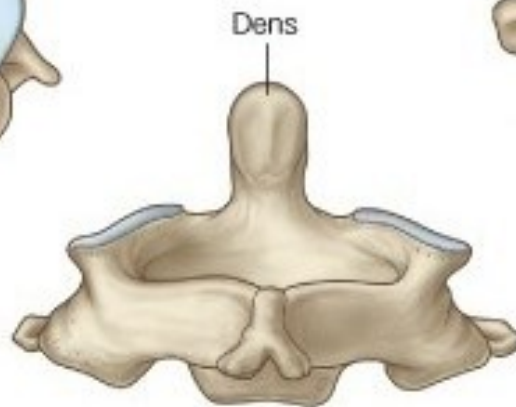


*Superior view*

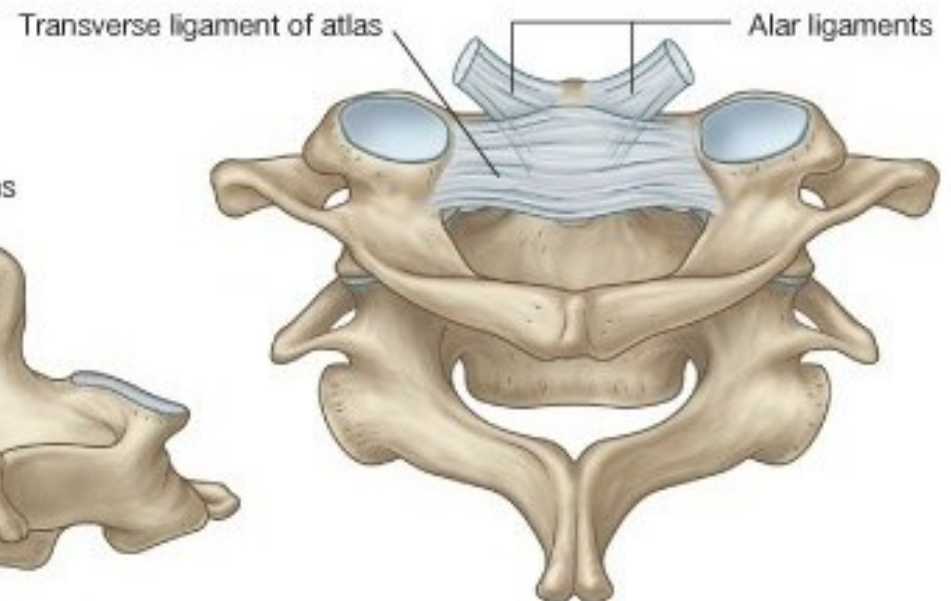


*Superior view*

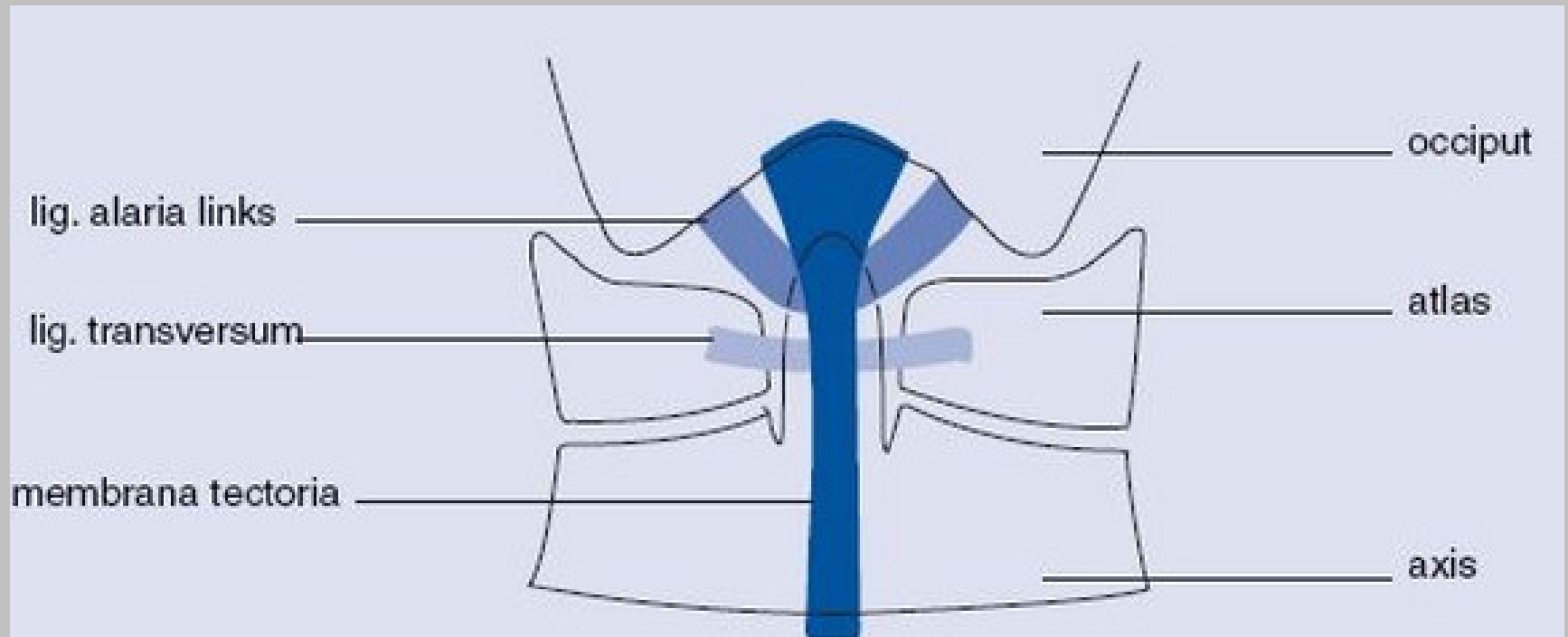
**Axis (C2 vertebra)**



*Posterior view*



*Posterosuperior view*

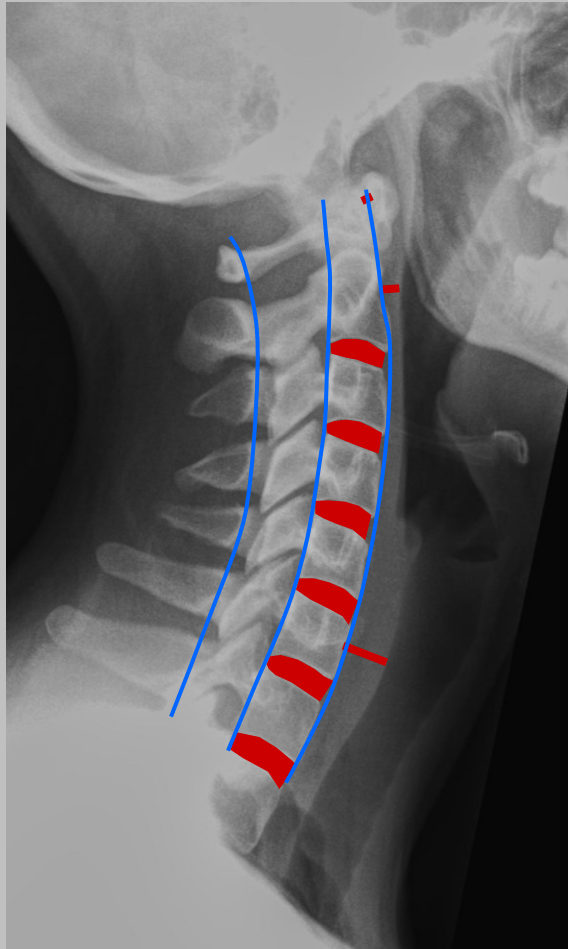




# Problem 1: Erkennen – HWS in 2 Ebenen

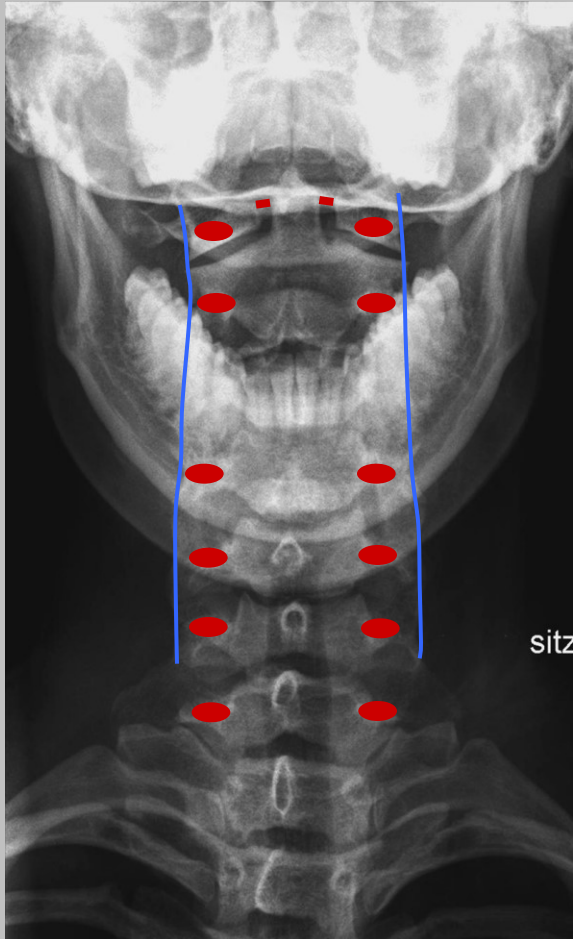


# HWS seitlich

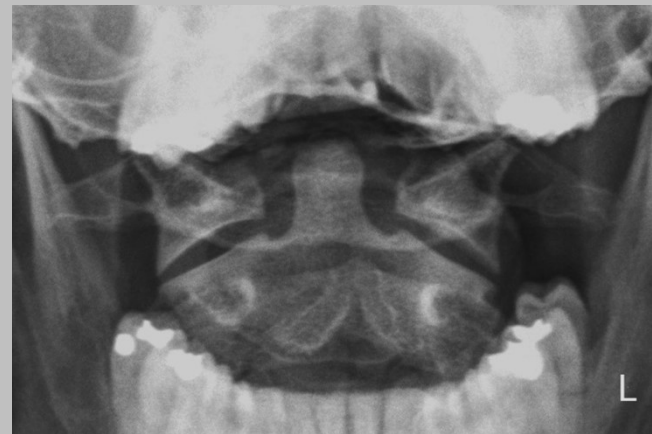


- Aligment erhalten
- Atlantoaxialdistanz  $< 3\text{mm}$
- Retropharyngealraum in Höhe  $C_2$  bis  $7\text{ mm}$
- Retrotrachealraum in Höhe  $C_6$  bis  $22\text{ mm}$
- Diskushöhe zunehmend
- Differenz WK Vorder / Hinterkantenhöhe max.  $3\text{ mm}$

# HWS anterior - posterior



- Kontur der Wirbelkörper
- Bogenwurzeln, Dornfortsätze
- Atlantodentaldistanz symmetrisch

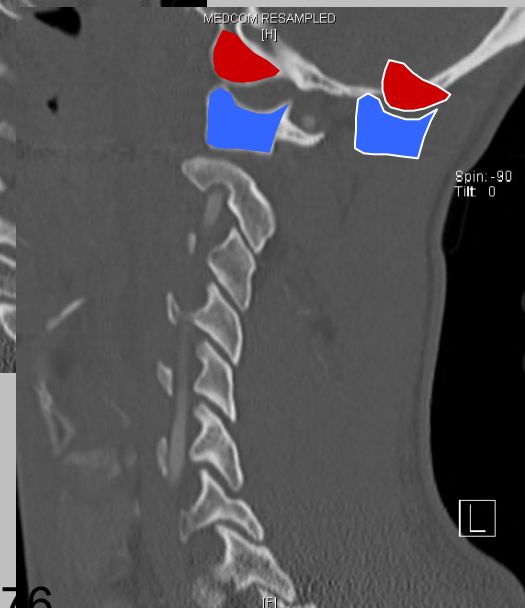


Dens Zielaufnahme

# Problem 2: Klassifizieren

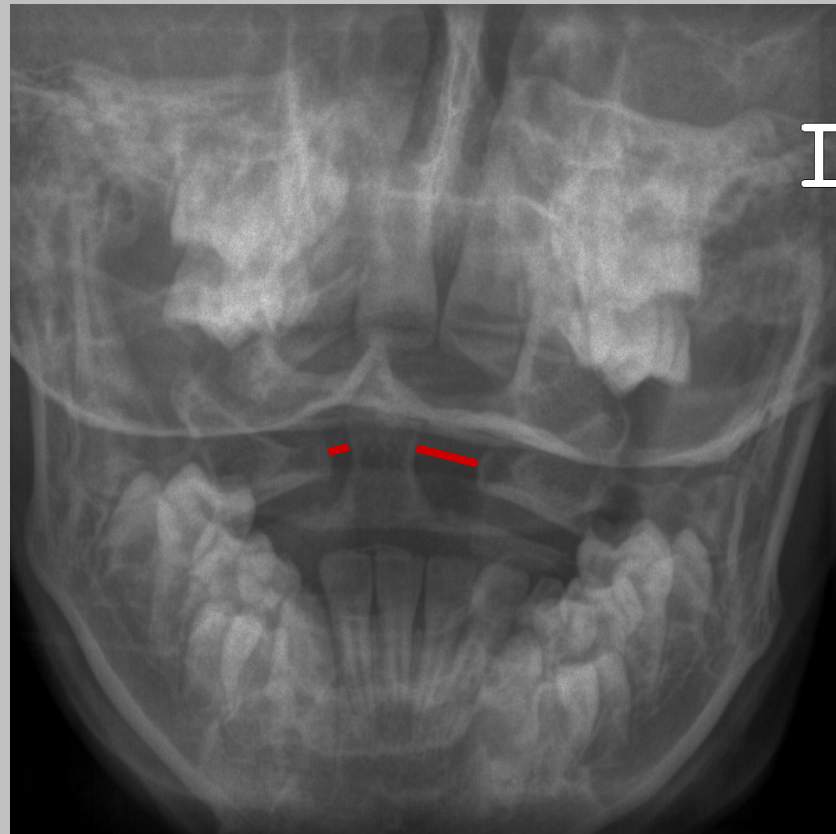
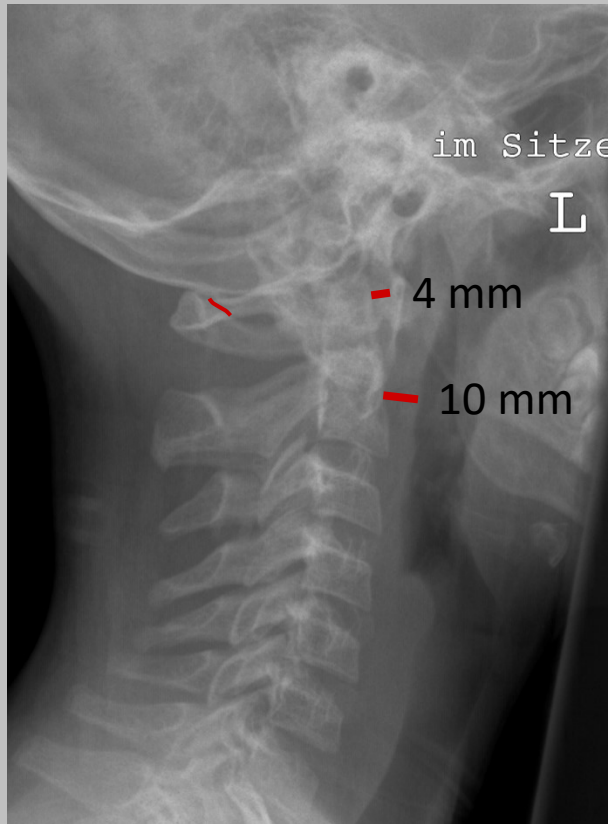
- Frakturen der Hinterhauptskondylen (C<sub>0</sub>-Fraktur)
  - atlantookzipitale Dislokation
- Atlasfraktur (C<sub>1</sub>-Fraktur)
  - atlantoaxiale Instabilitäten
- Axisfrakturen (C<sub>2</sub>-Fraktur)
  - Densfrakturen: Anderson und D'Alonzo Typ 1 bis 3
  - Bogenfrakturen: Effendi Typ 1 bis 3

# Atlantookzipitale Dislokation



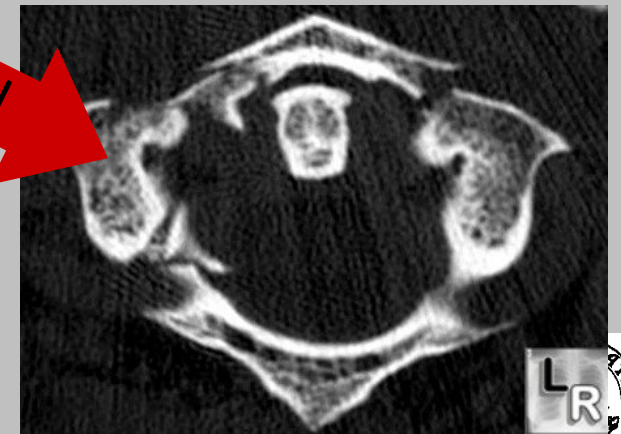


# C1 Fraktur



# Einteilung der C1 Frakturen

- Typ 1: vorderer Bogen
- Typ 2: hinterer Bogen
- Typ 3: vorderer + hinterer Bogen  
Jefferson Fraktur
- Typ 4: Massa lateralis
- Typ 5: Processus transversus



instabil



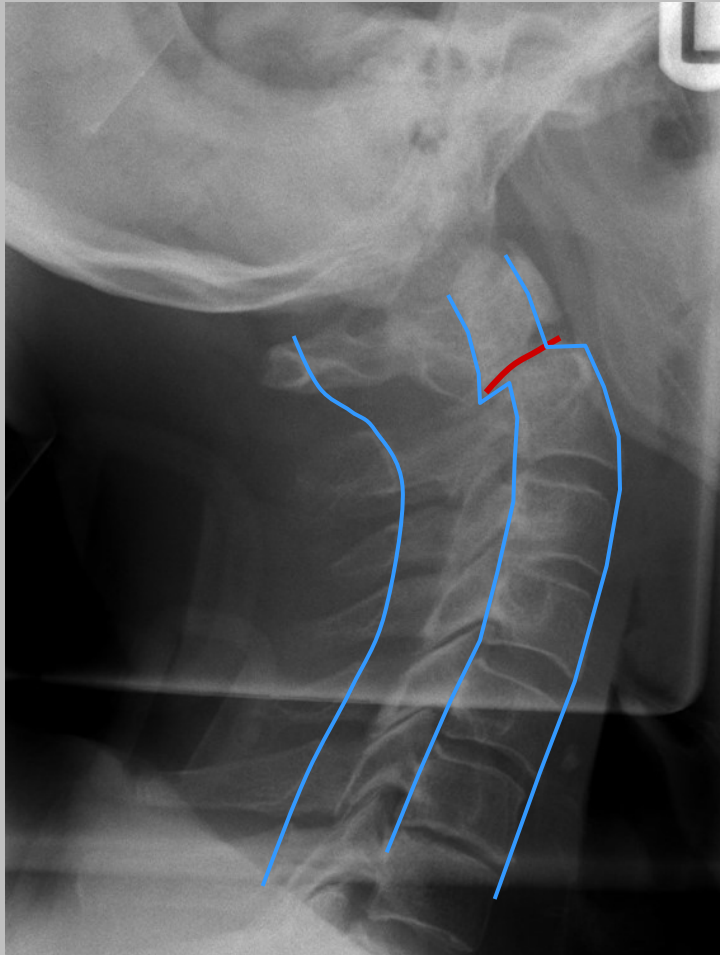
# Atlantoaxiale Instabilitäten

---



- Atlantoaxialdistanz größer als 3mm
- Vergrößerter Abstand der Wirbelbögen C1 / C2
- Kein Nachweis einer Fraktur

# Dens Fraktur

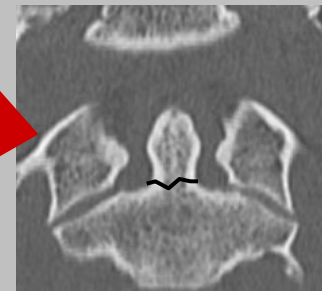
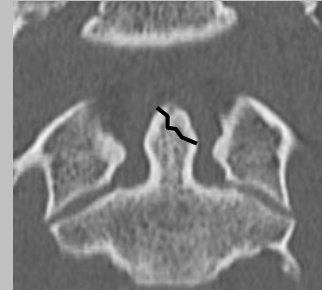


- Wirbelkörper  
Alignement aufgehoben
- Aufhellungslinie an der  
Densbasis



# Dens Frakturen (Anderson - D'Alonzo)

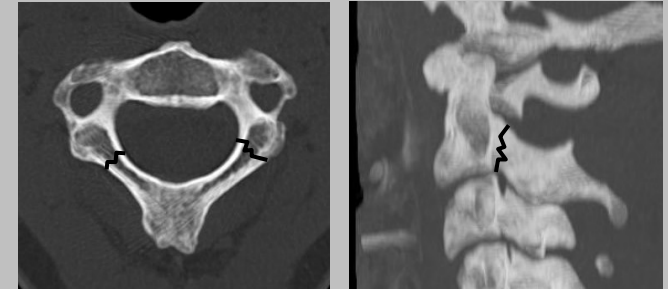
- Typ 1 Densspitze
- Typ 2 Densbasis
- Typ 3 Wirbelkörper



# Axis Bogen Frakturen (Effendi)

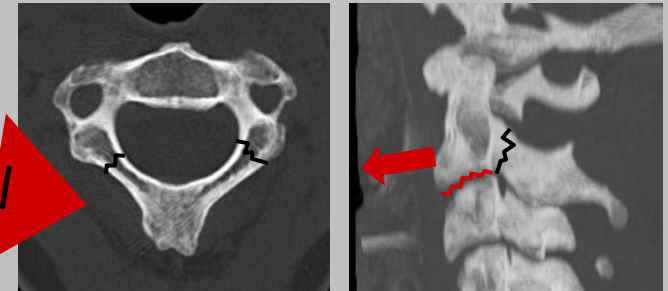
Typ 1 nicht disloziert

Bandscheibe C2/3 intakt



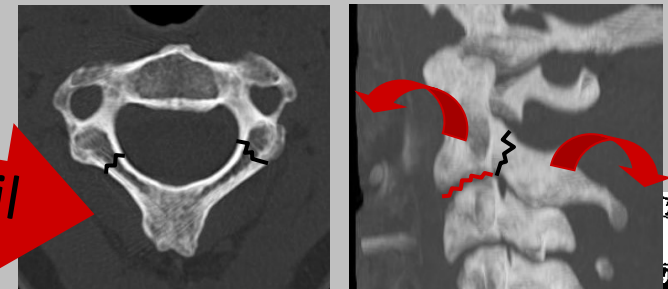
Typ 2 Ventralverschiebung C2

Bandscheibenläsion C2/3



Typ 3 Facettengelenksluxation

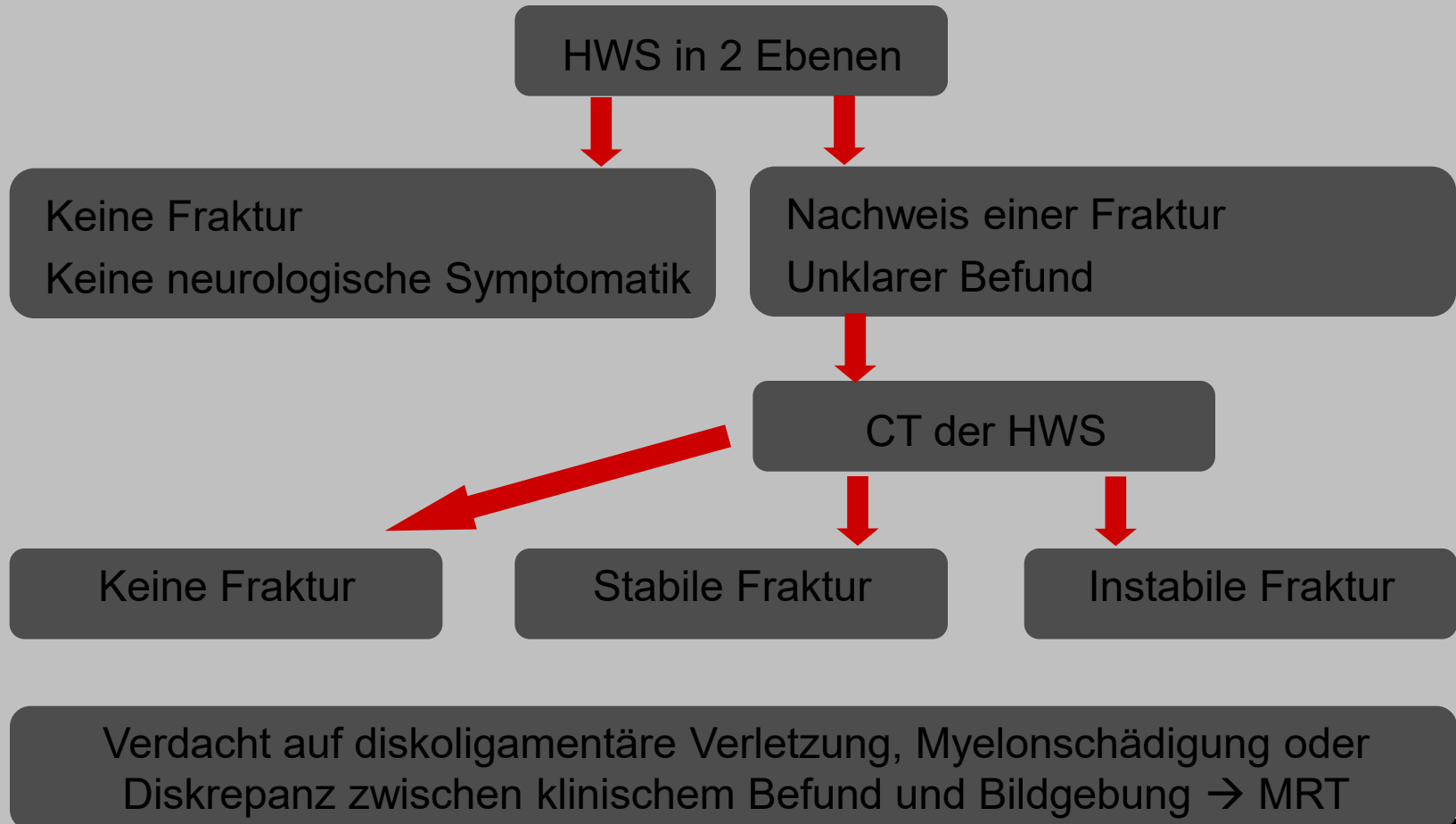
Bandscheibenläsion C2/3



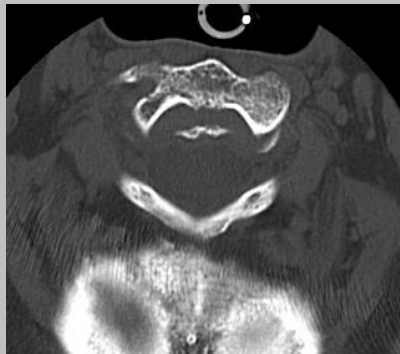
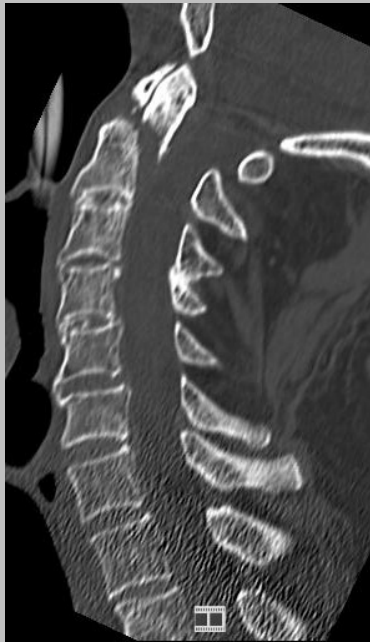
*instabil*

*instabil*

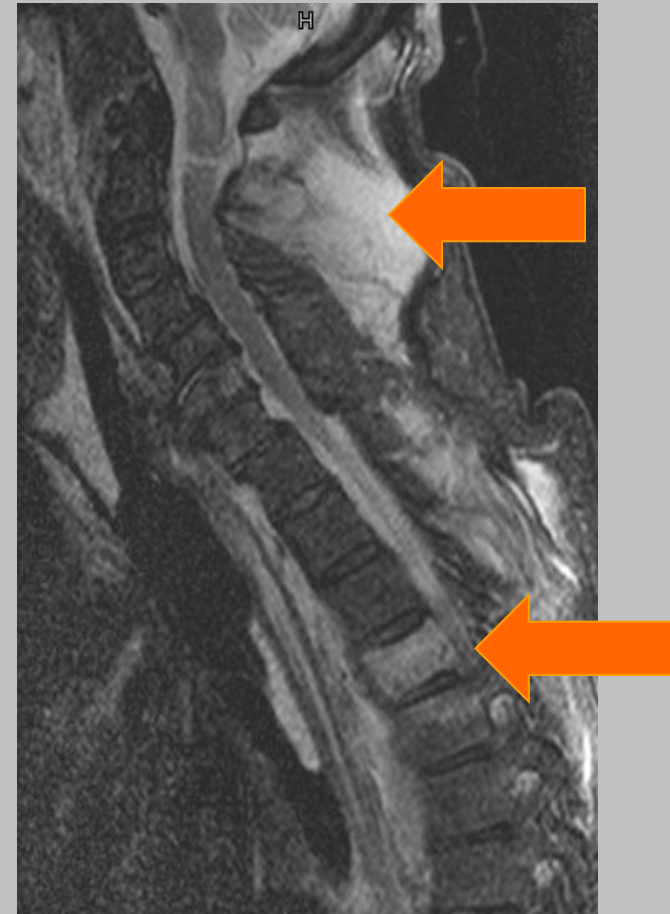
# Diagnostischer Algorithmus



# Hämorrh. Kontusion b. Densfraktur Typ 2



# RM Durchtrennung b. Densfraktur Typ 2



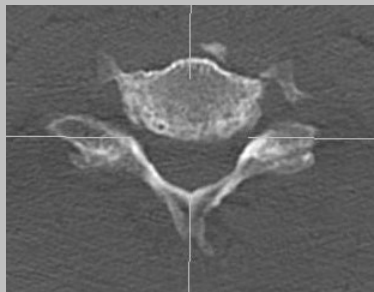


# Diskoligamentäre Läsionen + epidur. Hämatom

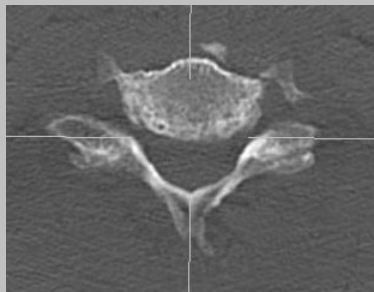




# Treppensturz, zerv. Spinalkanalstenose



# Treppensturz, zerv. Spinalkanalstenose

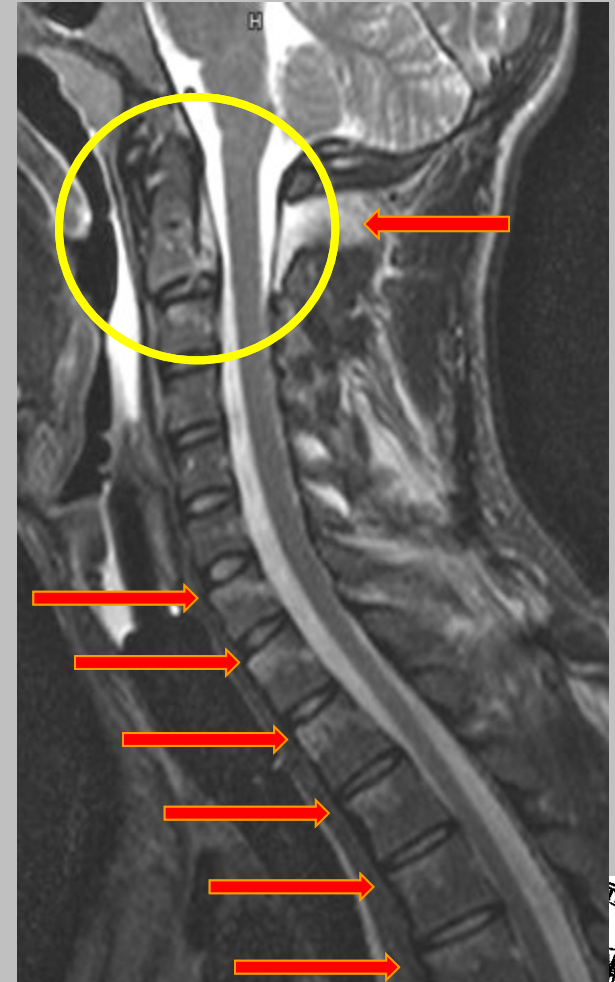


Diskusläsion, WT Hämatom,  
Ligg. Rupturen, Myelonkontusion

# Spin. Kontusion bei SKS



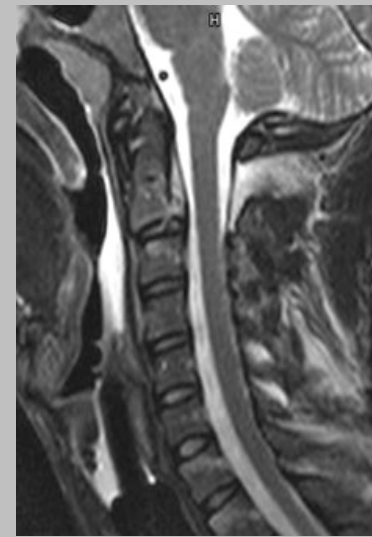
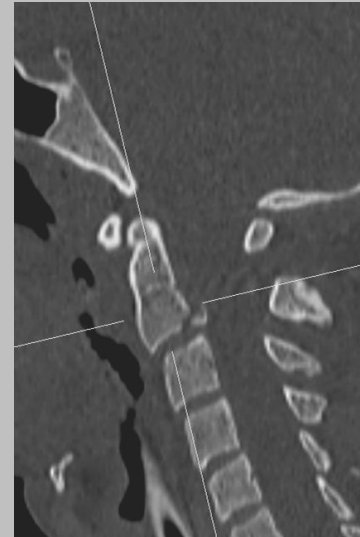
hochgr. Instabilität HWK 2/3, RM intakt (!)





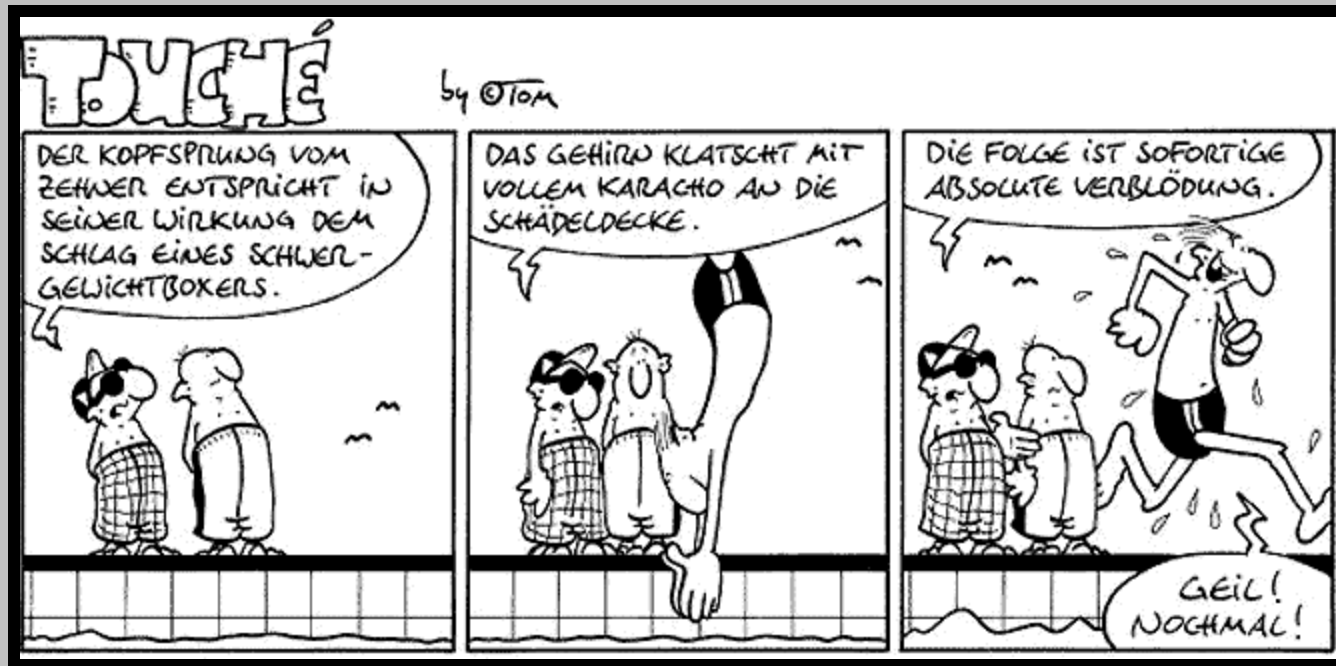
# Neue Risiken: Kitesurfen & HWS

08. April 2011





# Kopfsprung von der Seebrücke



# Der Kopfsprung

- Anamnese:
  - Sprung von der Travemünder Seebrücke
  - sofortige Unfähigkeit Arme und Beine zu bewegen, Wasserrettung erfolgt
  - stärkste Schmerzen der ganzen Wirbelsäule
  - spontane Atmung, stabiler Kreislauf
- Frage an die Computertomographie:
  - Frakturen der Wirbelsäule?
  - Gefügestörung?

# Dauer-Risiken: Seebrücken & HWS

7. August 2009

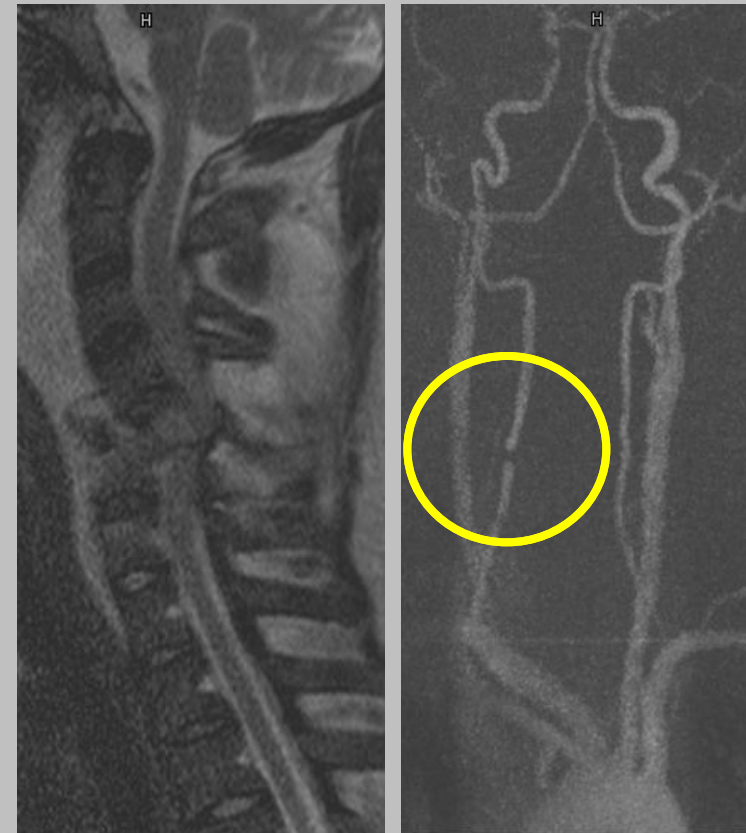
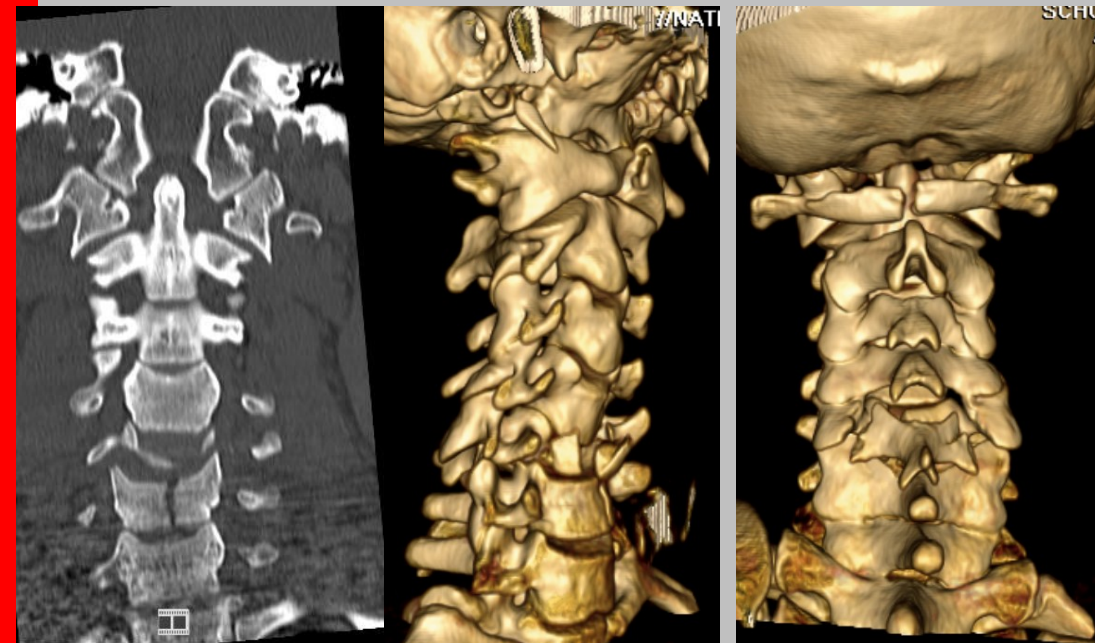
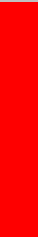


# Dauer-Risiken: Seebrücken & HWS

27. Juli 2010

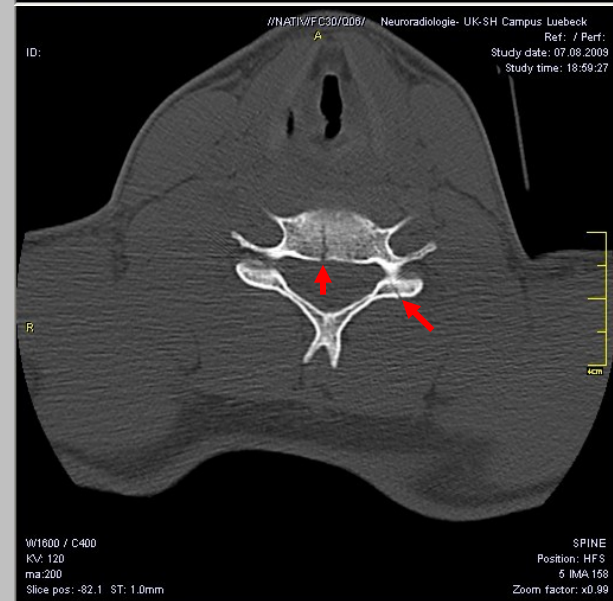
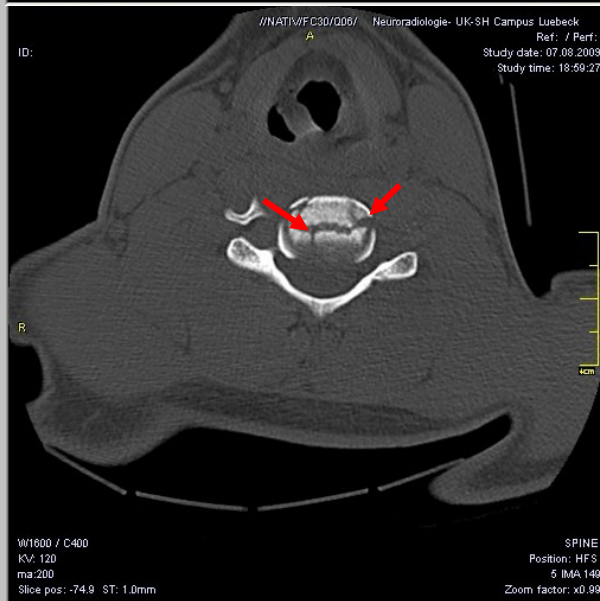
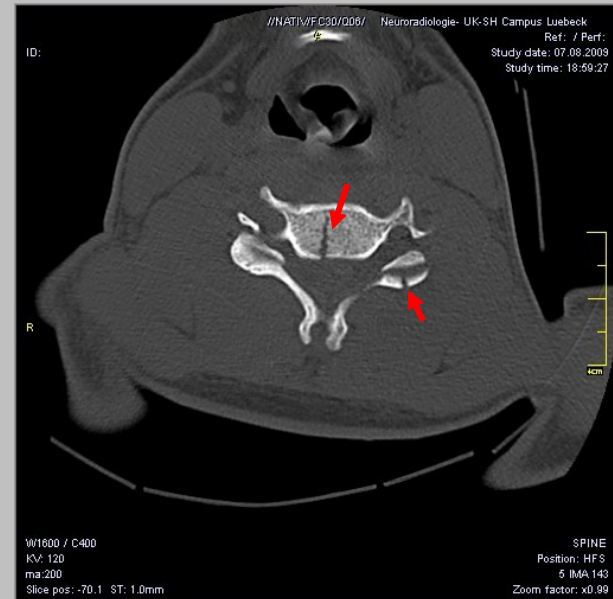
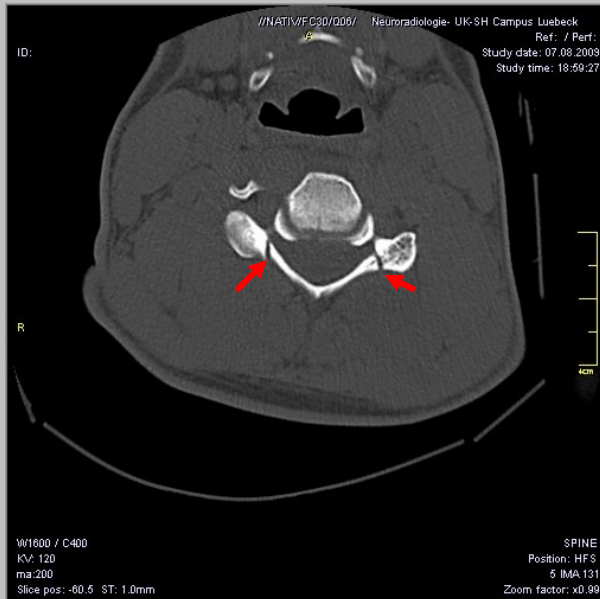


# Schw. Luxationsfraktur + Vertebralisläsion

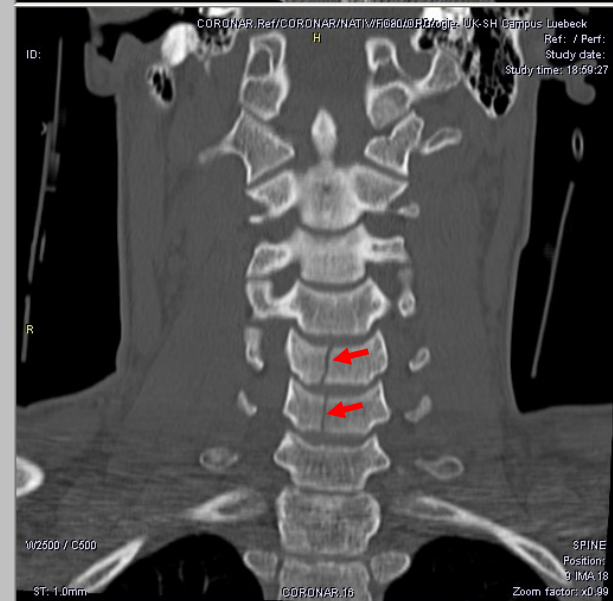
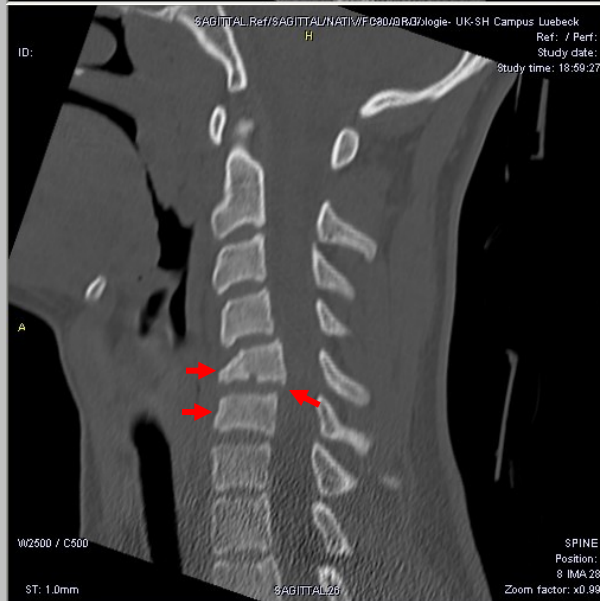
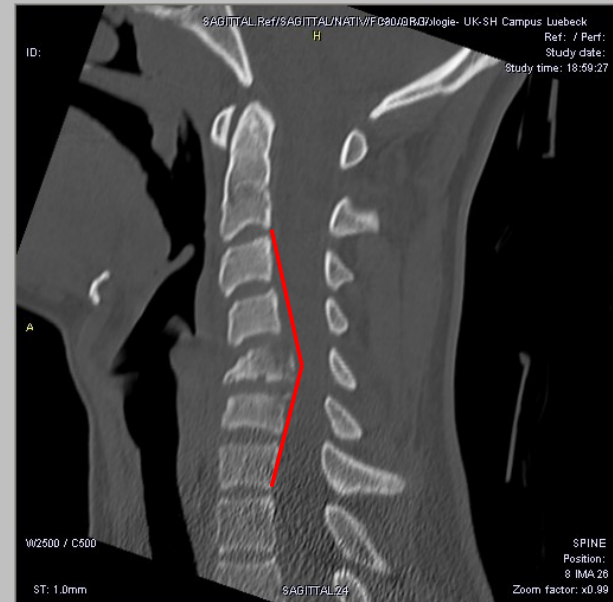
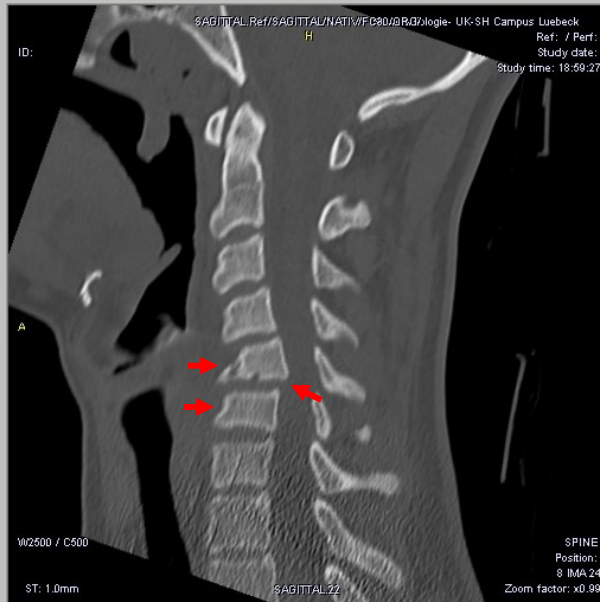




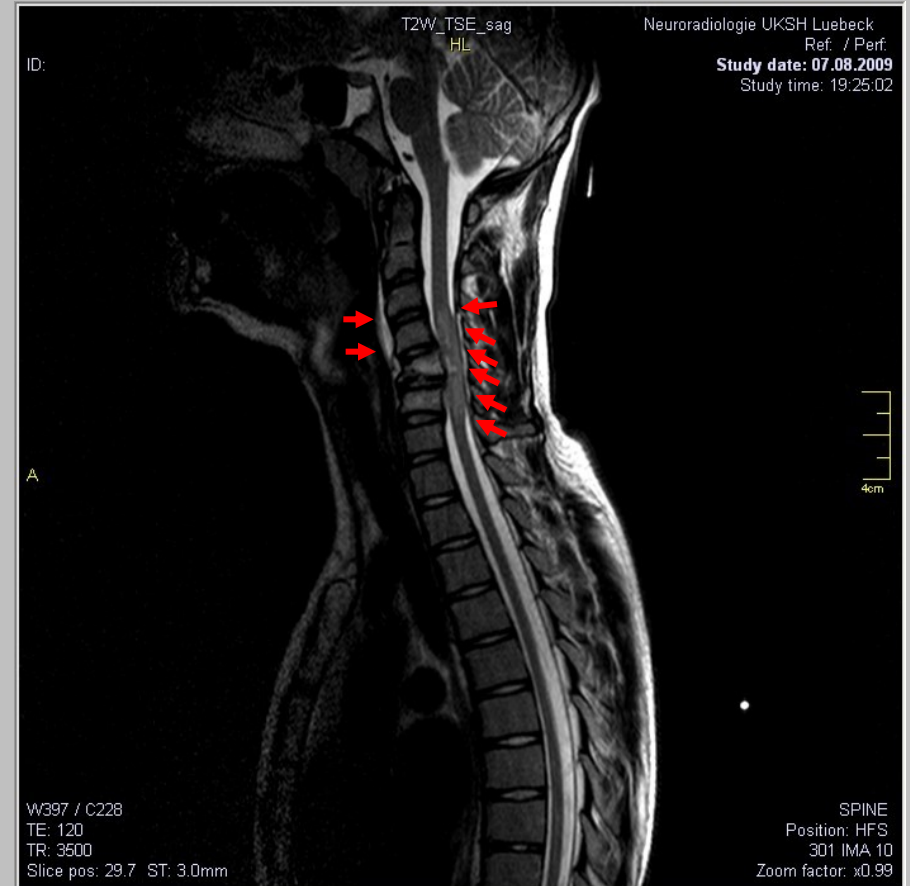
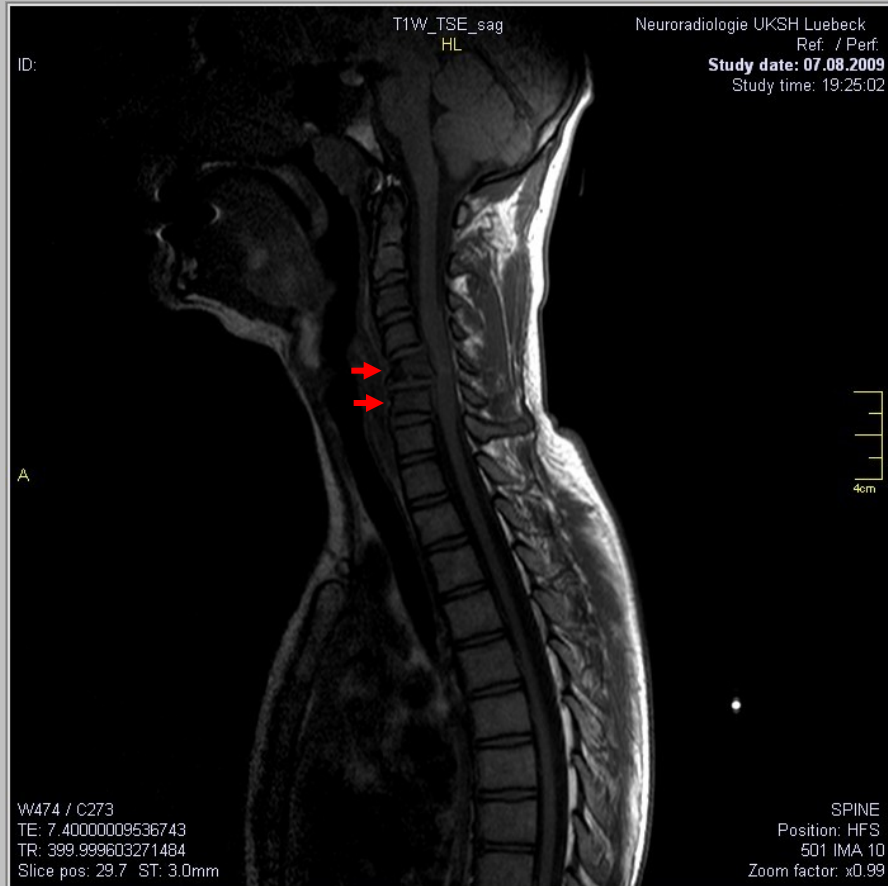
# Hoher Querschnitt



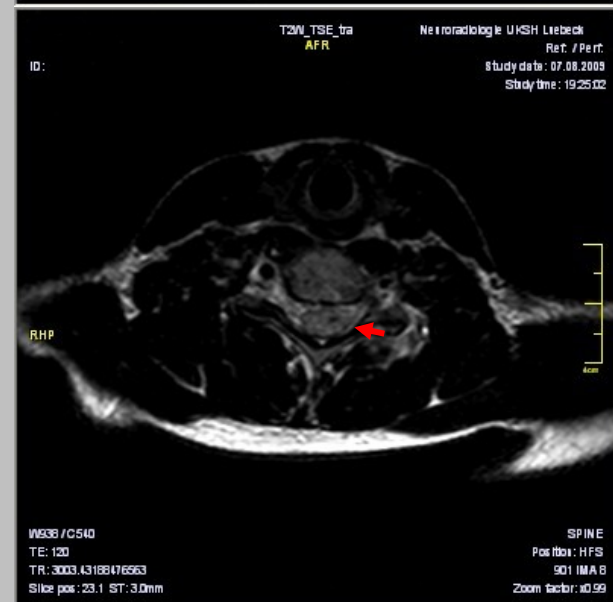
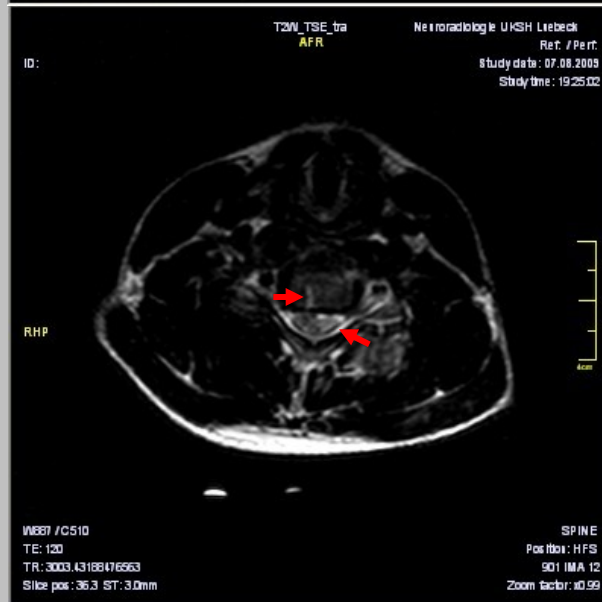
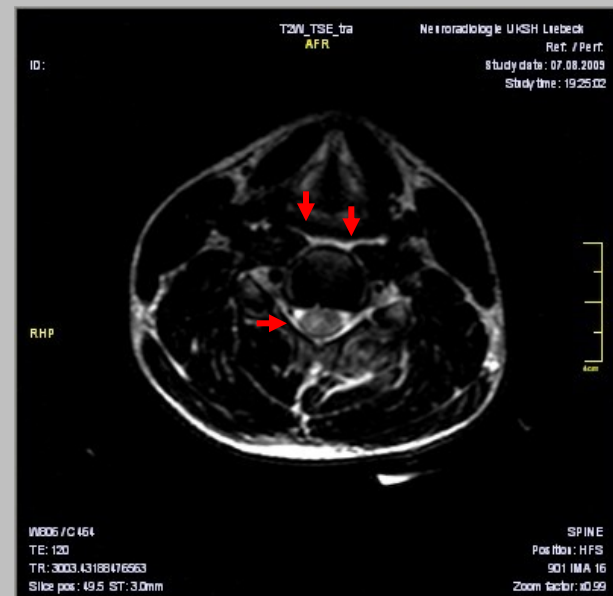
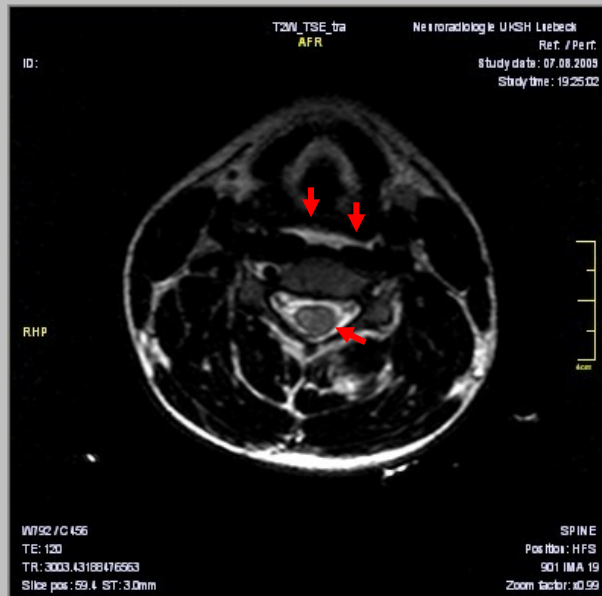
# Hoher Querschnitt



# Hoher Querschnitt – MRT



# Hoher Querschnitt



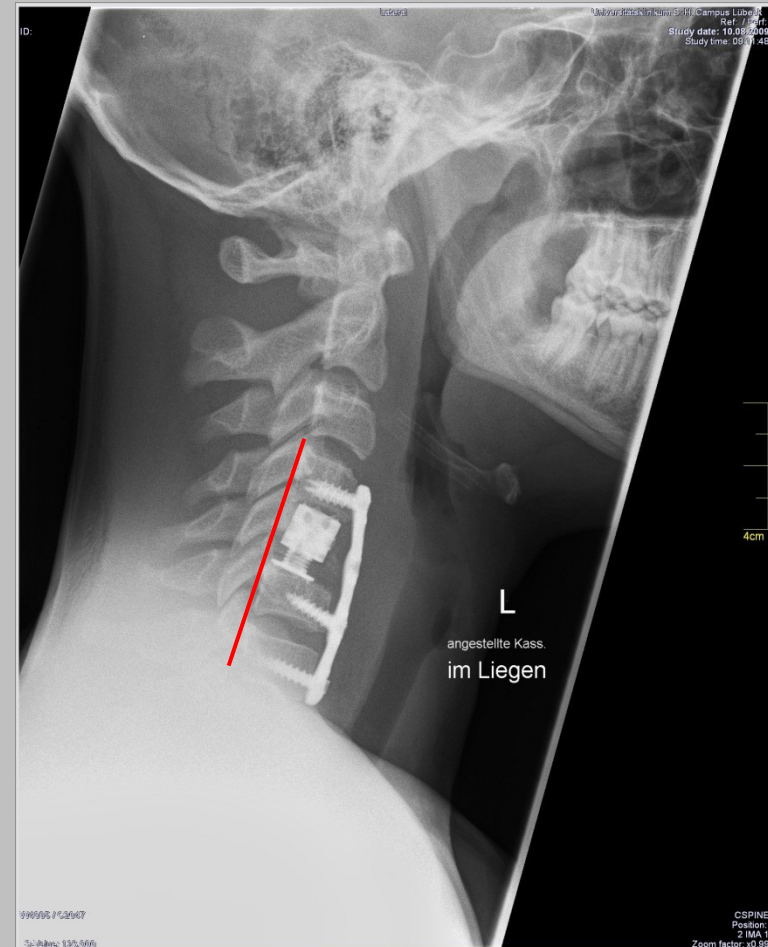
# Konsequenz

**Neurochirurgische  
Notfalloperation!**





# postoperative Kontrolle



# Folgetherapie

- intensivmedizinische Überwachung
- Ggf. künstliche Beatmung / Tracheotomie
- Frührehabilitation in einem Querschnittszentrum

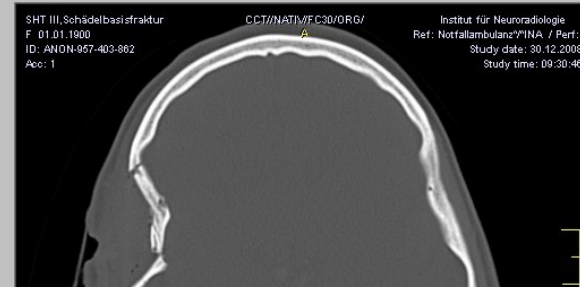
# Zusammenfassung

-

*„take home message“*

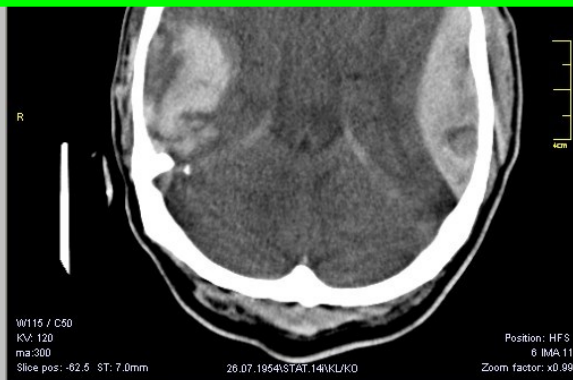


# CT-Traumadiagnostik

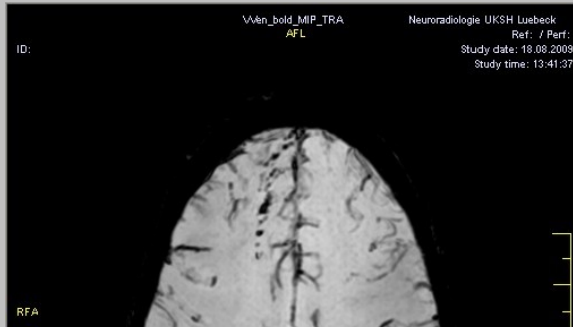


**CT zur geeigneten und *schnellen* Diagnostik von:**

**Frakturen von Schädel und Wirbelsäule  
traumatische intracranielle Blutungen  
(SAB, EDH, SDH, Kontusion)  
Einklemmungszeichen und Hirnschwellung**

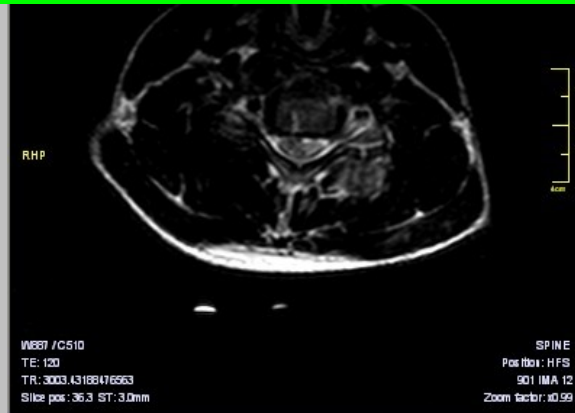


# MRT-Traumadiagnostik



**MRT zur (Differential-) Diagnostik von:**

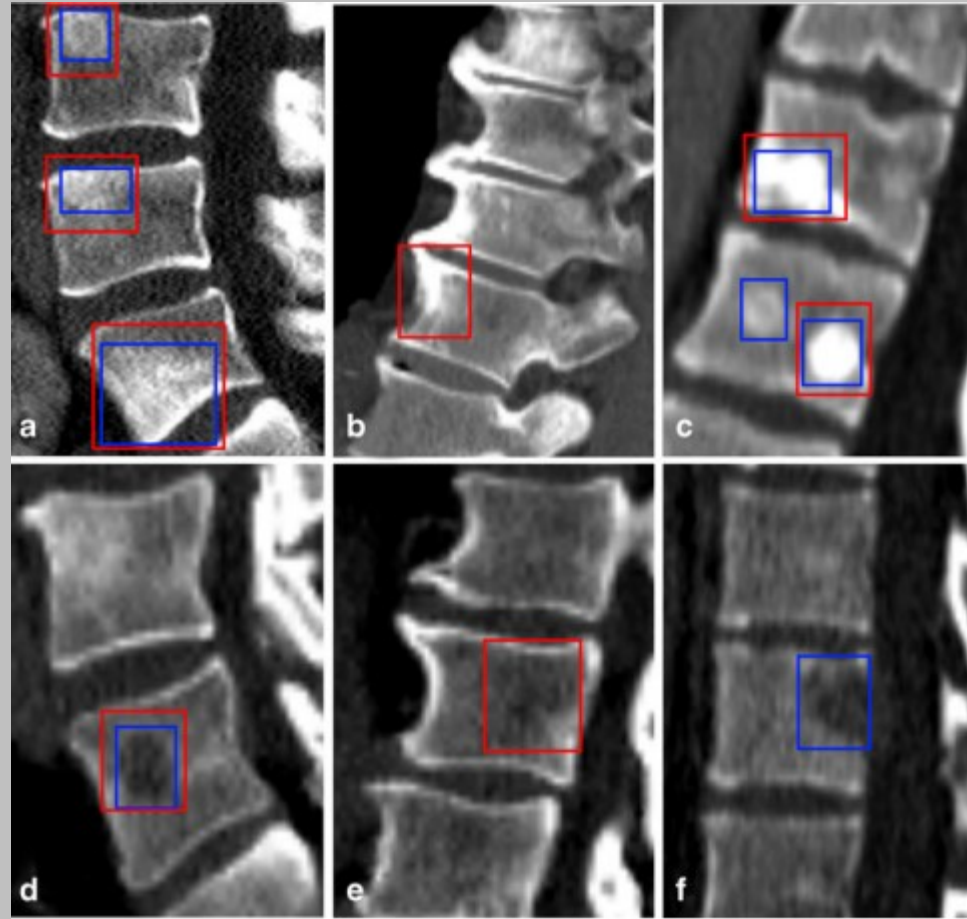
**Rückenmarksverletzung**  
**Diffuses axonales Trauma**  
**Differentialdiagnostik (wenn Klinik ≠ Bildbefund)**

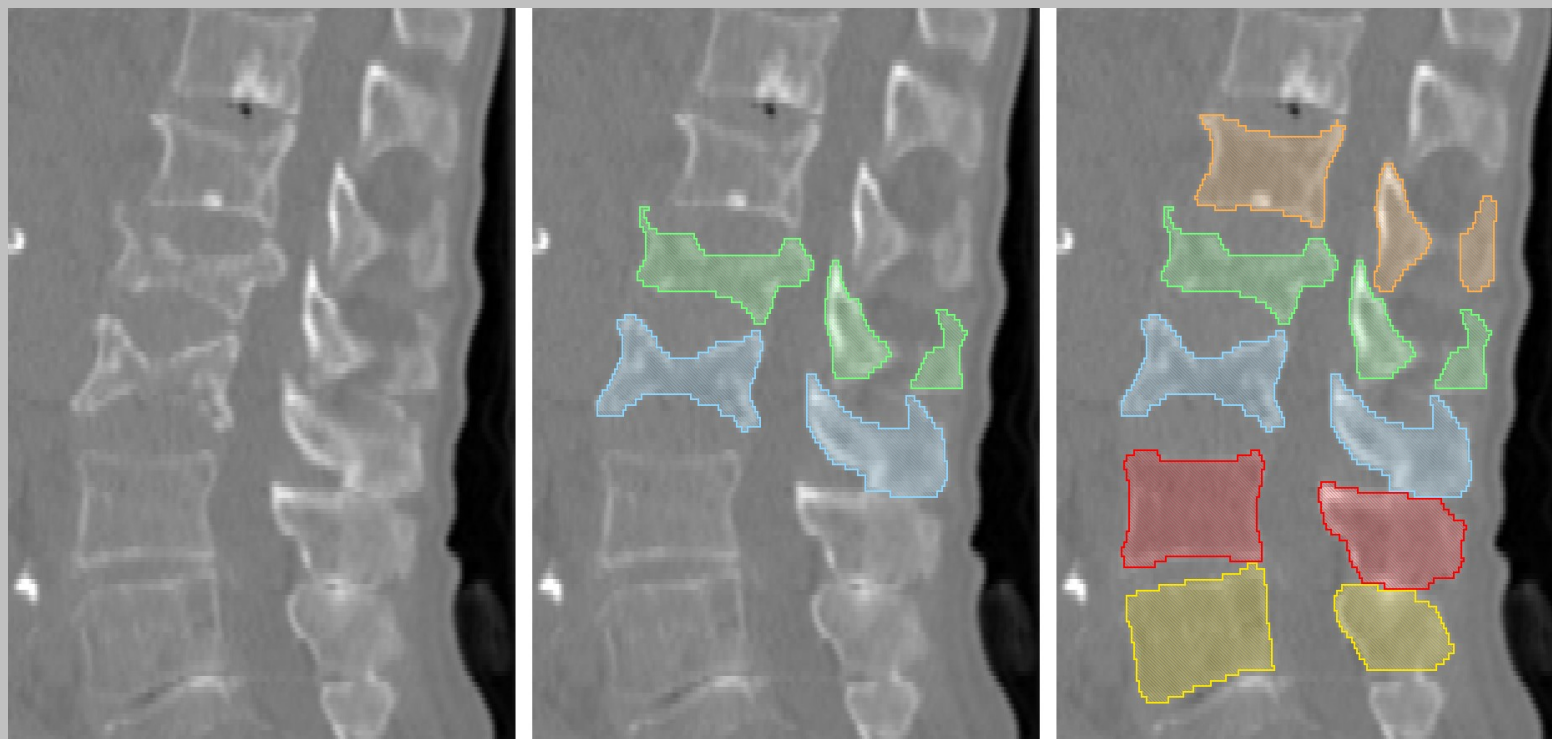






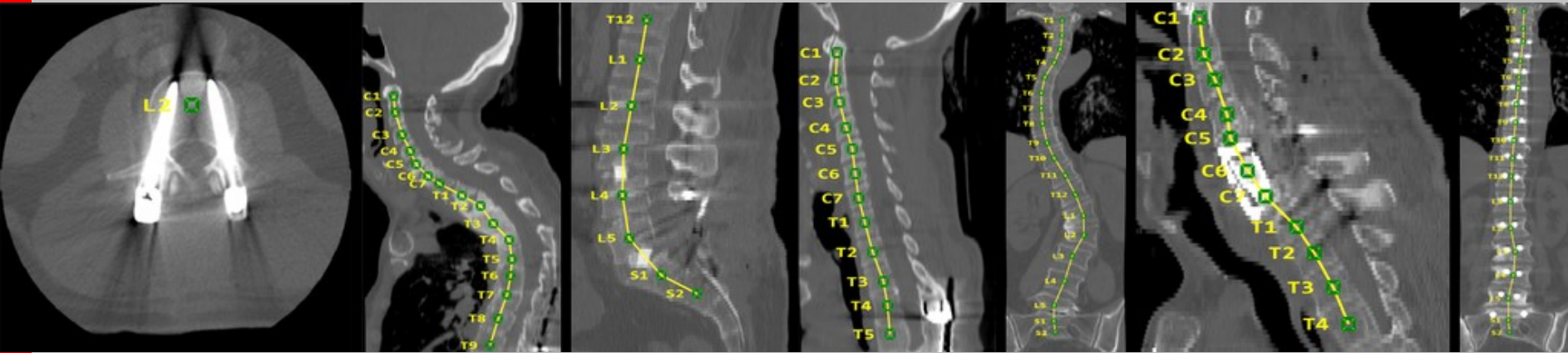
# Bone Segmentation











**Leyk, Matthias**  
1095991  
\*10.05.1964, M, 51Y  
#RAD-2016-096008  
02.05.2016  
07:13:48.10  
10 IMA 1  
MPR 2

UKSH - Campus Lübeck  
Ref.: Interdisziplinäre Notaufn...  
SOMATOM Definition AS+  
CT VA48A  
H-SP

KV 140  
mAs 175  
ref.mAs 139  
TI 1.0  
CT 0.0  
SL 2.0  
500  
B30s S11C0 A4b

**Leyk, Matthias**  
1095991  
\*10.05.1964, M, 51Y  
#RAD-2016-096008  
02.05.2016  
07:13:50.32  
10 IMA 109  
MPR 2

UKSH - Campus Lübeck  
Ref.: Interdisziplinäre Notaufn...  
SOMATOM Definition AS+  
CT VA48A  
H-SP-CR

KV 140  
mAs 373  
ref.mAs 139  
TI 1.0  
CT 0.0  
SL 2.0  
106  
B30s S11C0 A4b

**Leyk, Matthias**  
1095991  
\*10.05.1964, M, 51Y  
#RAD-2016-096008  
02.05.2016  
07:13:50.32  
10 IMA 109  
MPR 2

UKSH - Campus Lübeck  
Ref.: Interdisziplinäre Notaufn...  
SOMATOM Definition AS+  
CT VA48A  
H-SP-CR

KV 140  
mAs 373  
ref.mAs 139  
TI 1.0  
CT 0.0  
SL 2.0  
106  
B30s S11C0 A4b

NR\_HWS (Erwachsener)
Leyk, Matthias
1095991
Gesamt
1114

Topogramm

HWS

Rekon Auftrag 1 2 3 4 5 6 7 8

ADMIRE ☐

Faltungskern B30s mittel weich IMAR ☐

FAST ☒ Window Neuro Weicht.

FoV 106 mm x 106 mm

Serienbeschreibung HWS weich axial adaptiert 2.0

Rekon Auftrag Typ ☐ Axial ☒ 3D

Rekon Ebene Wirbelsäule mehrfach

Typ MPR

Bildfolge Craniocaudal

Flexibel ☐ Inkrement 1.6 mm

Anzahl Bilder 108

Kommentar

Rekon Halt
Rekon

Routine
Scan
Rekon
Auto Tasking