

Motorische Bahnsysteme, Pyramidenbahn.

Dr. Gábor Baksa / Dr. Tamás Ruttkay

Anatomisches, Histologisches und Embryologisches Institut

2019.

Motorische Funktionen:

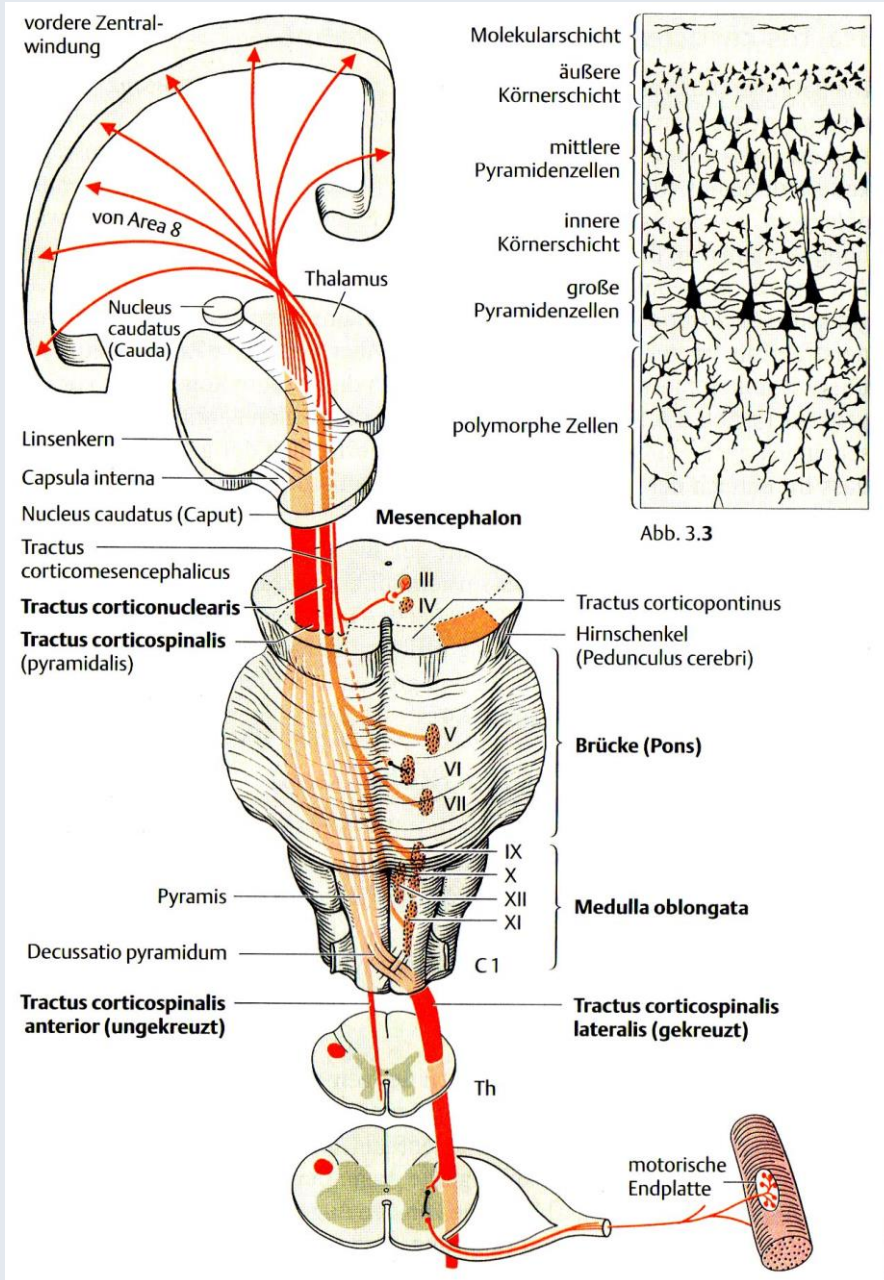
1. Hervorrufen erlernter Bewegungsabfolgen
2. Planung der Bewegung
3. Antrieb der Bewegung
4. Synergien
5. Ausführung der Bewegung
6. Propriozeptive Kontrolle der Bewegung
7. Veränderung der Bewegung (Korrektur)
8. Visuelle und taktile Verfolgung der Bewegung
9. Beendigung der Bewegung



Klassische Aufteilung der motorischen Bahnsysteme:

Pyramidales + Extrapyramidales System

Das pyramidale System



+

Regulationskreise, Verbindungen:

Kleinhirn

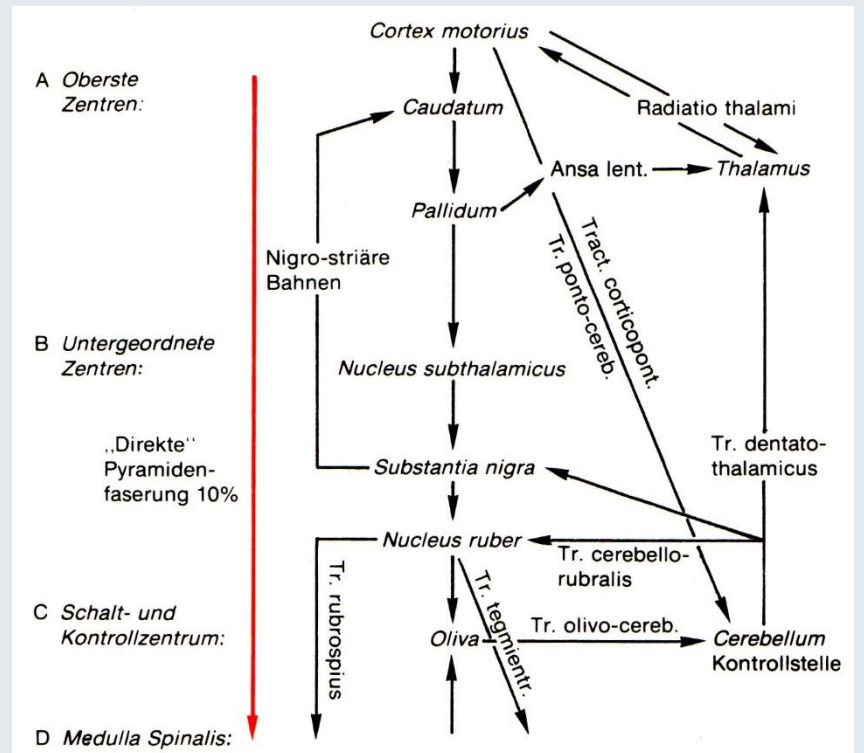
Basalganglien

Thalamus

Hirnstamm

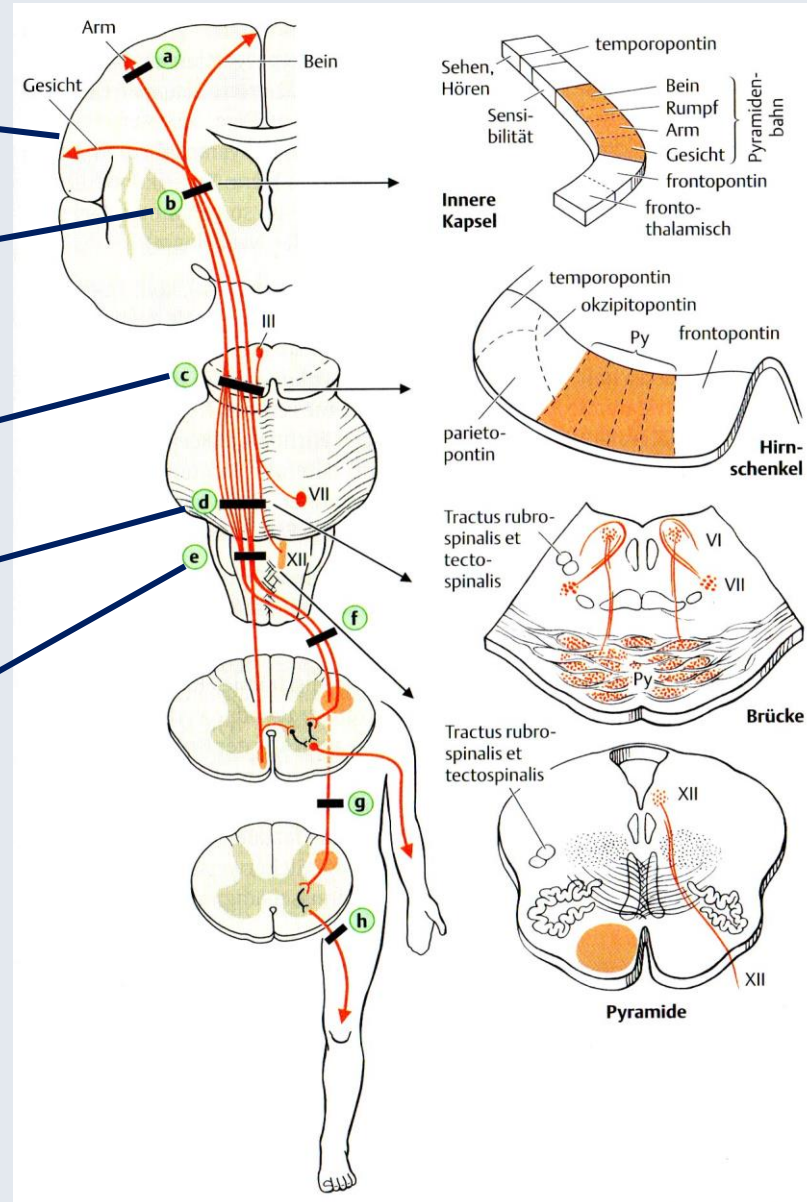
Informationen aus den Sinnesorganen

Sensible und propriozeptive Informationen



Das pyramidale System (Pyramidenbahn)

- „motorischer“ Cortex
- Capsula interna (Genu)
- Basis pedunculi cerebri
- Basis pontis
- PYRAMIDE



Übermittler der willkürlichen Bewegungen

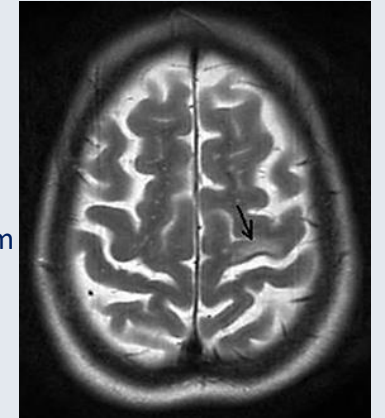
→ Name kommt von der Pyramide der Medulla oblongata

oder

Pyramidenzellen des motorischen Cortex

Motorische Rinde

Im engsten Sinne bedeutet das primäre motorische Areal:
Brodmann 4, also Gyrus precentralis (an MRT-Aufnahmen ist als
ein schräger Streifen sichtbar: „motor strip“)



www.ispub.com

Im weiten Sinne gehören alle Areale dazu, die
durch Reizung eine motorische Antwort ergeben können:
Br 6 α und 6 α β (premotorischer und supplementer Cortex)

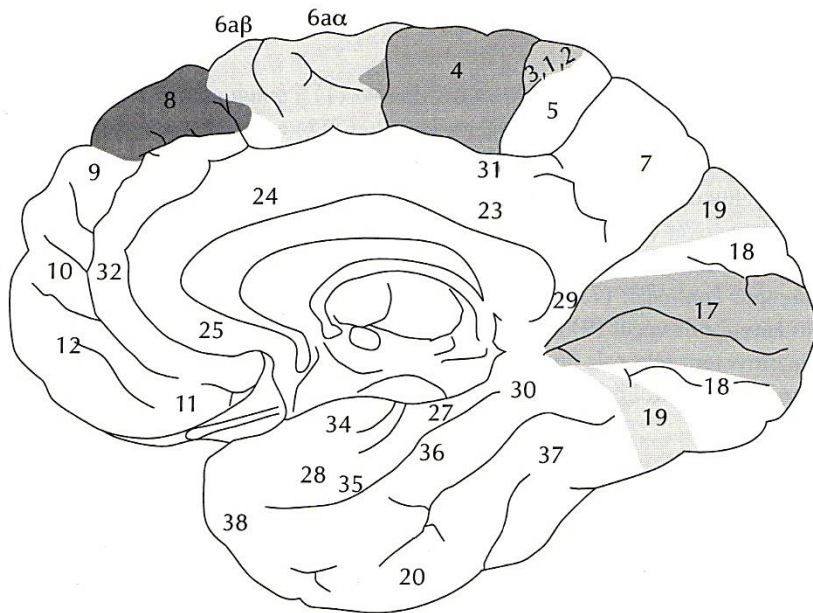
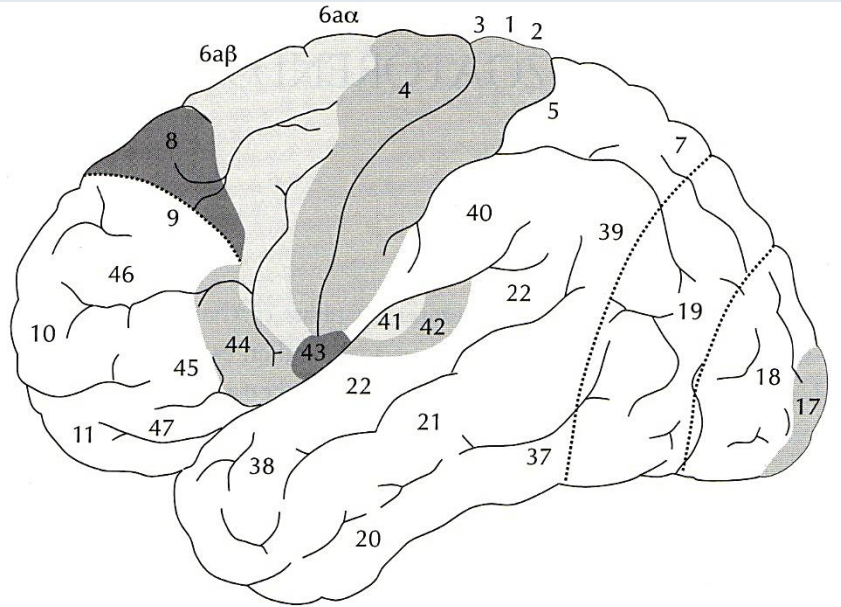
Br 8 (frontales Augenfeld)

Br 3, 1, 2 (sensorischer Cortex)

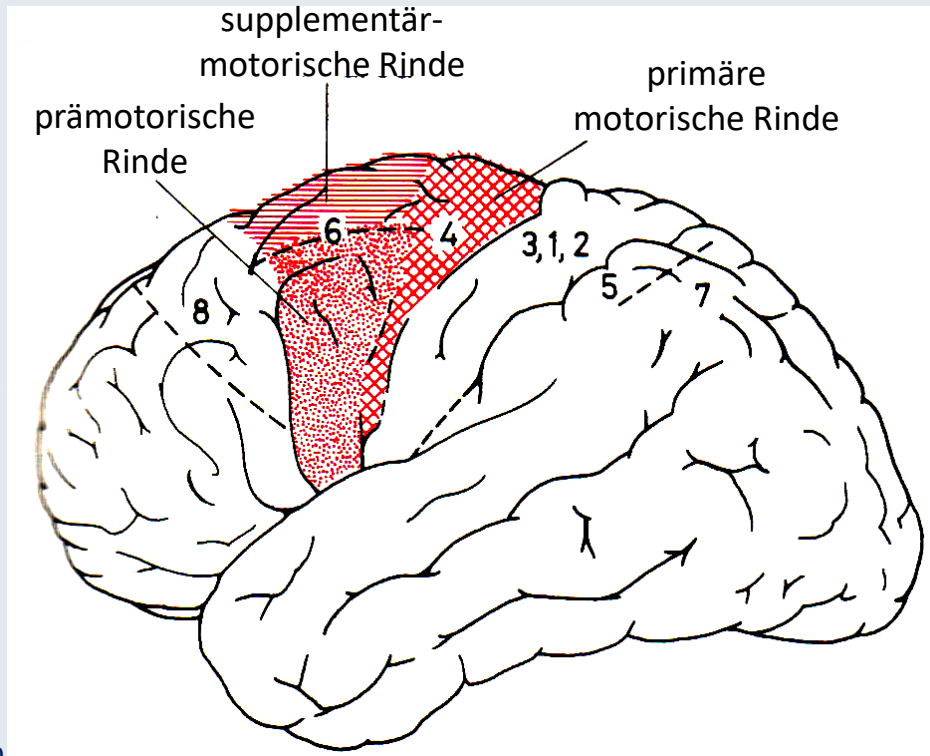
Br 5, 7 (Lobulus parietalis sup. – Assoziationsgebiete)

Br 19 (Sehrinde)

...



Motorische Rinde



Fonyó

Primäre motorische Rinde: Brodmann 4

die Neuronen bestimmter Muskel(gruppen) sind an mehreren Stellen zu finden – Plastizität
erlernte Bewegungen – Hervorrufen bestimmter Bewegungsabfolgen
Synchronisation der Muskelkontraktionen (Synergie)

Prämotorische Rinde: Brodmann 6 α und 6 β (dorsolateraler Anteil)

Planung, Vorbereitung und Ausführung komplizierterer Bewegungen
aktiviert sich früher, als die primäre motorische Rinde (Vorbereiter)
verkürzt die Latenz der Bewegungsantwort

Zusammensetzung der Informationen:

Bewegungen \leftrightarrow Körperhaltung bzw. Sinnesorgane

Supplementär-motorische Rinde: Brodmann 6 α und 6 β (medialer Anteil)

Planung der Bewegungen, Vorbereitung der Bewegungsabfolgen

Antrieb der Bewegungen (inkl. Sprache)

Synchronisation zwischen Bewegungen und Rückmeldungen über die Bewegungen

unterschiedliche Bewegungssequenzen der Extremitäten

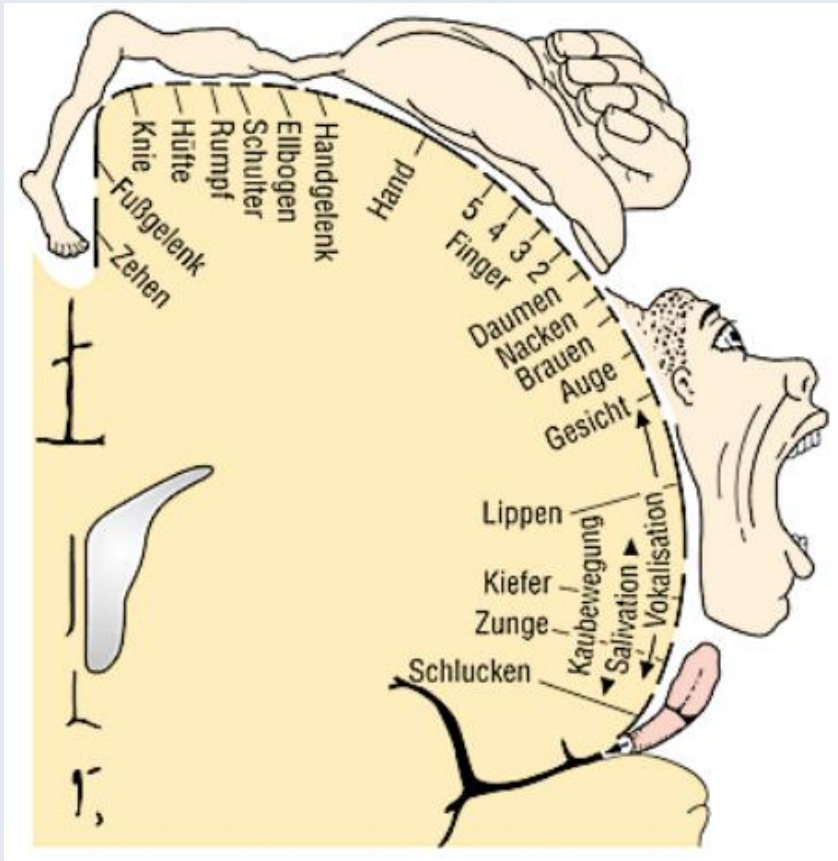
Hemmung der Spiegelneurone

Verbindung mit anderen Bereichen der Großhirnrinde

→ Somatotopie

Somatotopie

Gleichermaßen der sensorischen Rinde, in der motorischen Rinde ist der Körper auch repräsentiert (unterschiedliche, eigene Areale).

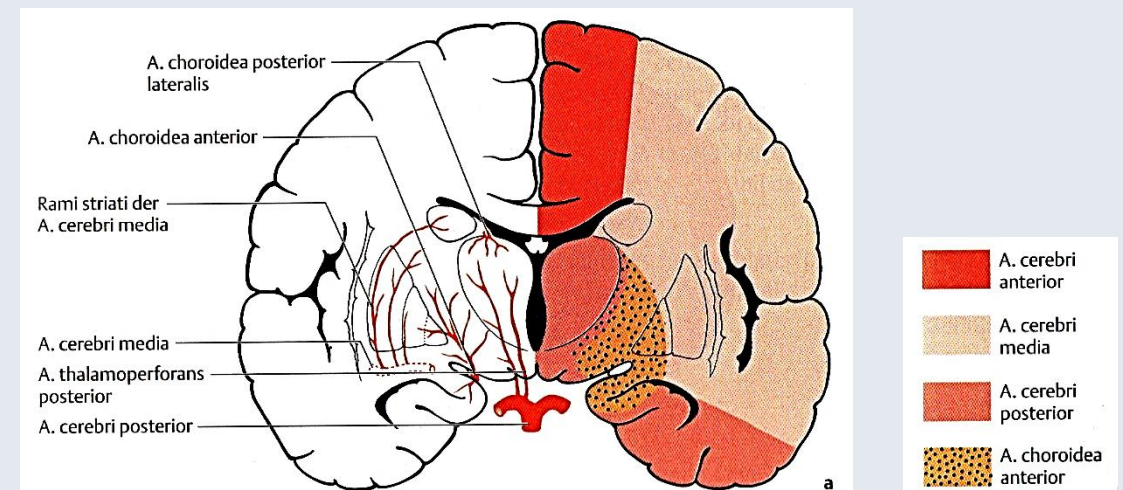


Schütz/Rothschuh

„motorischer Homunculus“

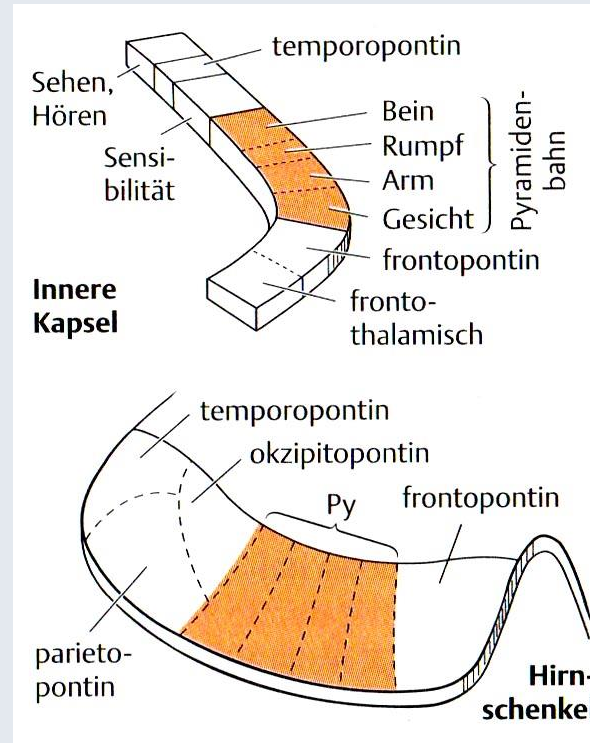
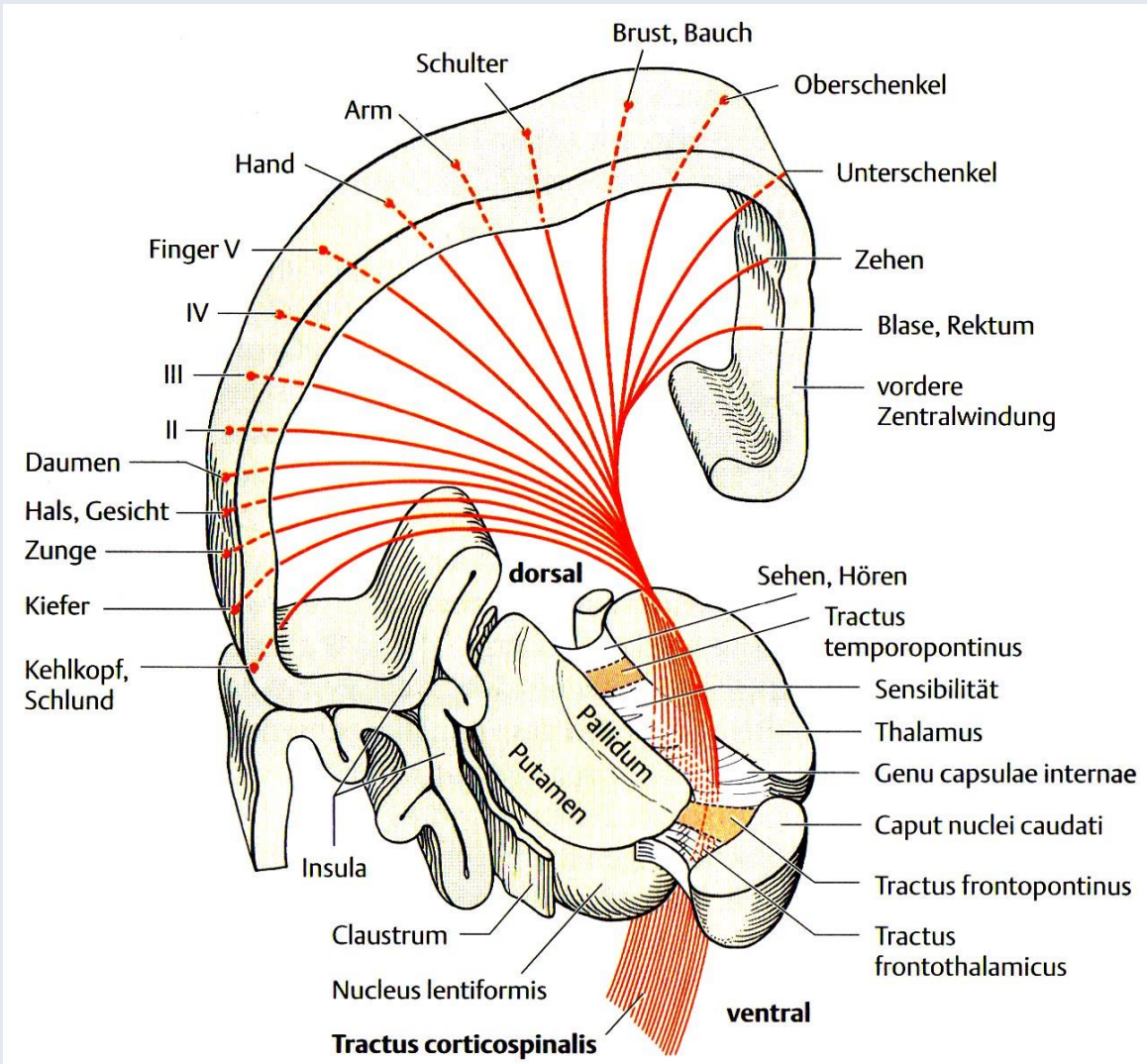
Die kortikale Repräsentation eines Muskels hängt mit der Feinheit der ausgeführten Bewegung, nicht mit der Masse des Muskels zusammen!

Rumpfmuskulatur, Muskeln im Beckenbereich sowie Muskeln der unteren Extremitäten besitzen beidseitige kortikale Repräsentation; beidseitige Repräsentation der oberen Extremitäten gibt es proximal, distal nur kontralateral (s. Schweregrade der Lähmungen)

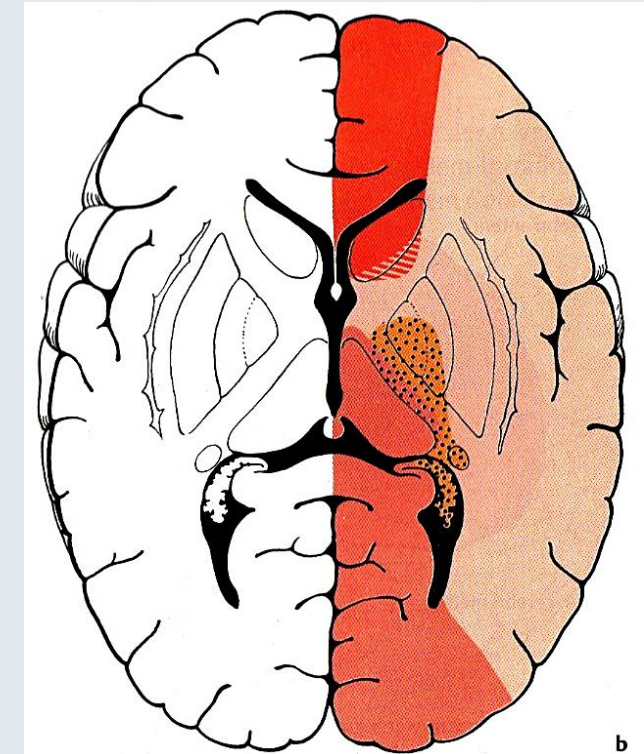


Duus

Somatotopie



Duus

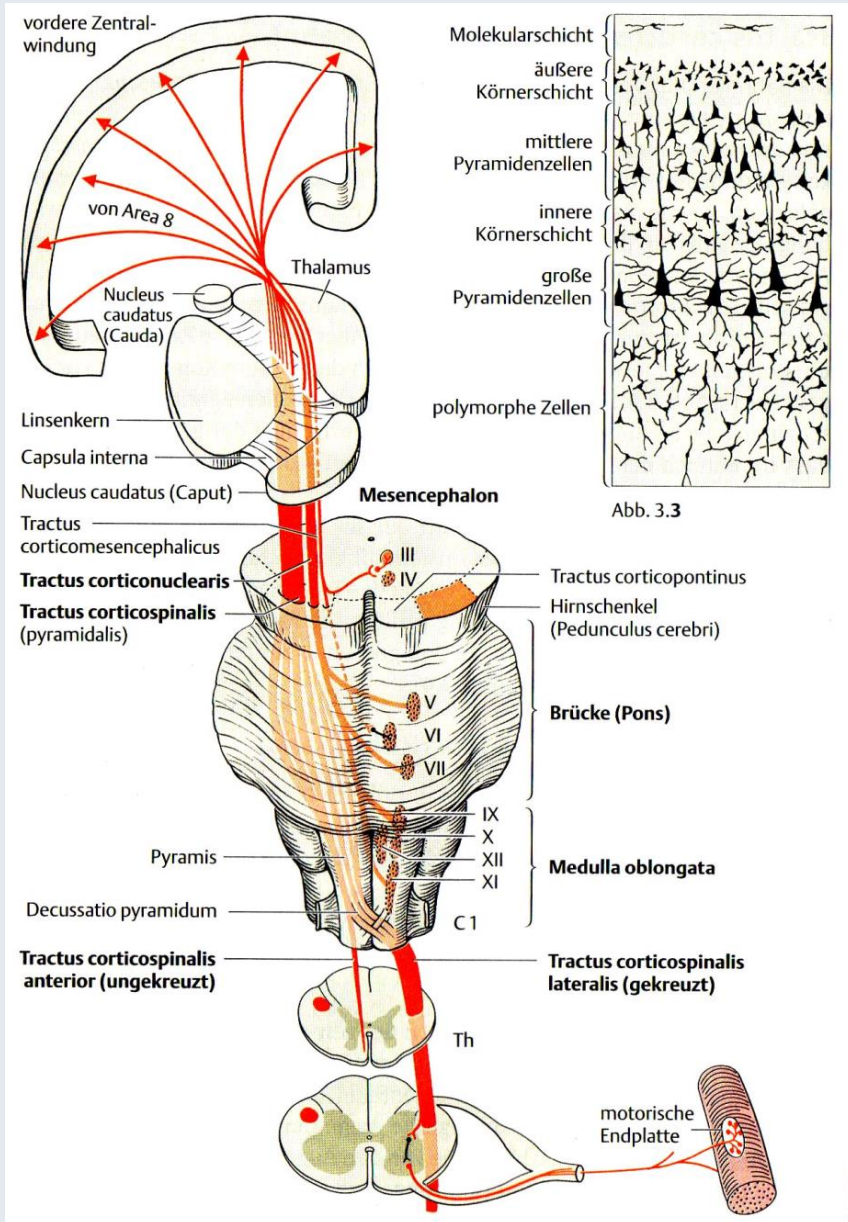


Duus

- A. cerebri anterior
- A. cerebri media
- A. cerebri posterior
- A. choroidea anterior

Pyramidenbahn = Tractus corticospinalis

Duus



Die Axonen der Pyramidenbahn stammen nur 40 %-ig aus dem primären motorischen Rinde.

Die typischen Betz-Riesenzellen (Pyramidenzellen) ergeben nur 4 % der Axonen.

Bahnen durch Basis pedunculi cerebri:

Tractus corticospinalis = Pyramidenbahn

Tractus corticonuclearis (zu den motorischen Kernen anderer Hirnnerven)

→ Nn. V., VII., IX., X., XI., XII.

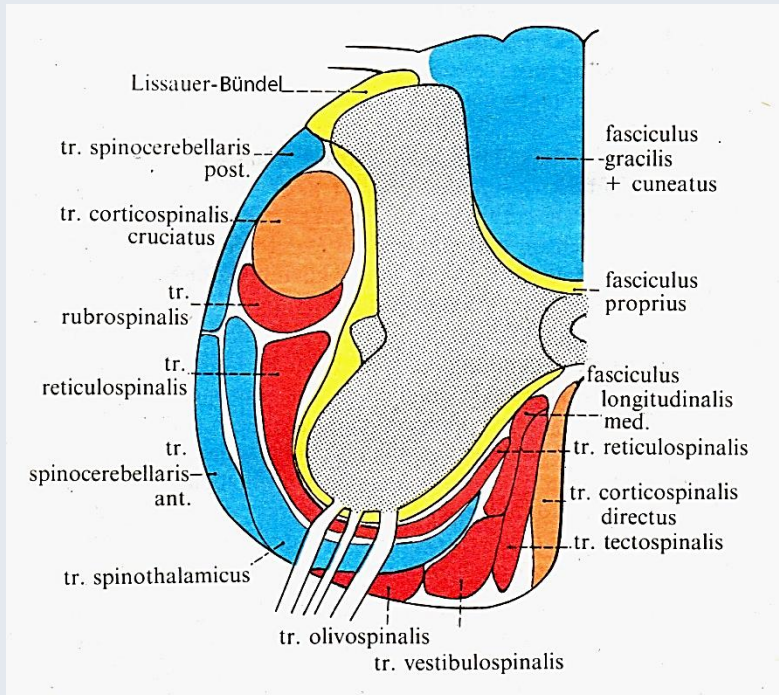
Tractus corticomesecephalicus (Br 8 – Kerne der Hirnnerven, die die Bewegungen der Augen steuern)

→ Nn. III., IV., VI.

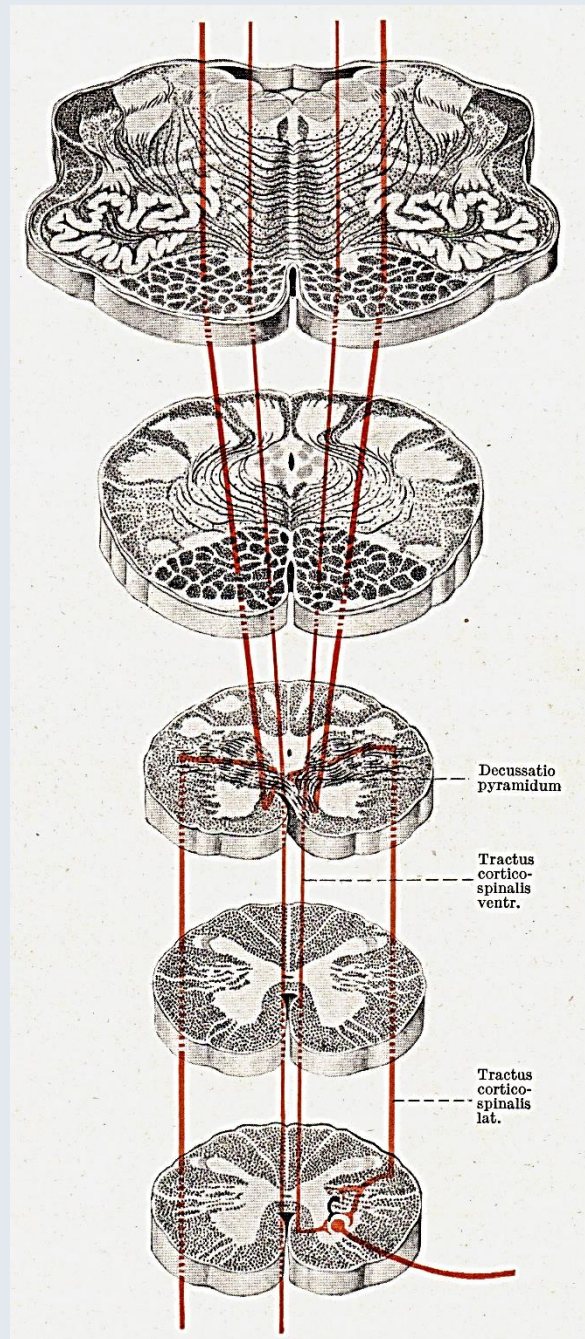
Cortico-ponto-cerebelläre Bahnen:

Tractus temporooccipitopontinus (Türck)

Tractus frontopontinus (Arnold)



Réthelyi & Szentágothai



Clara

Tractus corticospinalis cruciatus

(lateralis): ~ 85 % der Fasern

→ Kreuzung: Decussatio pyramidum

Tractus corticospinalis directus

(anterior): ~ 15 % der Fasern

→ Kreuzung in der Höhe der Endigung

Endigung der Fasern:

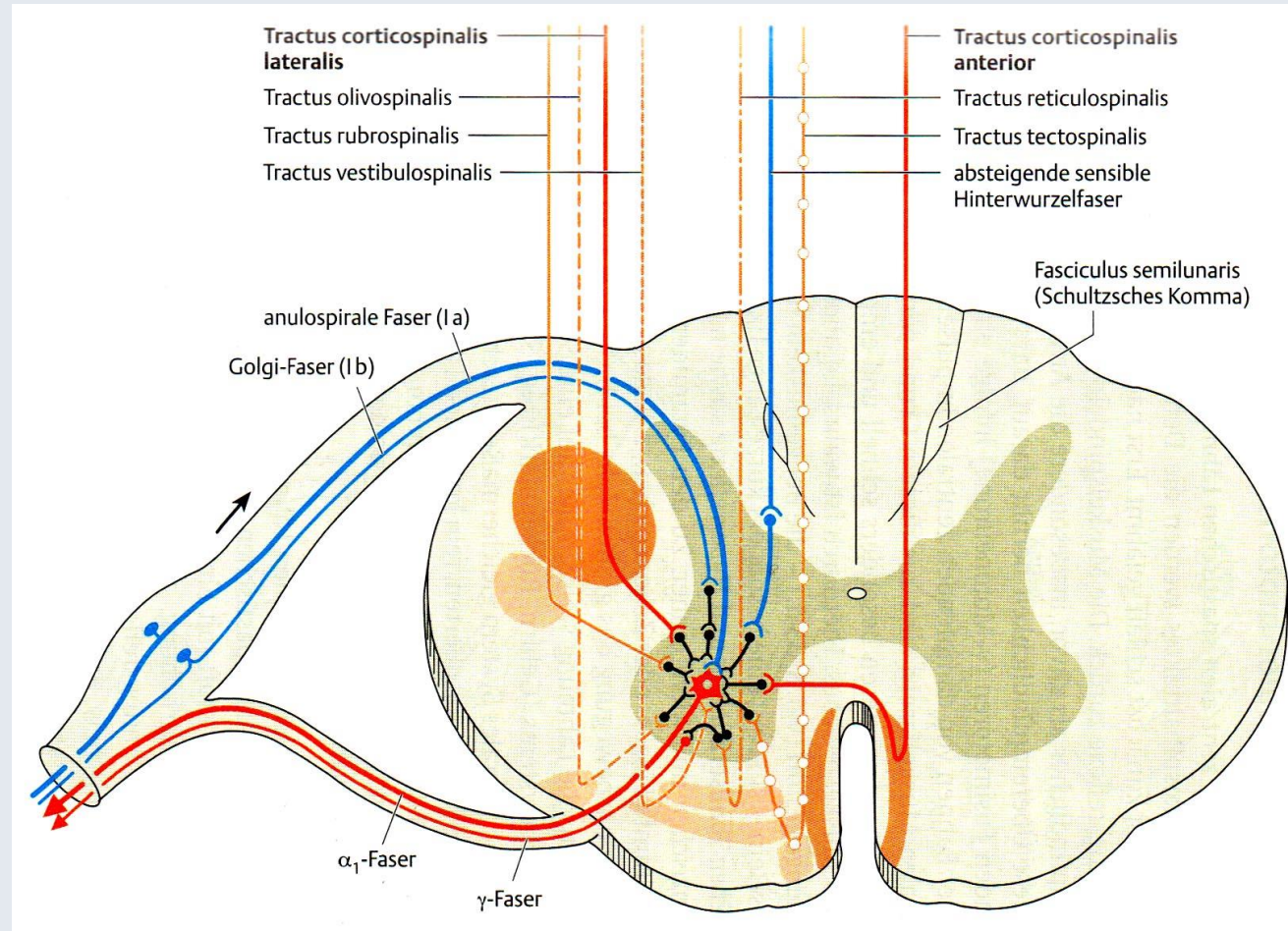
- hauptsächlich an Interneuronen

- teilweise an α - und γ -Motoneuronen

Was beeinflusst noch ein Motoneuron?

Duus

- Tr. vestibulospinalis
- Tr. reticulospinalis
- Tr. olivospinalis
- Tr. rubrospinalis
- Tr. tectospinalis
- Fasciculus longitudinalis medialis



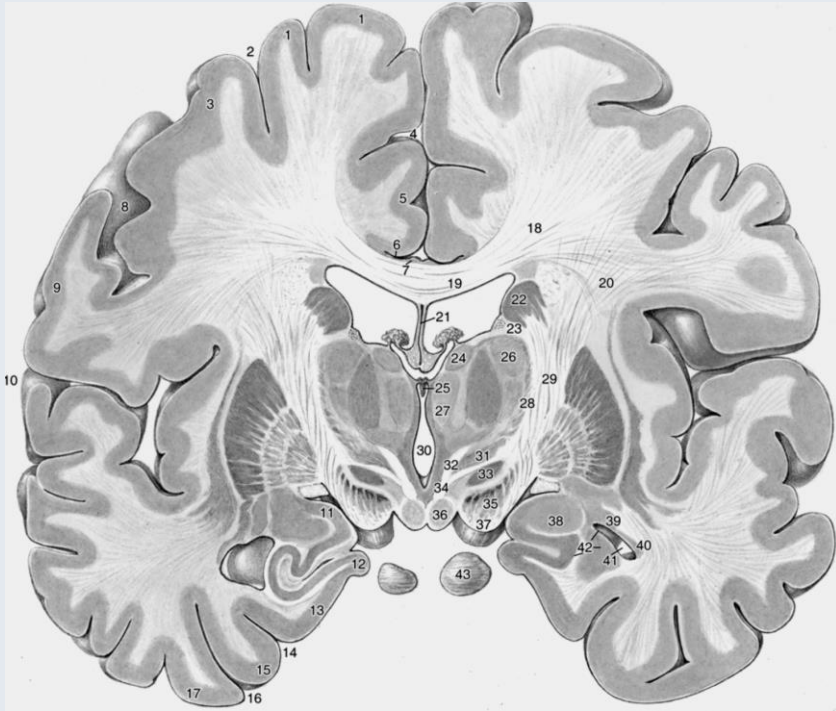
Die folgenden Strukturen greifen durch die genannten Bahnen in die Ausführung der unwillkürlichen Bewegungen ein:

- Kleinhirn
- *Basalganglien*
- bestimmte Bereiche der Hirnrinde

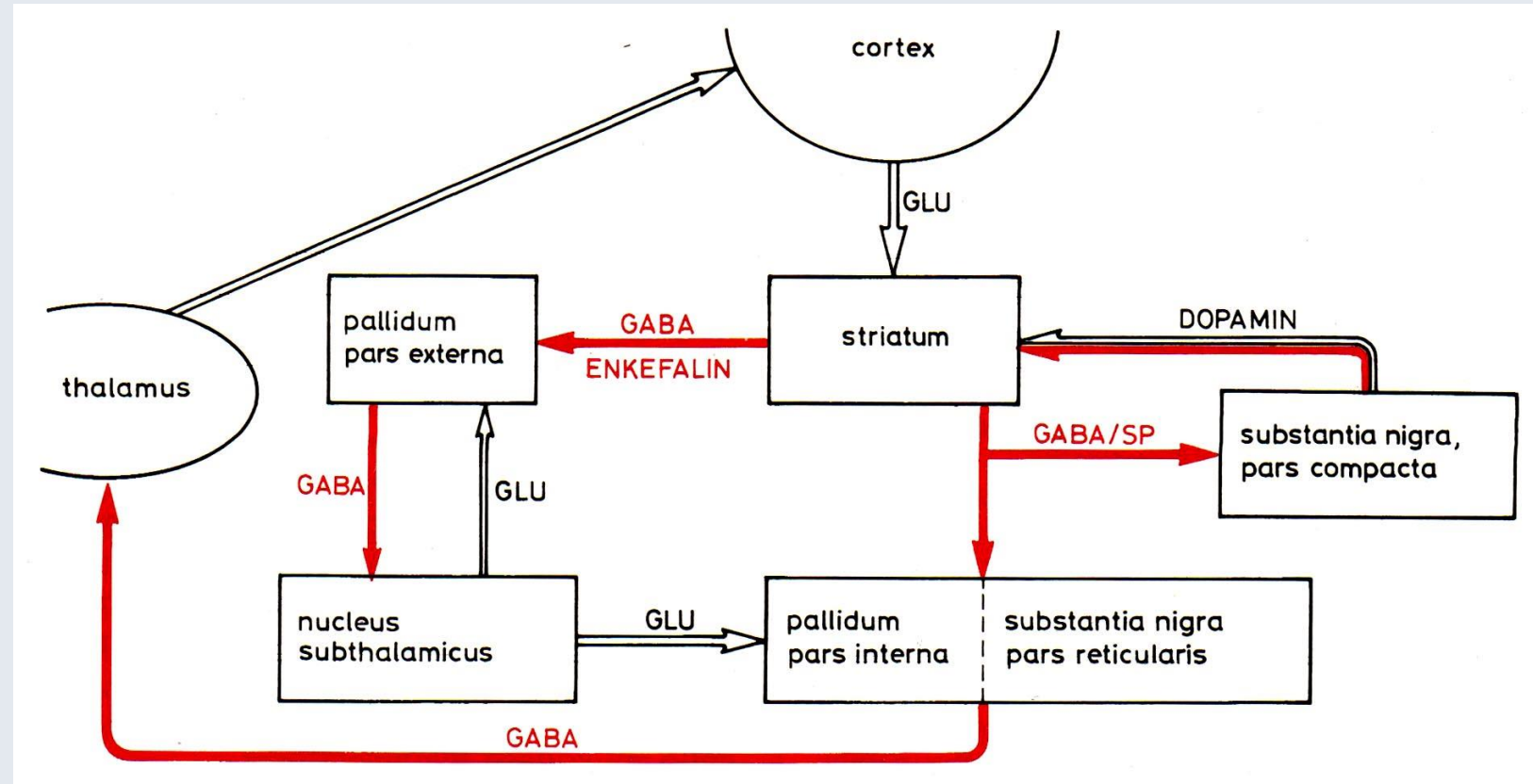
Sherrington: „gemeinschaftliche letzte Strecke“

Die Basalganglien

Planung der Bewegung und Regulierung des Muskeltonus + Gedächtnis, kognitive, emotionelle Einwirkungen



Nieuwenhuys



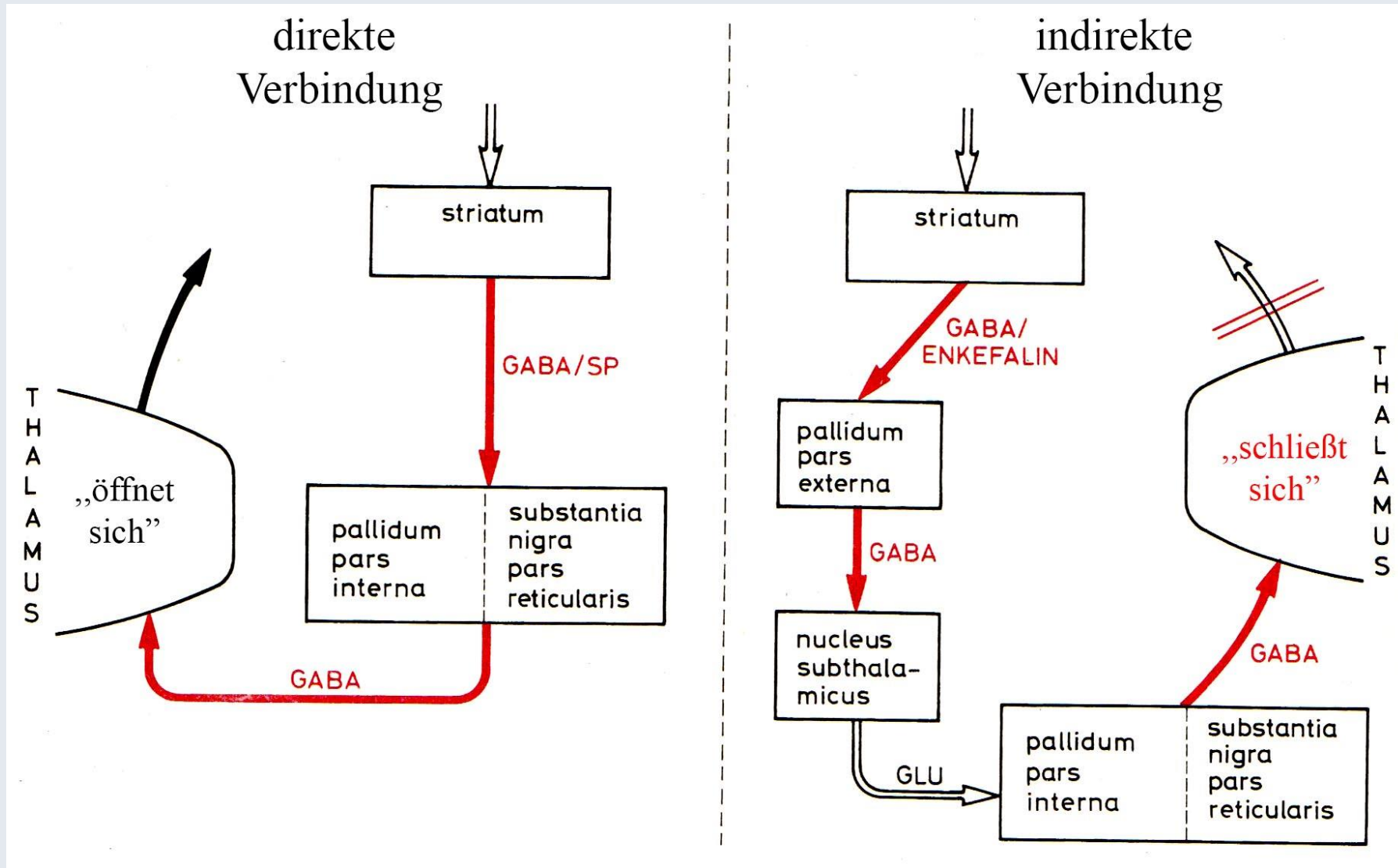
Fonyó

Eingang aus der Rinde (motorische, sensorische, assoziative): Striatum (motorisches Striatum; assoziatives und limbisches Striatum)

Ausgang in die Rinde (hauptsächlich supplementäre): aus Pallidum und Substantia nigra (Pars reticularis)

durch den Thalamus (VA, VL)

Die Basalganglien



Fonyó

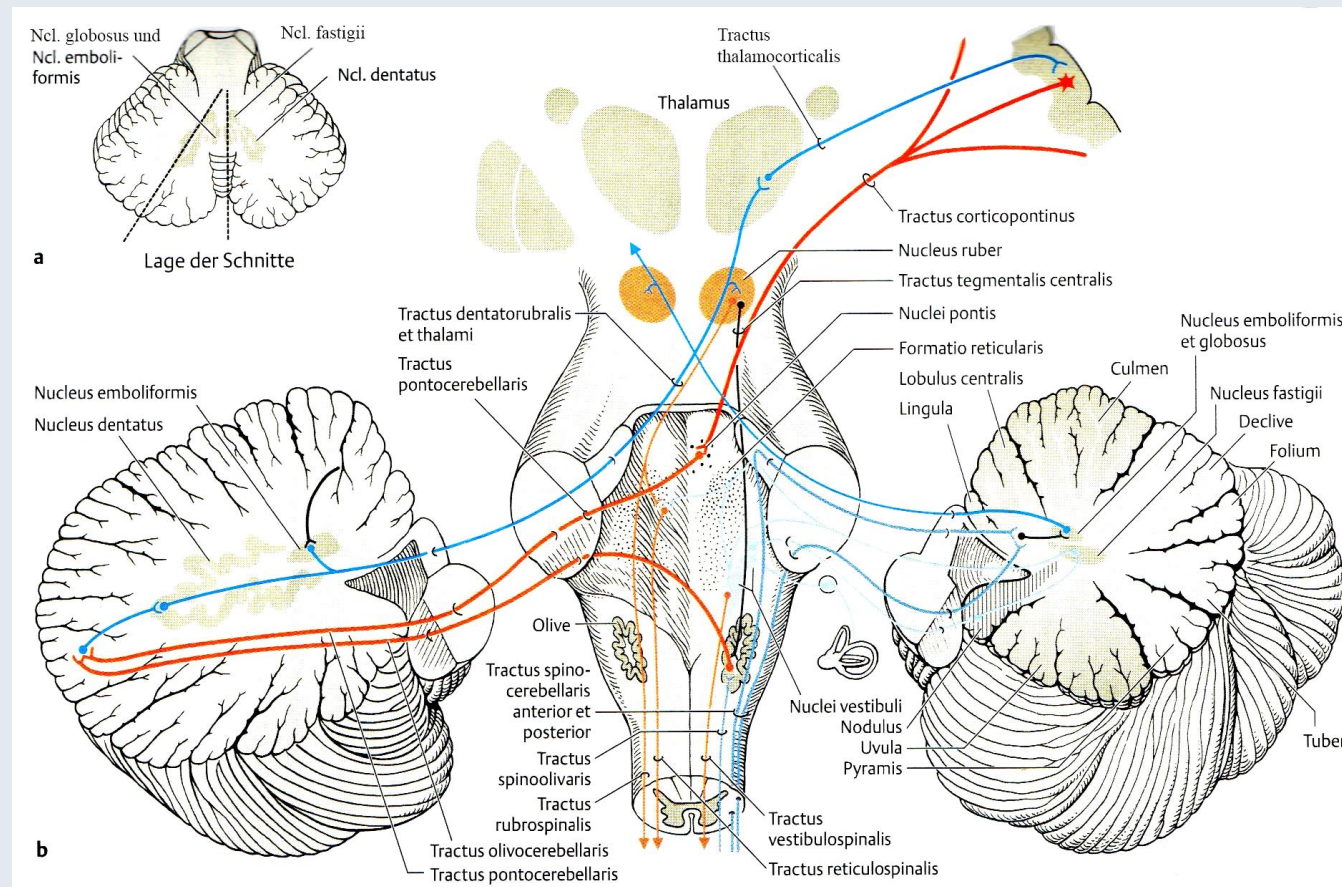
Die genannten Kreise haben keine direkte Verbindung mit dem Rückenmark

Über die Rolle des Kleinhirns

Kleinhirn kriegt sensorische Informationen über die Kleinhirnstiele:

→ alle Modalitäten (vestibulär, taktil, propriozeptiv, optisch, akustisch)

Durch seine Kerngebiete steht in efferenter Verbindung mit unterschiedlichen Etagen des motorischen Systems (eigentlich von der Rinde bis den Neuronen des Rückenmarks).



Über die Rolle des Kleinhirns

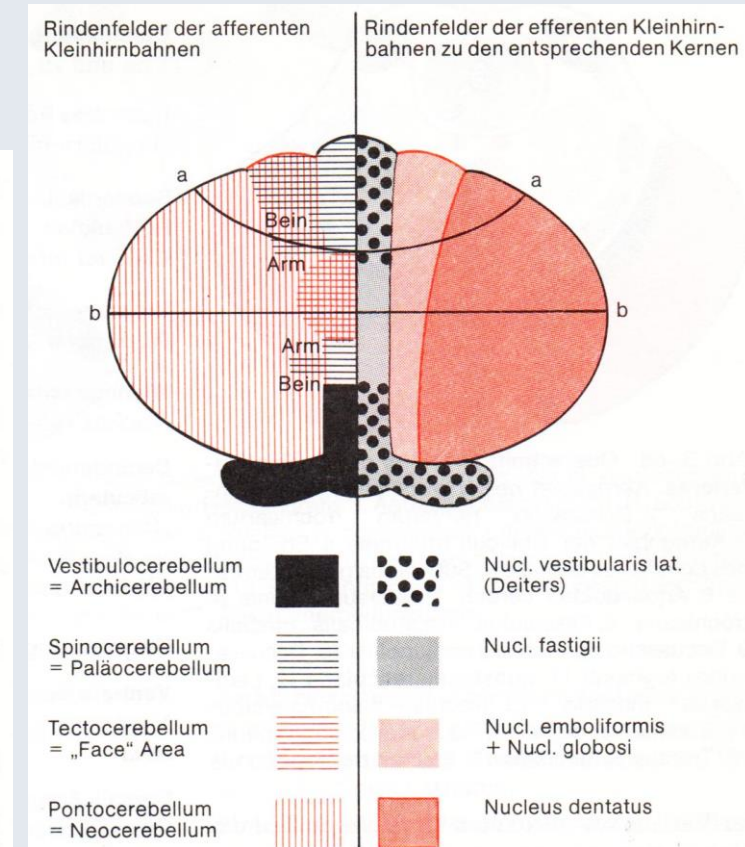
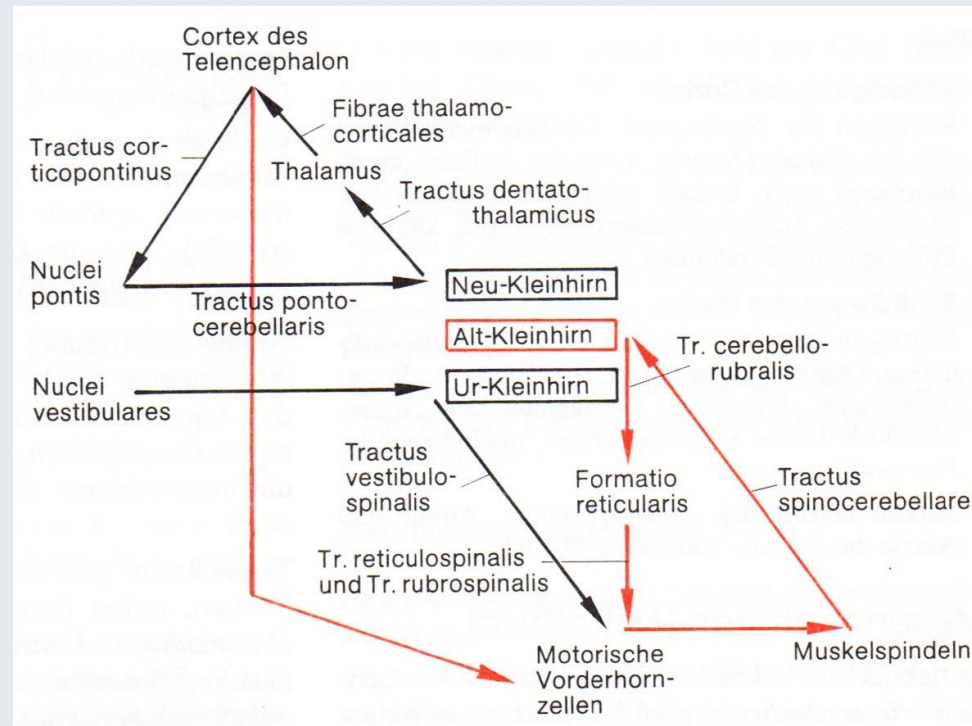
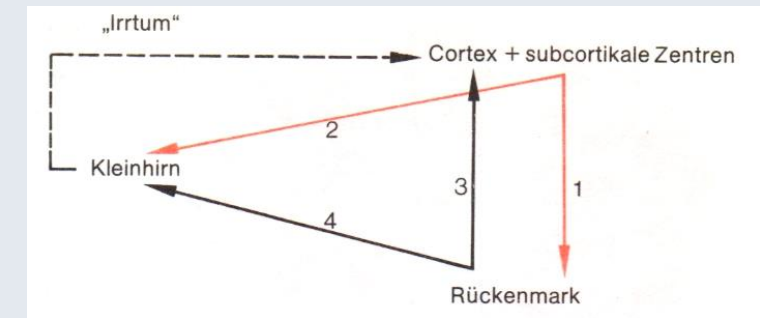
Unterschiedliche Anteile greifen in unterschiedlichen Punkten der Bewegungssteuerung ein:

Archicerebellum (Vestibulocerebellum): Vestibularismeldungen (direkter/indirekter Weg)

Paleocerebellum (Spinocerebellum): Rückmeldungen der epikritischen und propriozeptiven Sensibilität (aus Rückenmark)

Neocerebellum (Cerebrocerebellum): durch die Kerngebiete der Brücke erfährt Informationen über Aktivität der motorischen Rinde, Programmierung der Bewegungen

Letztendlich vergleicht das Kleinhirn die geplante mit der ausgeführten Bewegung (die Bewegung wird dem Plan angepasst: z.B. genaues Erreichen eines Objekts).



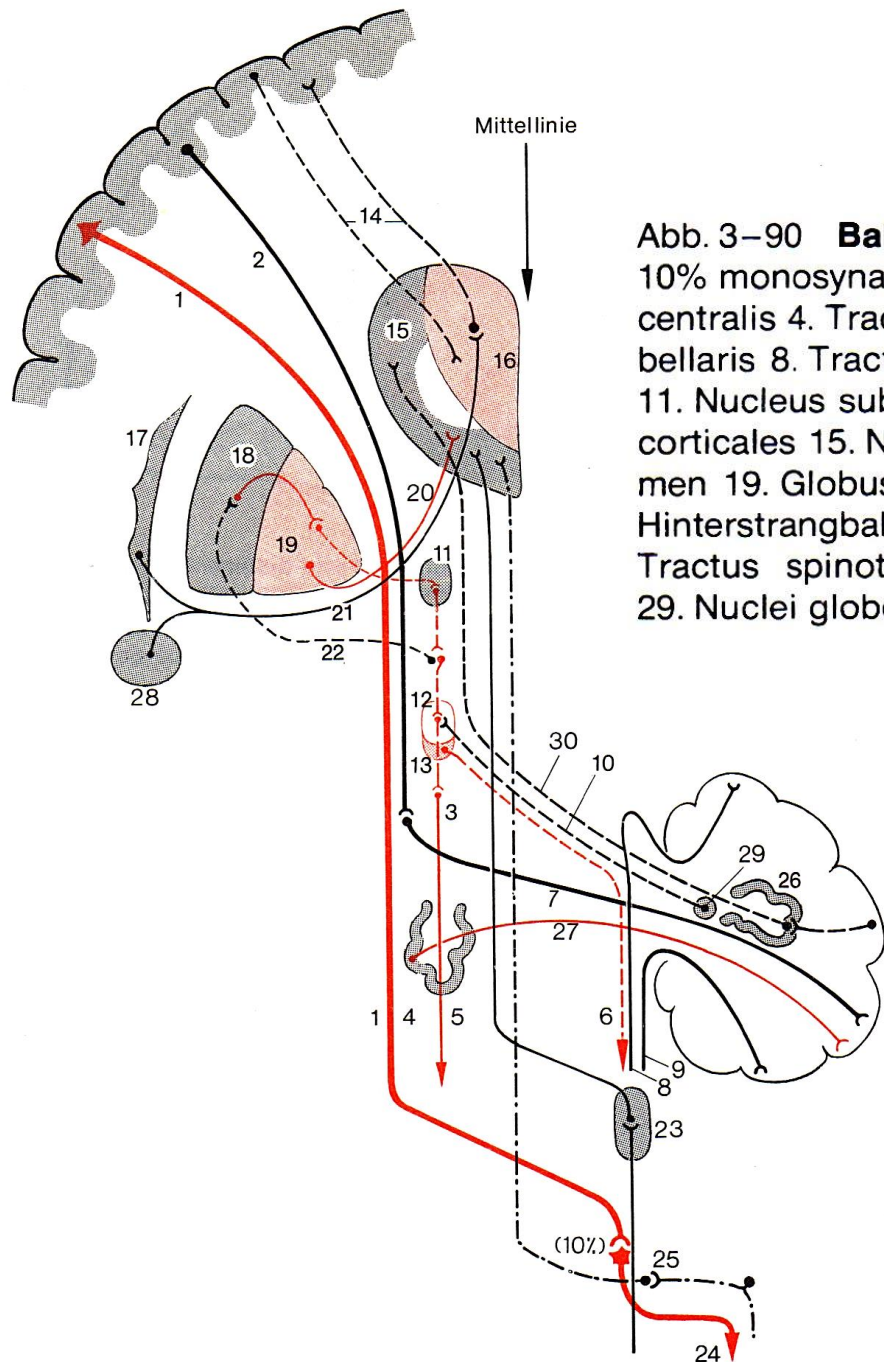


Abb. 3-90 **Bahnsynthese der Motorik, wichtigste sensible Afferenzen** 1. Tractus pyramidalis, nur in 10% monosynaptisch zu motorischen Vorderhornzellen 2. Tractus corticopontinus 3. Tractus tegmentalis centralis 4. Tractus reticulospinalis 5. Tractus spinoolivaris 6. Tractus rubrospinalis 7. Tractus pontocerebellaris 8. Tractus spinocerebellaris ant. 9. Tractus spinocerebellaris post. 10. Tractus cerebellorubralis 11. Nucleus subthalamicus 12. Neorubrum 13. Palaeorubrum 14. Fibrae corticothalamicae und thalamocorticales 15. Nuclei laterales des Thalamus 16. Nucleus medialis des Thalamus 17. Claustrum 18. Putamen 19. Globus pallidus 20. Ansa lenticularis 21. Ansa peduncularis 22. Nigrostriäre Bahnen 23. Lange Hinterstrangbahnen. Schaltung auf 2. Neuron 24. Gemeinsame motorische Endstrecke 25. Schaltung des Tractus spinothalamicus 26. Nucleus dentatus 27. Tr. olivocerebellaris 28. Corpus amygdaloideum 29. Nuclei globosi + emboliformis 30. Tractus dentatothalamicus