

# Vorlesung der Neuropathologie

**Montags 12:15 bis 13:00 Uhr**

**(Ausnahme: 08.10.2025 – Mittwoch! – 12:15 bis 13:00 Uhr)**

<b>Mi. 08.10.</b>	<b>Trauma</b>	<b>Werner Paulus</b>
<b>Mo. 13.10.</b>	<b>Tumoren</b>	<b>Werner Paulus</b>
<b>Mo. 20.10.</b>	<b>Entzündung</b>	<b>Martin Hasselblatt</b>
<b>Mo. 27.10.</b>	<b>Multiple Sklerose</b>	<b>Tanja Kuhlmann</b>
<b>Mo. 03.11.</b>	<b>Neurodegeneration</b>	<b>Christian Thomas</b>
<b>Mo. 10.11.</b>	<b>Muskel und Nerv</b>	<b>Tanja Kuhlmann</b>
<b>Mo. 17.11.</b>	<b>askulär</b>	<b>Christian Thomas</b>
<b>Mo. 24.11.</b>	<b>Repetitorium</b>	<b>Martin Hasselblatt</b>

**Folien auf der Website  
des Instituts für Neuropathologie (Lehre)  
und auf medicampus**

~~zoom~~

# Kurs der Neuropathologie



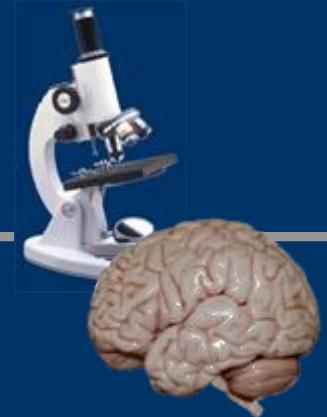
Pottkamp 2

1 x im Semester  
Mittwoch  
Nachmittag

Bitte Kittel mitbringen!

# Wintersemester 2025/2026

## Vorlesung Neuropathologie



### Schädel-Hirn-Trauma



Werner Paulus  
Institut für Neuropathologie

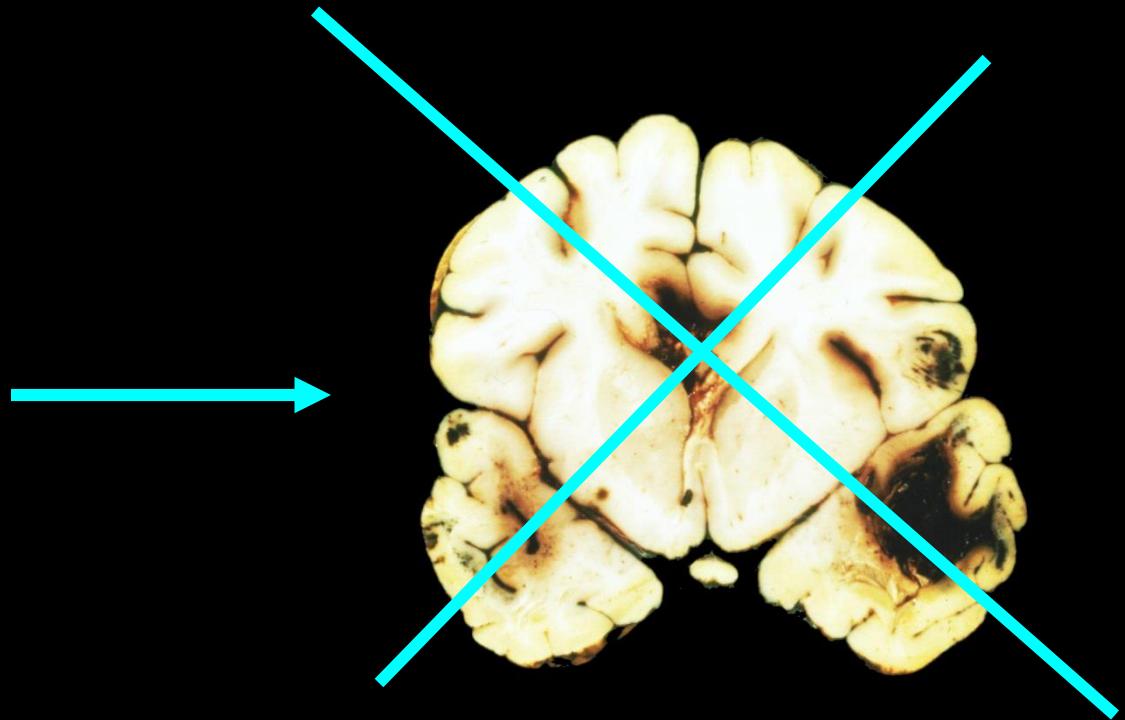
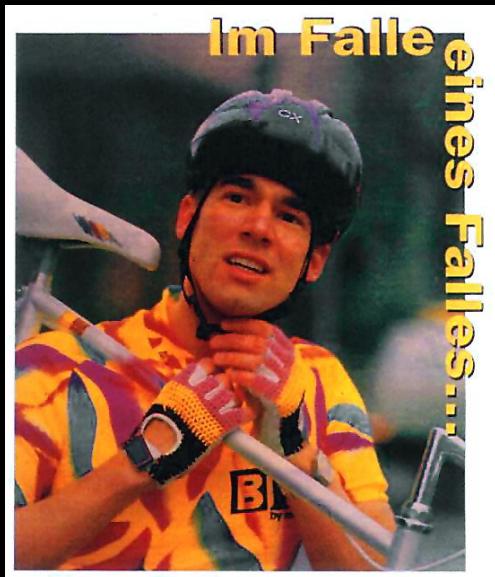
08.10.2025

# Schädel-Hirn-Trauma in Münster



Arzt am Universitätsklinikum Münster  
Fahrradunfall auf dem Heimweg (Waldeyerstraße)

**75% der Todesfälle nach Fahrradunfall beruhen auf Schädel-Hirn-Trauma**



**Durch Tragen eines geeigneten Helms sind vermeidbar:**

**80% der Schädelfrakturen**

**90% der tödlichen Hirnverletzungen**

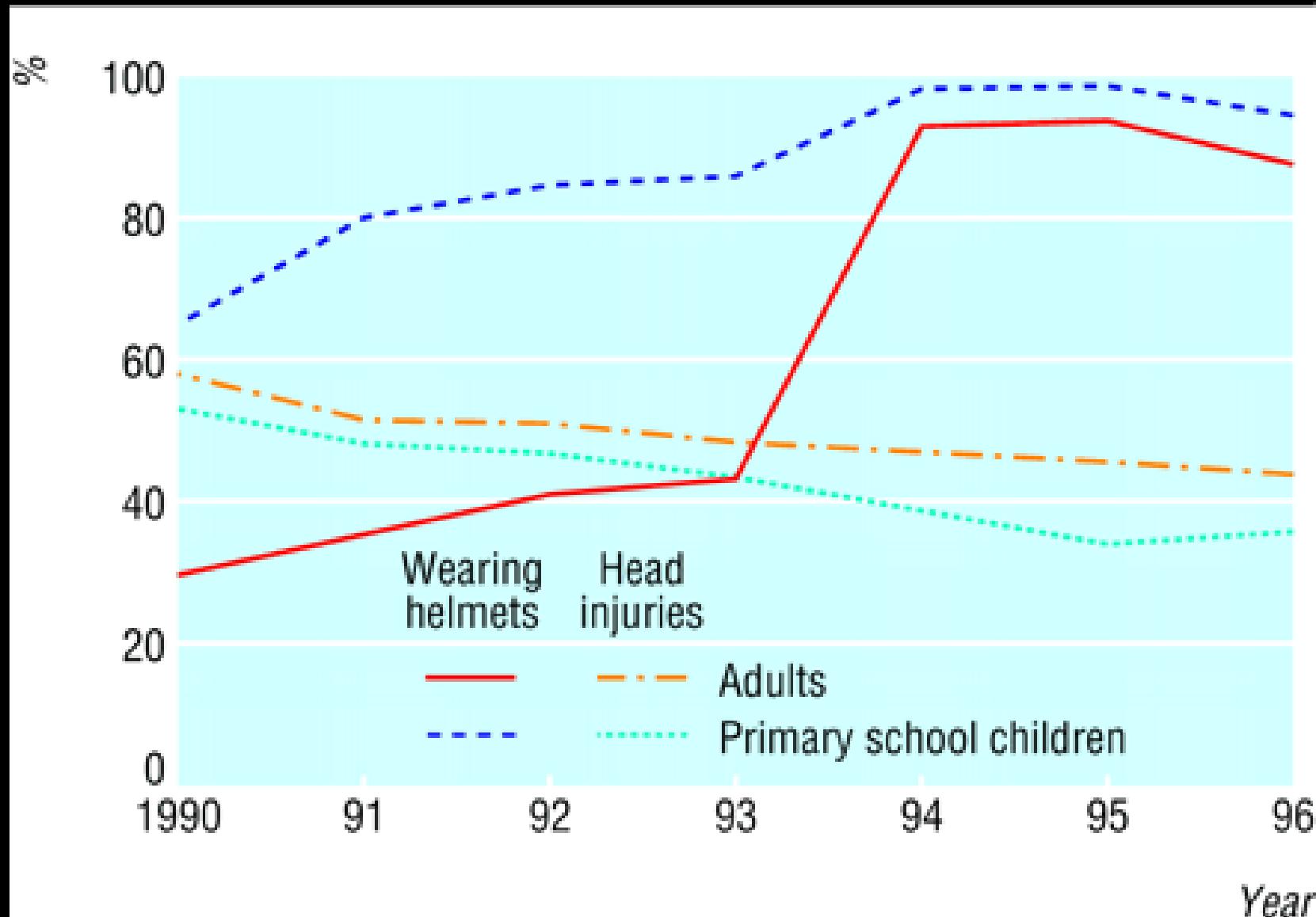
# Keine Korrelation von Preis und Qualität

## ADAC-Test 2017: Fahrradhelme

Hersteller	Modell	Einkaufspreis in € (Durchschnitt)	Unfallschutz	Handhabung und Komfort	Hitzebeständigkeit	Schadstoffe	Gesamtnote	ADAC-Urteil
		Gewichtung	50 %	40 %	5 %	5 %		
Casco	Activ 2	80	1,9	1,7	0,5	1,0	1,7	+
Cratoni	Pacer	60	2,2	1,6	0,5	1,0	1,8	+
Lazer	Beam MIPS	55	2,2	2,2	0,5	1,7	2,1	+
Limar	X-Ride-Superlight	90	2,3	2,6	0,5	1,6	2,3	+
Alpina	Mythos 3.0	90	2,7*	1,9	2,5	1,6	2,4	+
Bell	Annex MIPS	140	2,5	2,8	0,5	2,0	2,5	+
Uvex	City e	70	2,8*	1,7	2,8	1,0	2,5	+
Abus	In-Vizz Ascent	130	2,9*	1,9	0,5	1,6	2,6	○
Btwin	BH 500	30	2,9*	2,4	0,5	1,0	2,6	○
O'neal	Q-RL	60	2,9*	2,2	0,5	1,0	2,6	○
Prophete	770/771	32	2,9*	2,1	1,3	1,0	2,6	○
Giro	Revel MIPS	70	3,0*	1,9	0,5	2,0	2,7	○
POC	Crane Commuter	130	3,5*	2,7	0,5	1,0	3,2	○
KED	Berlin	120	3,0	3,8	4,0	1,7	3,3	○
Overade	Plixi	85	4,2*	4,0	1,3	1,7	3,9	-

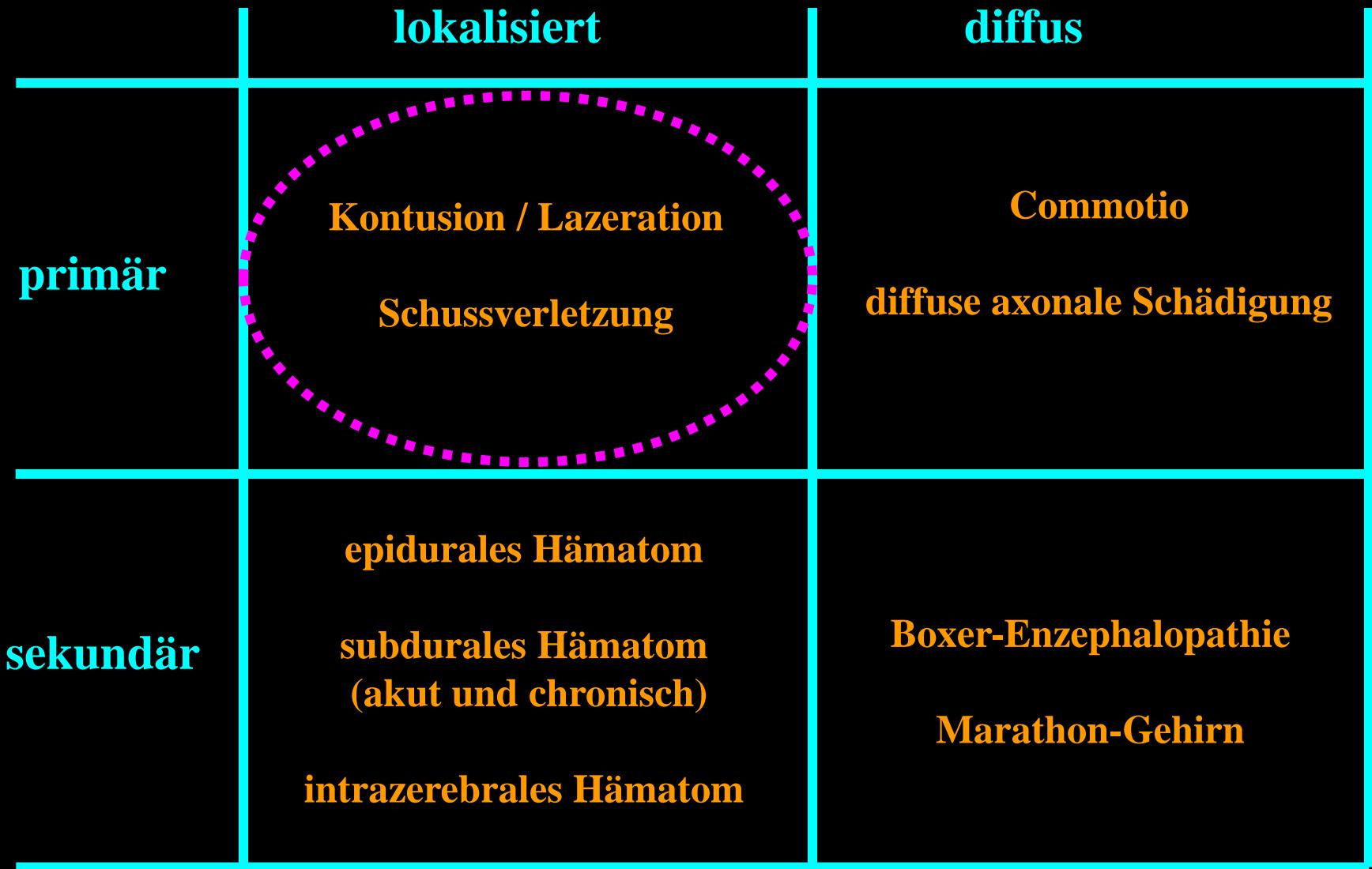
Noten: ■ ++ 0,5 - 1,5 sehr gut ■ + 1,6 - 2,5 gut ■ ○ 2,6 - 3,5 befriedigend ■ □ - 3,6 - 4,5 ausreichend ■ ■ -- 4,6 - 5,5 mangelhaft

\*Abwertung der Gesamtnote aufgrund Schwächen im Unfallschutz



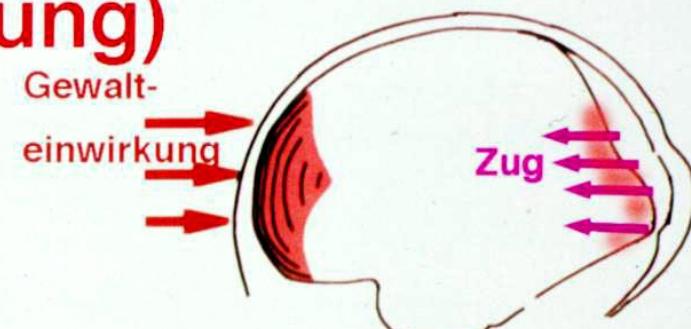
%: Anteil der Kopf-Verletzungen an allen Verletzungen nach Fahrradsturz  
(Neuseeland; Einführung der gesetzlichen Helmpflicht 1993)

# Neuropathologische Klassifikation der Schädel-Hirn-Traumen



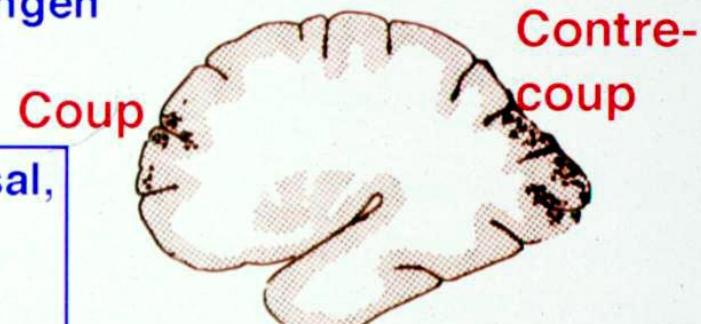
# Hirnkontusion (Hirnprellung)

→ Kontusion: umschriebene Hirnverletzung bei intakten Leptomeningen



→ Lazeration: Umschriebene Hirnzerreißung bei durchbrochenen Leptomeningen

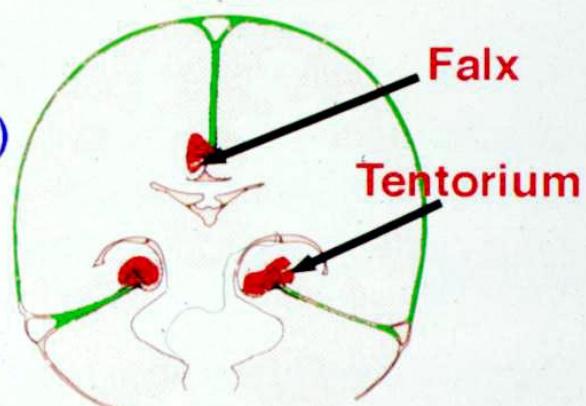
Bei 2,5% aller Autopsien nachweisbar



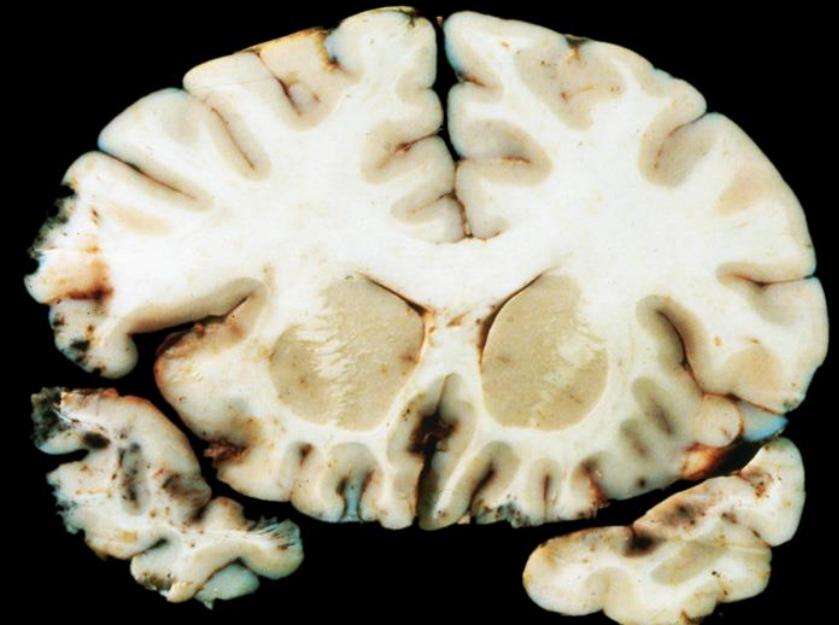
Typische Lokalisationen: Frontalpol, frontobasal, Temporalpol, temporobasal, temporolateral, perisylvisch. Häufig multipel und bilateral.

→ Coup-Kontusionen v.a. bei umschriebener harter Einwirkung und ruhendem Kopf (Hammerschlag)

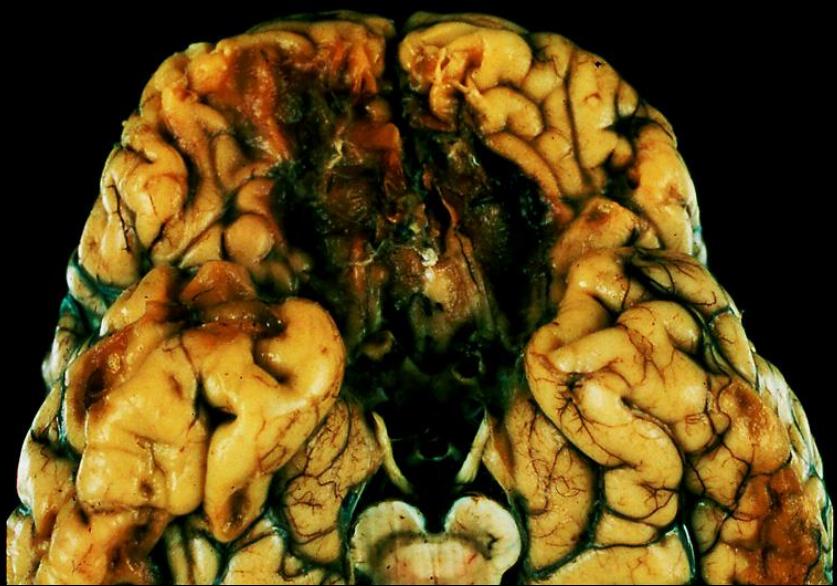
→ Contrecoup-Kontusionen v.a. bei breitflächiger Einwirkung und plötzlicher Dezeleration (Sturz)



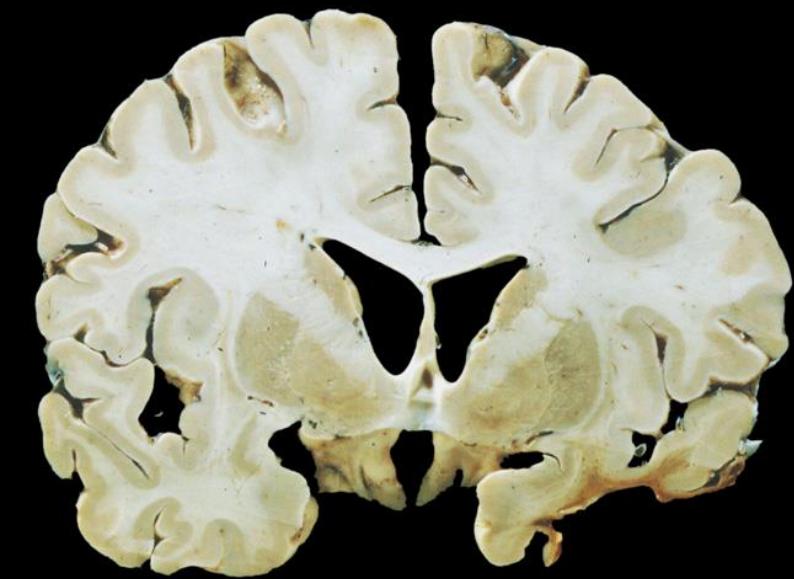
Sonderfall: Kontusionen an Duraduplikaturen



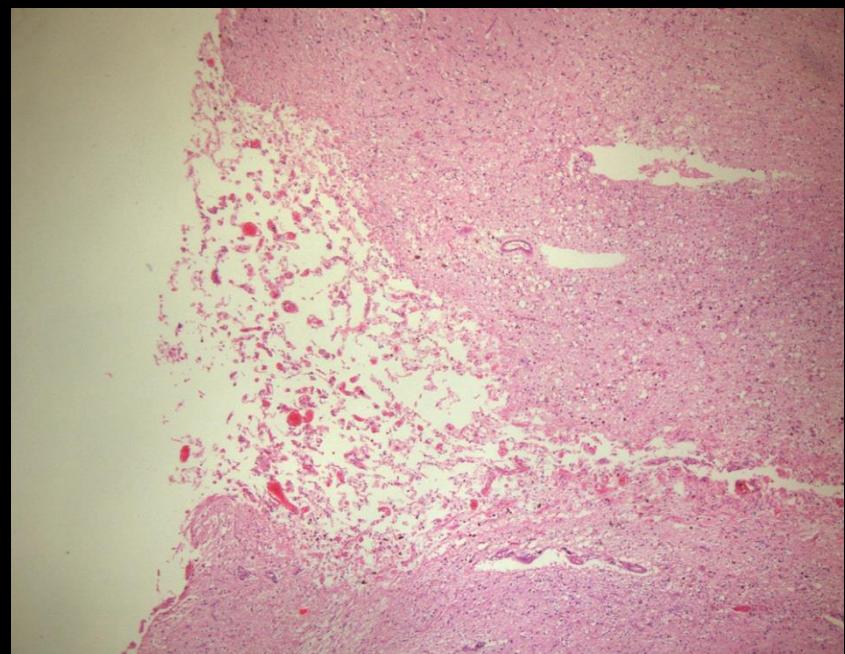
„frische“ Kontusion



Lazeration

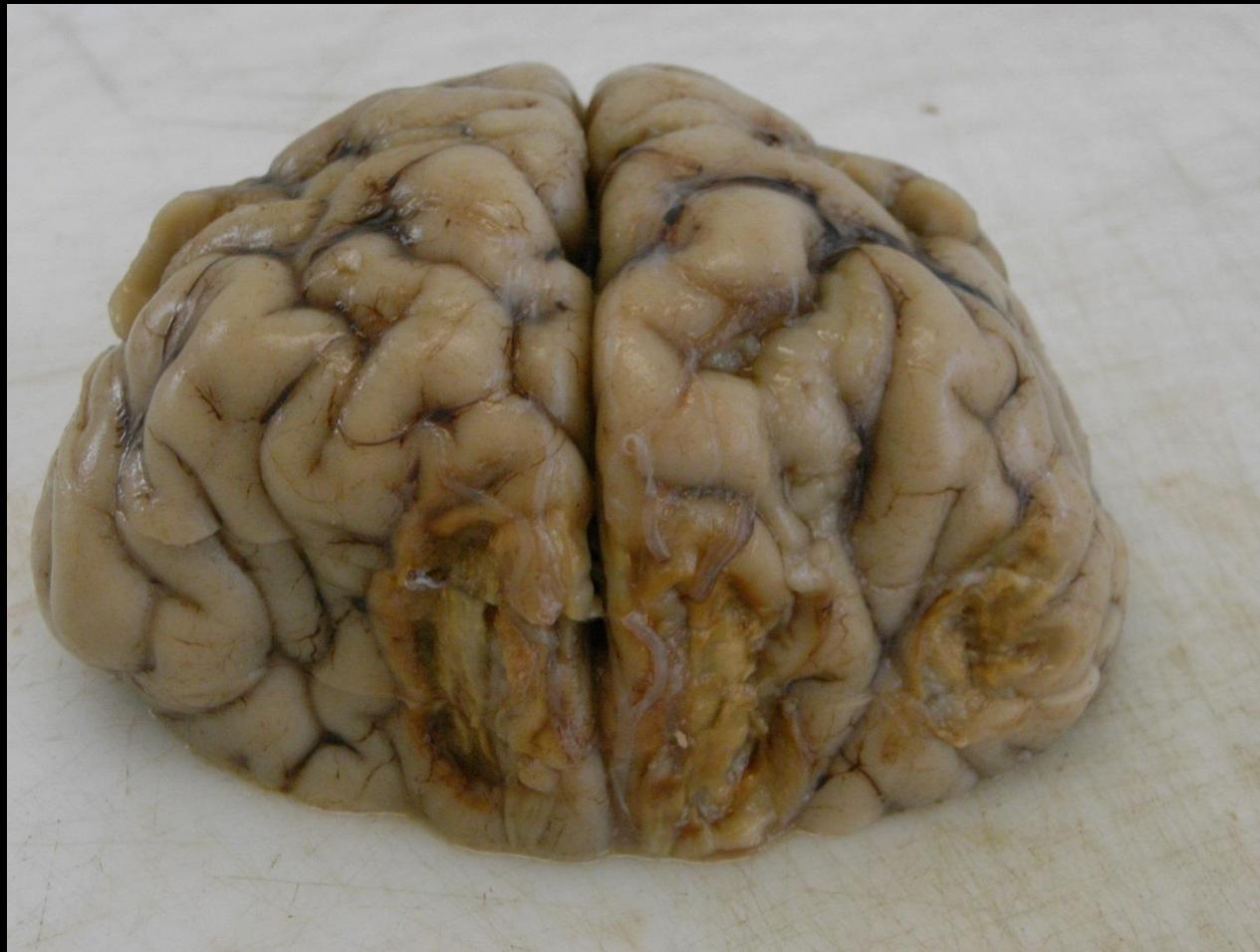


„alte“ Kontusion



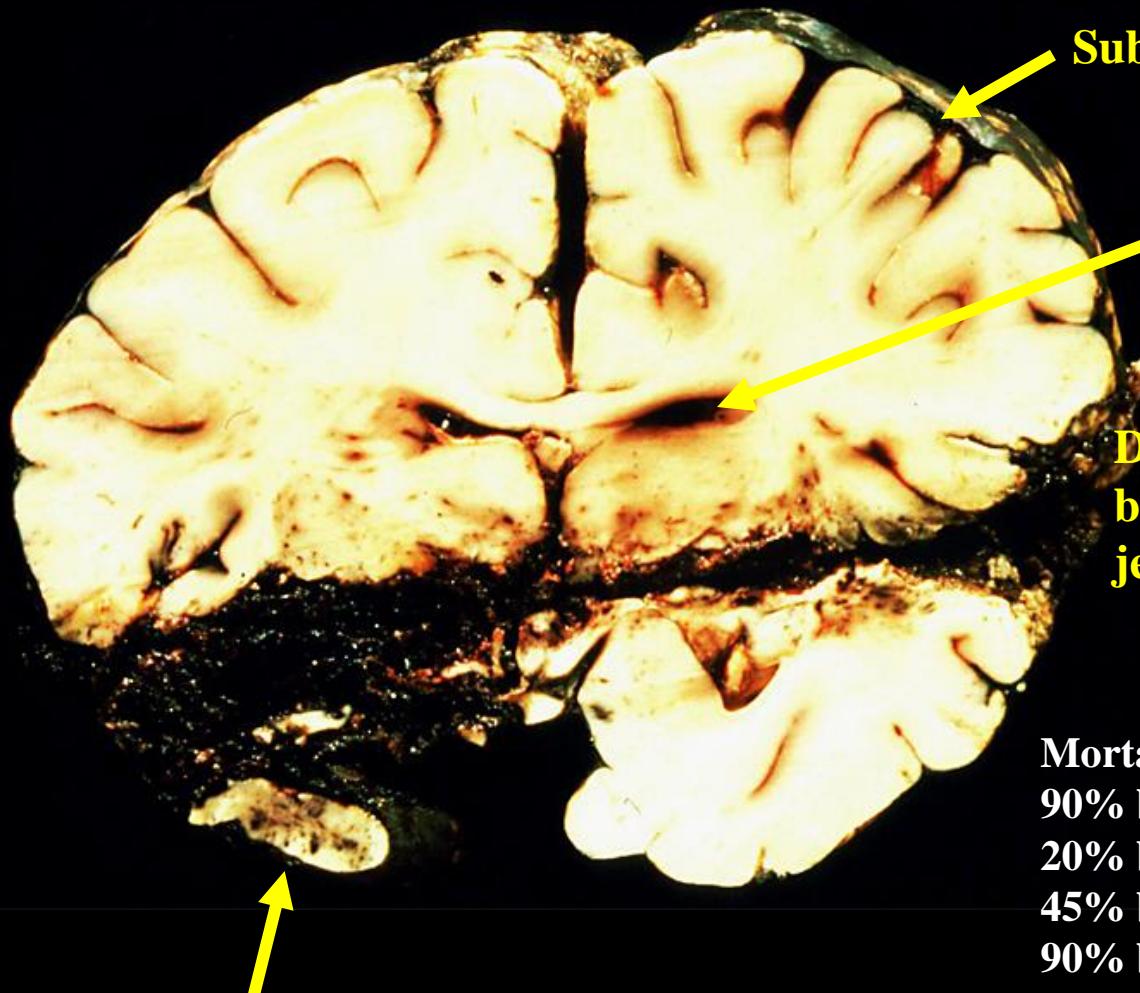
oberflächlicher Defekt

# **Radfahren in Münster – Teil 2**



**16 Jahre. Fahrradunfall mit Schädelfraktur  
Keine neurologischen Symptome  
6 Monate später tot aufgefunden worden**

# Schussverletzungen



basale Kontusionen  
sind häufig

Subarachnoidalblutung

Ventrikeltamponade

Durchmesser der Blutungshöhle  
bis zu 30 mal größer als Kaliber:  
je schneller, desto größer

Mortalität:

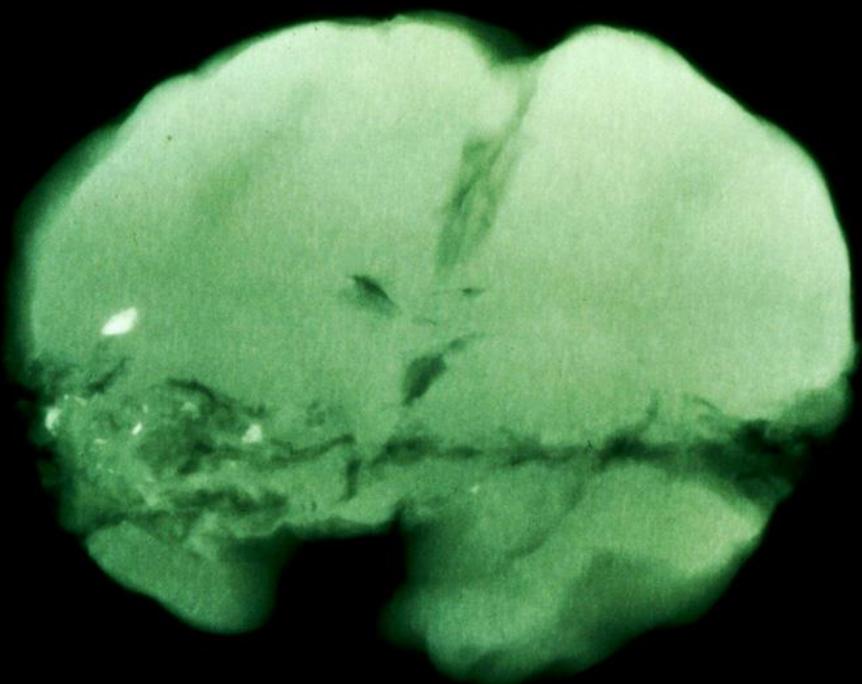
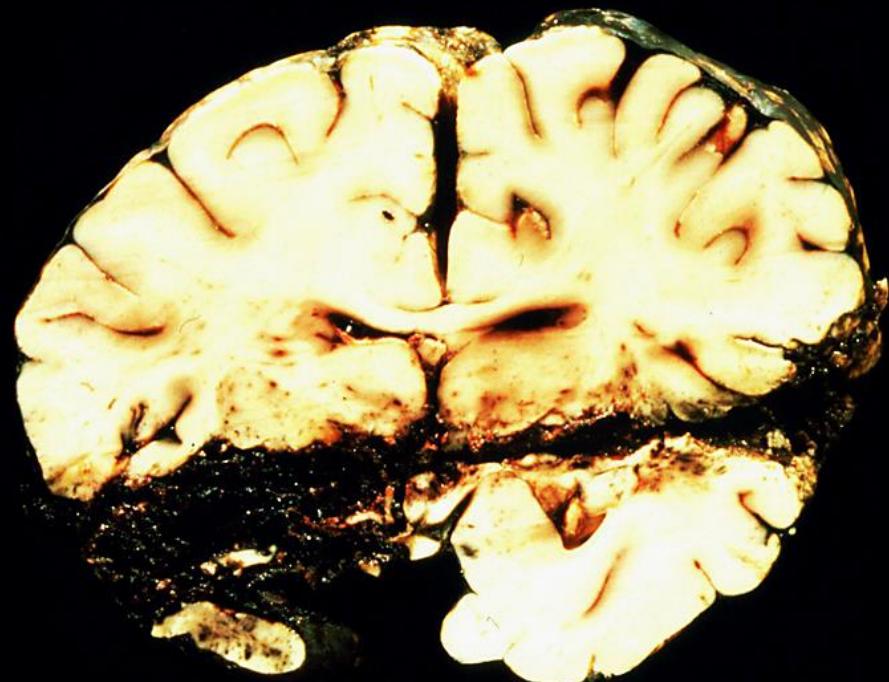
90% bei Bewußtlosigkeit

20% bei erhaltenem Bewußtsein

45% bei Beteiligung eines Hirnlappens

90% bei Beteiligung mehrerer Hirnlappen

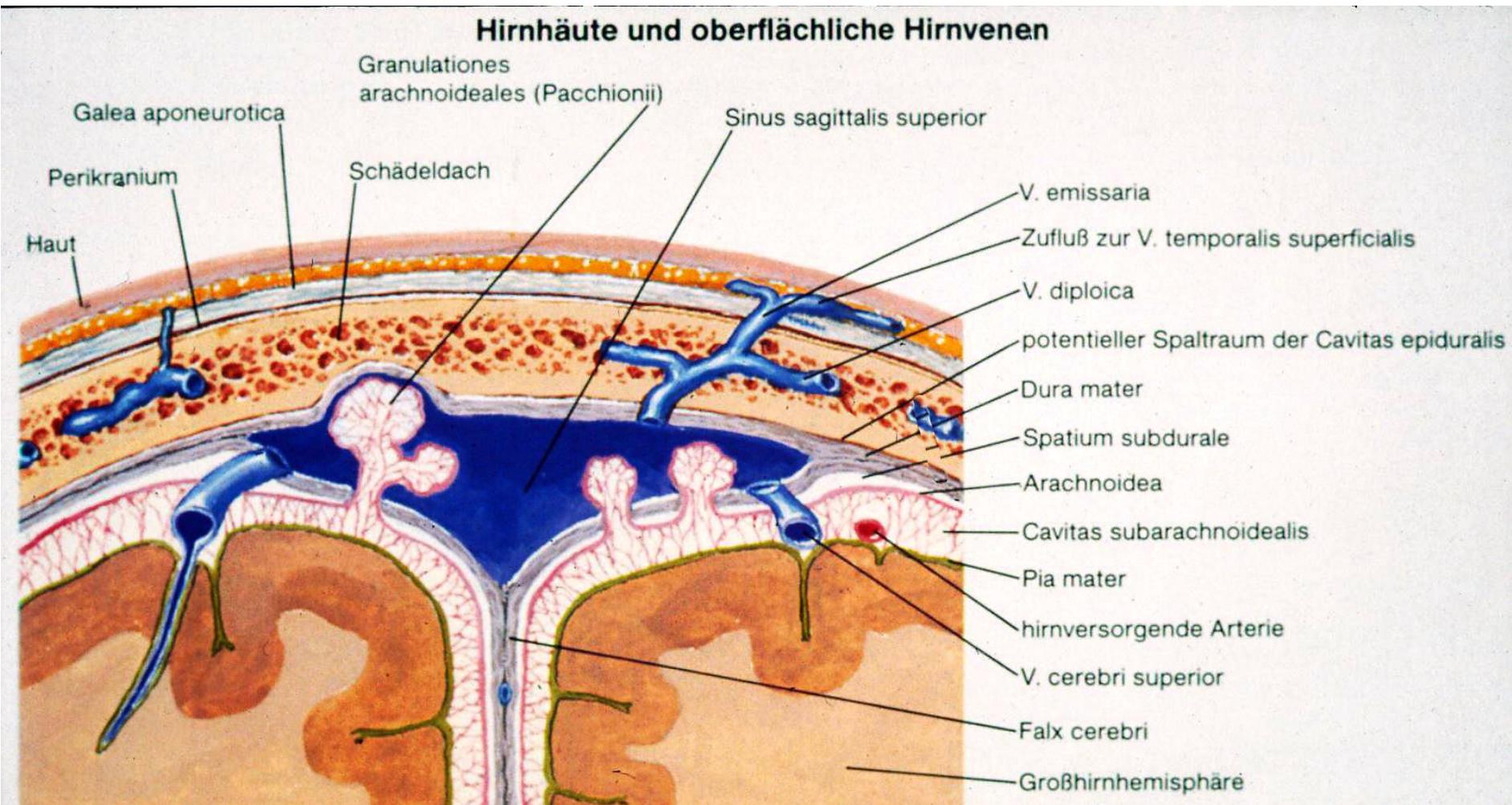
# Schussverletzungen



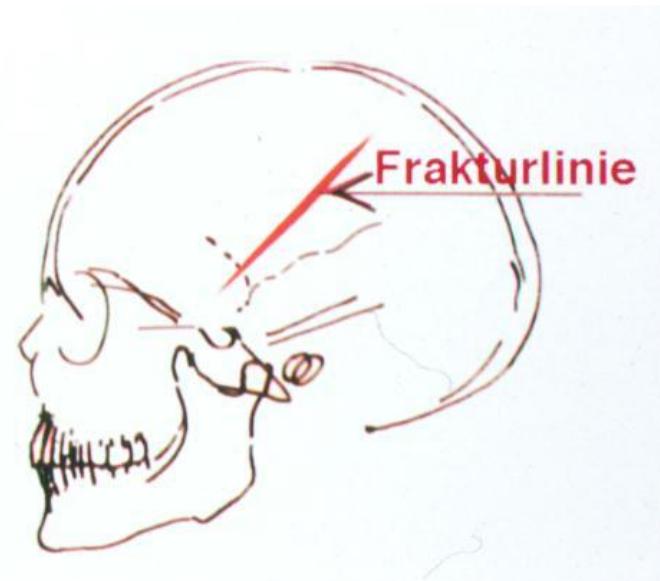
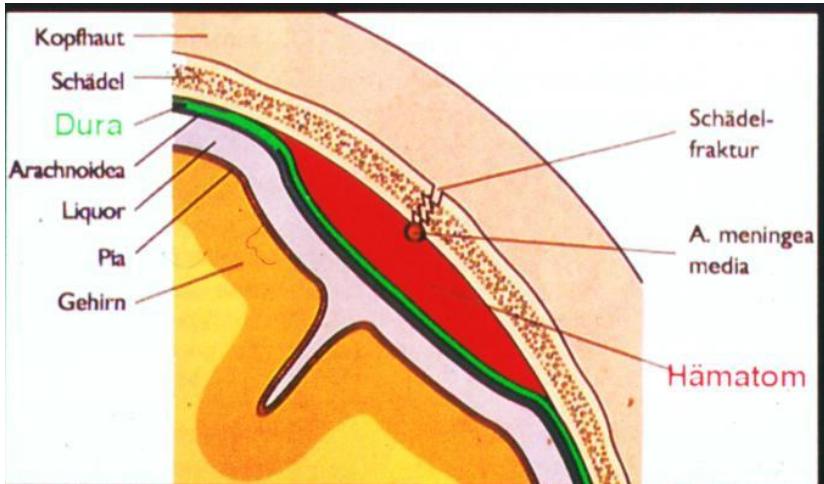
# Neuropathologische Klassifikation der Schädel-Hirn-Traumen

	lokalisiert	diffus
primär	Kontusion / Lazeration Schussverletzung	Commotio diffuse axonale Schädigung
sekundär	epidurales Hämatom subdurales Hämatom (akut und chronisch) intrazerebrales Hämatom	Boxer-Enzephalopathie Marathon-Gehirn

# Intrakranielle Hämatome: Anatomie



# Epidurales Hämatom



**Definition:** Blutung zwischen Dura und Schädelkalotte

**Pathogenese:** Verletzung meningealer Gefäße

(50% A. meningea media, 30% V. meningea media)

**Form:** bikonvex

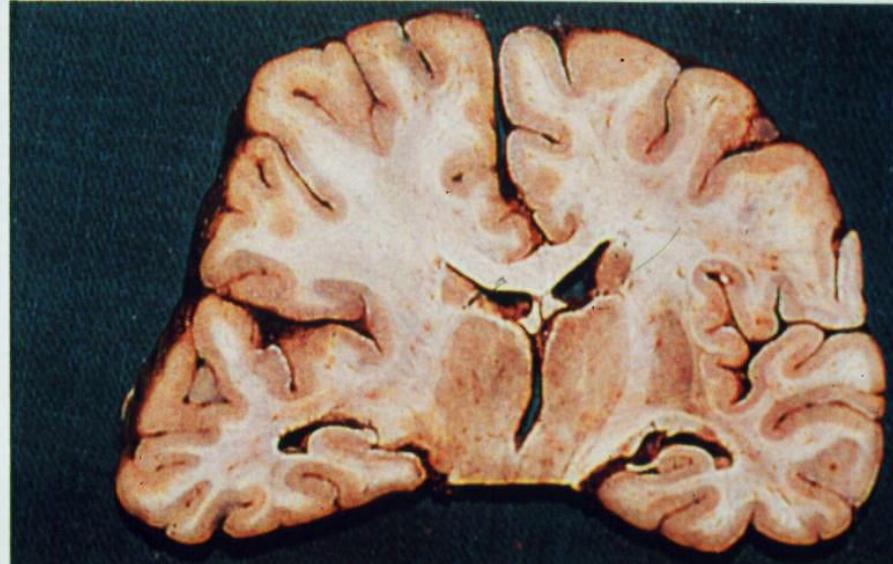
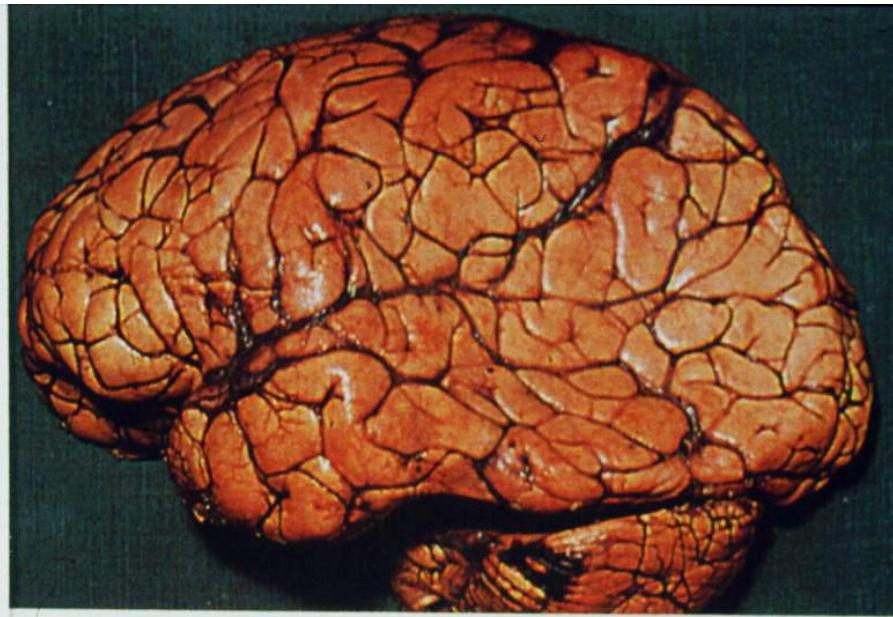
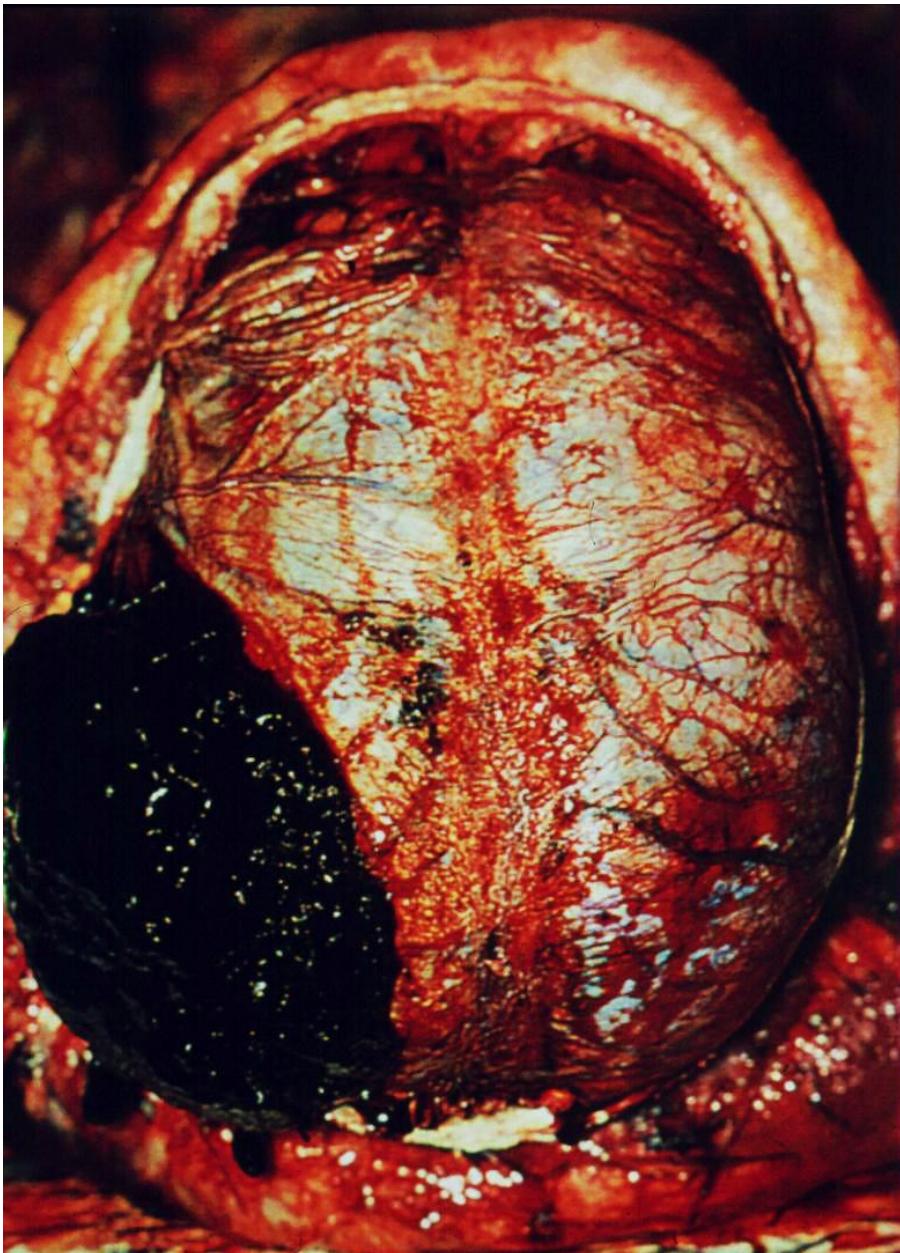
**Fraktur:** meist temporal absteigende Kalottenfraktur

**Trauma:** Sturz oder Verkehrsunfall

**Alter:** am häufigsten 2. und 3. Lebensdekade

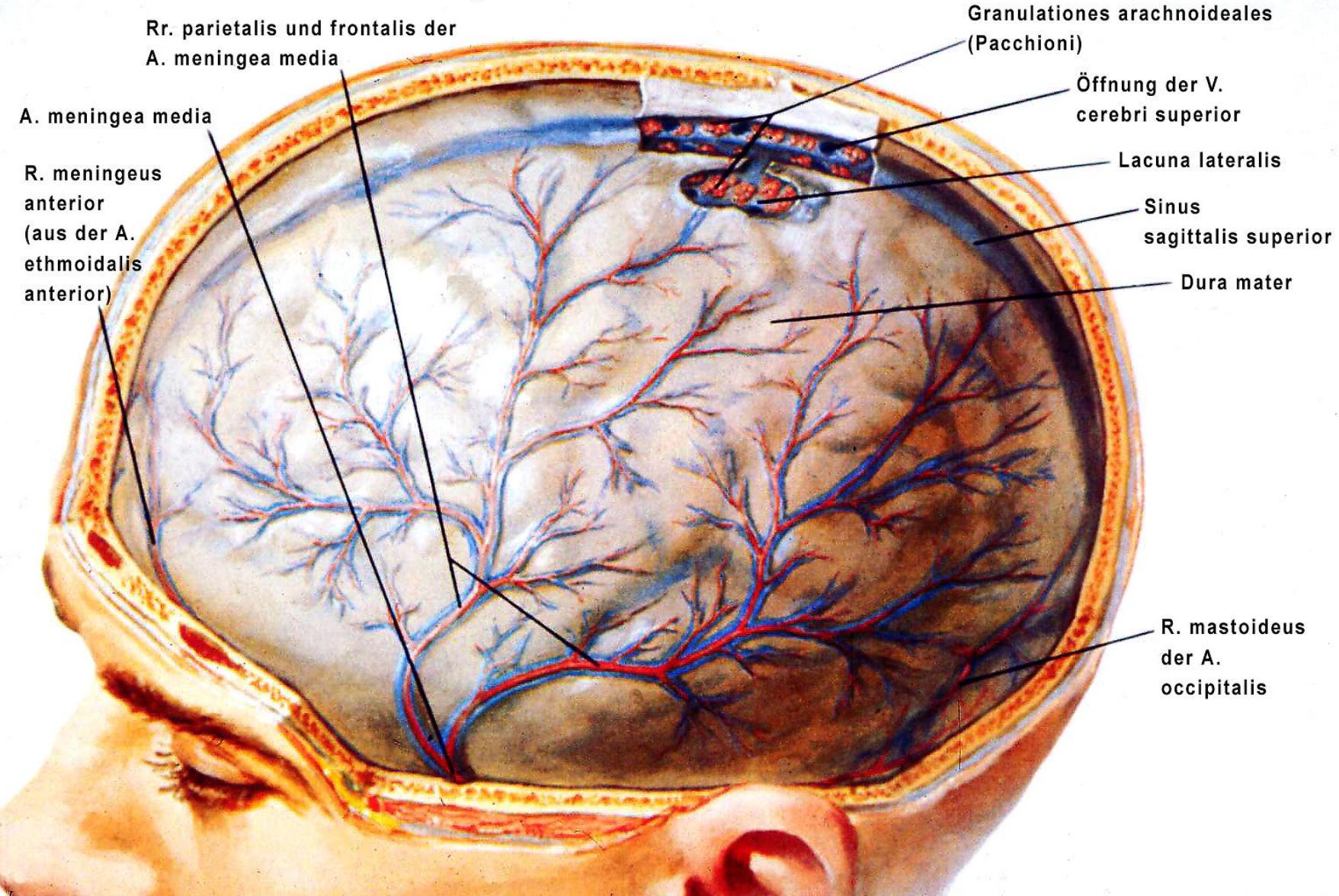
**Symptome:** sofort (2/3) oder nach Intervall (1/3)

# Epidurales Hämatom: Makroskopie

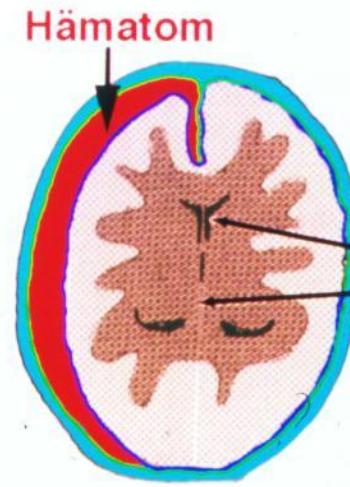
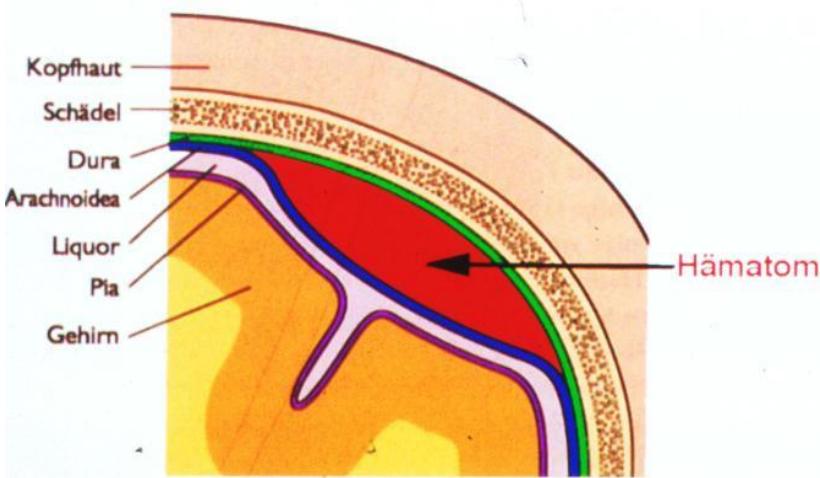


# Epidurales Hämatom: A. meningea media

## Meningeale Arterien und Dura Mater



# Akutes/subakutes subdurales Hämatom



Radiologisch:  
Geringe Verlagerung  
der Mittellinien-  
strukturen  
bei Hirnödem

**Definition:** Blutung zwischen Dura und Arachnoidea  
(meist über größere Fläche als epidurales Hämatom)

**Pathogenese:** Abriss von Brückenvenen oder kortikalen Arterien

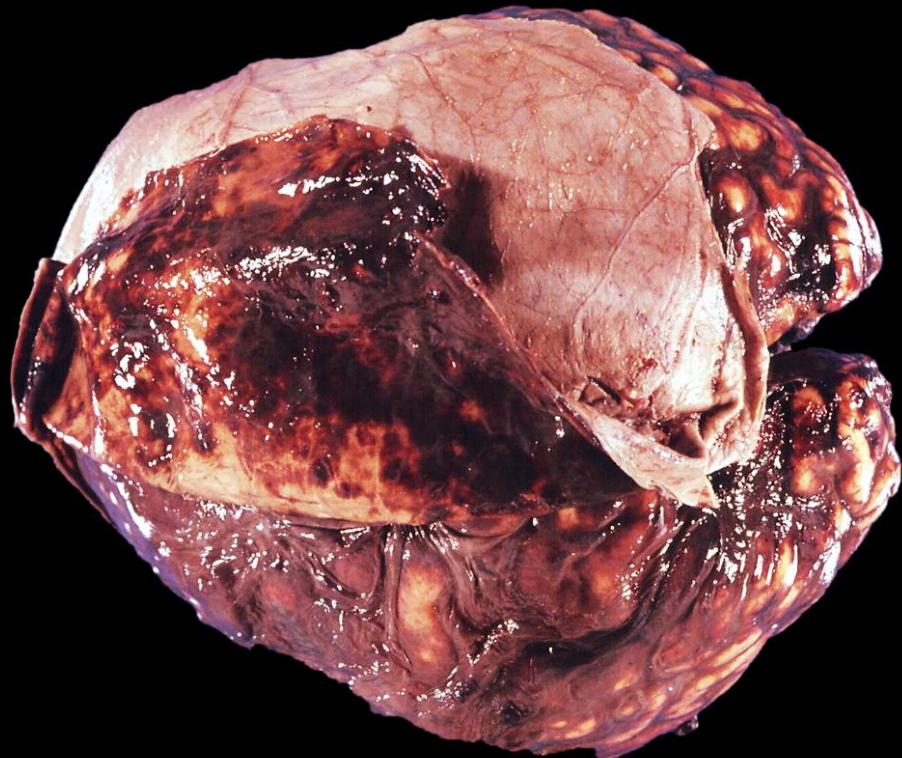
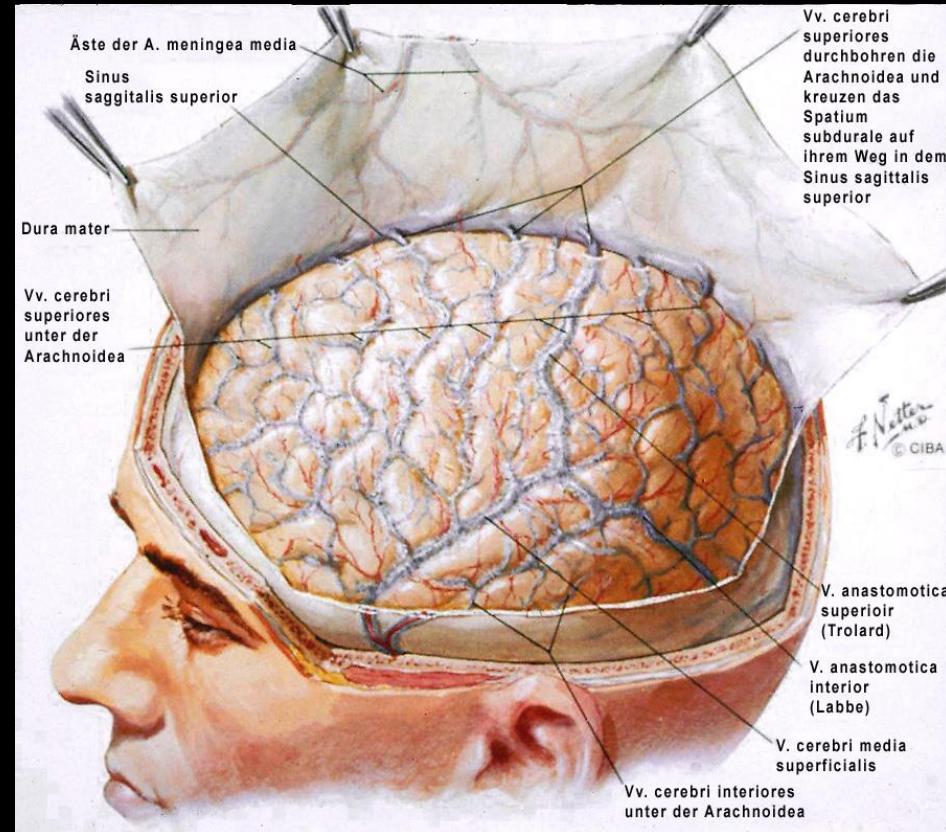
**Form:** sichelförmig („pancake“), seltener bikonvex

**Fraktur:** meist keine

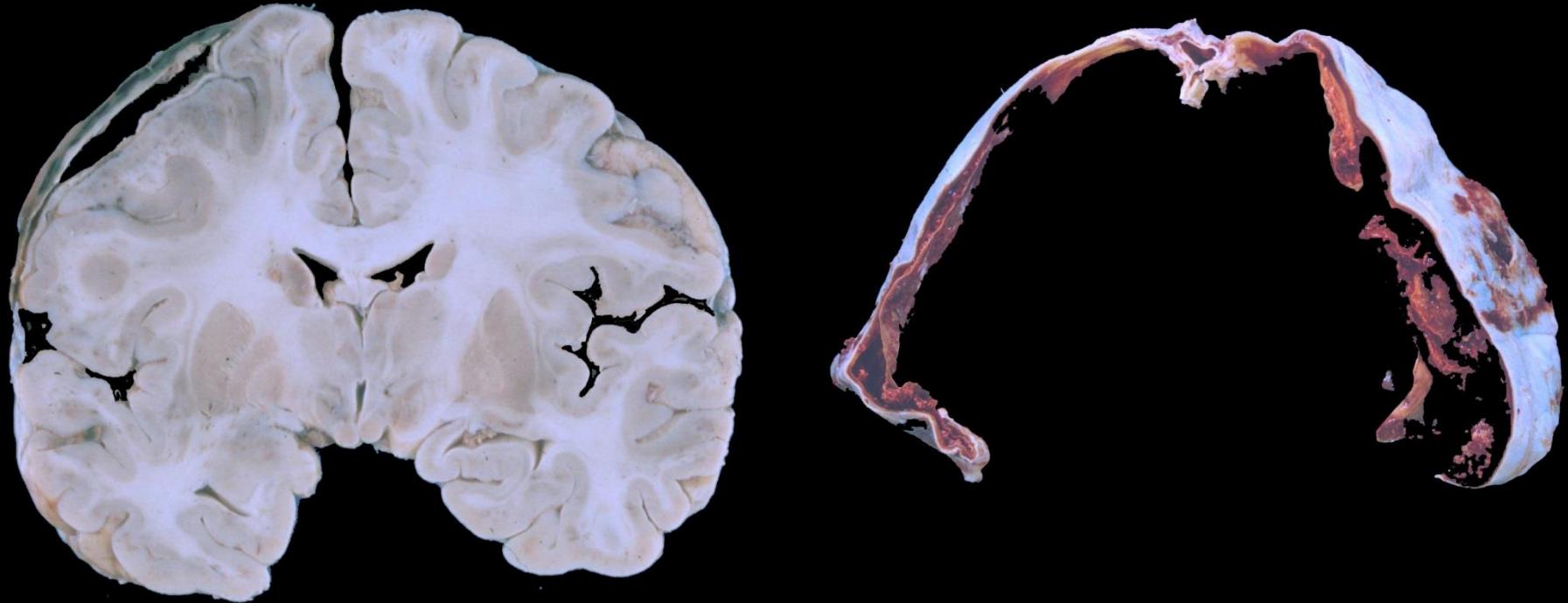
**Trauma:** Verkehrsunfall oder Sturz

**Beginn der Symptome:** Minuten bis zu 4 Wochen  
je früher die Symptome, desto schlechter die Prognose

# Subdurales Hämatom: Brückenvenen

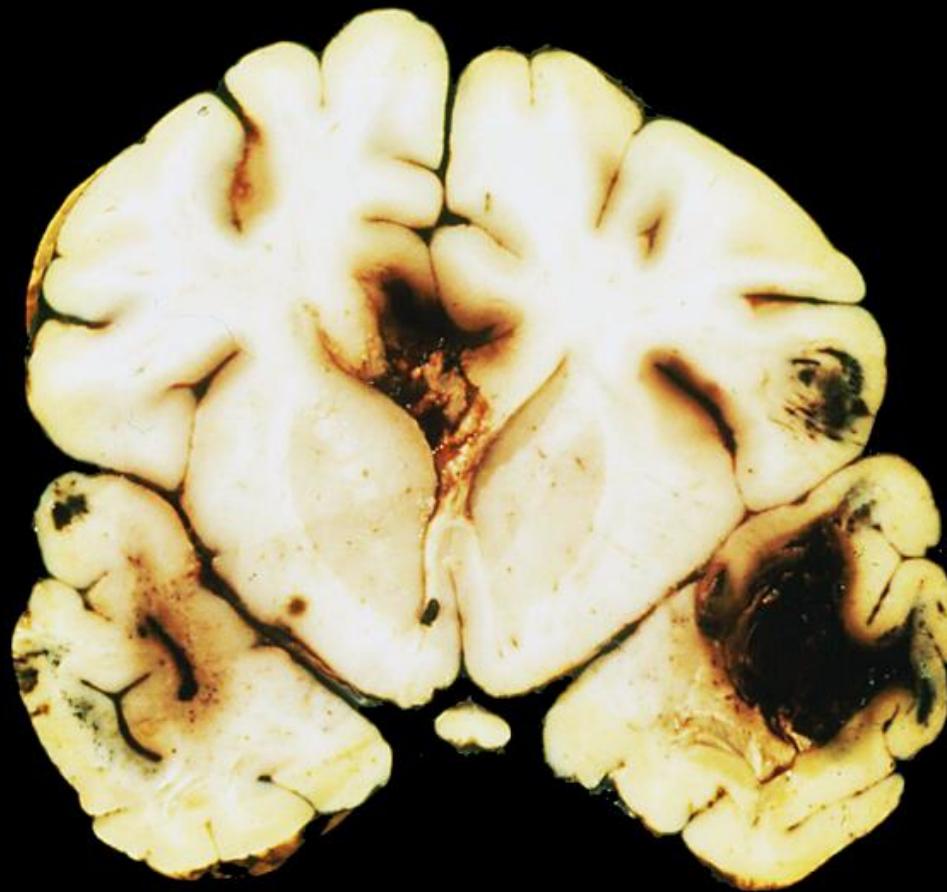


## Chronisches subdurales Hämatom



- Mehr als 4 Wochen nach Trauma
- häufig Bagatelltrauma, in 50% kein Trauma erinnerlich
- Prädisposition: Alkoholismus, Hirnatrophie, hämorrh. Diathese
- 75% der Patienten älter als 50 Jahre
- Symptome: Kopfschmerz, psychische Veränderungen

# Intrazerebrales Hämatom



**90% frontal oder temporal, seltener Basalganglien, Kleinhirn  
meist mit Kontusionen assoziiert**

**Pathogenese: Ruptur kleiner zerebraler Blutgefäße**

**Symptome nach Stunden bis Tagen**

# Neuropathologische Klassifikation der Schädel-Hirn-Traumen

	lokalisiert	diffus
primär	Kontusion / Lazeration Schussverletzung	Commotio diffuse axonale Schädigung
sekundär	epidurales Hämatom subdurales Hämatom (akut und chronisch) intrazerebrales Hämatom	Boxer-Enzephalopathie Marathon-Gehirn

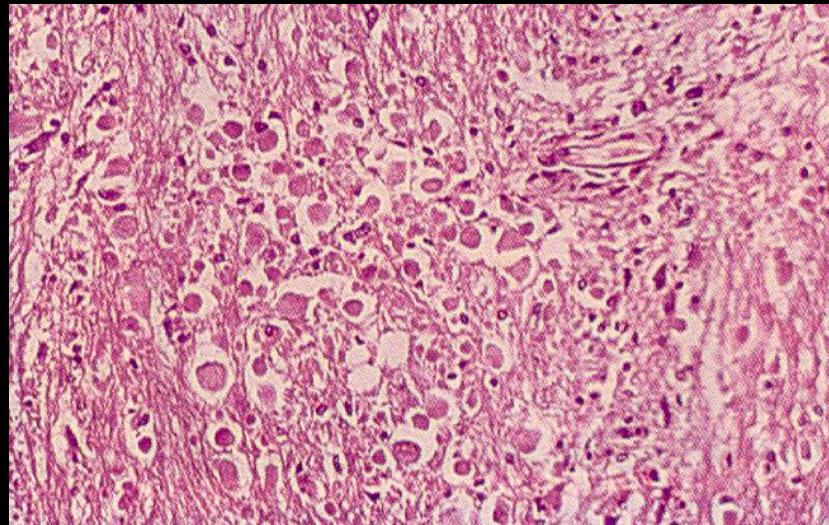
# Diffuse axonale Schädigung (diffuse axonal injury)

**Symptomatik:** sofortiges Koma für mehr als 6 Stunden  
in > 90% Folge von Verkehrsunfällen

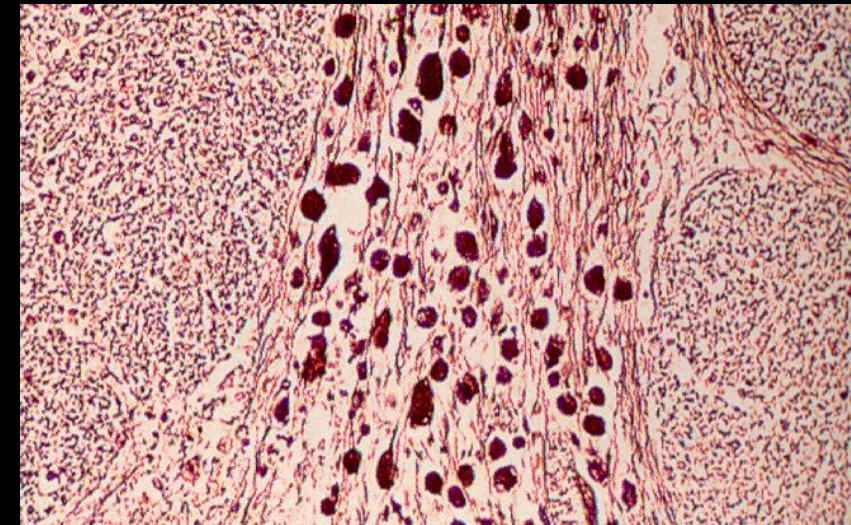
**Pathogenese:** Scherkräfte durch plötzliche Rotation des Kopfes  
bei Aufprall gegen große verformbare Flächen

**Lokalisation:** Balken, Hirnstamm, Großhirnmarklager

**Histologie:** axonale Sphäroide

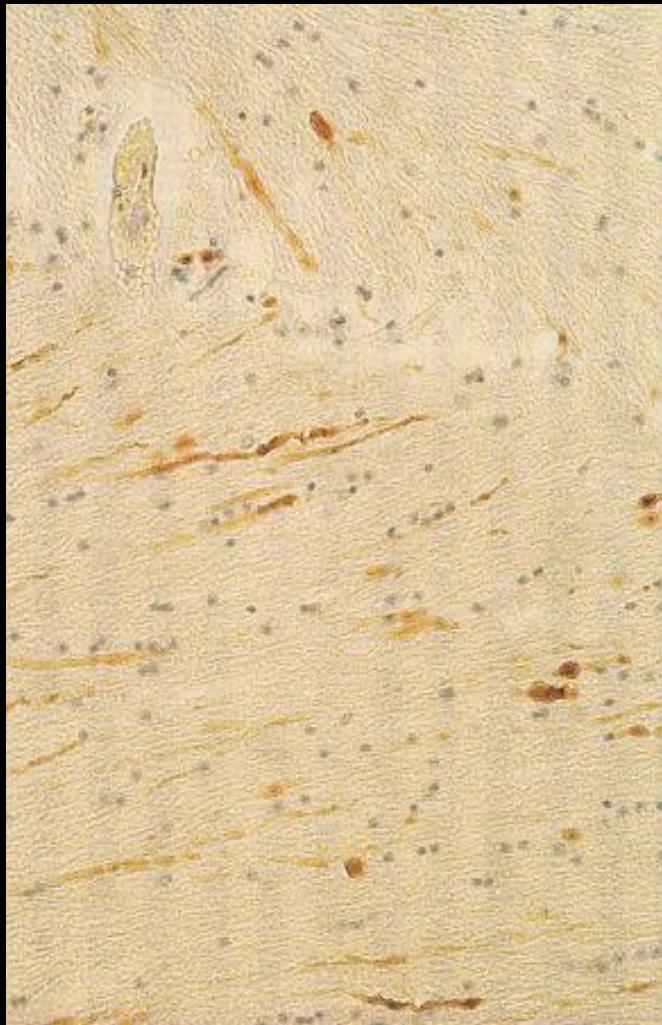


HE-Färbung

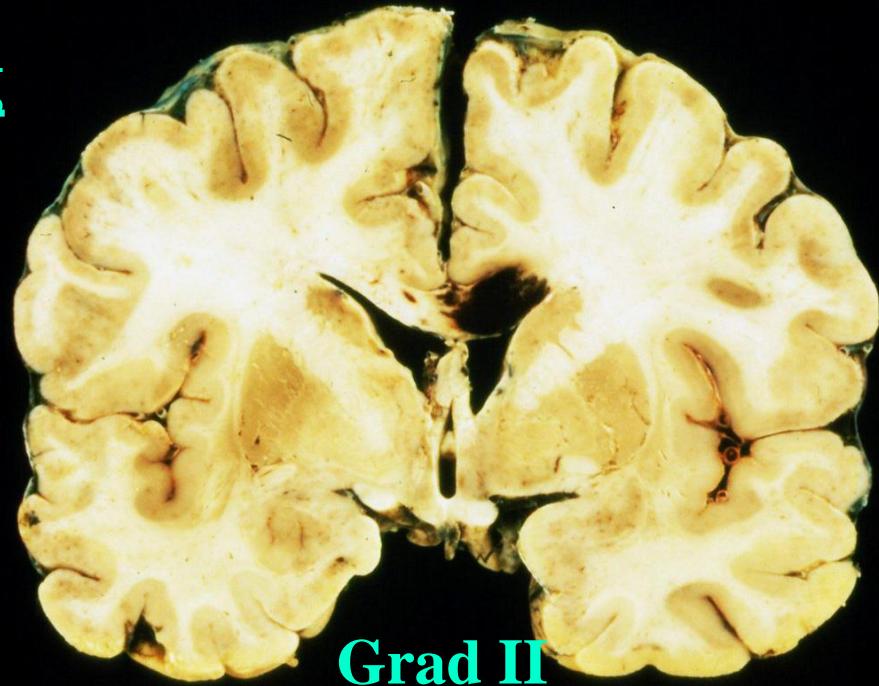


Versilberung (Bodian)

# Diffuse axonale Schädigung



**Grad I (nur histologisch)**  
**Immunhistochemie für  $\beta$ APP**  
**(Amyloidvorläuferprotein)**



**Grad II**



**Grad III**

# Neuropathologische Klassifikation der Schädel-Hirn-Traumen

	lokalisiert	diffus
primär	Kontusion / Lazeration Schussverletzung	Commotio diffuse axonale Schädigung
sekundär	epidurales Hämatom subdurales Hämatom (akut und chronisch) intrazerebrales Hämatom	Boxer-Enzephalopathie Marathon-Gehirn

# Boxer-Enzephalopathie (Dementia pugilistica)



- Bei 10-50% der Boxveteranen (Profis)
- Demenz mit Parkinsonismus
- häufig Psychose
- Atrophie von Neokortex, Abblässung der Nigra
- Tau-Pathologie (Tangles), v.a. perivaskulär und in den Windungstälern

**Risikofaktoren: Dauer der Boxkarriere, Anzahl der KOs, Apolipoprotein-E-Genotyp**

# **Neuropathologie der Boxer-Enzephalopathie:**

## **Atrophie von Neokortex, Nigra, locus coeruleus. Tangles, Neuropilfäden, (Plaques)**



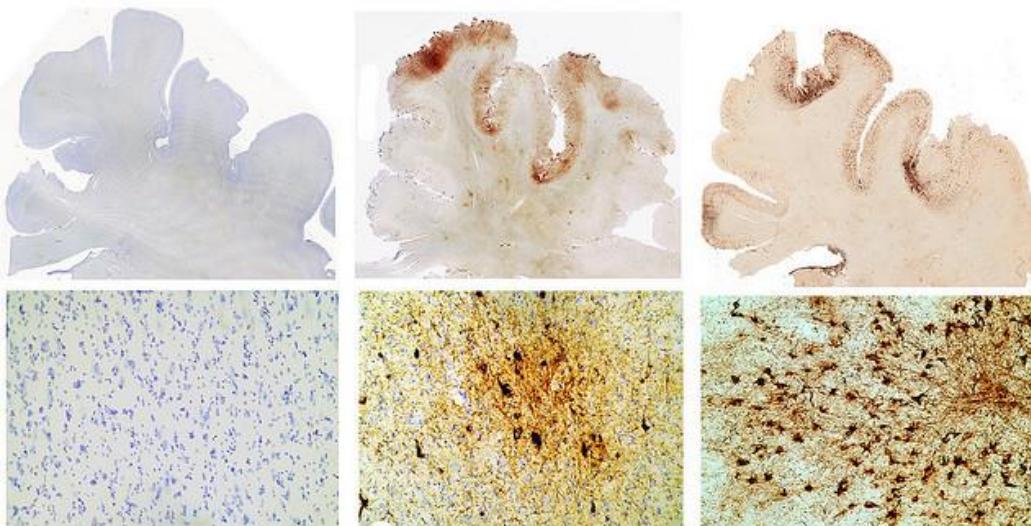
Auch andere Sportarten als Boxen können für das Gehirn gefährlich sein....



# Chronisch-traumatische Enzephalopathie (CTE) bei American Football Profis



Center for the Study of Traumatic Encephalopathy



Kein Sport

Football

Boxen



Bisher wurde CTE neuropathologisch bei  
Mehr als 90% der neuropathologisch  
untersuchten Profis nachgewiesen

# Das Marathongehirn: ein Spezialfall des Schädel-Hirn-Traumas?

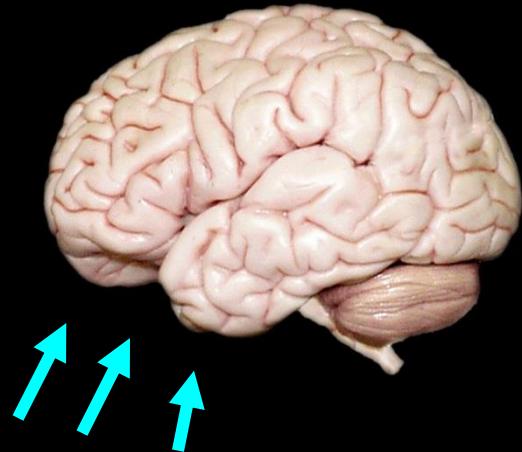
**S100 $\beta$  Serum Anstiege bei Boxern und Läufern**

(Int J Sports Med. 2000 Nov;21(8):551-5)



- ↗ S100 $\beta$  und GFAP sind gliale Schadensmarker
- ↗ Liquor- und Serumspiegel von S100 $\beta$  steigen nach Hirnschädigungen an

**Schädigung des Gehirns  
durch exzessives Sporttreiben?**

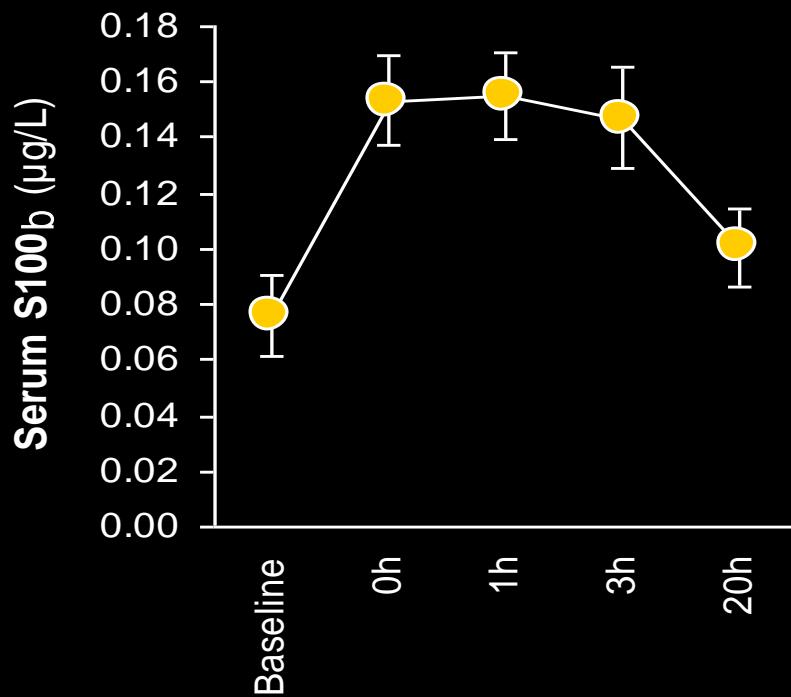


**18 Läufer (vor dem Lauf,  
0, 1, 3, 20 h nach dem Lauf)  
S-100 $\beta$ , GFAP, CK im Serum**



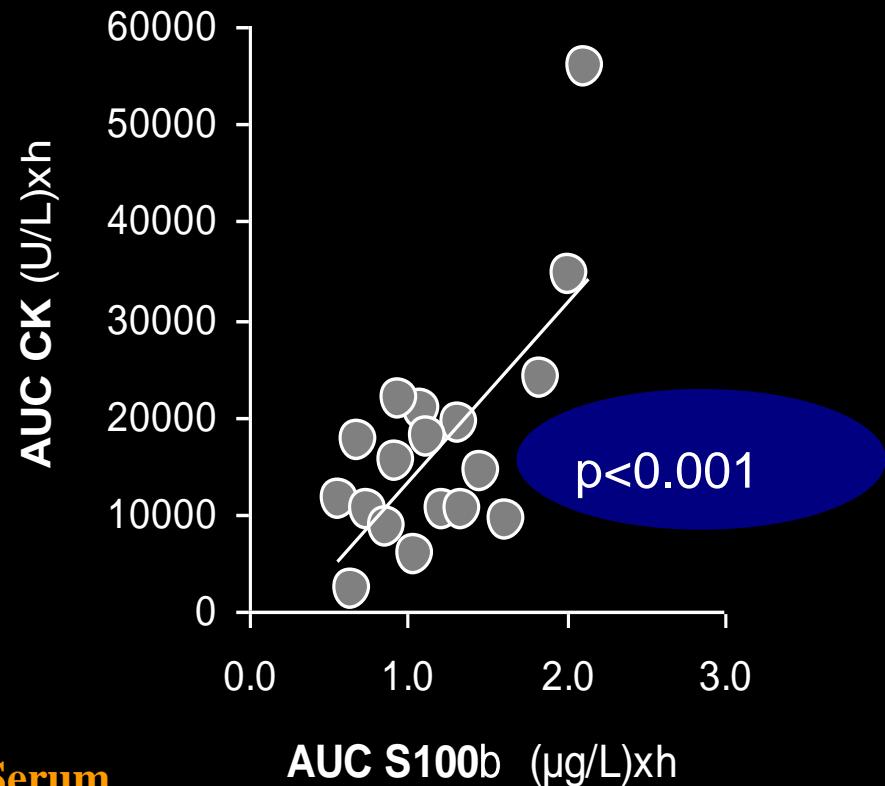
# Schädigt Marathonlaufen das Gehirn?

Massiver Anstieg von  $100\beta$  im Serum bereits unmittelbar nach dem Lauf



Kein Anstieg von GFAP im Serum

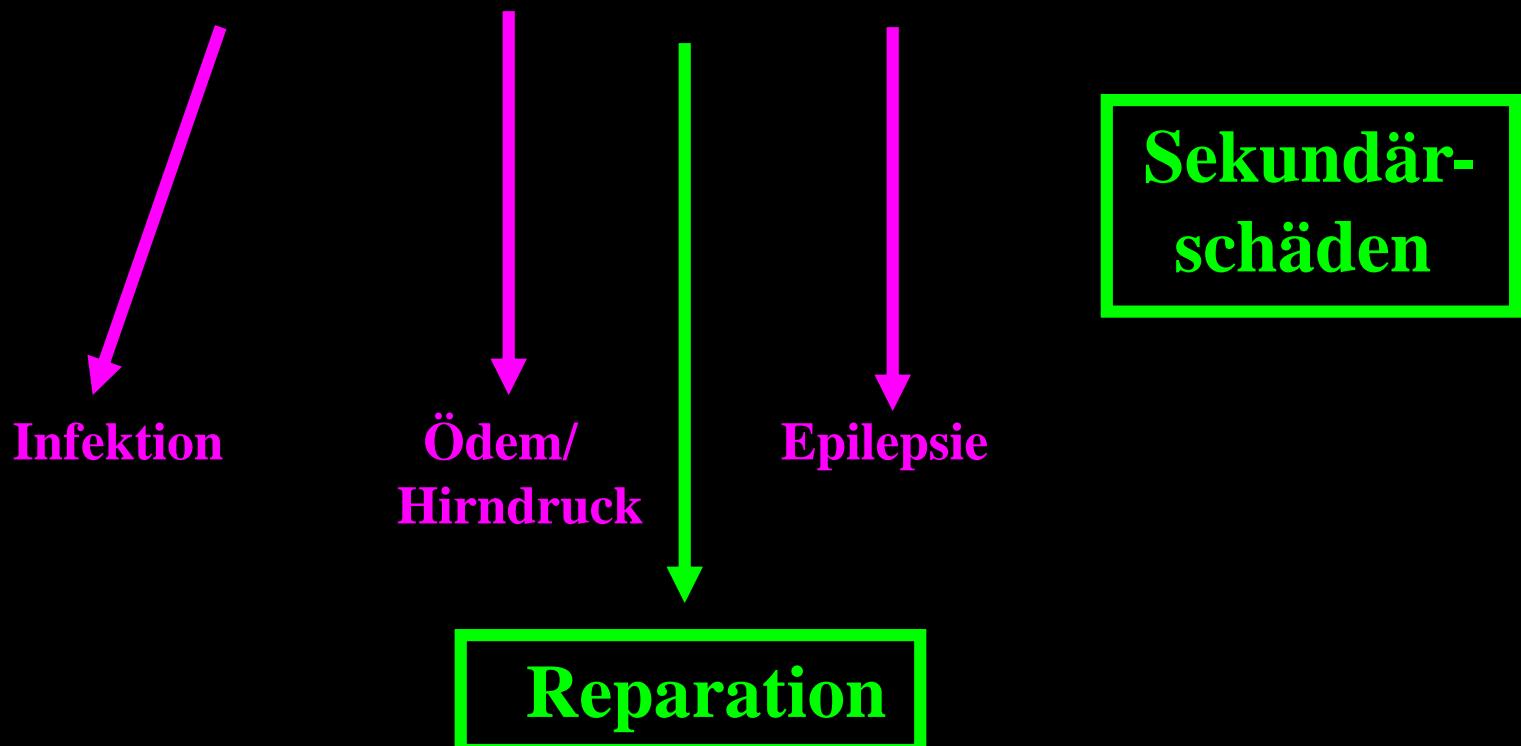
Korrelation von  $S100\beta$  und CK im Serum



- $S100\beta$ -Anstiege nach Laufen stammt aus Muskel oder Fettgewebe.
- Hirnschädigung durch Marathonlaufen ist nicht zu befürchten.

Alkohol - Azidose - Hypoxie - Hypotension - Elektrolyte - Medikamente

↓      ↓      ↓      ↓      ↓  
Genetik      Alter  
**Traumatische Primärläsion**

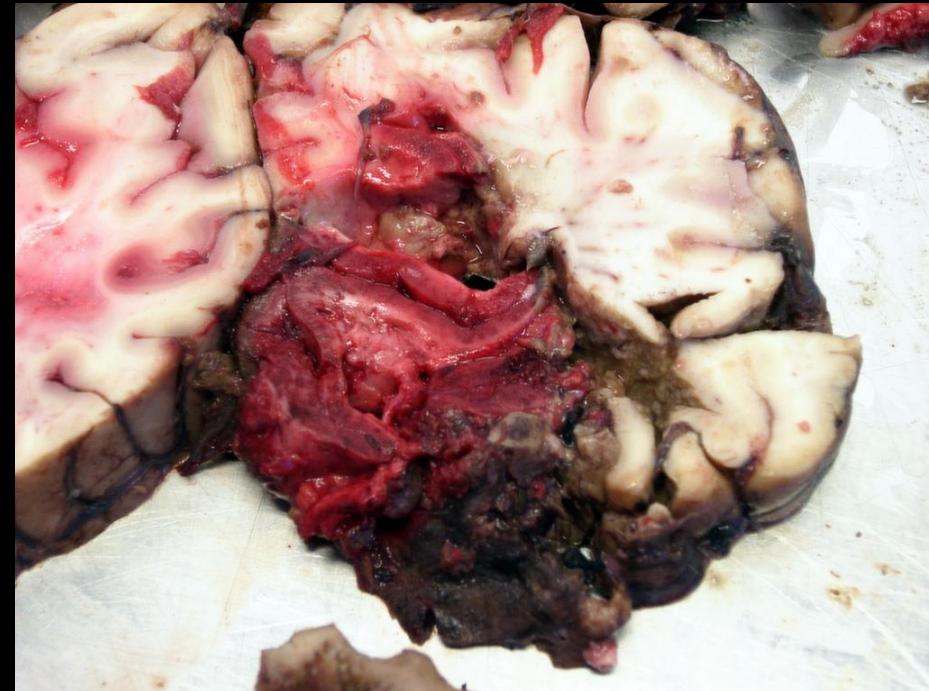


# Sekundärschaden nach Schädel-Hirn-Trauma: Radfahren in Münster Teil 3

**62-jährige Frau auf Kopfsteinpflaster mit Fahrrad ausgerutscht  
Zunächst Versorgung eines Beckenbruchs, bewusstseinsklar.  
In der Nacht Krampfanfall. Bildgebung: Subduralhämatom.  
Am nächsten Morgen Operation des Subduralhämatoms.  
Nach einer Woche Tod im zunehmenden Hirnödem.**

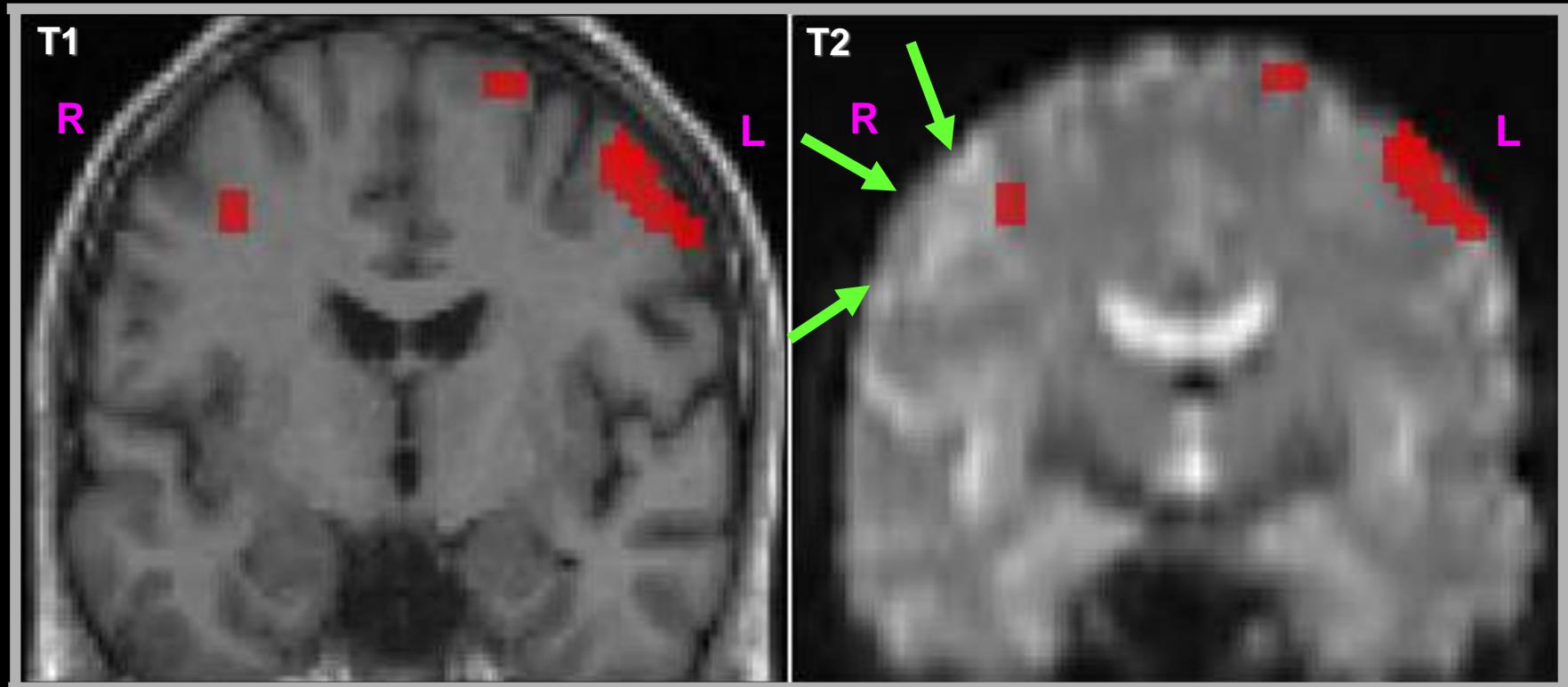


frontal



okzipital

# Reparation und Plastizität nach kortikaler Läsion: Aktivierung im kontralateralen homotopen Kortex **Läsion im rechten somatosensorischen Cortex**

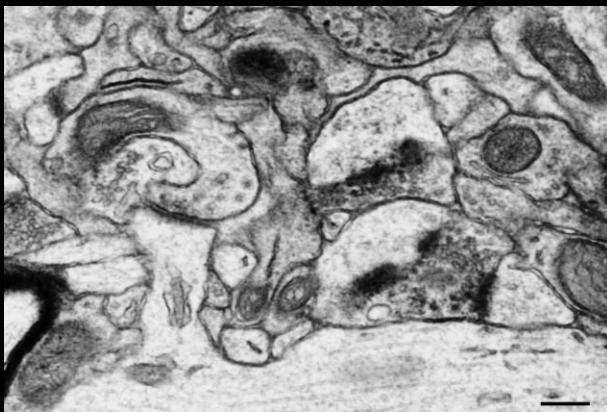
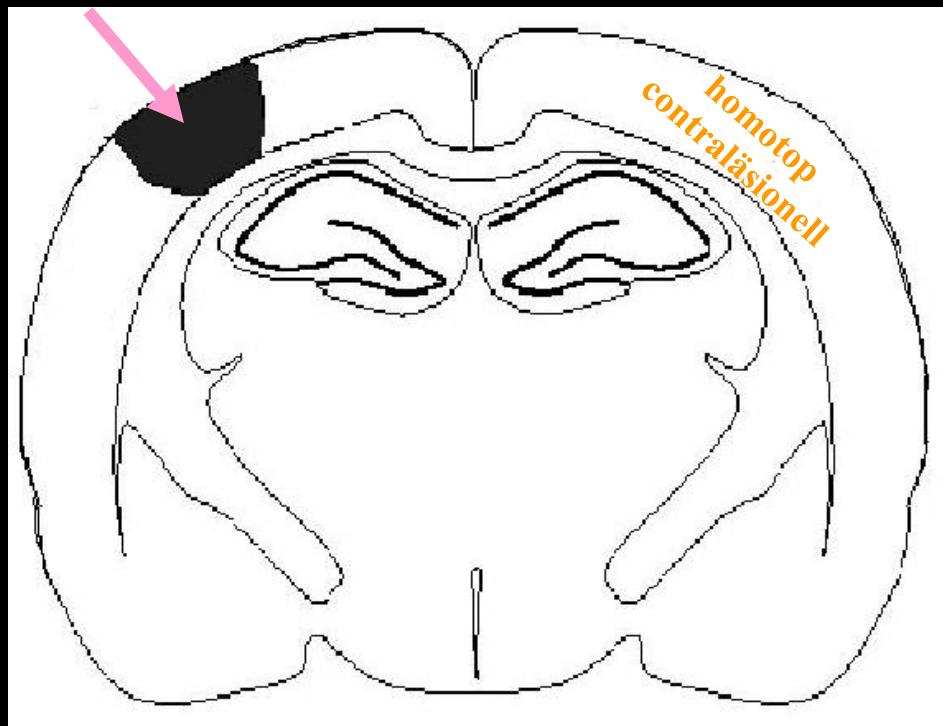


**fMRI mit Aktivierung des sensomotorischen Cortex  
ipsilateral zu der sich bewegenden paretischen (linken) Hand**

# Reparation und Plastizität nach Schädel-Hirn-Trauma:

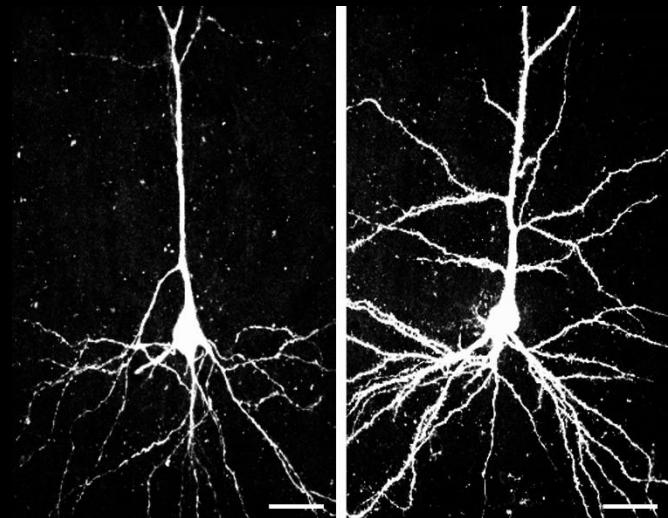
## Morphologische Veränderungen im kontralateralen homotopen Kortex

Läsion

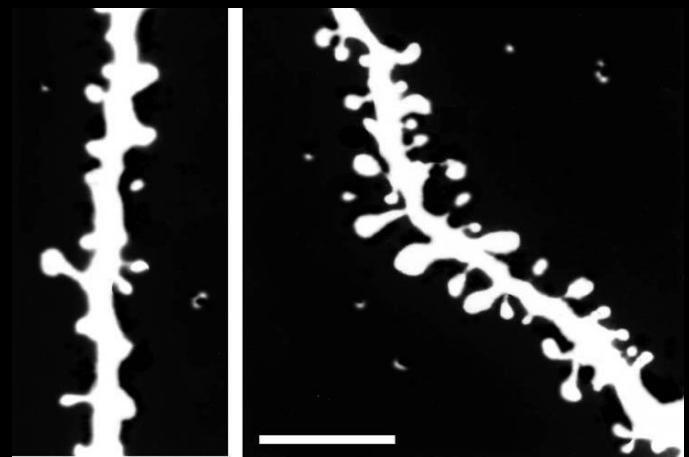


Vermehrung von  
Synapsen

Vermehrung von Dendriten



Vermehrung dendritischer spines



# Der Neuropathologe rät

(hinsichtlich sportlicher Aktivitäten):

