



Universität  
Zürich <sup>UZH</sup>

**ETH**

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

---

# Themenblock ZNS

## Rückenmark II: Verbindungen und Bahnsysteme

---

David P. Wolfer

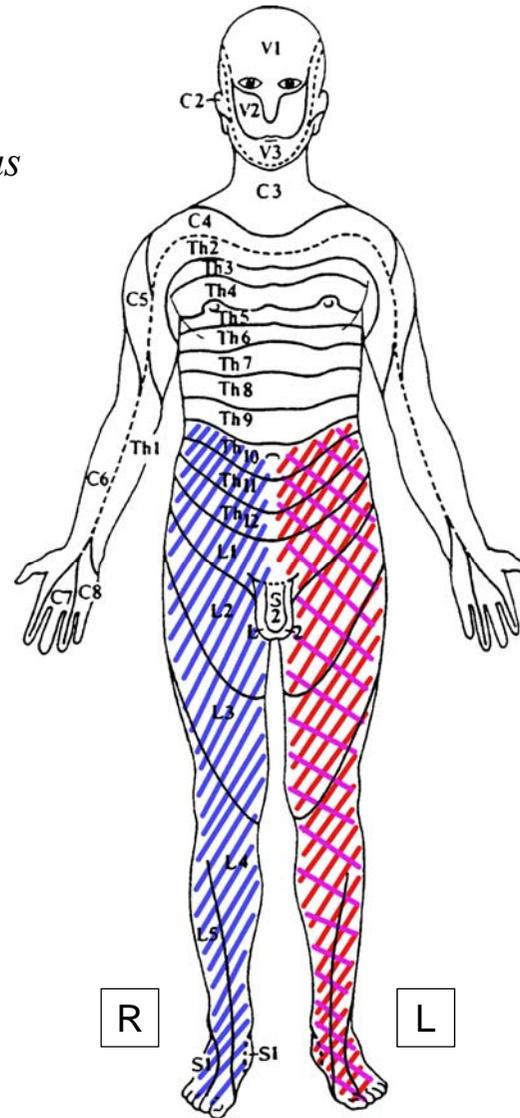
Anatomisches Institut, Medizinische Fakultät, Universität Zürich

Institut für Bewegungswissenschaften und Sport, D-HEST, ETH Zürich

Vorlesung Humanbiologie II, Mo 24.02.2014 08:15-10:00

# Fallbeispiel: Problem

- *Willkürmotorik*
  - ▨ *spastische Lähmung: Ausfall Willkürmotorik, erhöhter Muskeltonus*
- *Reflexe*
  - ▨ *Muskeldehnungsreflexe gesteigert: Patellarsehnenreflex (PSR), Achillessehnenreflex (ASR)*
  - ▨ *positives BABINSKY-Zeichen*
- *Sensibilität*
  - ▨ *Ausfall Berührungssensibilität*
  - ▨ *Ausfall Vibrationsempfindung*
  - ▨ *Ausfall Propriozeption (Bewegungs- und Lagesinn)*
  - ▨ *Ausfall Schmerzempfindung (Unterscheidung spitz/stumpf)*
  - ▨ *Ausfall Temperaturempfindung (Unterscheidung kalt/warm)*



# Übersicht Verschaltungen

## □ *Intrinsische Systeme*

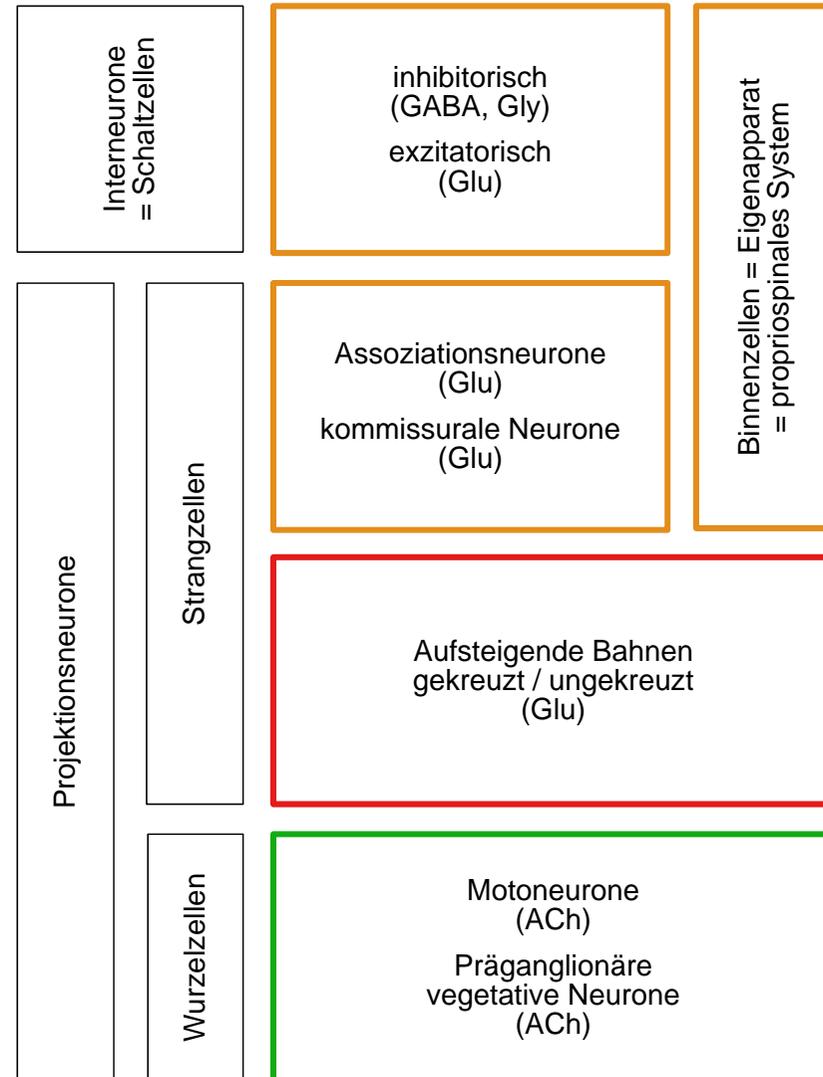
- *Reflexzentren für monosynaptische und polysynaptische Reflexe (gesteigert bei dauerhaftem Ausfall absteigender Systeme)*
- *sensorische Verarbeitung (v.a. Schmerzreize)*
- *prämotorische Netzwerke: Koordination von synergistischen und antagonistischen Muskeln*
- *CPS (central pattern generators): z.B. Schreiten, Flügelschlag*

## □ *Verbindungen mit Gehirn*

- *aus Rückenmark aufsteigende Bahnen*
- *aus Gehirn absteigende Bahnen\**

## □ *Verbindungen mit Peripherie*

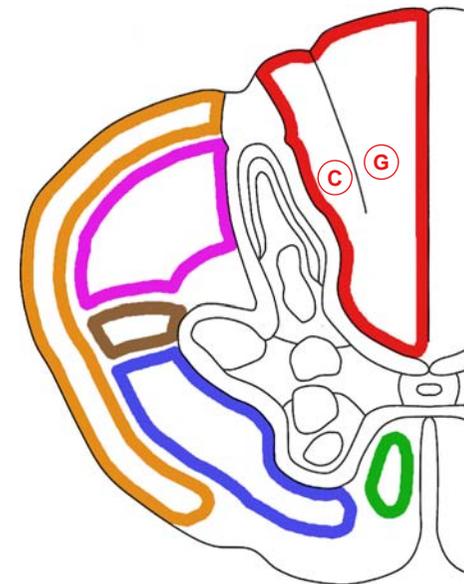
- *efferent (motorisch), afferent\**
  - *somatisch, vegetativ*
- \* *Zellkörper ausserhalb Rückenmark*



# Aufsteigende Bahnsysteme

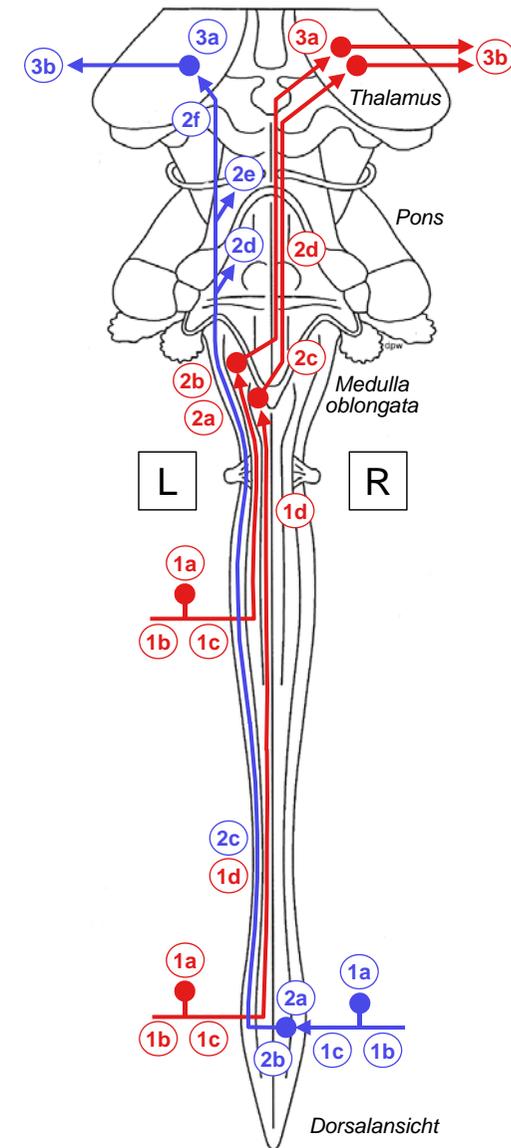
- *Spinozerebelläres System*
  - *Tr. spinocerebellaris post., ant.*
  - *keine bewusste Empfindung, Ataxie*
- *Lemniskales System\**
  - *Berührung/Druck, Vibrationsempfindung, Propriozeption (Lage- und Bewegungssinn)*
- *Anterolaterales System\**
  - *Schmerzempfindung (Nozizeption), Temperaturempfindung, grobe Druck und Berührungsempfindung*
- *\*3 Neurone in Serie*
  - *2x Umschaltung an erregender Synapse mit Signalverarbeitung*
  - *1 Kanal vermittelt Signale aus kleinem rezeptivem Feld oder Muskelsensor*
  - *gemeinsames Prinzip für lemniskales und anterolaterales System, aber unterschiedlicher Verlauf*

- Lemniskales System
- G Fasciculus gracilis
- C Fasciculus cuneatus
- Tr. spinothalamicus ant., lat.
- Tr. spinocerebellaris post., ant.
- Tr. rubrospinalis
- Tr. corticospinalis lat.
- Tr. corticospinalis ant.



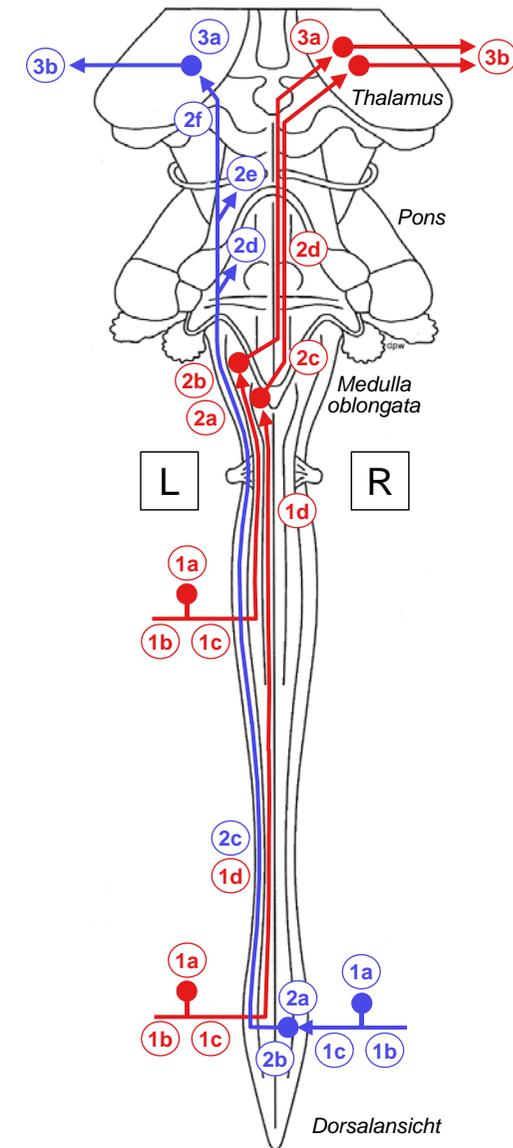
# Lemniskales System

- 1. Neuron
  - ①a primärafferentes Neuron mit Zellkörper im Spinalganglion
  - ①b peripherer Fortsatz im Spinalnerven
  - ①c zentraler Fortsatz in Radix dorsalis zum Rückenmark
  - ①d im Rückenmark Eintritt in Funiculus dorsalis / Fasciculus gracilis (S5-Th6), bzw Fasciculus cuneatus (Th7-C1)
- 2. Neuron
  - ②a Nucleus gracilis erhält Fasern aus S5-Th6
  - ②b Nucleus cuneatus erhält Fasern aus Th7-C1
  - ②c alle Fasern kreuzen in Decussatio lemniscorum
  - ②d weiterer Verlauf durch Medulla oblongata, Pons und Mesencephalon als Lemniscus medialis
- 3. Neuron
  - ③a Zellkörper im sensorischen Thalamus
  - ③b Fasern steigen durch weisse Substanz zum primären somatosensorischen Rindenfeld auf (S1): sensorischer Homunculus (topographische Ordnung)



# Anterolaterales System

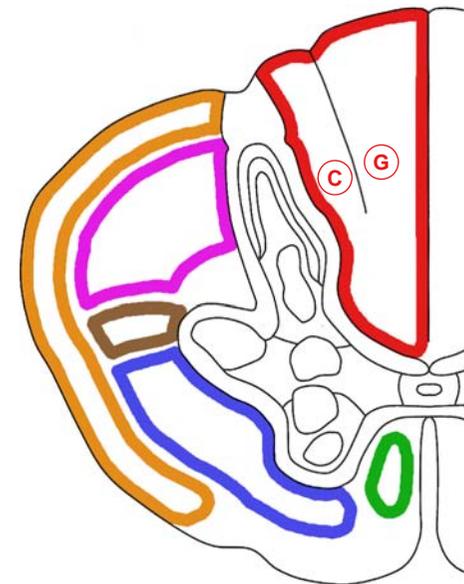
- 1. Neuron
  - ①a ①b primärafferentes Neuron wie lemniskales System, aber ...
  - ①c Endigung der Fasern in grauer Substanz des Rückenmarks, dort Modulation der Signale durch lokale Interneurone (Lamina II) und absteigende Bahnen (z.B. aus Mittelhirn)
- 2. Neuron
  - ②a Zellkörper in Columna post. oder intermedia
  - ②b Axon kreuzt Mittellinie in Commissura alba
  - ②c nach Kreuzung Aufstieg im Vorder-/Seitenstrang
  - ②d Tr. spinoreticularis → Formatio reticularis des Hirnstamms
  - ②e Tr. spinomesencephalicus → Mittelhirn
  - ②f Tr. spinothalamicus → Thalamus
- 3. Neuron
  - ③a Zellkörper im sensorischen Thalamus, erreicht nur durch Tr. spinothalamicus
  - ③b Fasern steigen zum primären somatosensorischen (S1) und anderen (z.B. des limbischen Systems) Rindenzonen auf.
  - ③b Keine eigene Repräsentation für innere Organe: Projektion auf Körperoberfläche (HEAD-Zonen)



# Absteigende Bahnsysteme

- *Retikulospinales System*
  - *Sammelbegriff für verschiedene Bahnen mit Ursprung aus Formatio reticularis*
  - *heterogene Funktionen: Modulation spinaler Reizverarbeitung; Kontrolle präganglionärer vegetativer Neurone; Steuerung von prämotorischen Netzwerken, CPG und Motoneuronen*
- *Motorische Bahnen*
  - *Tr. vestibulospinalis (Ncc. vestibulares) und Anteile des retikulospinalen Systems: rumpfnaher Muskulatur, Gleichgewicht, Körperhaltung*
  - *Tr. tectospinalis (Colliculus sup.): Hals- und Nackenmuskulatur (Blickfolgebewegungen)*
  - *Tr. rubrospinalis (Nc. ruber): rumpferne Extremitätenmuskulatur*
  - *Tr. corticospinalis (lat., ant.): entscheidend für Willkür- und Feinmotorik bei Primaten*

- Lemniskales System
- G Fasciculus gracilis
- C Fasciculus cuneatus
- Tr. spinothalamicus ant., lat.
- Tr. spinocerebellaris post., ant., sup
- Tr. rubrospinalis
- Tr. corticospinalis lat.
- Tr. corticospinalis ant.



# Pyramidenbahn

- *Gemeinsam*

- ① Zellkörper (Pyramidenzellen) im primären motorischen Rindenfeld (Gyrus praecentralis), Muskelgruppen als motorischer Homunculus repräsentiert

- ② Abstieg durch Capsula interna (Schlaganfall!)

- ③ Verlauf im Pedunculus cerebri

- ④ verteilter Durchtritt zwischen Ponskernen

- ⑤ Kompaktes Faserbündel in ventraler Medulla oblongata, Vorwölbung als Pyramis

- *Tr. corticospinalis lat. (70-90% der Fasern)*

- ①a Decussatio pyramidum bei Übertritt in Rückenmark

- ①b Abstieg im Funiculus lat.

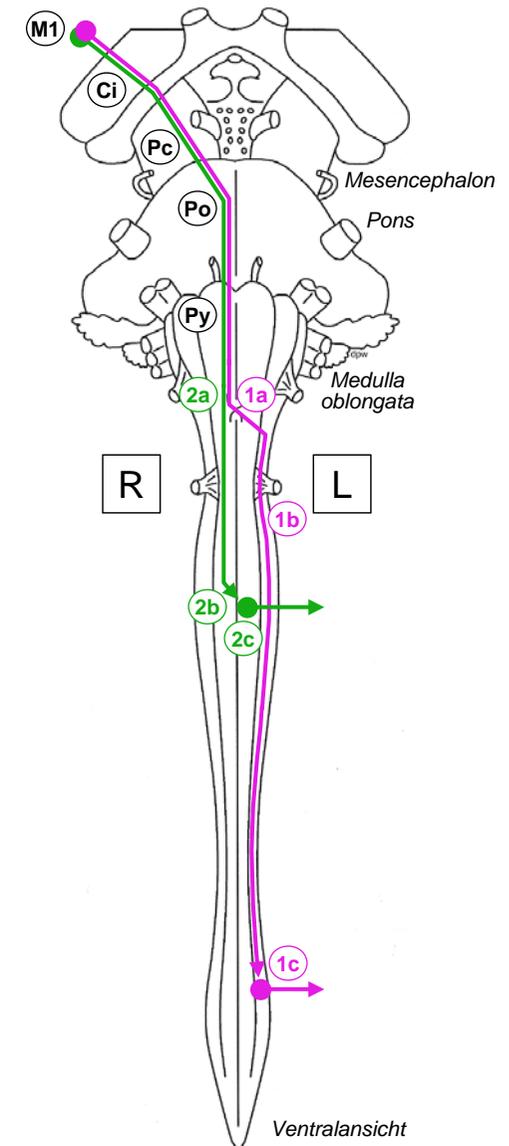
- ①c Endigung an prämotorischen Netzwerken und Motoneuronen aller Segmente

- *Tr. corticospinalis ant. (10-30% der Fasern)*

- ②a Übertritt in Funiculus ant. ohne Kreuzung

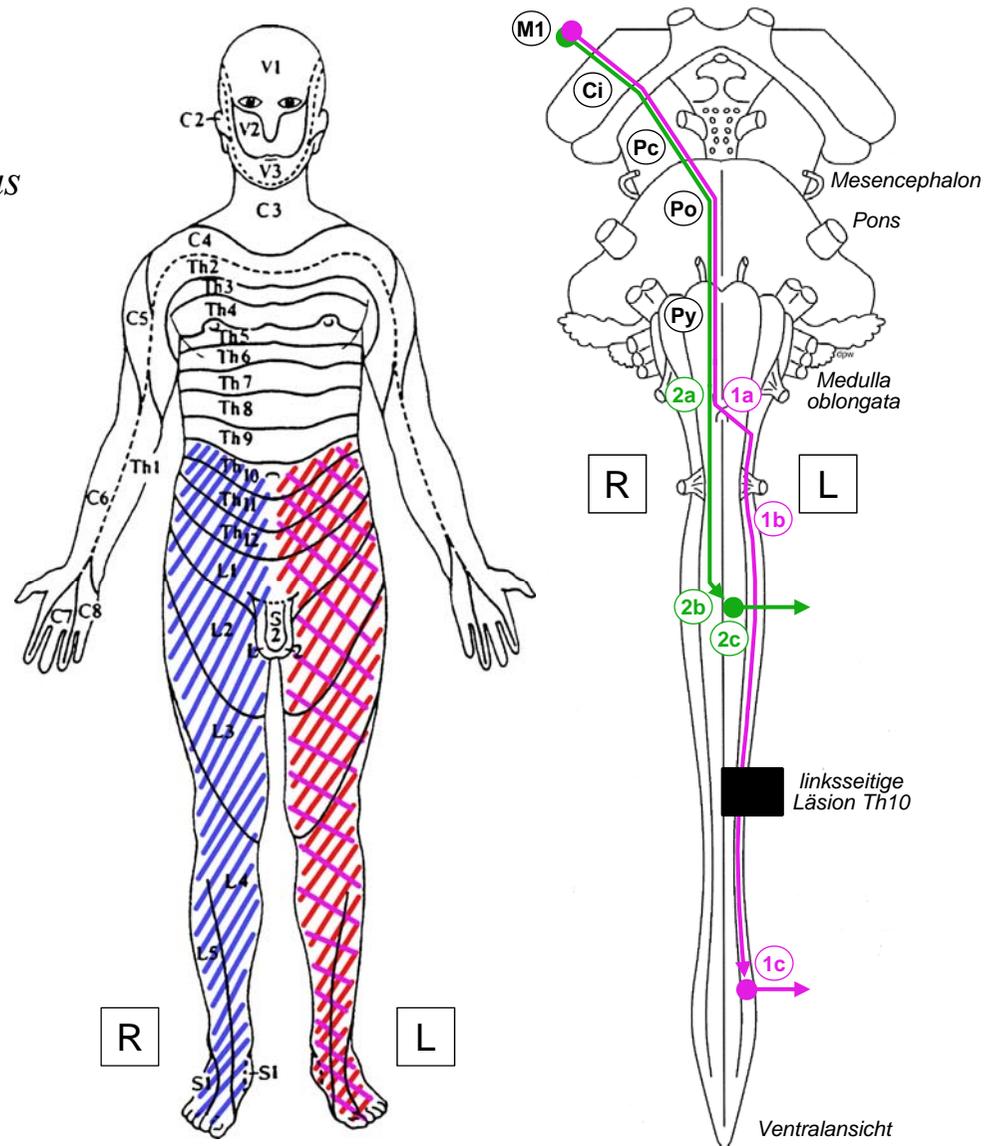
- ②b Kreuzung durch Commissura alba nahe beim Zielsegment

- ②c Endigung an prämotorischen Netzwerken und Motoneuronen bis ca. Segment Th6



# Fallbeispiel: Lösung I

- **Willkürmotorik**
  - ▨ spastische Lähmung: Ausfall Willkürmotorik, erhöhter Muskeltonus
- **Reflexe**
  - ▨ Muskeldehnungsreflexe gesteigert: Patellarsehnenreflex (PSR), Achillessehnenreflex (ASR)
  - ▨ positives BABINSKY-Zeichen
- **Sensibilität**
  - ▨ Ausfall Berührungssensibilität
  - ▨ Ausfall Vibrationsempfindung
  - ▨ Ausfall Propriozeption (Bewegungs- und Lagesinn)
  - ▨ Ausfall Schmerzempfindung (Unterscheidung spitz/stumpf)
  - ▨ Ausfall Temperaturempfindung (Unterscheidung kalt/warm)
- **BROWN-SEGUARD-Syndrom**



# Fallbeispiel: Lösung II

- **Willkürmotorik**
  - ▨ spastische Lähmung: Ausfall Willkürmotorik, erhöhter Muskeltonus
- **Reflexe**
  - ▨ Muskeldehnungsreflexe gesteigert: Patellarsehnenreflex (PSR), Achillessehnenreflex (ASR)
  - ▨ positives BABINSKY-Zeichen
- **Sensibilität**
  - ▨ Ausfall Berührungssensibilität
  - ▨ Ausfall Vibrationsempfindung
  - ▨ Ausfall Propriozeption (Bewegungs- und Lagesinn)
  - ▨ Ausfall Schmerzempfindung (Unterscheidung spitz/stumpf)
  - ▨ Ausfall Temperaturempfindung (Unterscheidung kalt/warm)
- **BROWN-SEGUARD-Syndrom**

