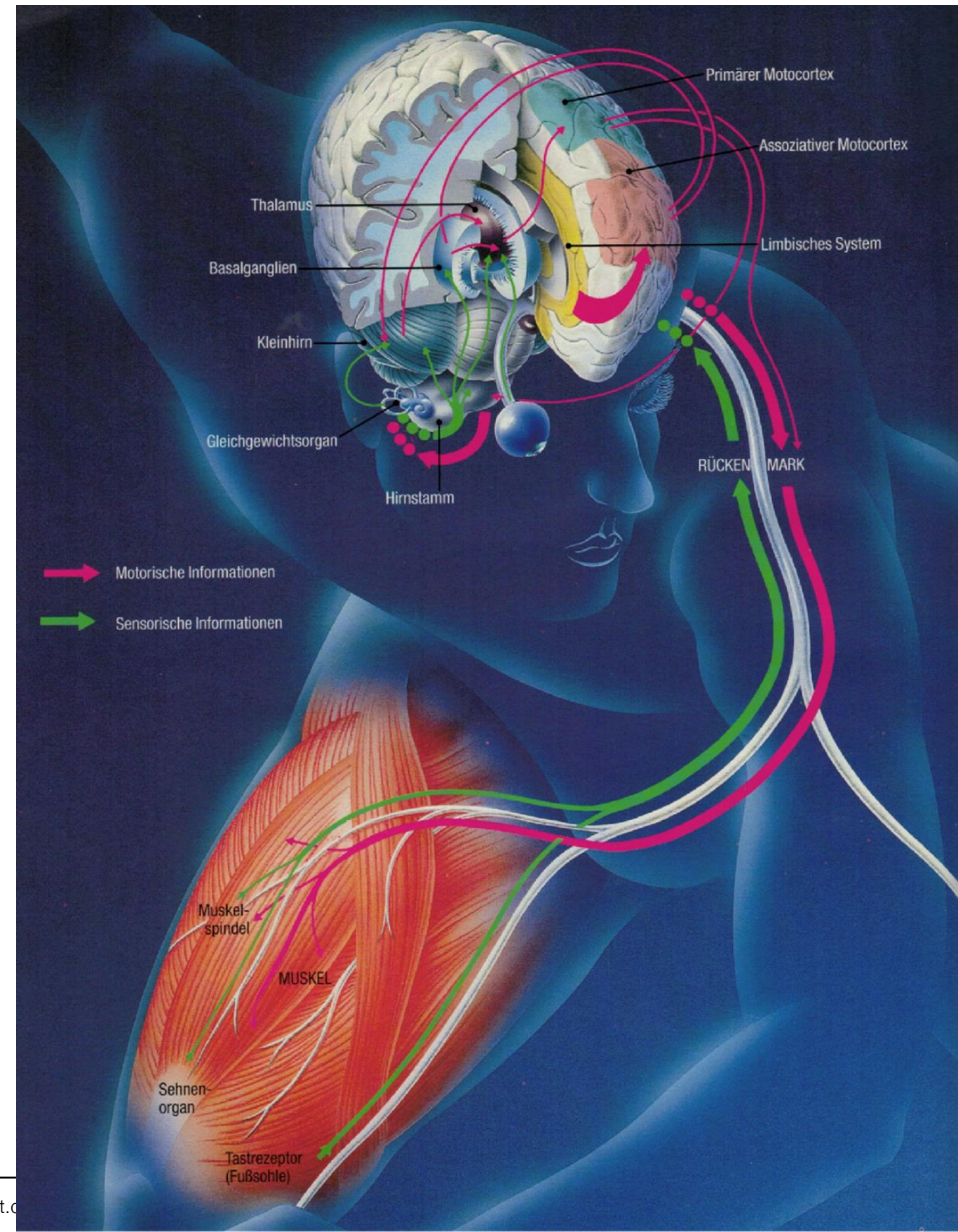


Anatomisch-physiologische Aspekte des motorischen Lernens



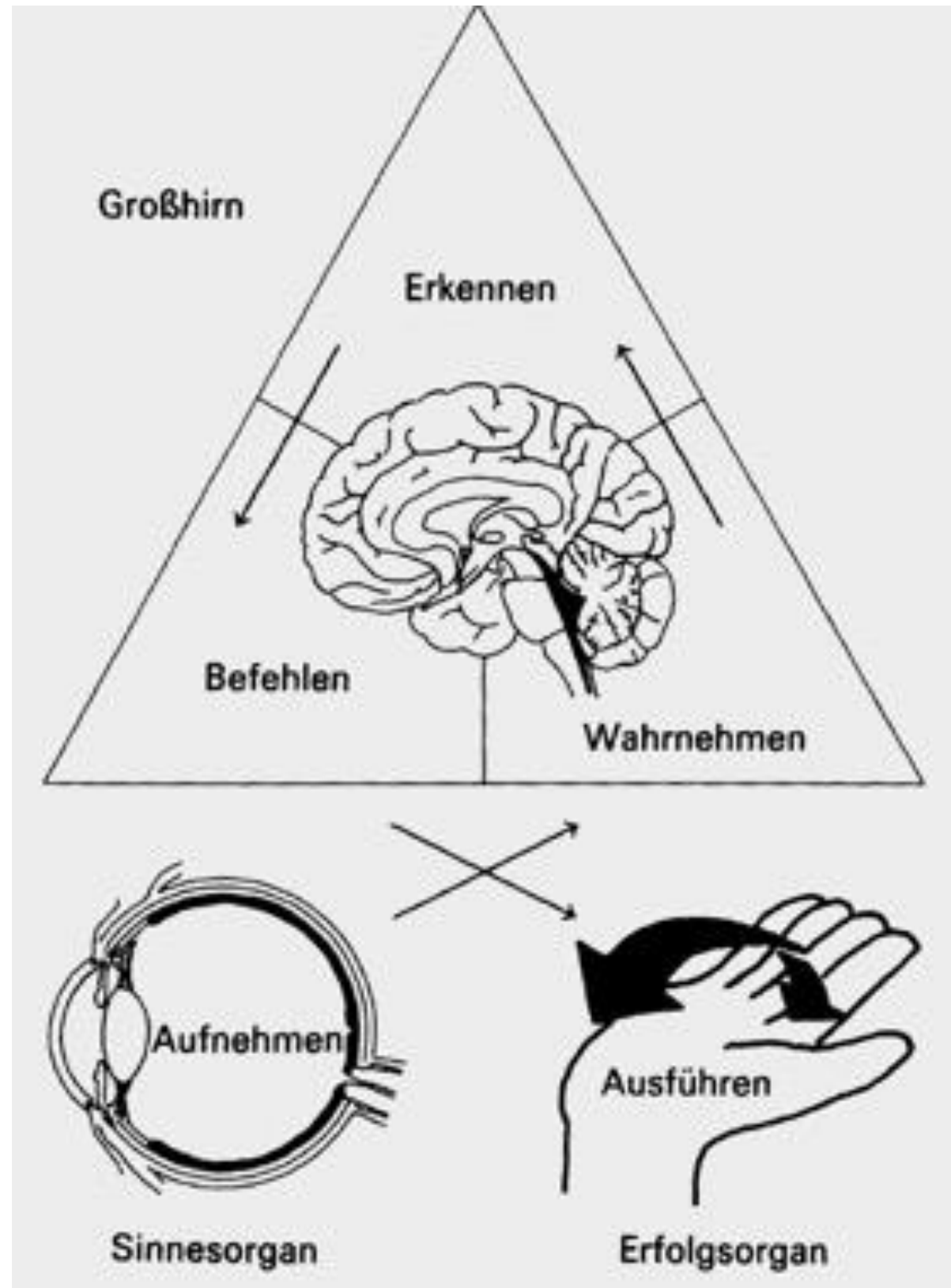
Übersicht: Anatomisch-physiologische Aspekte des mot. Lernens

Das Nervensystem des Menschen wird untergliedert in einen zentralen und einen peripheren Teil. Beide zusammen regeln unsere Beziehung zur Innen- und Aussenwelt:

Die Aufgabe des **zentralen Nervensystems (ZNS)** ist einer Schaltzentrale vergleichbar. Es besteht aus dem Gehirn und Teilen des Rückenmarks. Das Rückenmark dient „als Hauptleitungskabel der Informations-übermittlung.“ Das **periphere Nervensystem (PNS)** besteht aus Nervenzellen mit ihren Ausläufern vom Rückenmark hin zu den Organen und von den Organen zurück zum Rückenmark. Aus den verschiedenen Organen (z.B. Sinnesorgane oder Muskelspindeln) kommende sensorische (= aufsteigende/**afferente**) Informationen werden aufgenommen, (im Gehirn) verarbeitet und in motorische (= absteigende/**efferente**) Befehle für eine möglichst zweckmässige Reaktionsweise der einzelnen Organe umgesetzt.

Die Nervenbahnen bestehen aus Nervenzellen, ihr Durchmesser beträgt nur einige tausendstel Millimeter. Signale werden von Nervenzelle zu Nervenzelle mittels elektrochemischer Impulse weitergegeben. Auf eine Vertiefung des Themas „Nerven“ wird hier verzichtet. Die Beziehung zwischen peripherer Sinneswahrnehmung, Impulsweiterleitung über afferente Bahnen, zentraler Wahrnehmung und Erkennen (Informationsverarbeitung), Befehlsvermittlung, Impulsweiterleitung über efferente Bahnen und peripherer Impulsumsetzung durch das Erfolgsorgan, ist in der nebenstehenden, vereinfachten Abbildung dargestellt.

Übersicht: Anatomisch-physiologische Aspekte des mot. Lernens



Das Grosshirn

Das **Grosshirn** liegt direkt unter dem knöchernen Schädel. Es stülpt sich wie der Hut eines Pilzes über das **Mittelhirn** und das **Zwischenhirn**. Alles, was auf der folgenden Abbildung als Windungen ersichtlich ist, betrifft das Grosshirn. „Das Grosshirn ist der Sitz (siehe auch die untere Abbildung):

- des Bewusstseins, d.h. aller bewussten Empfindungen und Handlungen
- des Willens,
- der Kreativität und des
- Gedächtnisses

An der äusseren Oberfläche des Grosshirns liegt die **Grosshirnrinde**. Ihr Aussehen ist durch zahlreiche Windungen und Furchen geprägt. Die auffällige Längsfurche teilt das Grosshirn in zwei Hälften, welche durch ein Fasersystem und Nervenzellen miteinander verbunden ist. Dabei ist die rechte Gehirnhälfte für die linke Körperhälfte zuständig und die linke Gehirnhälfte für die rechte Körperhälfte zuständig.



Das Grosshirn

Man unterscheidet:

Motorische Rindenzfelder, die die Bewegungen der Skelettmuskulatur steuern.

Sensorische Rindenzfelder, die Sinneseindrücke verarbeiten.

Assoziationsfelder, die die Impulse verschiedener Rindenzfelder miteinander verknüpfen und so komplexe Sinneseindrücke zusammenführt und Interpretationen ermöglicht Beschreibung:

2 Vorstellungsvermögen, Phantasie, Kreativität

3 Sensorisches Rindenzfeld (Sinneseindrücke, Schmerzverarbeitung, Kälte-/Wärmegefühl)

4 Hörvermögen

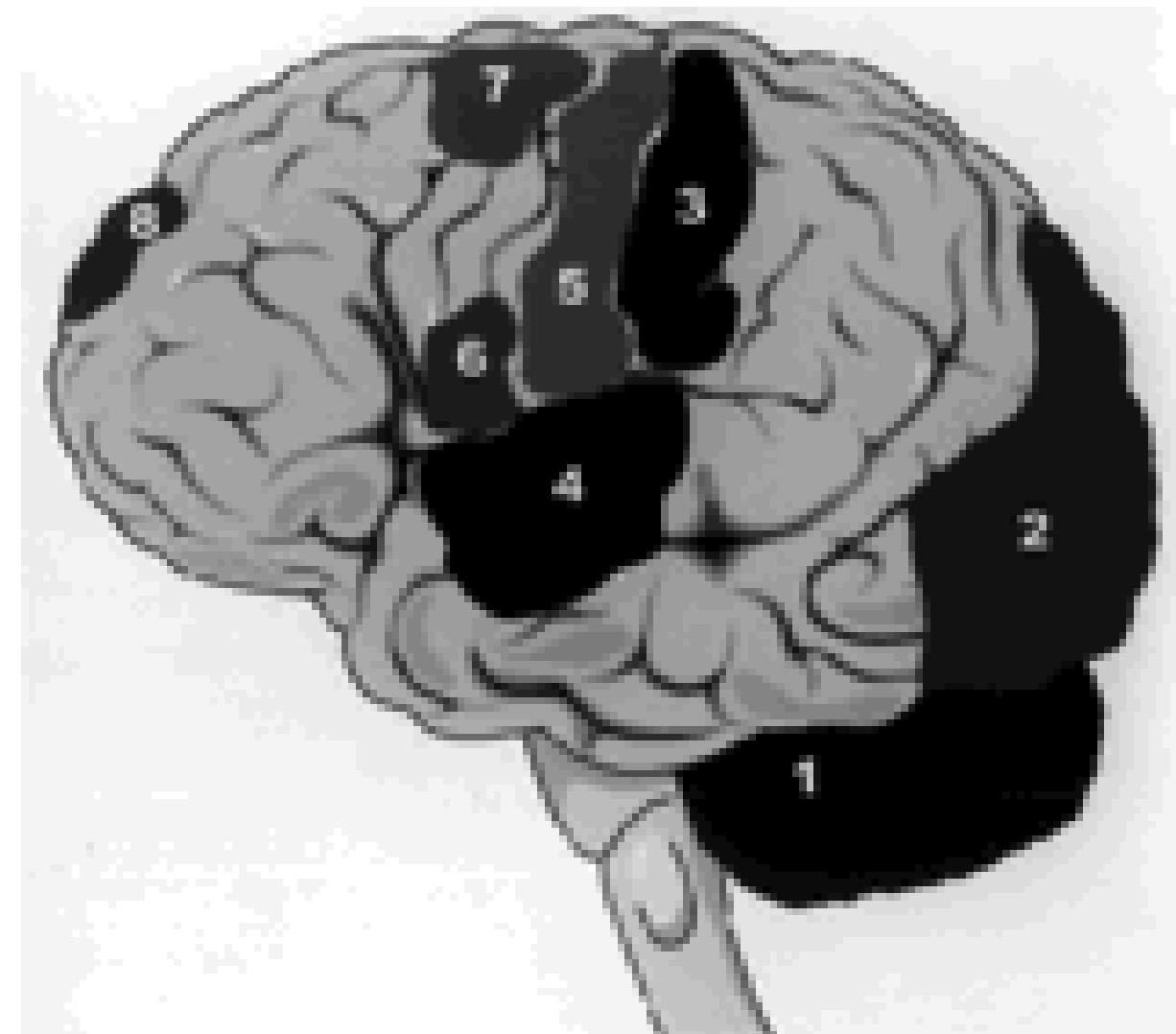
5 Motorisches Rindenzfeld (Motorische Bewegungen)

6 Sprache

7 Steuerung gewollter Bewegungen

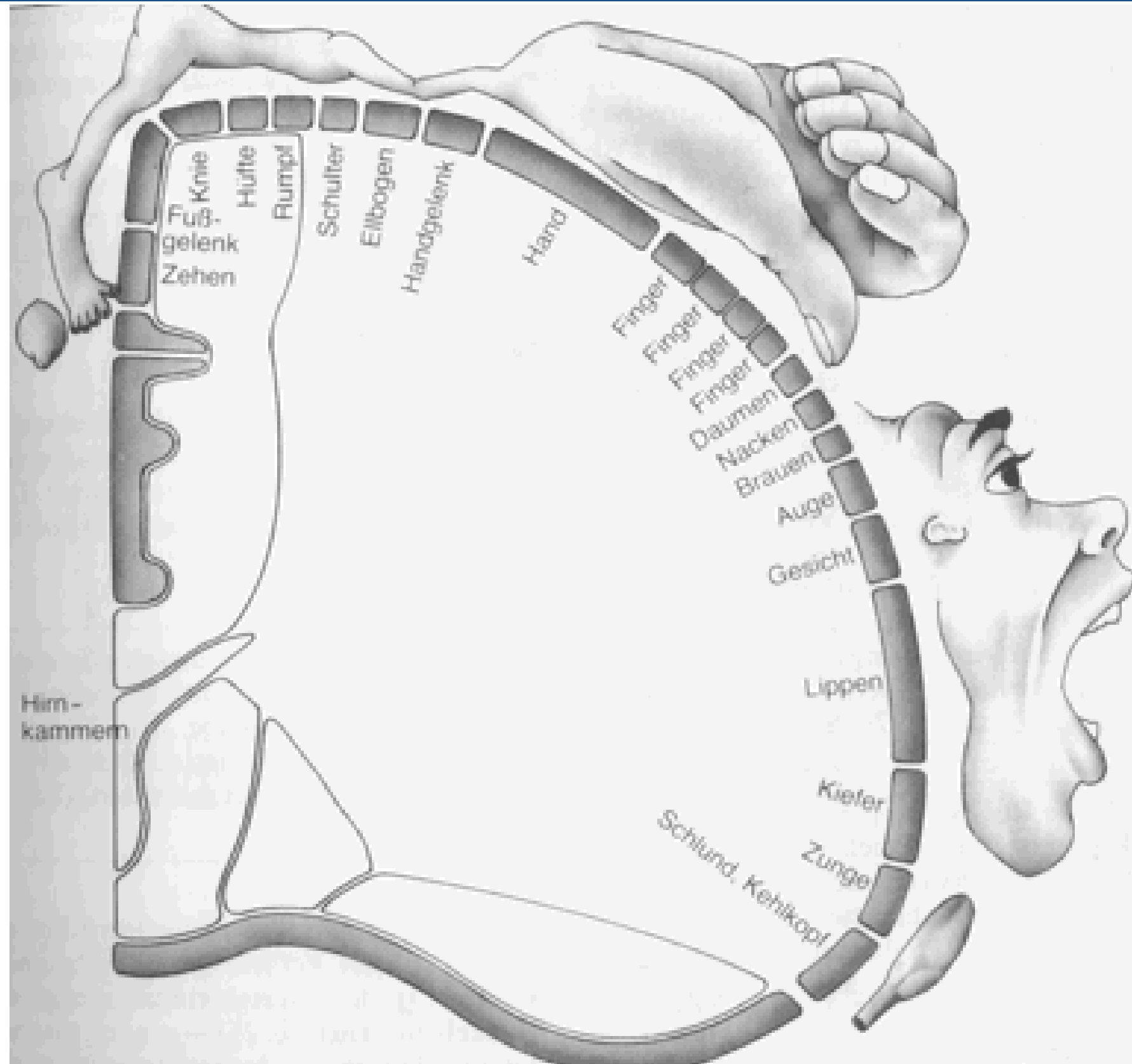
8 Gefühle

(1 Kleinhirn (Muskelkoordination); nicht Teil des Grosshirns)



Das Grosshirn

Auf dem motorischen Rindenfeld liegen alle Nervenzellen zur Steuerung bewusster Bewegungen auf engem Raum beieinander, wobei jede Körperregion auf einem eigenen Abschnitt repräsentiert wird. Wenn man diese Körperregionen auf den Hirnrindenabschnitten „nachzeichnen“ könnte, würde sich ein Menschlein mit bizarren Körperproportionen ergeben (Homunkulus), weil die feinmotorischen Körperteile überrepräsentiert sind.



Das Kleinhirn

Das Kleinhirn ist primär für motorische Abläufe verantwortlich, denn es ist ein wichtiges Steuerzentrum und für die Erhaltung des Gleichgewichtes und die Koordination der Skelettmuskulatur zuständig. Das Kleinhirn ist wohl kleiner als das Grosshirn, doch besitzt es fünf Mal mehr Nervenzellen als das Grosshirn.

Das Kleinhirn ist durch auf- und absteigende Bahnen mit dem Rückenmark, dem Grosshirn und dem Gleichgewichtsorgan verbunden. Diese Verbindungen ermöglichen die Arbeit des Kleinhirns als koordinierendes motorisches Zentrum.

Das Kleinhirn könnte – bildhaft gesprochen – als eine Art 'Harddisk' für Bewegungen' benannt werden.

Für die Feinarbeit der Muskulatur während der Bewegungsausführung ist also das Kleinhirn verantwortlich.

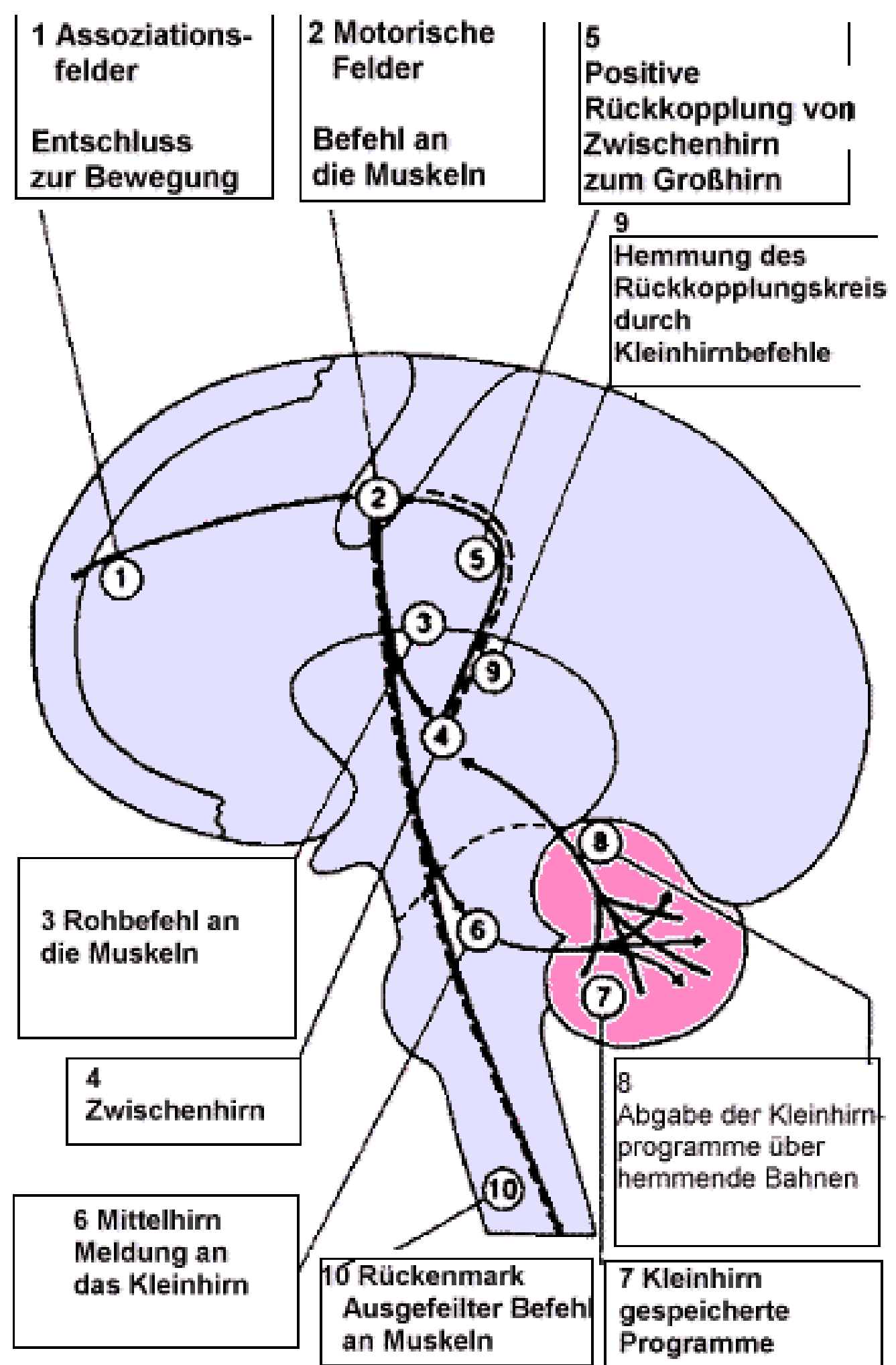


Bewegungsregulation: Zusammenarbeit Grosshirn-Kleinhirn

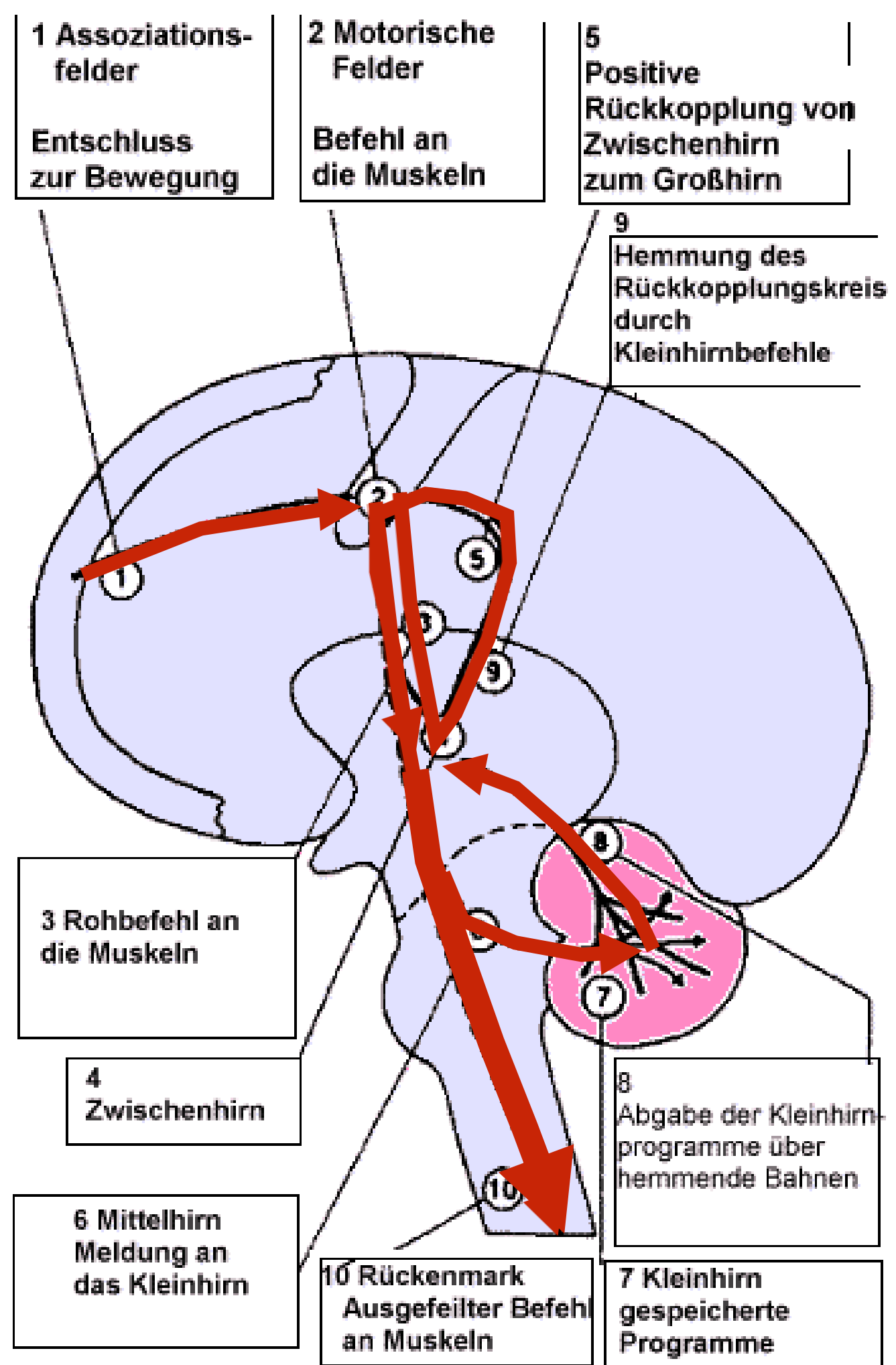
Dieser Vorgang ist sehr kompliziert und so ist es notwendig, die Steuerung einer Bewegung vereinfacht und schematisch darzustellen. Siehe dazu die Abbildung der nächsten Folien.

1. Der bewusste Entschluss zu einer Bewegung wird wahrscheinlich in den Assoziationsfeldern des Grosshirns geknüpft. Dort werden Vorstellungen und Gedanken miteinander verknüpft oder anders gesagt, Informationen miteinander kombiniert. Dieser Entschluss enthält die Information, welcher Körperteil die Bewegung ausführen soll.
2. Über Nervenbahnen wird der Entschluss zu den motorischen Rindenzentren geleitet, die für alle Muskeln spezielle Nervenzellen besitzen.
3. Nun wird den betreffenden Muskeln der Befehl gegeben, sich zusammen zu ziehen. Diese Befehle würden jedoch die Bewegung nur sehr grob und unkoordiniert ablaufen lassen.
4. - 5. Die Ungenauigkeit wird noch dadurch erhöht, dass die Impulse im Zwischenhirn über eine Rückkopplungsschleife zum motorischen Zentrum zurück geleitet werden. Dadurch wird der Rohbefehl positiv verstärkt.
6. - 7. Gleichzeitig läuft der Rohbefehl auch über das Mittelhirn in das Kleinhirn. Im Kleinhirn sind - durch Lernprozesse - für alle Bewegungen, die wir beherrschen Programme gespeichert, die Informationen über die Feinarbeit der Muskeln enthalten. Diese Programme werden nun aufgerufen und ans Zwischenhirn geleitet.
8. - 9. Die auf der Rückkopplungsschleife zirkulierenden Impulse werden durch die Kleinhirn-Informationen gedämpft. Aufgrund der hemmenden Impulse geben die motorischen Zentren nur noch die Befehle ab, welche dem vorgesehenen Programm entsprechen
10. Dieser ausgefeilte Befehl läuft nun über das Rückenmark zu den Muskeln.

Bewegungsregulation



Bewegungsregulation



Eigenreflex

