
Hirnstamm und Hirnnerven

Motorische Hirnstammbahnen und Formatio reticularis

David P. Wolfer
Institut für Bewegungswissenschaften und Sport, D-HEST, ETH Zürich
Anatomisches Institut, Medizinische Fakultät, Universität Zürich

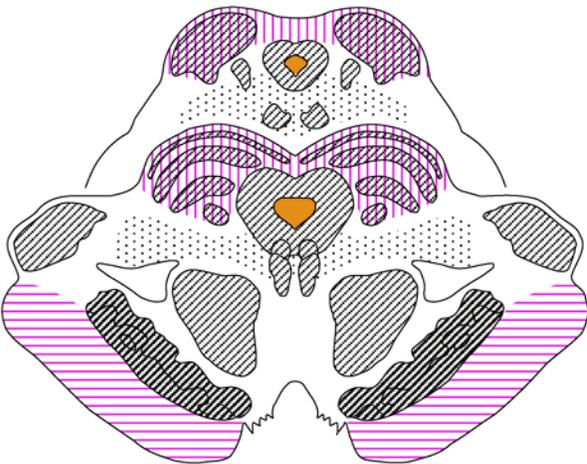
377-0107-00 Nervensystem / Anatomie, Di 28.11.2017 10:00

Gliederung des Hirnstamms

- *rostrocaudal*
 - 3 Abschnitte
- *dorsoventral*
 - Tectum
 - Ventrikelsystem
 - Tegmentum (Haube)
 - Basis

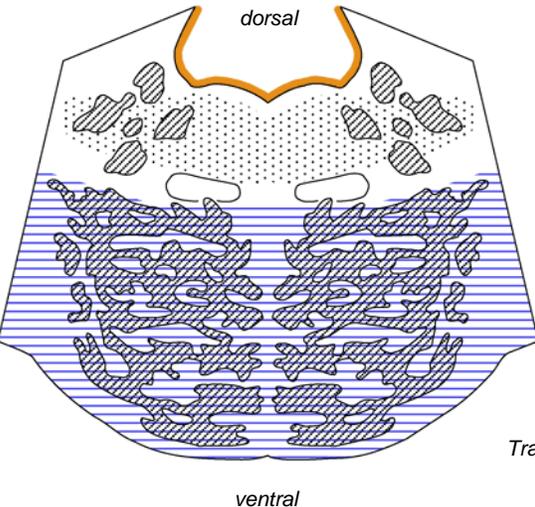
Mesencephalon

- Colliculi sup. & inf.
= Lamina quadrigemina
- Aquaeductus cerebri
- mesencephaler Abschnitt
- Crura cerebri



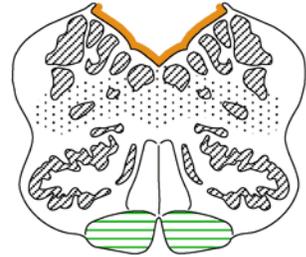
Pons

- (Velum medullare sup)
(Cerebellum)
- 4. Ventrikel
(Fossa rhomboidea)
- pontiner Abschnitt
- Pars basilaris pontis



Medulla oblongata

- (Velum medullare inf),
(Plexus choroideus)
- 4. Ventrikel
(Fossa rhomboidea)
- medullärer Abschnitt
- Pyramis

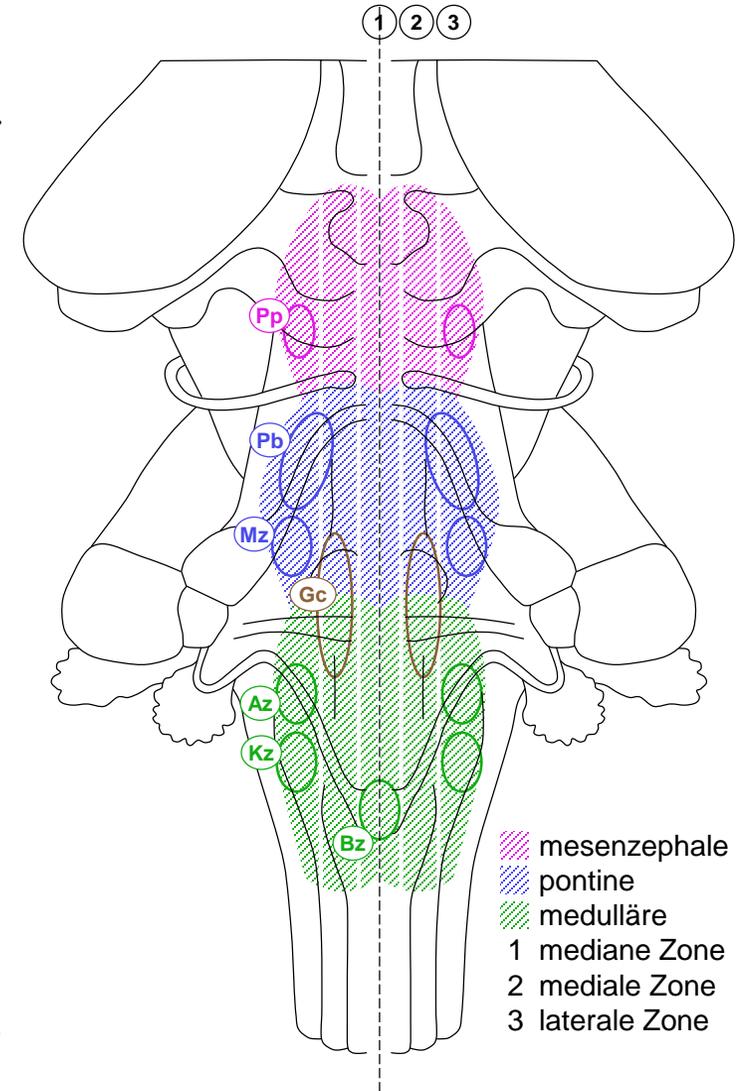


Transversalschnitte

Formatio reticularis = FR

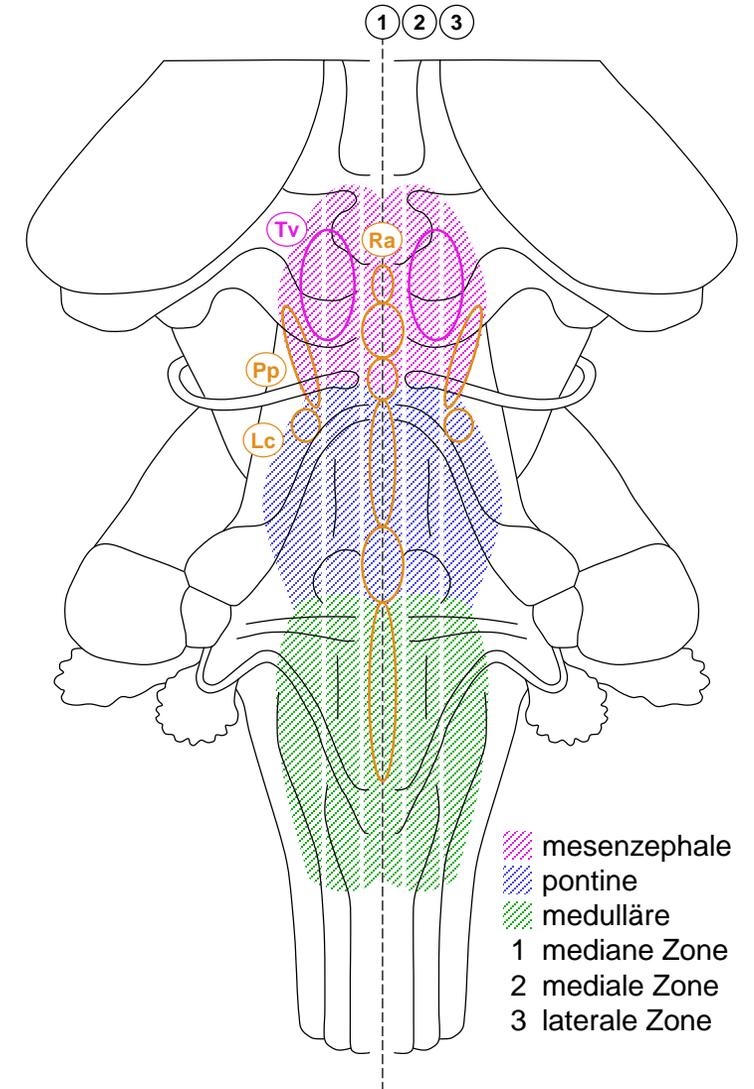
Fortsetzung
intrinsiccher
RM Systeme

- *Anatomische Definition*
 - *diffuses Nervenzellnetzwerk im Tegmentum, lokal verdichtet: «Nuclei»*
 - *Gliederung: mediane, magnozellularäre mediale, parvozelluläre laterale Zone; mesenzephaler, pontiner, medullärer Abschnitt*
 - *Neurotransmitter: Glutamat, GABA, Acetylcholin, Monoamine*
- *Schaltkreise und Nervenzellgruppen*
 - *Reflexzentren: Hustenreflex, Würgereflex, Lidschlussreflex*
 - *sensible Verarbeitung: Schmerz: Interneurone um Nc spinalis N trigemini, allgemeine und spezielle Viszerosensibilität: Ncc parabrachiales (Pb)*
 - *prämotorische Netzwerke für motorische Hirnnervenkerne: Augenbewegungen, Schlucken, Würgen, Kauen, Sprachartikulation, Mimik*
 - *Nc tegmentalis pedunculopontinus (Pp): Interface Basalganglien ↔ FR zur Bewegungssteuerung, va Lokomotion («midbrain locomotor region»)*
 - *Nc gigantocellularis (Gc) → motorische Anteile des retikulospinalen Systems («upper motor neurons»), pontiner Abschnitt beeinflusst va mediale, medullärer Abschnitt va laterale Motoneuron-Gruppen im Rückenmark*
 - *absteigende Kontrolle der Schmerz Wahrnehmung*
 - *vegetative Kontrollzentren: Miktionszentrum (Mz)(Kontrolle der Harnblase), Kreislaufzentrum (Kz), Brechzentrum (Bz)(Area postrema)*
 - *Atemzentrum (Az) generiert Atemrhythmus (CPG!), steuert Tiefe & Frequenz*



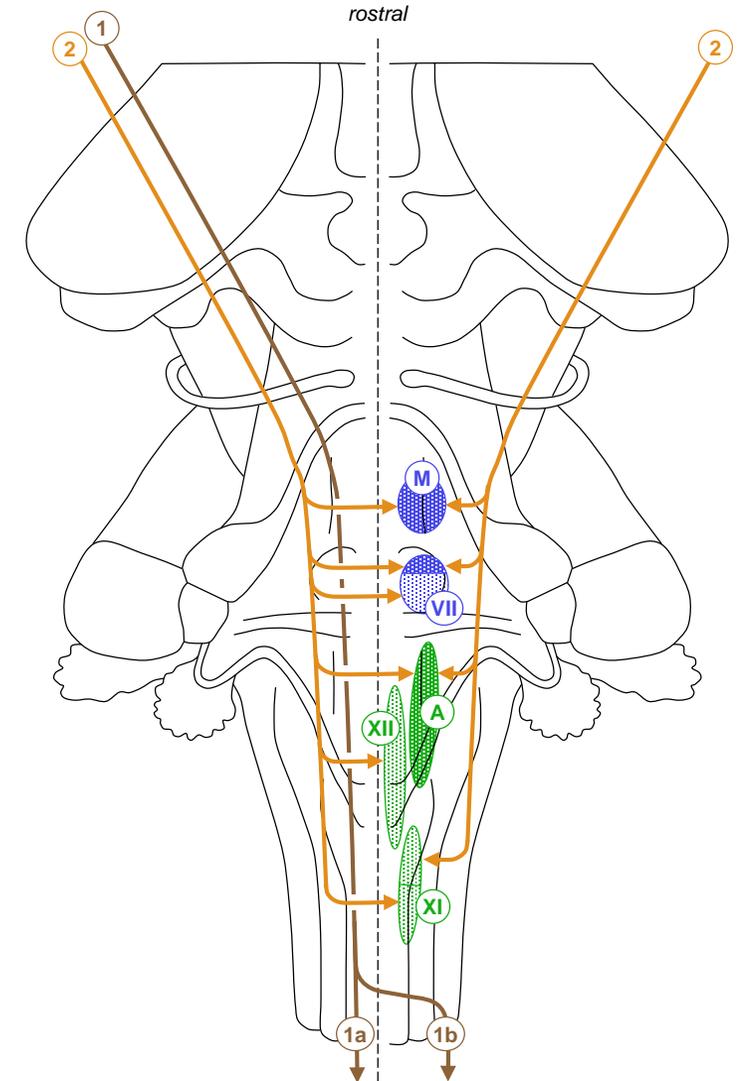
Verbindungen der Formatio Reticularis

- *Top-down Kontrolle des Rückenmarks*
 - *retikulospinales System = Summe absteigender Fasern aus FR*
 - *Modulation spinaler Reizverarbeitung (Schmerz); Kontrolle präganglionärer vegetativer Neurone; wichtiger Anteil an extrapyramidaler Steuerung von prämotorischen Netzwerken, CPG und Motoneuronen*
- *Bottom-up Beeinflussung des Grosshirns*
 - *aufsteigendes retikuläres aktivierendes System (ARAS, Weck- und Wachzentrum): Locus coeruleus (Lc)(NA → Grosshirnrinde), Nc tegmentalis pedunculopontinus (Pp)(ACh → Thalamus → Grosshirnrinde)*
 - *Raphekerne (Ra) bilden mediane Zone der FR, Serotonin → (limbische) Grosshirnrinde, Aktivierung & Modulation von Emotionen*
 - *dopaminerge Projektionen: Area tegmentalis ventralis (Tv) → limbische Strukturen des Telencephalon (meso-limbisches System): Motivations- und Belohnungssystem, Kontrolle von Entscheidungen*
- *sensibler und steuernder Input in FR*
 - *Sensibel: besonders Schmerz und akustische Reize aus Hirnnervenkernen via Tr spinoreticularis aus RM → (Lc)(Pp) → Weck/Alarmreaktion*
 - *übergeordnete motorische (Grosshirnrinde, Basalganglien, Cerebellum & vestibuläres System) und vegetative Zentren (Hypothalamus, Mittelhirn)*



Kortikospinale und kortikonukleäre Bahn

- *Tr. corticospinalis (1a) ant. & (1b) lat.*
 - primäres motorisches Rindenfeld (Zonen für Extremitäten, Rumpf)
→ motorische Kerne im Rückenmark, Verlauf durch Hirnstammbasis
- *Tr. corticonuclearis = corticobulbaris (2)*
 - primäres motorisches Rindenfeld (Kopfzone) → somatomotorische (ausser Augenmuskeln!) und speziell viszeromotorische Hirnnervenkerne
 - bilateral → Nc motorius N trigemini (M),
Nc N facialis (VII)(Rr temporales), Nc ambiguus (A)
 - kontralateral → Nc N facialis (VII)(übrige Äste ausser Rr temporales),
Nc N accessorii (XI)(M trapezius), Nc N hypoglossi (XII),
ipsilateral → Nc N accessorii (XI)(M sternocleidomastoideus)
- *Funktion*
 - absteigende Fasern → Interneurone prämotorischer Netzwerke und zT direkt Motoneurone: Zielmotorik ausser Blickbewegungen
 - Ausfall → halbseitige Lähmung ausser bei bilateraler Innervation: dann halbseitige Lähmung nur bei Schaden im motorischen Nc oder Nerv
 - Kollateralen des Tr corticonuclearis und corticospinalis → extrapyramidale motorische Zentren (FR, Nc ruber, Nc olivaris inf): Vorausinformation über geplante Zielbewegung benötigt für Stütz- und Haltungsmotorik



Afferente Bahnen des Kleinhirns

- **Kleinhirn**

- Vergleich Bewegungsplan – Ausführung → Korrektursignale
- Ausfall: Koordinationsstörung der Zielmotorik: Ataxie, Dysarthrie

- **(pcs) Pedunculus cerebellaris sup**

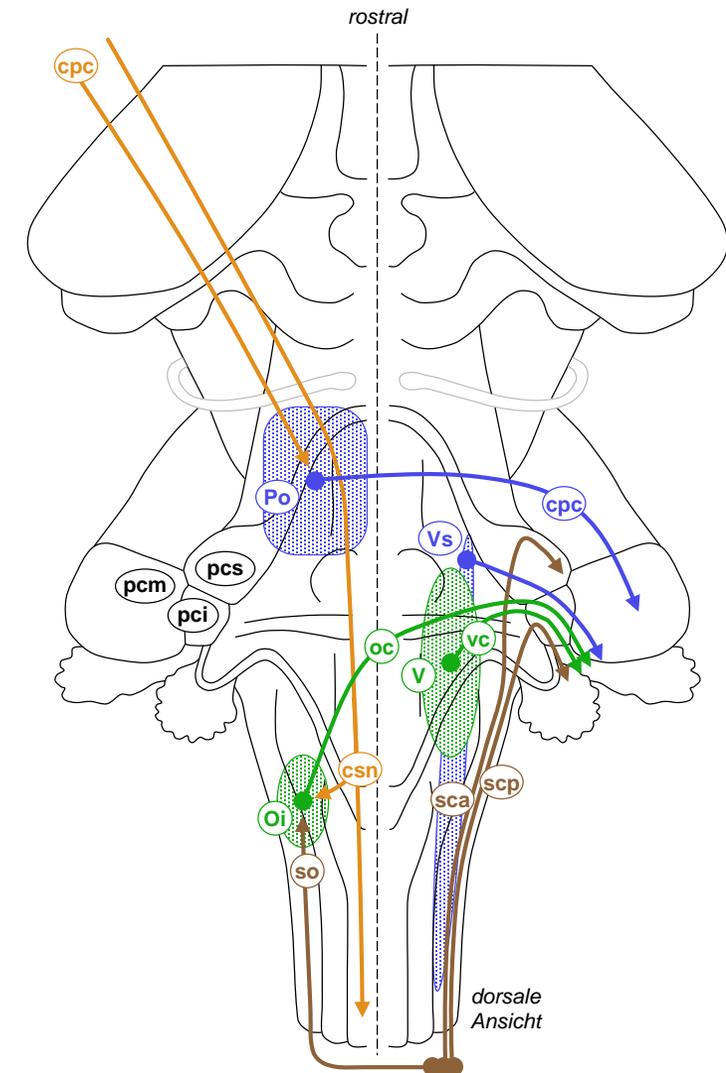
- Tr spinocerebellaris ant (*sca*), Anteil des spinozerebellären Bahnsystems: propriozeptive Rückmeldung aus ipsilateralem Bewegungsapparat

- **(pcm) Pedunculus cerebellaris med**

- Tr corticopontocerebellaris (*cpc*)(*cpc*): Umschaltung in Ncc pontis (*Po*) → Cerebellum, Info aus kontralateraler Grosshirnrinde über Bewegungsplan

- **(pci) Pedunculus cerebellaris inf**

- Tr spinocerebellaris post (*scp*), Anteil des spinozerebellären Bahnsystems, Fasern aus Nc spinalis N trigemini (*Vs*), propriozeptive Rückmeldung aus ipsilateraler Kopfmuskulatur
- Tr vestibulocerebellaris (*vc*): Info aus Gleichgewichtsorgan direkt und via ipsilaterale Ncc vestibulares (*V*): Lage und Bewegung im Raum
- Zweiter Weg für Info über Bewegungsplan und Rückmeldung aus Peripherie: Kollateralen des Tr corticospinalis/-nuclearis (*csn*) und Tr spinoolivaris (*so*) → Nc olivaris inf (*Oi*) → gekreuzter Tr olivocerebellaris (*oc*) → Kletterfasern



Efferente Bahnen des Kleinhirns und Nucleus ruber

pcs Pedunculus cerebellaris sup.

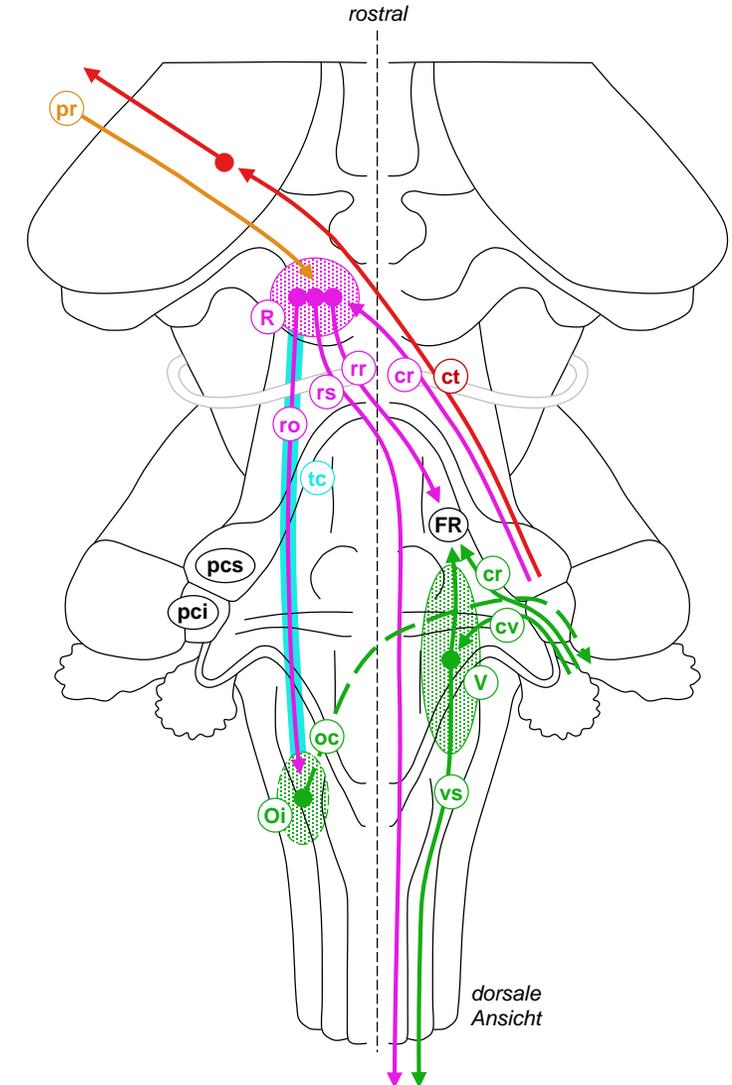
- *Tr cerebellothalamicus (ct)*: Cerebellum → kontralateraler Thalamus (→ motorischer Kortex, Plananpassung im pyramidalen System)
- *Tr crebellorubralis* (cr)*: Cerebellum → kontralateraler Nc ruber (R)

pci Pedunculus cerebellaris inf.

- *Tr cerebellovestibularis* (cv)* → Nc vestibulares, → *Tr vestibulospinalis (vs)* und FR
- *Cerebellum direkt* → okulo/motorische FR* (cr) Motorik

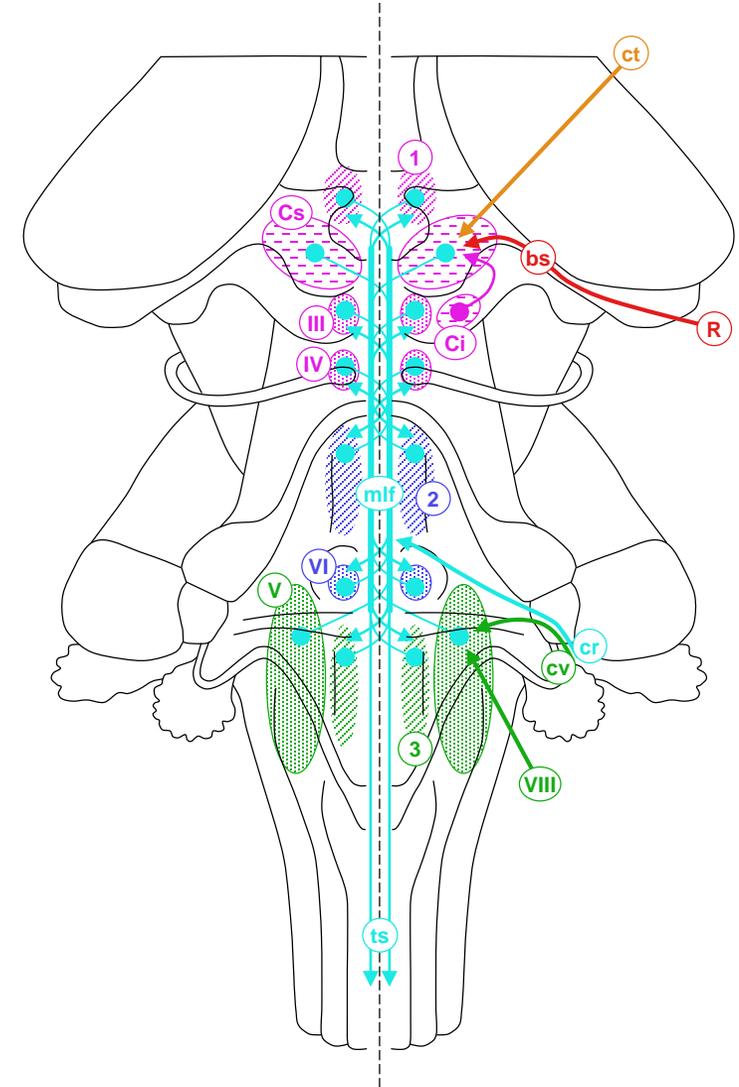
• Nc ruber

- 1. Input aus Cerebellum und 2. Info über Bewegungsplan aus motorischer Grosshirnrinde via *Tr corticorubralis (pr)* und via Kollateralen des *Tr corticospinalis* und *corticonuclearis*
- *motorischer Koordinationskern*: *Tr rubroolivaris (ro)* → ipsilateraler *Nc olivaris inf (Oi)*, dadurch Schleife Cerebellum → *Nc ruber* → *Nc olivaris inf* → Cerebellum (Guillain-Mollaret-Dreieck)
- *Relais für Befehle aus Grosshirnrinde an Motoneurone*:
 1. *Tr rubrospinalis (rs)* beeinflusst spinale Motoneurone (va Flexoren),
 2. *Tr rubroreticularis (rr)* beeinflusst motorische Zentren der FR
- *Tr rubroolivaris verläuft im Tr tegmentalis centralis (tc)*



Blickmotorik

- *Präokulomotorische Zentren in der FR*
 - koordinieren motorische Kerne für Augenmuskeln bei Blickbewegungen
 - rostrale mesencephale FR (1) → vertikale Blickbewegungen, paramediane pontine FR (2) → horizontale Blickbewegungen, Nc praepositus hypoglossi (3), assoziiert mit Ncc vestibulares (V) → rasche Bewegungen, Fixieren und Verfolgen von Objekten
 - Fasciculus longitudinalis medialis (mlf) verbindet Hirnstammkerne ipsi- und kontralateral, insbesondere Augenmuskel- und präokulomotorische Kerne
- *Vestibulookulärer Reflex (VOR)*
 - Blickstabilisierung durch Kompensation von Kopfbewegungen, N VIII → Ncc vestibulares → präokulomotorische Zentren
- *Sakkaden*
 - willkürlich: frontales Augenfeld → Tr corticotectalis (ct) → Colliculus sup (Cs), reflektorisch: Colliculus sup aktiviert durch Input aus Retina (R) via Brachium colliculi sup (bs) oder akustische Signale aus Colliculus inf (Ci)
 - Colliculus superior → präokulomotorische Zentren und vermittelt durch gekreuzten Tr tectospinalis (ts) entsprechende Kopfwendebewegungen
 - Cerebellum → präokulomotorische Zentren (cr) zur Feinabstimmung der Blickbewegungen, Hemmung des VOR via Tr cerebellovestibularis (cv)



Visuelle Reflexe

- **Naheinstellungsreaktion**
 - ausgelöst durch visuelles Rindenfeld des Grosshirns:
Konvergenzreaktion + Akkomodation + Pupillenverengung
 - Konvergenzreaktion: Tr corticotectalis (ct) → wahrscheinlich Colliculus sup (Cs) → Naheinstellungsneurone (N) in mesencephaler FR → Fasciculus longitudinalis medialis (mlf) → bilateral Nc N III: Motoneurone für M rectus mdl
 - Akkomodation + Pupillenverengung : Tr corticotectalis (ct) → Area praetectalis (Kerngruppe rostral des Colliculus sup) (Pt) → ipsilateral und kontralateral via Commissura post (cp) Nc accessorius N III = Nc Edinger-Westphal (E). N III → Rx oculomotoria → Gn ciliare → M ciliaris, M sphincter pupillae
- **Pupillenreflex**
 - Pupillenverengung durch Lichteinfall
 - Fasern aus Retina via Fasciculus opticus und Brachium colliculi sup (bs) → Area praetectalis (Pt) → weiter wie für Pupillenverengung bei Naheinstellungsreaktion

