

## Psychoorganisches Syndrom nach traumatischer Hirnverletzung – Neurologische Sicht

Sönke Johannes

Rehaklinik Kilchberg, März 2023

# Ausgangslage/ Versicherungsmedizinische Fragestellung

## **Versicherte Person mit**

- Unfallereignis mit (möglicher) traumatischer Hirnverletzung
- Beschwerden/Auffälligkeiten in Bezug auf Kognition und/oder Verhalten

## **Übliche Fragen an Gutachter (in Bezug auf Kausalität)**

1. Mit welchem Grad der Wahrscheinlichkeit hat das Unfallereignis zu welchem Schweregrad einer Hirnverletzung geführt?
2. Liegen strukturelle Hirnschäden vor?
3. Liegen kognitive Störungen und/oder psychische Störungen vor, ggf. welche?
4. Mit welchem Grad der Wahrscheinlichkeit besteht in Zusammenhang zwischen 1.), 2.) und 3.)?

# Inhalte – Neurologische Perspektive

- Pathophysiologie Hirnverletzung
- Bildgebende Verfahren
- Klassifikationssysteme

# Ereignis



Daniel Albrecht, Unfall Kitzbühel 22.01.2009

# Ereignis



Fussball Männer WM-Finale 2014, 13.07.2014, Deutschland - Argentinien

<https://www.youtube.com/watch?v=rq9JGaW5l-Y>  
(eingesehen am 27.04.2019)





Bild-Sport 18.07.2014

# Unfallmechanismus



<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Windshield-spiderweb.jpg> (eingesehen 06.08.2018)

**Energieeinwirkung auf Kopf/Gehirn**  
(nicht notwendigerweise direkt)

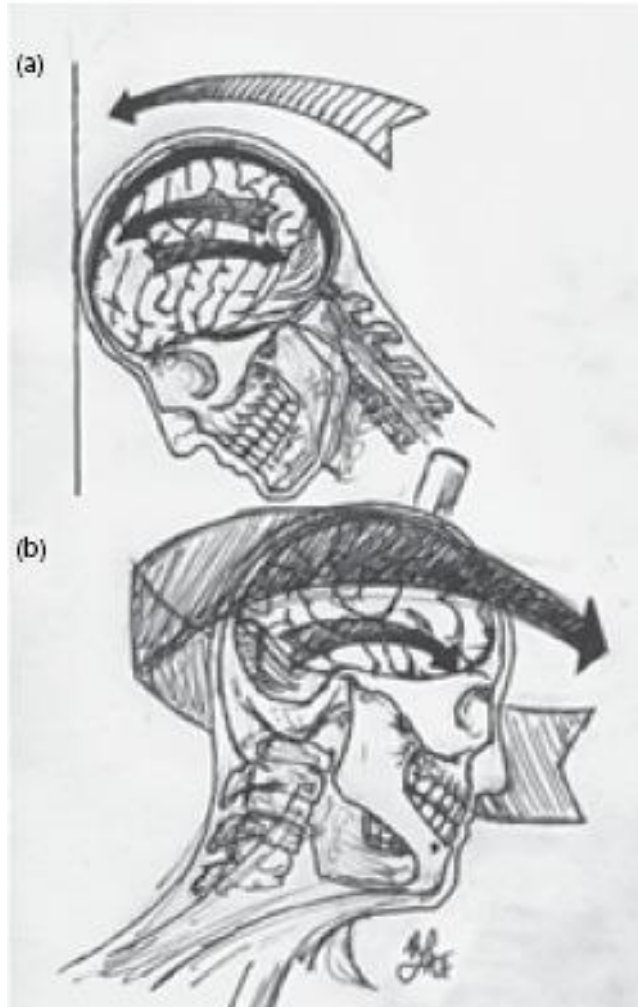


<http://lifeinthefastlane.com/minor-injuries-002/> (eingesehen 06.08.2018)



# Richtungen der Energieeinwirkung

axial



rotational



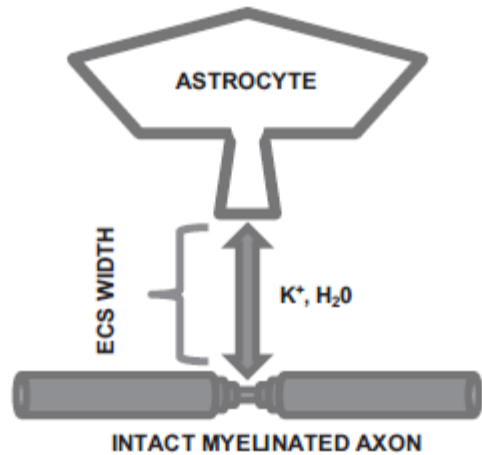
<http://www.ace-online.de/ace-lenkrad/unser-club/detail/aufprall-mit-grosser-wirkung-446.html>  
(eingesehen Okt 2007)



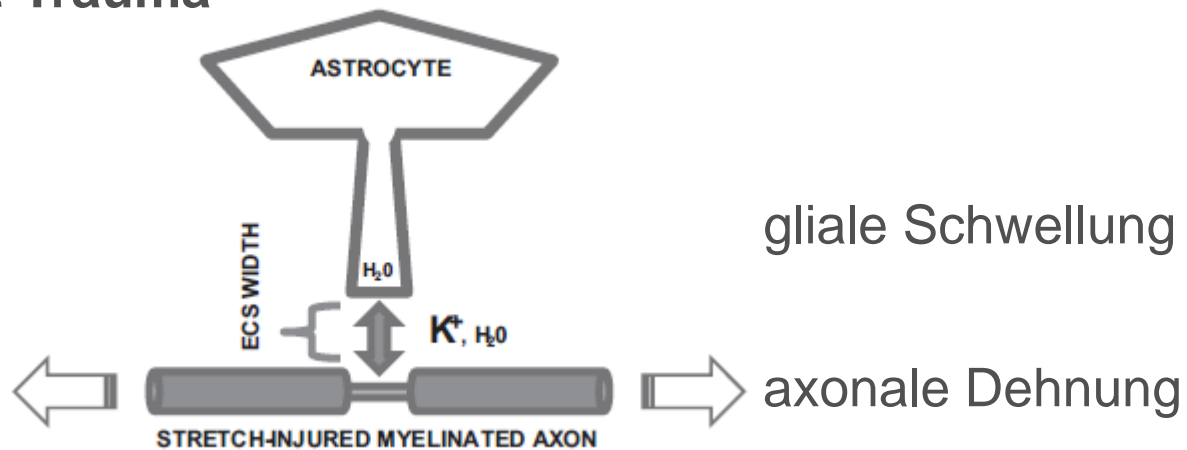
<https://www.spiegel.de/wissenschaft/mensch/gefahrlicher-boxsport-faust-aufs-gehirn-a-503829.html> (eingesehen Jan 2023)

# Pathophysiologie

physiologisch



post-Trauma

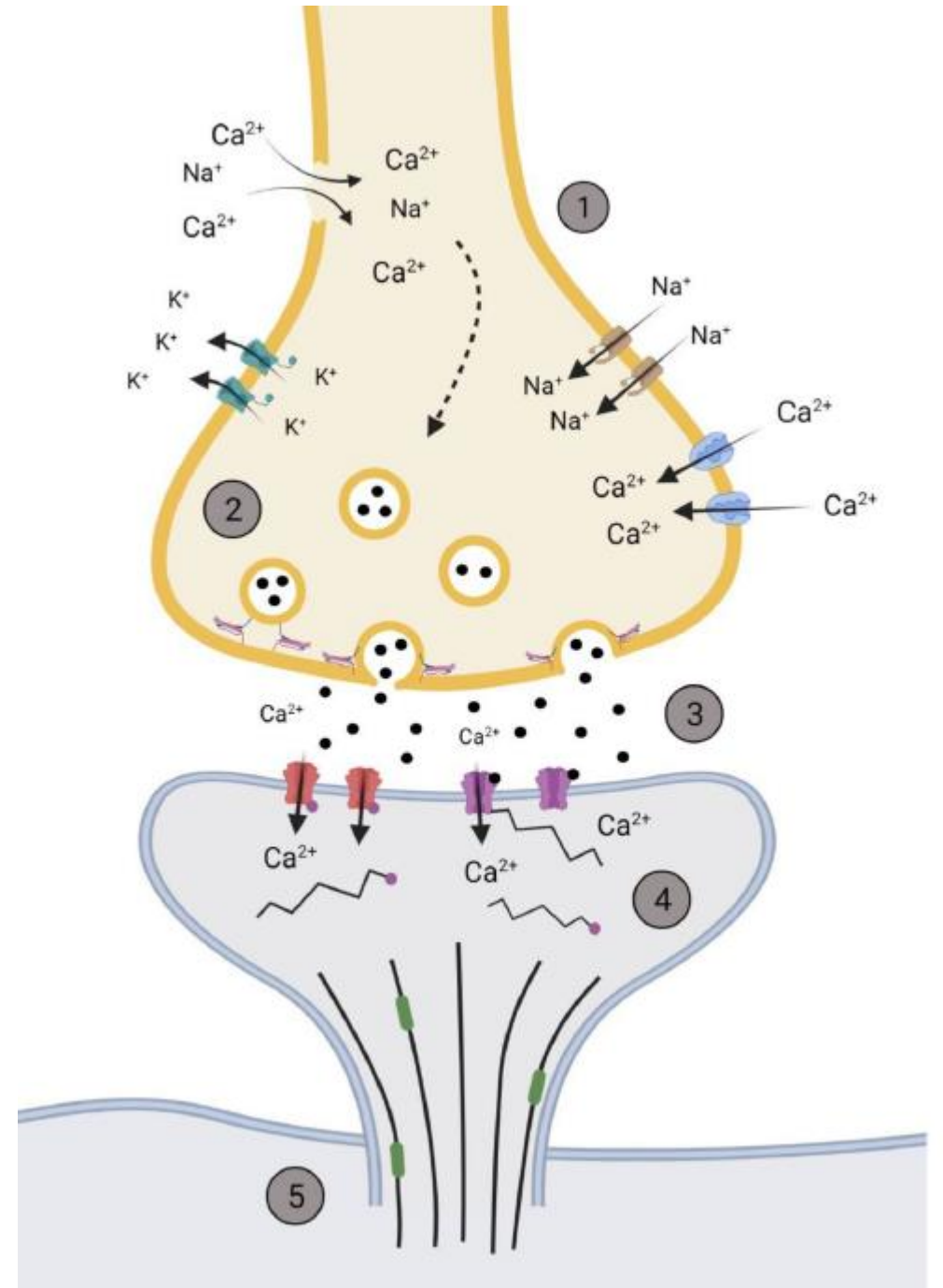


Volman V. und Ng Lj; J Neurophysiol  
2016;115:1003–17

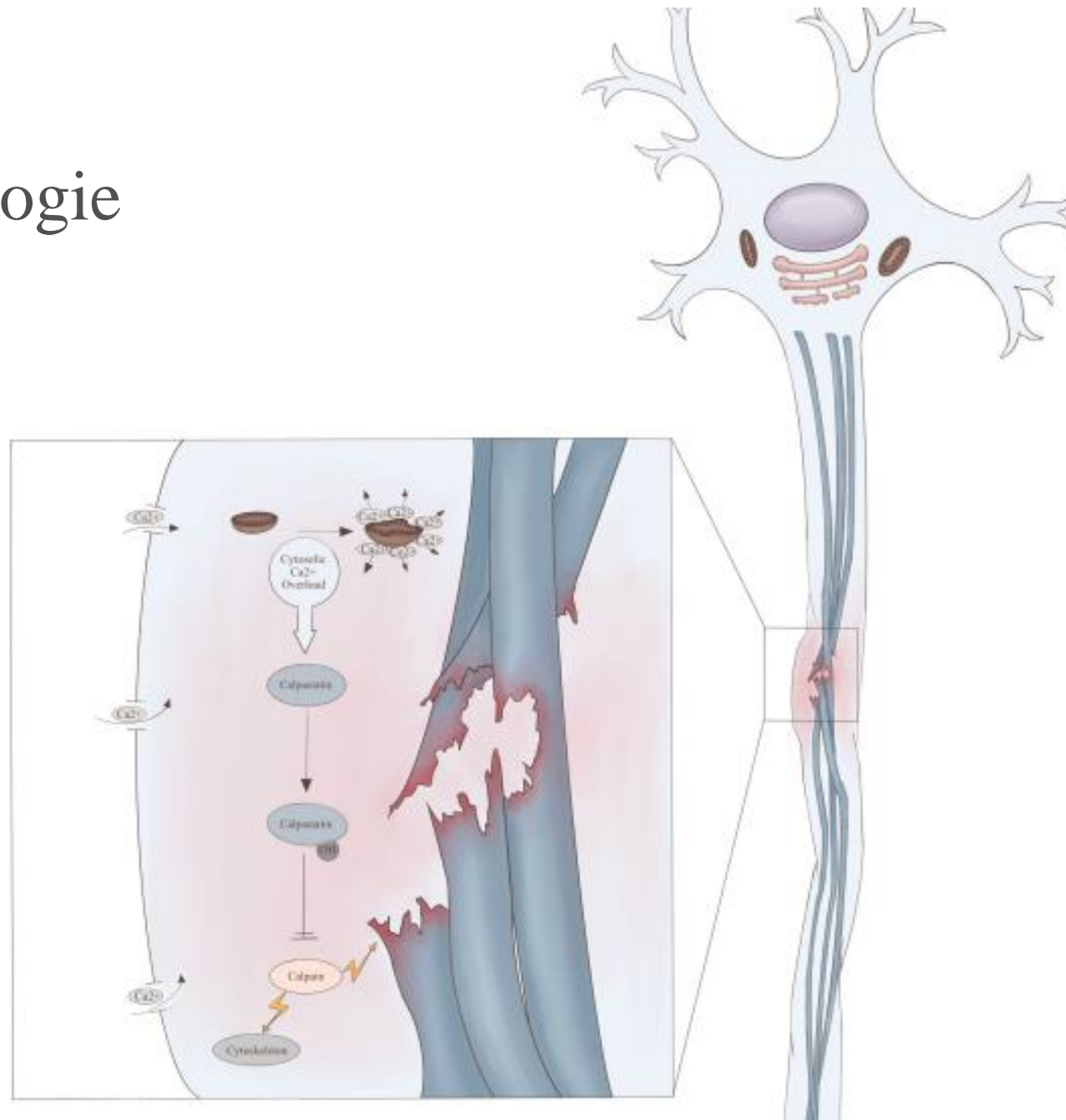
# Pathophysiologie

- 1.) Membranpermeabilität steigt
  - 2.) Erhöhung Calciumspiegel triggert Glutamatbildung
  - 3.) Glutamatfreisetzung in synaptischen Spalt
  - 4.) Postsynaptisches Cytoskelett verändert sich
  - 5.) Veränderung Dynamik Mikrotubuli
- .....
- Anstieg Glukoseverbrauch, Mismatch mit ATP-Produktion in Mitochondrien
  - Glykolyse und Produktion von Milchsäure
  - Lokale neuronale Entzündungsreaktion
  - Veränderung zerebraler Blutfluss
- .....

**Verlauf über Tage bis Wochen**



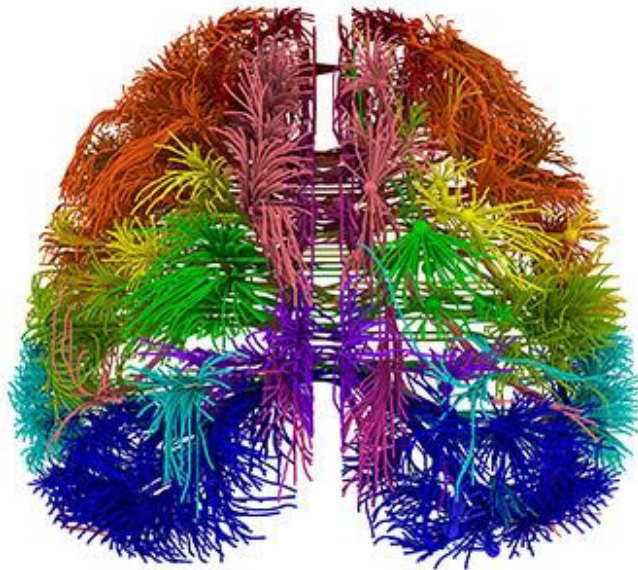
# Pathophysiologie



# Neuronale posttraumatische Dysfunktion

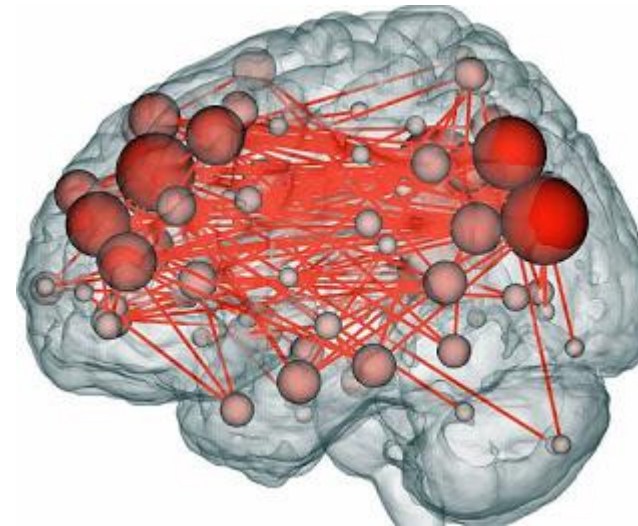
## Veränderungen der neuronalen Aktivität (Konnektivität)

Veränderung der Nervenbahnen



[https://www.google.ch/search?q=konnektom&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwizkb38nO3VAhUEbxQKHXIAGEQ\\_AUICygC&biw=1536&bih=738&dpr=1.25#imgrc=js4bjl-npbluXM:&spf=1503487058894](https://www.google.ch/search?q=konnektom&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwizkb38nO3VAhUEbxQKHXIAGEQ_AUICygC&biw=1536&bih=738&dpr=1.25#imgrc=js4bjl-npbluXM:&spf=1503487058894) (eingesehen am 23.08.2017)

Erniedrigung funktionell verbundener Hirnareale



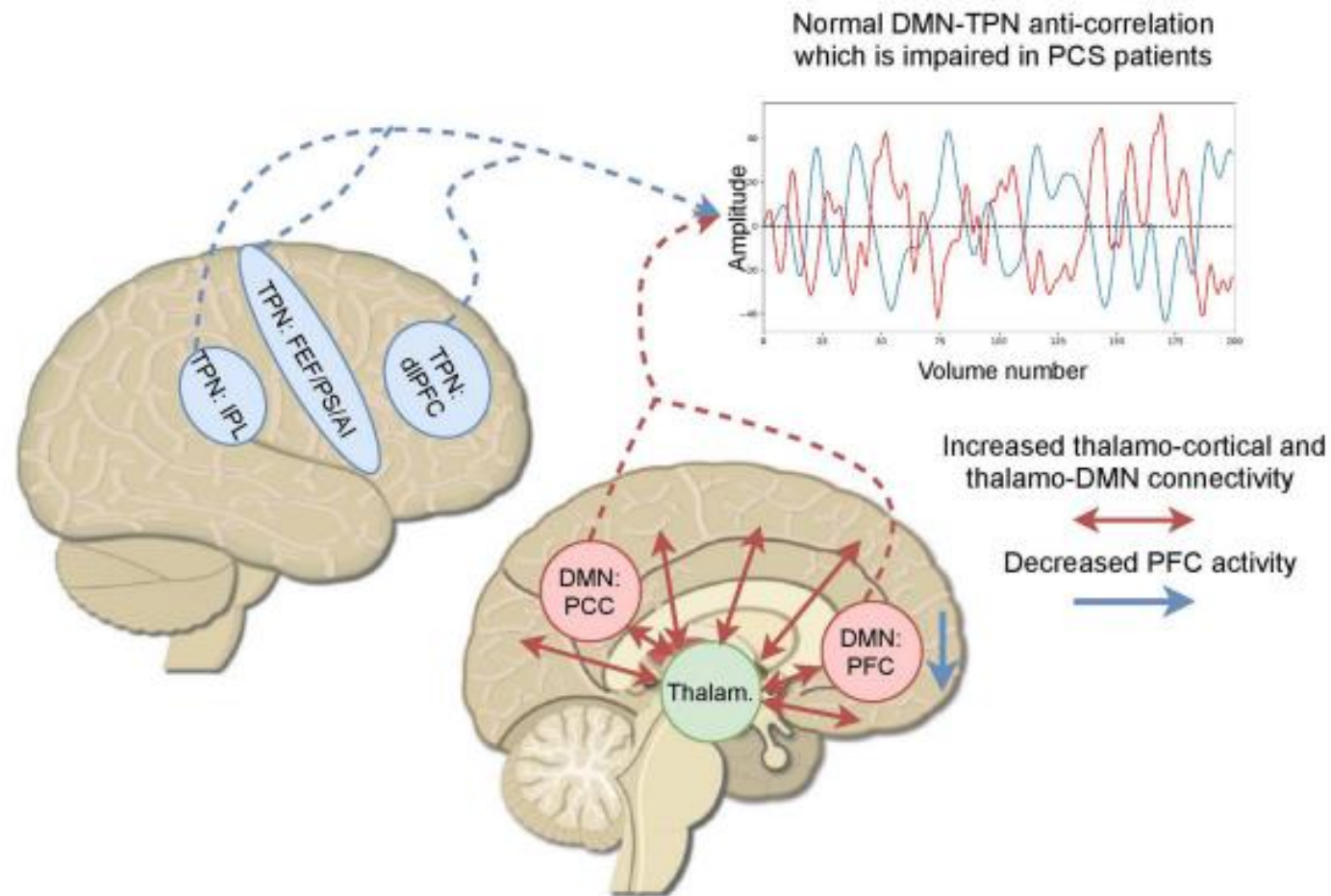
<https://www.pinterest.de/pin/341358846735064057/>,  
eingesehen am 23.08.2017

Dall'Acqua P., Johannes S. et al.: Front Hum Neurosci. 2016 und 2017

Amir J. et al.: Brain Behav. 2021, Jia X. et al.: J Neurotrauma 2021, Lu L. et al.: Clin Neuroradiol. 2022

Kim et al.: Eur J Radiol. 2022

# Neuronale posttraumatische Dysfunktion



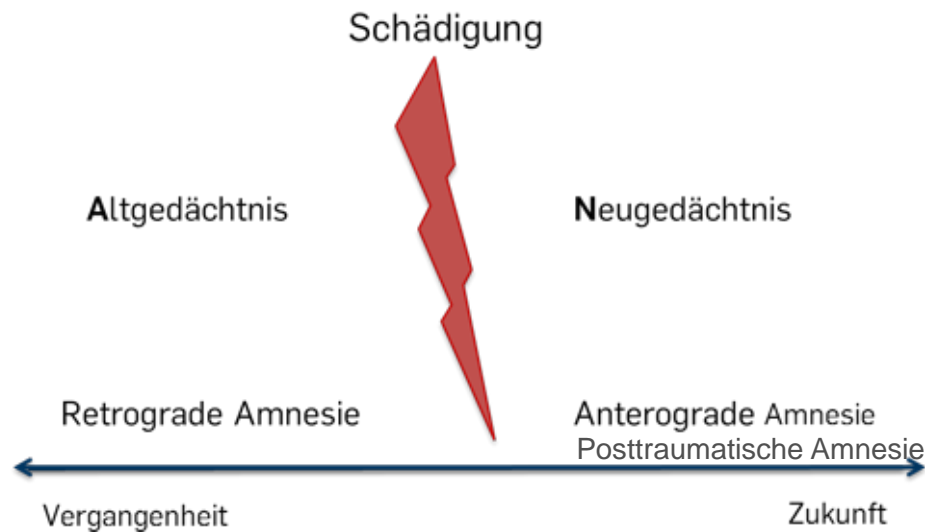
# Schweregrad Hirnverletzung

Leicht – mittelschwer – schwer

## Klassifikation anhand von klinischen Kriterien

- Glasgow Coma Score (Punktsystem: - Augen öffnen, - verbale, - motorische Antwort (max. 15))
- Dauer quantitative/qualitative Bewusstseinsstörung
- Dauer Gedächtnisstörung (Amnesie)

Pervez et al. Neuroimaging Clin N Am. 2018 1:1-13



## Severity of Head Trauma

	LOC	PTA	GCS
Mild:	≤30 min	≤24 h	13–15
Moderate:	>30 min, ≤24 h	>24 h, ≤7 days	9–12
Severe:	>24 h	>7 days	3–8

Jang, 2020. Diagnostics (Basel) 21:10:117

# Häufigkeit

## Häufiges Ereignis

Leichte Hirnverletzung

ca. 3.1 / 1.000 Personen / Jahr (ca. 80-90% aller Hirnverletzungen)

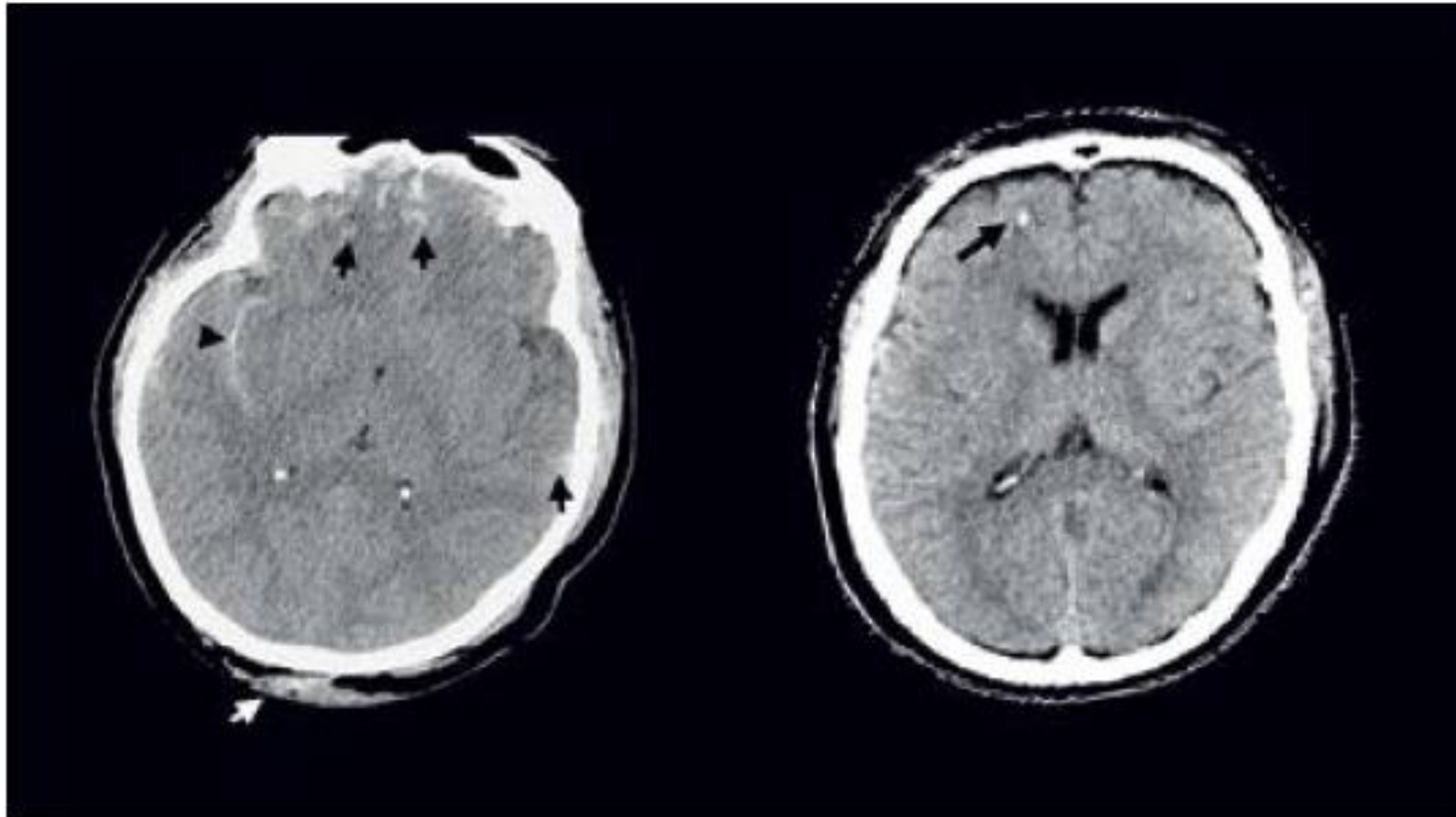
Mittelschwere und schwere Hirnverletzung

ca. 0.2-0.5 / 1.000 Personen / Jahr (ca. 10-20% aller Hirnverletzungen)

Extrapoliert aus: SSUV-UVG Pool 2012-2016, Stand 12.09.2022 (eingesehen am 31.01.2023)



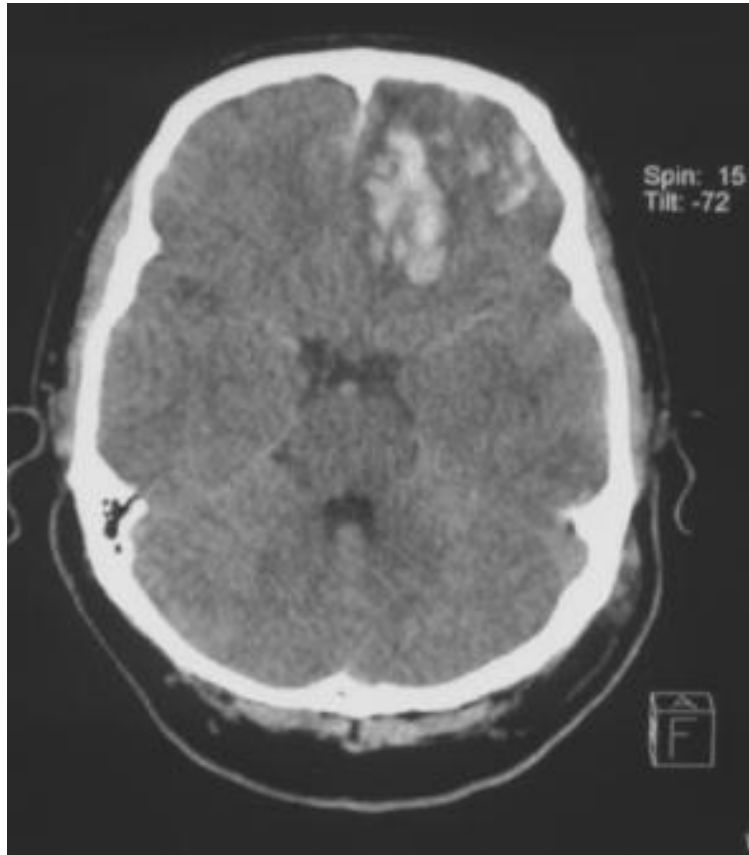
## Notfalldiagnostik: CCT



Bigler, 2015. In Kobeissy FH, editor. Brain Neurotrauma: Molecular, Neuropsychological and Rehabilitation Aspects. CRC Press/Taylor & Francis, Chapter 31

# Komplikationen

## Intrakranielle Blutungen



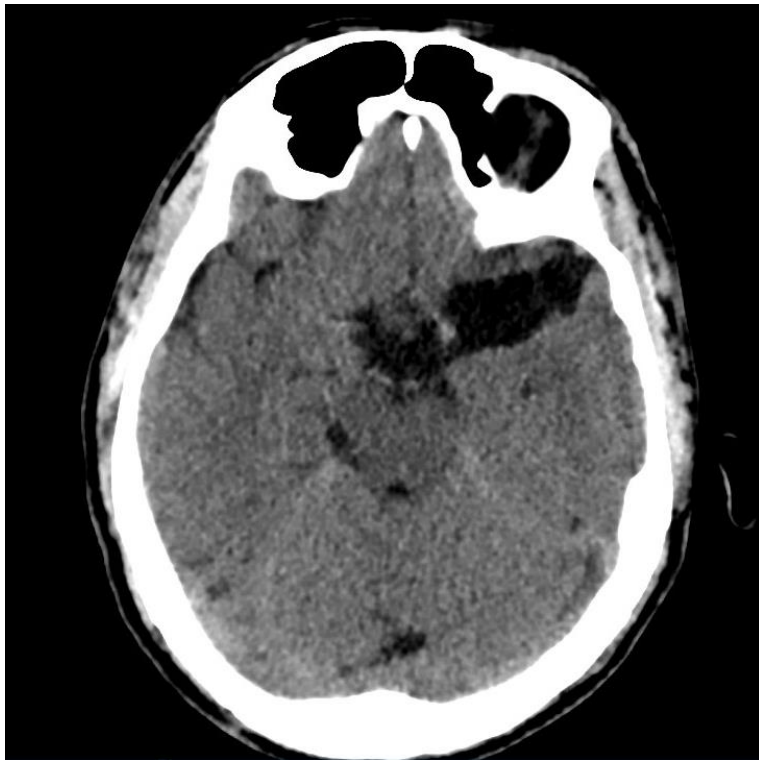
Fokale, links frontale Blutung



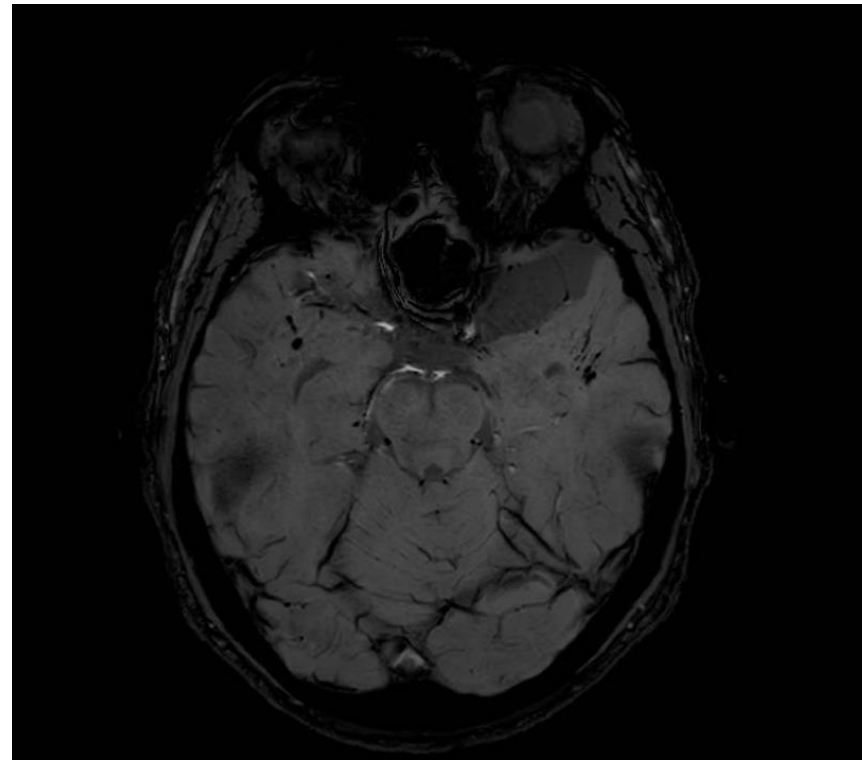
Vorwiegend subdurale Blutung  
mit linkshemisphärischem Ödem

# Komplikationen

## Diffuse Axonale Verletzungen (Shearing Injuries)



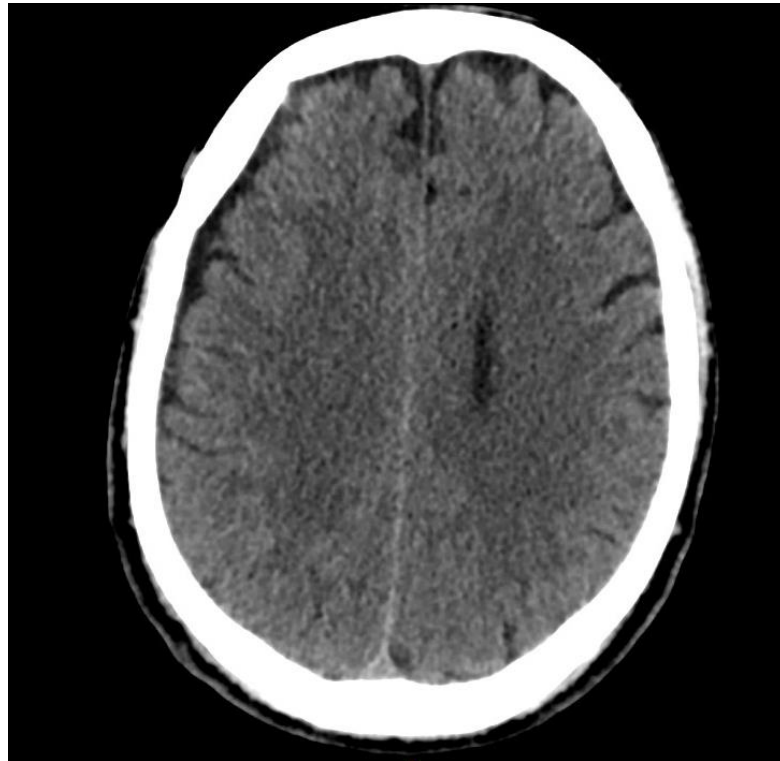
CCT: kein Blutungsnachweis



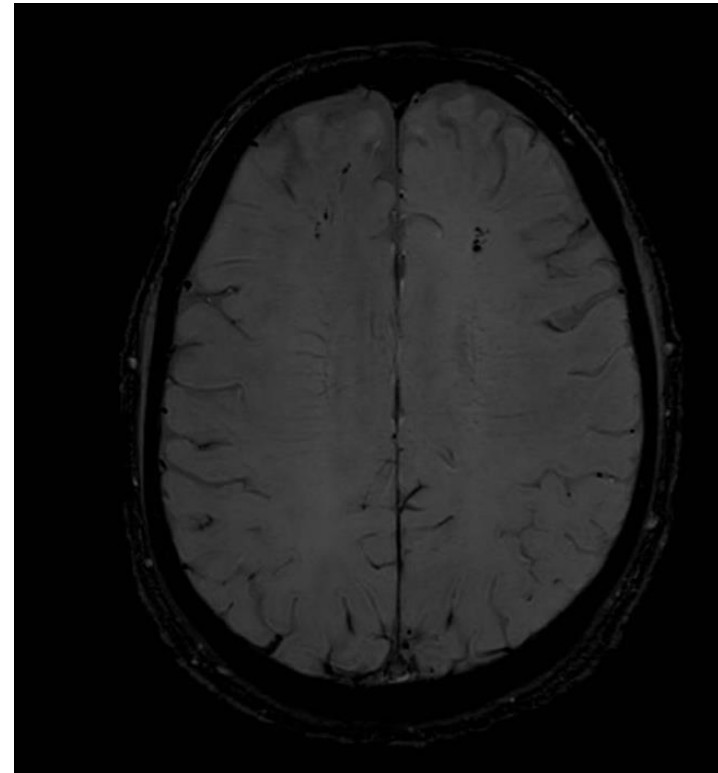
MRT: Hämosiderinnachweis

# Komplikationen

## Diffuse Axonale Verletzungen (Shearing Injuries)



CCT: kein Blutungsnachweis



MRT: Hämosiderinnachweis

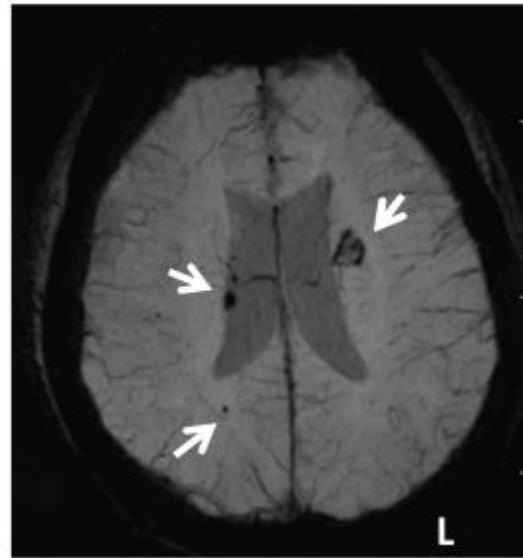
Schweregrade I-III, gemäss Adams et al. Brain 1977;100:489-502

# Bildgebende Diagnostik

**Begutachtung: strukturelles MRI u.a. mit hämosiderinsensitiven (SWI) Sequenzen**



CCT



MRI: SWI

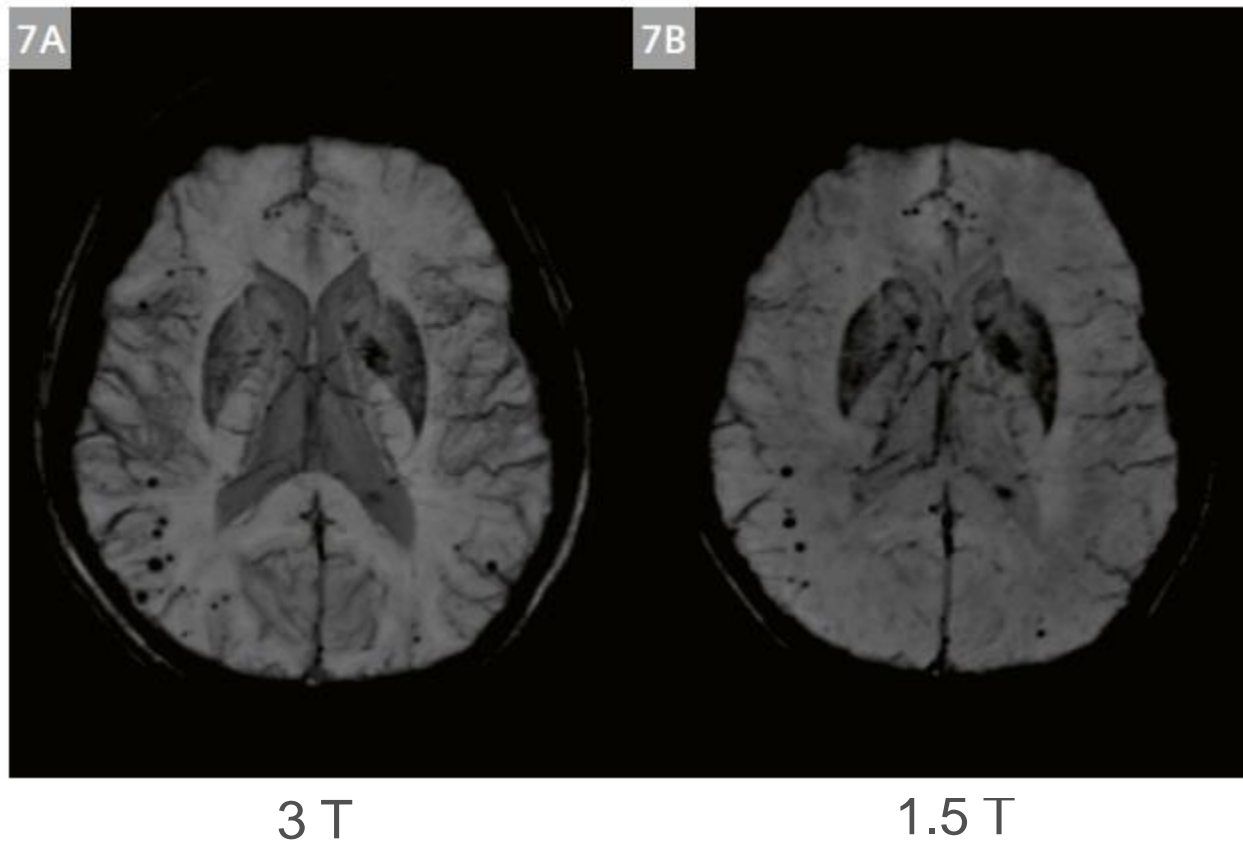
Bigler et al. 2016. Sports Med. Arthrosc Rev. 24:e42-e52

SWI ist 3-6 x sensitiver als T2\* GE Sequenzen in Bezug auf die Detektion von Läsionen (Grösse, Anzahl) bei Diffuser Axonaler Verletzung Halefoglu und Yousem 2018. World J Radiol. 10:30-45

# Bildgebende Diagnostik

**Begutachtung: Standard MRI Feldstärke 3 Tesla**

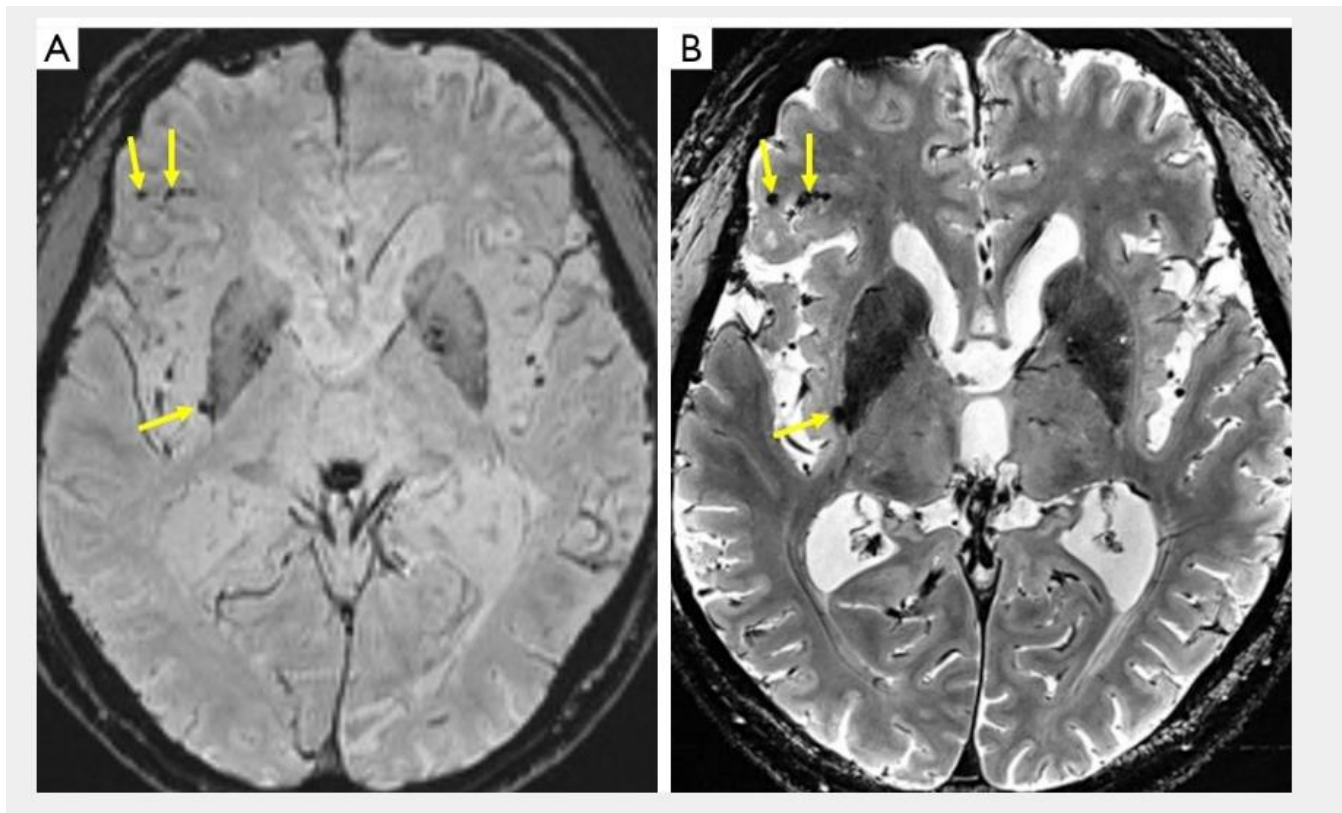
Beispiel: Amyloidangoipathie



# Bildgebende Diagnostik

## Entwicklungsperspektive: Ultrahochfeld MRI Feldstärke 7 Tesla

Diffuse Axonale Verletzung



3 T

7 T

# Bildgebende Diagnostik und Klinische Symptomatik

## Zu klärende Aspekte

1. Sind bildgebend darstellbare Läsionen unfallkausal?
2. Erklären bildgebend darstellbare Läsionen die klinische Symptomatik?

## Mikroblutungen bei Leichter Traumatischer Hirnverletzung

- Mikroblutungen in Gruppe von Verunfallten (5.7-28.8%) häufiger als in Kontrollgruppe (0-13.3%)
- Verunfallte mit Mikroblutungen haben im Durchschnitt höhere Symptombelastung und schlechtere kognitive Performance als Kontrollgruppe 12 Monate nach Unfall

Hageman et al. 2022, Eur Neurol 2022;85:177–185

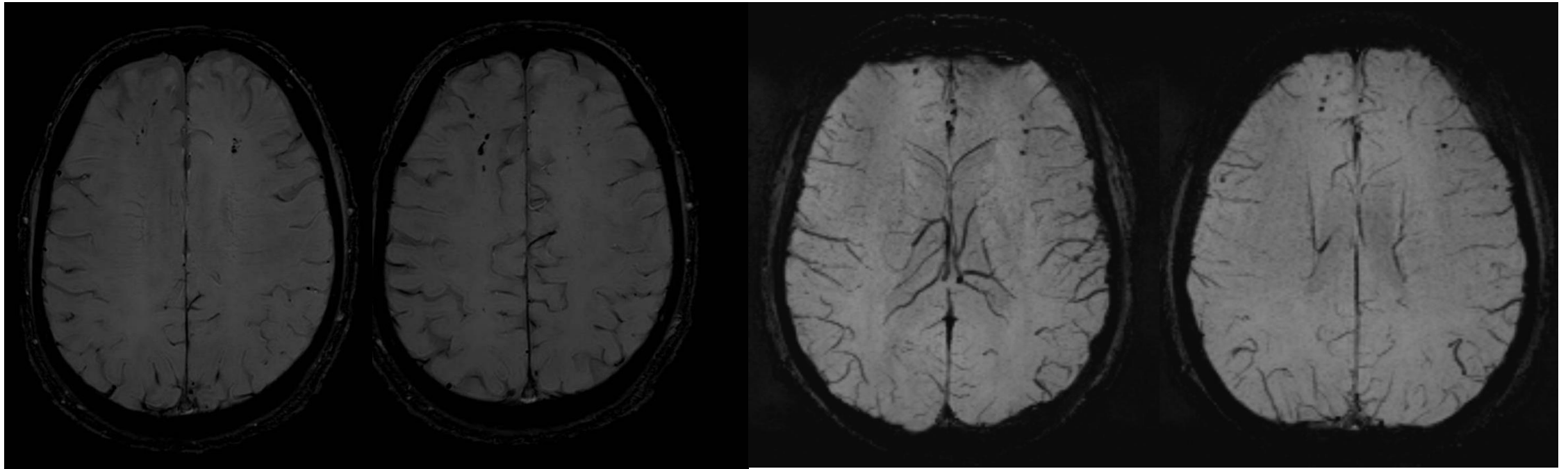
## Im Rahmen der Begutachtung ist der Einzelfall zu betrachten

Traumatische Läsionen verschlechtern die Prognose, erklären aber nicht notwendigerweise die (gesamte) klinische Symptomatik



# Bildgebende Diagnostik und Klinische Symptomatik

Im Rahmen der Begutachtung ist der Einzelfall zu betrachten

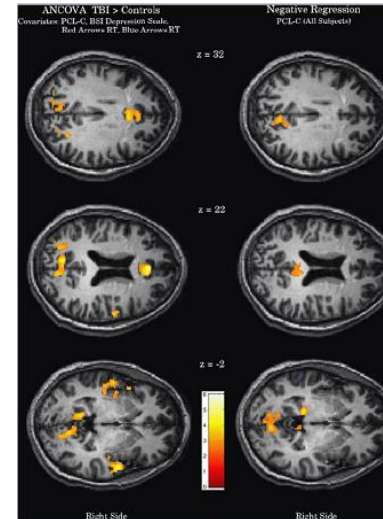


Patient mit mittelschwerer Hirnverletzung  
Keine psychopathologischen Symptome

Patient mit leichter Hirnverletzung  
Affektive Störung

**Ähnliche Läsionen können sehr unterschiedliche klinische Auswirkungen haben**

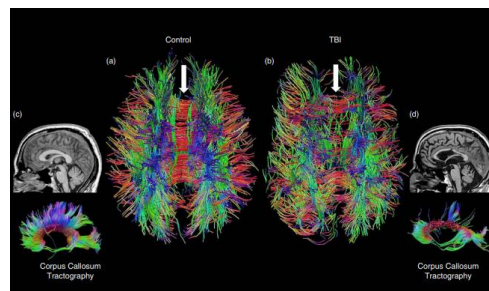
# Funktionelle MRI Diagnostik



[https://www.researchgate.net/figure/Brain-structures-where-the-traumatic-brain-injury-TBI-group-had-greater-activation-than\\_fig2\\_51845316](https://www.researchgate.net/figure/Brain-structures-where-the-traumatic-brain-injury-TBI-group-had-greater-activation-than_fig2_51845316), eingesehen am 24.02.2023

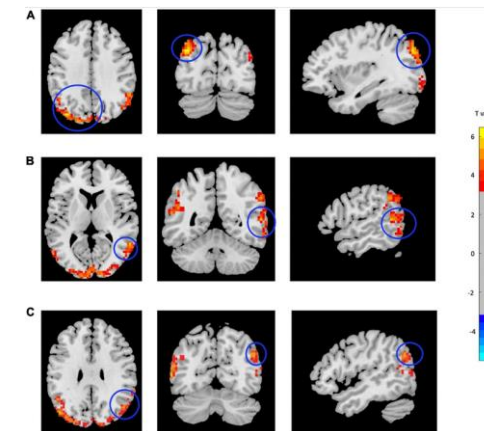
## Funtionelle MRI

- Task based fMRI (BOLD method): Erfassung von Durchblutungsänderungen von Hirnregionen bei Durchführung von Aufgaben
- Resting-State fMRI: Erfassung von synchroner Aktivierung verschiedener Hirnregionen in Ruhe (funktionelle Konnektivität von Hirnregionen)
- Diffusion Tensor Imaging: Quantifizierung der Wasserdiffusion in von Mikrostrukturen in Faserbahnen («Traktographie»)



Lunkova et al. 2021 Hum Brain Mapp.;42:5477–5494  
 Liu et al. 2022, Front Neurosci. 16: 923662  
 Yeh et al. Neuroimage. 2021 December 15; 245: 118651

[https://www.bu.edu/mdrc/files/2016/06/JHayes\\_TBI\\_2016.pdf](https://www.bu.edu/mdrc/files/2016/06/JHayes_TBI_2016.pdf), eingesehen am 24.02.2023



[https://www.frontiersin.org/files/Articles/768485/fnhum-15-768485-HTML-r1/image\\_m/fnhum-15-768485-q001.jpg](https://www.frontiersin.org/files/Articles/768485/fnhum-15-768485-HTML-r1/image_m/fnhum-15-768485-q001.jpg), eingesehen am 24.02.2023

**Funktionelle MRI Diagnostik eignet sich für Fragestellungen in der Forschung und ist zu wenig standardisiert für die Begutachtung**

# Klassifikationssystem aktuell

**ICD-10**, Kapitel XIX, Verletzungen....

## **S06 Intrakranielle Verletzung**

S06.0 Gehirnerschütterung

S06.1 Traumatisches Hirnödem

S06.2 Diffuse Hirnverletzung

S06.3 Umschriebene Hirnverletzung

S06.4 Epidurale Blutung

S06.5 Subdurale Blutung

S06.6 Subarachnoidale Blutung

## **S06.7-! Bewusstlosigkeit**

S06.70! <30 Min

S06.71! 30 Min. – 24h

S06.72! >24h mit Rückkehr zu vorher bestehendem Bewusstseinsgrad

S06.73! >24h ohne Rückkehr zu vorher bestehendem Bewusstseinsgrad

# Klassifikationssystem zukünftig

**ICD-11**, Kapitel 22, Injury.....

## **NA07 Injuries to the head**

NA07.0 Concussion

NA07.1 Traumatic intracerebral haemorrhage

NA07.2 Traumatic cerebral oedema

NA07.3 Diffuse brain injury

NA07.4 Focal brain injury

NA07.5 Traumatic epidural haemorrhage

NA07.6 Traumatic subdural haemorrhage

NA07.7 Traumatic subarachnoid haemorrhage

NA07.8 Traumatic haemorrhage in brain tissue

# Klassifikationssystem zukünftig

## Untergruppen

### **NA07.0 Concussion**

NA07.00 Incomplete loss of consciousness with amnesia

NA07.01 Incomplete loss of consciousness without amnesia

NA07.02 Loss of consciousness, <30 min

NA07.03 Loss of consciousness, 30 min – 1h

NA07.04 Loss of consciousness, 1h – 6h

NA07.05 Loss of consciousness, 6h-24h

NA07.06 Loss of consciousness, >24h

.....

NA07.09 Loss of consciousness, duration unspecified or unknown

# Klassifikationssystem aktuell

**ICD-10**, Kapitel V, Psychische und Verhaltensstörungen

## **F07 Persönlichkeits- und Verhaltensstörung aufgrund einer Schädigung des Gehirns**

F07.0 Organische Persönlichkeitsstörung

F07.2 Organisches Psychosyndrom nach Schädelhirntrauma (engl.: Postconcussional syndrome; „Schädelhirntrauma, das meist schwer genug ist, um zur Bewusstlosigkeit zu führen.“) (Symptome inkl. Kopfschmerzen, Schwindel, Erschöpfung, Reizbarkeit, Konzentrationsschwierigkeiten, Gedächtnisstörungen, Schlafstörungen, verminderte Belastungsfähigkeit)

F07.8 Andere organische Persönlichkeits- und Verhaltensstörung als Folge einer Hirnschädigung

## **F06 Psychische Störung aufgrund einer Schädigung des Gehirns**

F06.3 Organische affektive Störung

F06.4 Organische Angststörung

F06.7 Leichte kognitive Störung

# Klassifikationssystem zukünftig

## **ICD-11, Kapitel 06, Mental, behavioural or neurodevelopmental disorders**

### **Secondary mental or behavioural syndromes associated with disorders classified elsewhere**

6E62 Secondary mood syndrome

6E63 Secondary anxiety syndrome

6E66 Secondary impulse control syndrome

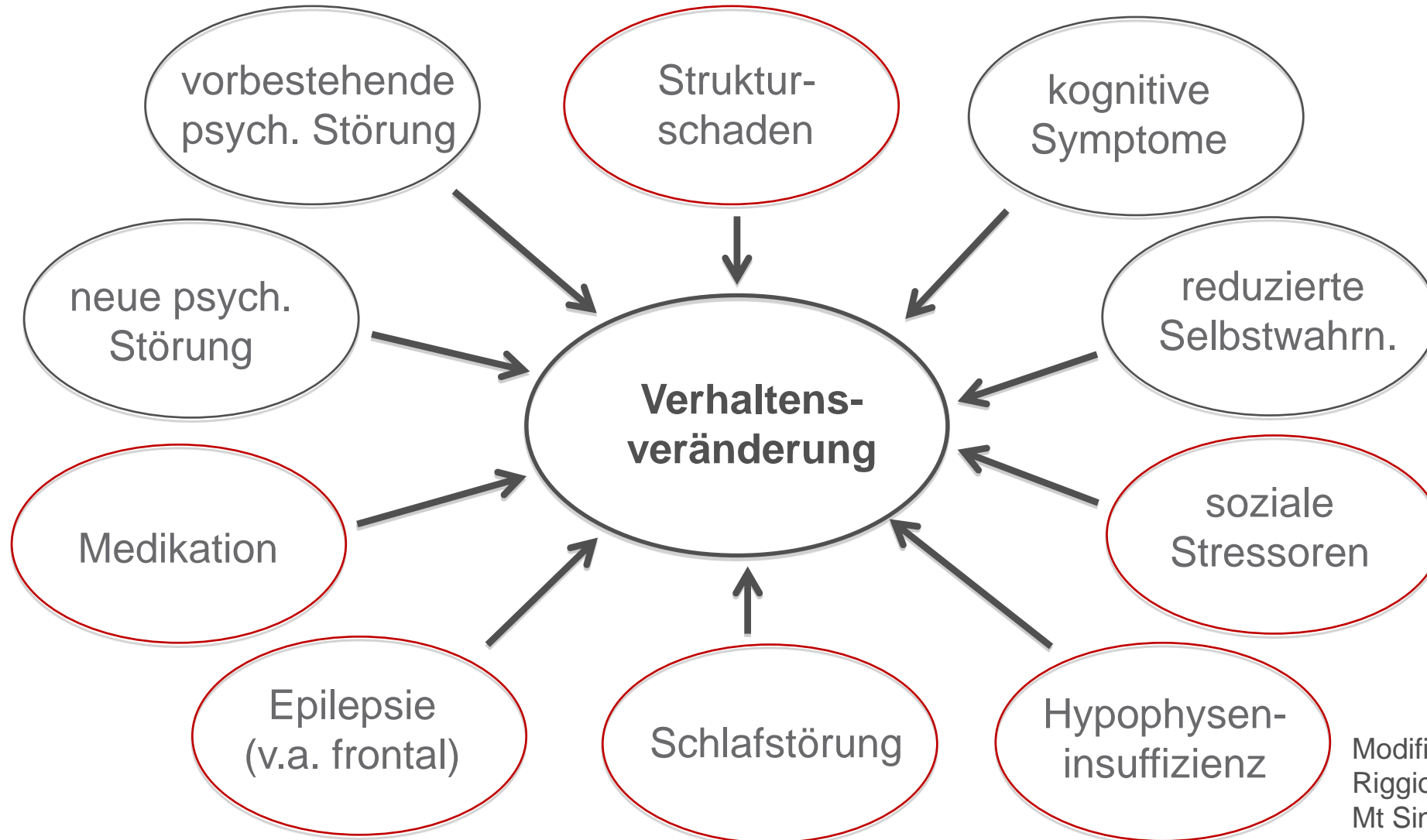
6E67 Secondary neurocognitive syndrome

6E68 Secondary personality change

6E6Y Other specified secondary mental or behavioural syndrome

6E6Z Secondary mental or behavioural syndromes unspecified

# Verhaltensveränderungen nach traumatischer Hirnverletzung



Modifiziert nach:  
 Riggio and Wong  
 Mt Sinai J Med. 2009 76:163-72



# Etablierung der Diagnose «Verhaltensstörung nach traumatischer Hirnverletzung»

## Unfallmechanismus

- Energieeinwirkung auf Kopf?

Frühe medizinische Berichte  
(z.B. Austrittsbericht)

## Klinische Symptome

- GCS
- Quantitative Bewusstseinsstörung
- Qualitative Bewusstseinsstörung
- Amnesie

Dokumentierter Verlauf über die  
Zeit

Aktuelle Beschwerden

Spezifität



## MRT des Gehirns, 3 T, inkl. hämosiderinsensitiver SWI-Sequenzen

## Befunde

- Körperlich
- Ausschluss ergänzender somatischer Störungen
- Verhaltensneurologisch (Neuropsychologisch, Psychiatrisch)

# Zusammenfassung

- Traumatische Hirnverletzungen werden gemäss klinischen Kriterien in 3 Schweregrade eingeteilt
- Zum Zwecke der Begutachtung nach traumatischer Hirnverletzung bedarf es eines hämosiderinsensitiven SWI- MRI mit 3 Tesla Feldstärke
- Es ist zu prüfen, inwieweit bildgebend nachweisbare strukturelle Schäden des Gehirns unfallkausal bedingt sind und inwieweit sie allfällige Verhaltensveränderungen erklären.
- Es zeichnet sich ab, dass ICD-11 besser als ICD-10 geeignet sein wird, um die verschiedenen Facetten von Verhaltensänderungen nach traumatischer Hirnverletzung zu klassifizieren
- Neben der direkten strukturellen Schädigung des Gehirns und kognitiven sowie psychischen Störungen können andere somatische Faktoren Verhaltensveränderungen nach traumatischer Hirnverletzung bedingen



[https://www.google.ch/search?biw=928&bih=705&tbm=isch&sa=1&ei=IKhpW4qkKKHksAf6k5WYAQ&q=danke+f%C3%BCr+ihre+aufmerksamkeit&oq=danke+f%C3%BCr+ihre+aufmerksamkeit&gs\\_l=img.3...9824.13025.0.13543.0.0.0.0.0.0.0.0....0...1c.1.64.img..0.0.0....0.iL7yclpsdpE](https://www.google.ch/search?biw=928&bih=705&tbm=isch&sa=1&ei=IKhpW4qkKKHksAf6k5WYAQ&q=danke+f%C3%BCr+ihre+aufmerksamkeit&oq=danke+f%C3%BCr+ihre+aufmerksamkeit&gs_l=img.3...9824.13025.0.13543.0.0.0.0.0.0.0.0....0...1c.1.64.img..0.0.0....0.iL7yclpsdpE) (eingesehen am 07.08.2018)