

# Kognitives Grundlagentraining für erfolgreiches Lernen in der Schule und für das Leben

mit Schlaglichtern auf  
Wahrnehmung, Aufmerksamkeit, Konzentration und  
deren Wechselwirkungen mit Bewegung und Lernen



Vital4Brain

in Partnerschaft mit



## Impuls- vortrag

Kongress „Kinder gesund bewegen“

mit Bewegungsübungen aus der DVD Vital4Brain I und dem Kartenset Vital4Brain II

Vortrag von Werner Schwarz

# Inhaltsübersicht ...



Vital4Brain

in Partnerschaft mit



... Schlaglichter auf:

1. **Wahrnehmung** – Sensorisches System
2. **Achtsamkeit** – Propriozeptives System
2. **Aufmerksamkeit** – gelenkte Wahrnehmung
3. **Konzentration** – bearbeitete Aufmerksamkeit
4. **Lernen** – Synchronisierte Neuronen im Netzwerk





Vital4Brain

In Partnerschaft mit



**Wir üben  
gemeinsam,  
wir scheitern gemeinsam,  
wir sind gemeinsam erfolgreich,  
..... wir lachen  
gemeinsam!**

## Finger.Memory

K57: Finger.Merk



Die Partner sitzen sich gegenüber. Einer übernimmt die Rolle des Trainers, der Achtsamkeit und Merkfähigkeit fordert und prüft. Der Schüler streckt seinem Trainer die Arme mit nach oben geöffneten Handflächen entgegen, er schließt die Augen und erwartet Berührungen.



Der Trainer berührt mit seinem Zeigefinger vier Finger, außer den Daumen, seines Partners hintereinander. Dieser wartet die vier Berührungen ab und beantwortet diese, indem er die gleichen Finger der nicht berührten Hand zum Daumen bringt.



Wenn das Merkspiel mit drei Berührungen und festem Druck klappt, wird der Druck reduziert und die Anzahl der Berührungen erhöht. Wenn auch das klappt, muss der Schüler vor der Reproduktion des Gelernten eine Runde um den Sessel gehen.

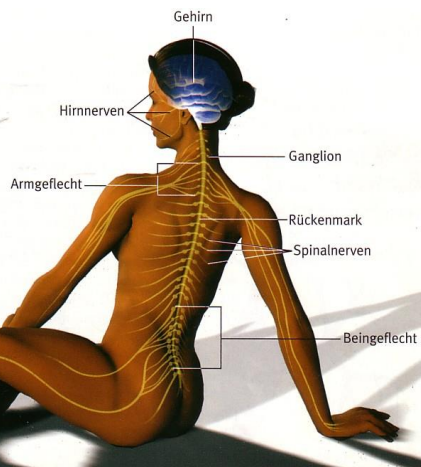


# Neurobiologische Grundlagen



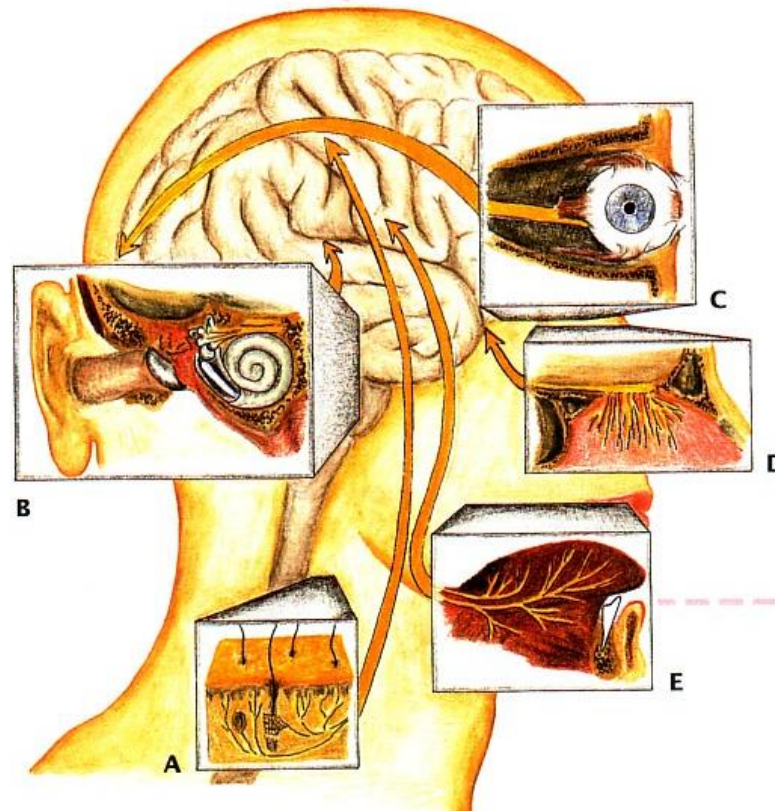
Vital4Brain

## Sensorisches System



Das sensorische System verfügt über folgende Teilsysteme:

- System der somato-viszeralen Sensibilität: Empfindung von Druck und Berührung, Temperatur und Schmerz
- Visuelles System: Sehen
- Auditorisches System: Hören
- Vestibuläres System: Empfindung von Beschleunigungen
- Gustatorisches System: Schmecken
- Olfaktorisches System: Riechen



**Abb. 5-0** Vereinfachte Darstellung der sensorischen Systeme als Ausschnittvergrößerung aus dem Kopf-Halsbereich mit Leitung der Erregungen (Pfeile) zu den zugehörigen Arealen der Großhirnrinde.

**A:** System der somato-viszeralen Sensibilität am Beispiel der Haut: Schmerz-, Tast-, Temperaturempfindung

**B:** Auditorisches und vestibuläres System: Ohr und Hören sowie Beschleunigungsempfindung

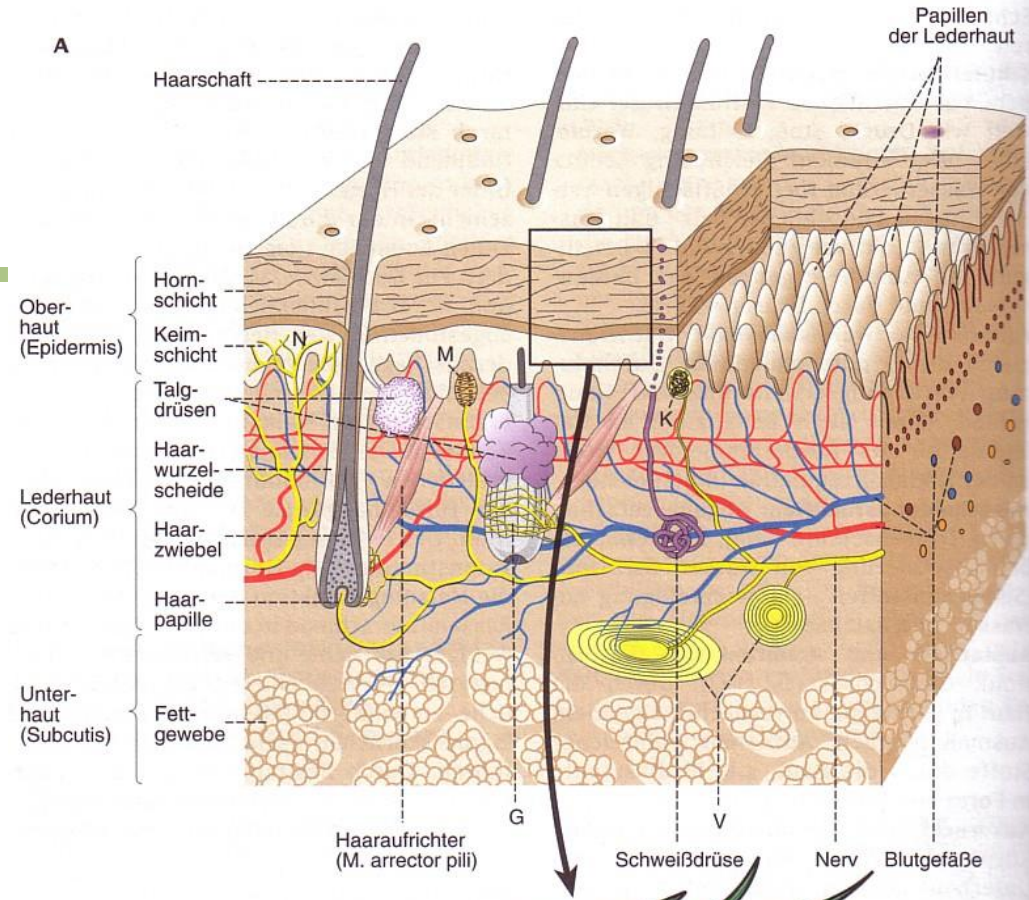
**C:** Visuelles System: Auge und Sehen

**D:** Olfaktorisches System: Nase und Riechen

**E:** Gustatorisches System: Zunge und Schmecken

# Neurobiologische Grundlagen

## Somato-viszerale Sensibilität



**Abb. 5-3A** Schichten, Strukturelemente und Anhangsorgane der Haut. Rezeptoren der Haut:

M = Meißner-Tastkörperchen

G = manschettenartiges Nervengeflecht um Haarwurzel

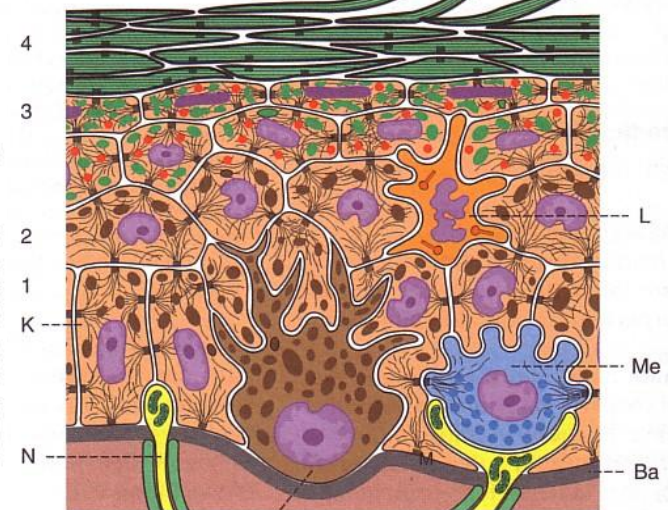
K = Krause-Endkörperchen

V = Vater-Pacini-Körperchen

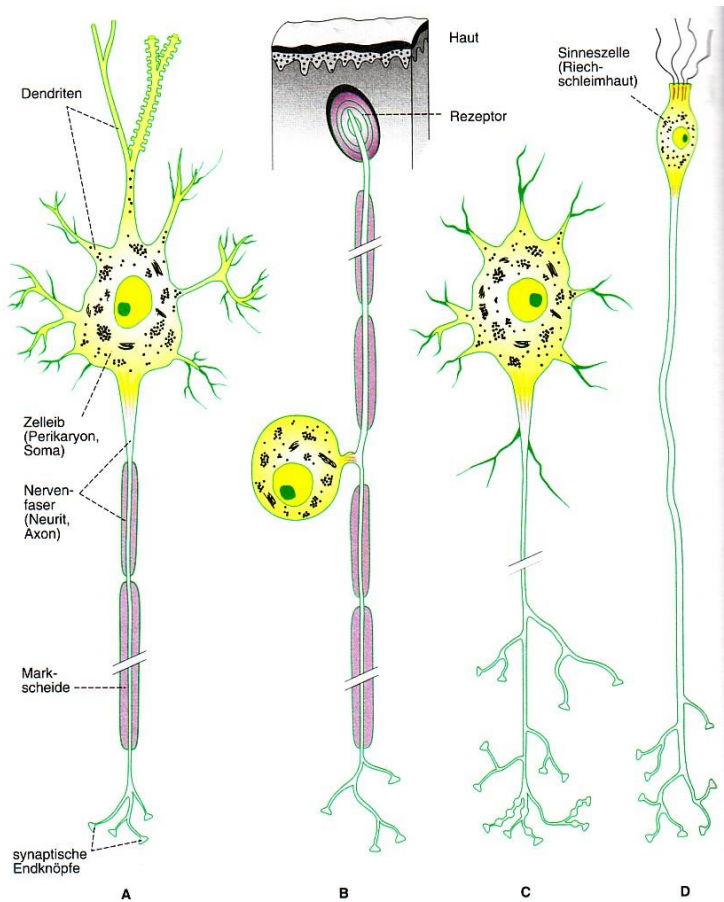
N = freie Nervenendigungen

Die Nervenfasern, die von den verschiedenen Rezeptoren ausgehen, wurden zur besseren Übersicht in einem Nerven zusammengefaßt.

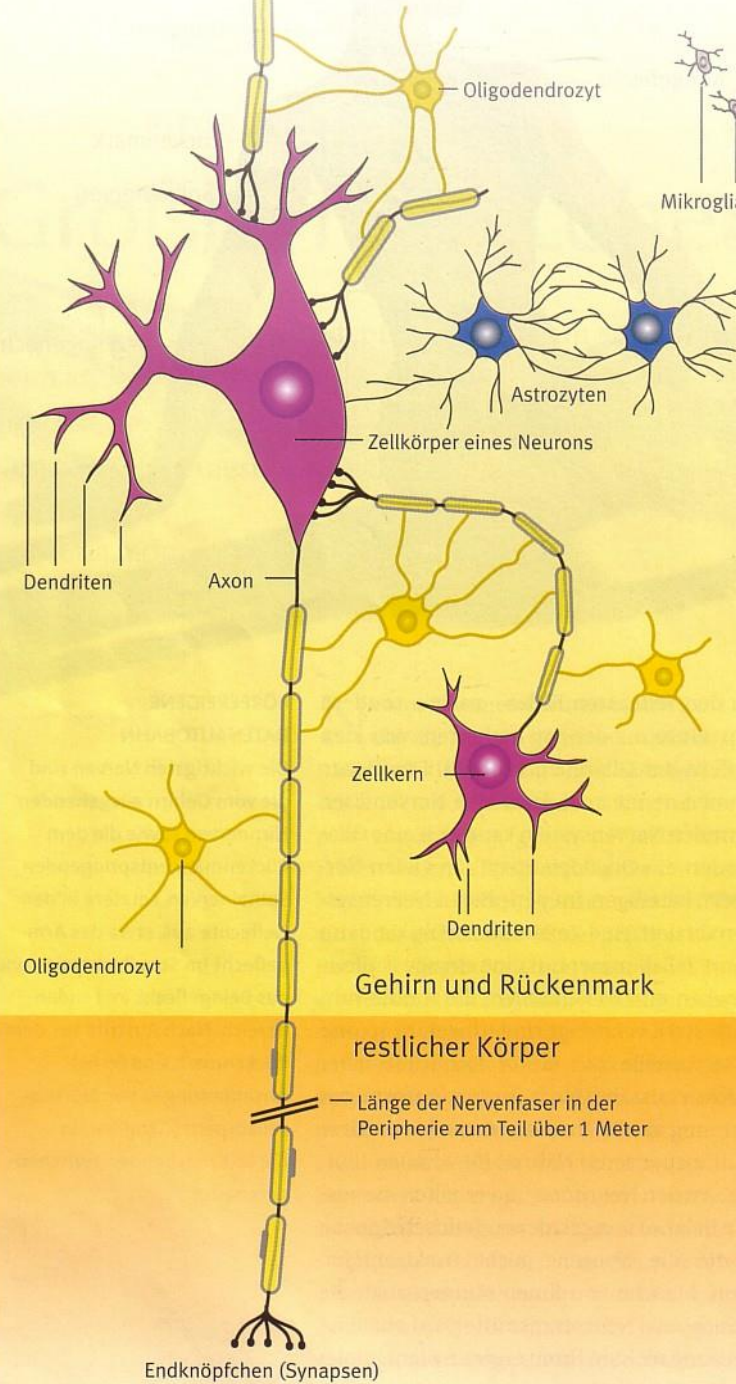
**Abb. 5-3B** Schematische Darstellung der Schichten des mehrschichtigen verhornenden Plattenepithels der Haut mit anderen für die Epidermis typischen Zellen (vergrößerter Ausschnitt aus Abb. 5-3A). Die vom Bindegewebe der Lederhaut (Corium) durch eine Basalmembran abgegrenzte Keimschicht des Epithels besteht aus Basalschicht (1), Stachelzellschicht (2), Körnerschicht (3) und wird von der Hornschicht (4) überlagert. Der Verhornungsprozeß der Epithelzellen (Keratinocyten) zeigt sich in der zur Hornschicht hin zunehmenden Zahl von Keratohyalinkörnchen (grün). Weitere wichtige Zelltypen: Die Melanozyten (M) bilden braune Pigmentkörnchen (Melanosomen), die in die umliegenden Epithelzellen aufgenommen werden. Langerhans-Zellen (L) sind phagozytierende Zellen der Immunabwehr. Merkel-Zellen (Me) sind Rezeptoren, die auf Druck reagieren. Freie Nervenendigungen (N) in den unteren Epithelschichten haben Rezeptorfunktion für Schmerz- und Temperaturreize. (Aus Sobotta: „Histologie“, 5. Aufl., Abb. 456)



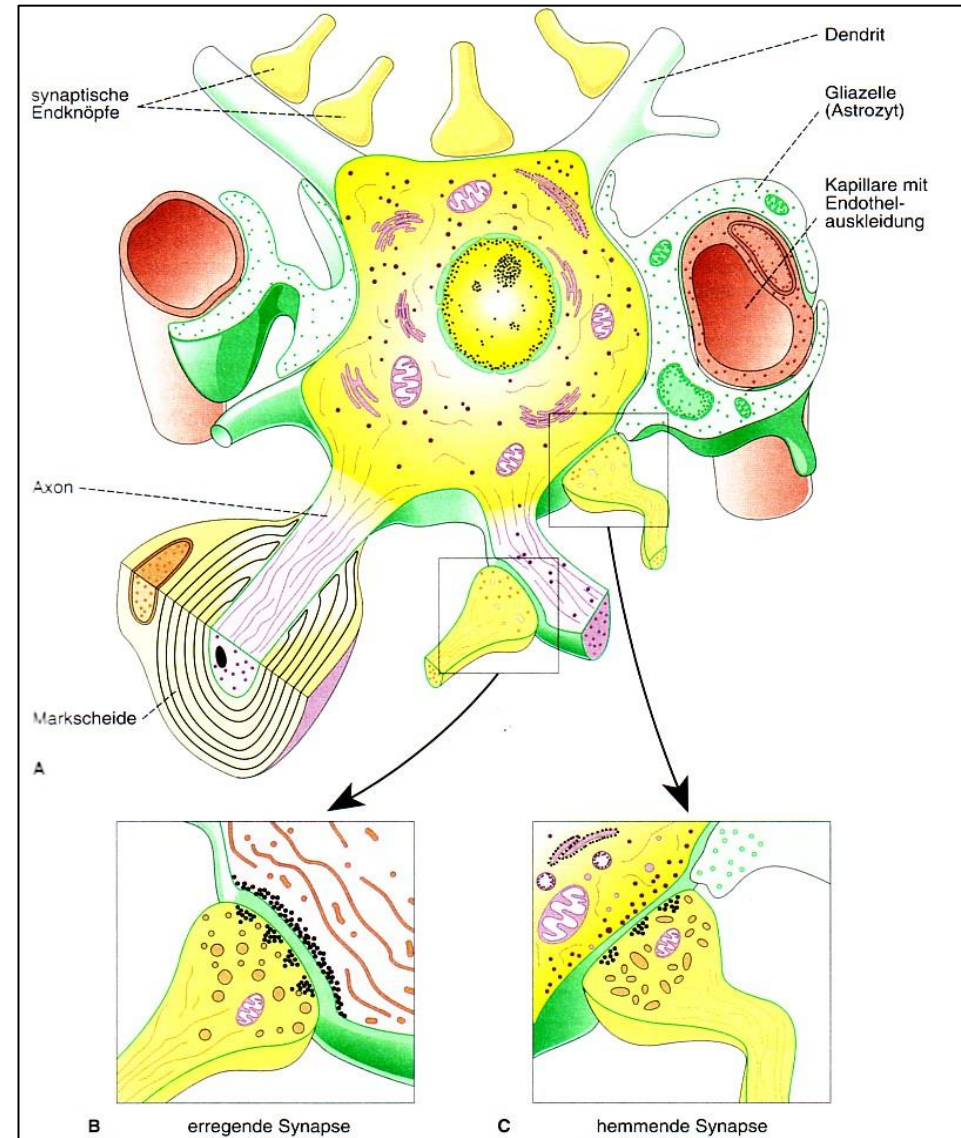
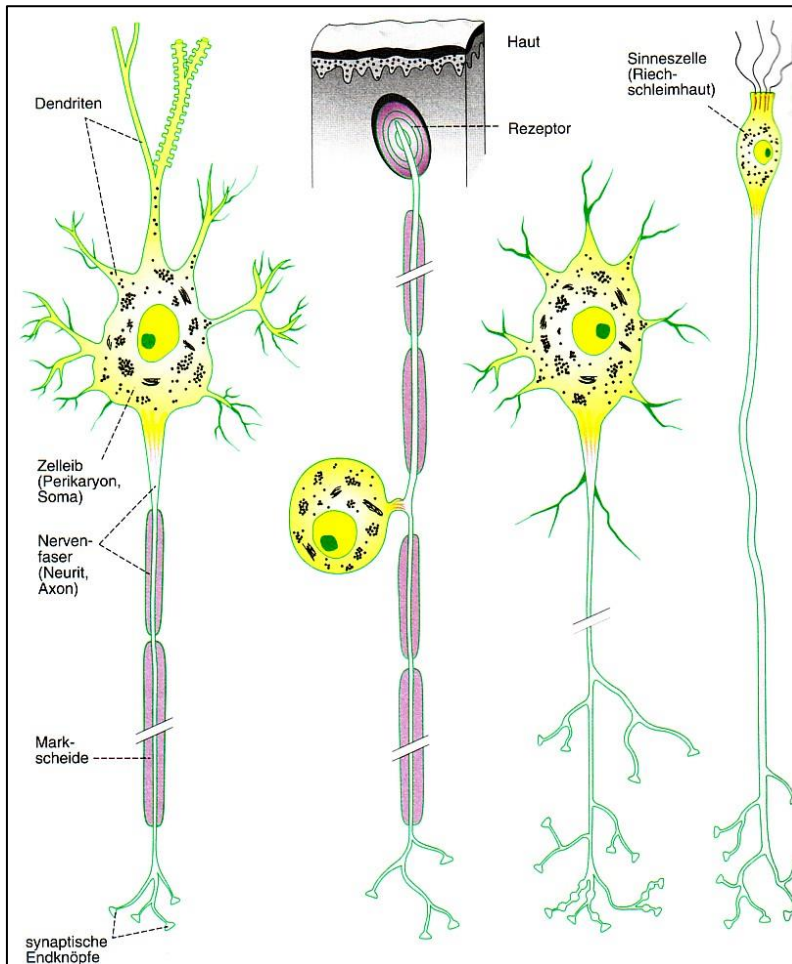
# Neurobiologische Grundlagen



**Abb. 4-1** Unterschiedliche Formen von Nervenzellen.  
**A:** Nervenzelle der Großhirnrinde.  
**B:** Nervenzelle des Spinalganglions mit Rezeptor in der Haut.  
**C:** Nervenzelle des vegetativen Nervensystems.  
**D:** Sinneszelle der Rienschleimhaut.



# Neurobiologische Grundlagen



besitzen nur ein Axon, das Signale aussendet. Es ist meist sehr viel länger und dicker als die Dendriten.

## NEURONEN

Wie die Hepatozyten in der Leber oder die Erythrozyten (rote Blutkörperchen) im Blut sind alle Neuronen separate funktionelle Einheiten. Im Zellinneren befinden sich Organellen wie der Zellkern, der das genetische Material (DNA) enthält, Energie liefernde Mitochondrien und Proteine bildende Ribosomen. Wie bei fast allen Zellen konzentrieren sich die Organellen auf den eigentlichen Zellkörper (Soma). Typisch für Neuronen sind auch ihre Neuriten – lang Zellausläufer. Man unterscheidet zwei Arten: Dendriten und Axone. Dendriten nehmen meist Nervensignale auf. Axone senden sie weiter.

### Vakuolen

Hohlkörper im Zellinneren, die Substanzen wie Abfallprodukte oder Wasser speichern.

### Zellmembran

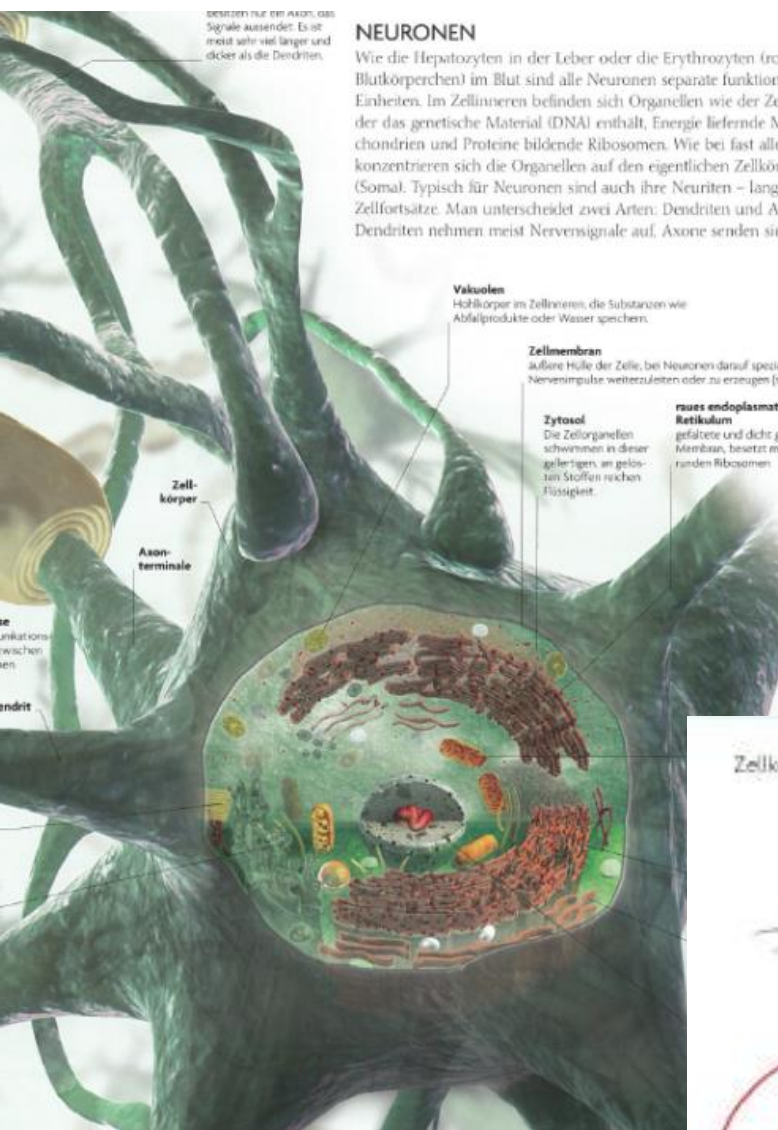
äußere Hülle der Zelle, bei Neuronen darauf spezialisiert, um Nervenimpulse weiterzuleiten oder zu erzeugen.

### Zytosol

Die Zellorganellen schwimmen in diesem gelartigen, an gelösten Stoffen reichen Flüssigkeit.

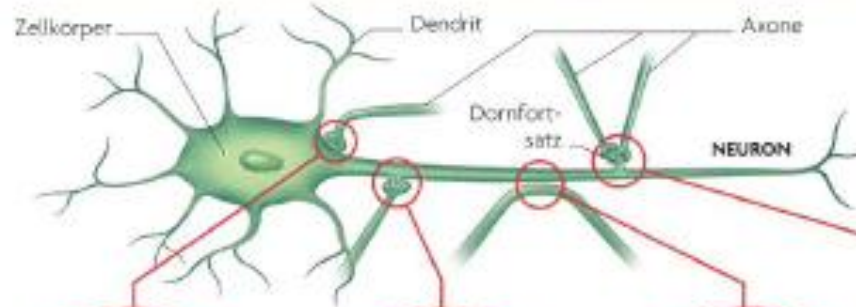
### rasses endoplasmatisches Retikulum

gefaltete und dicht gefüllte Membran, besetzt mit runden Ribosomen.



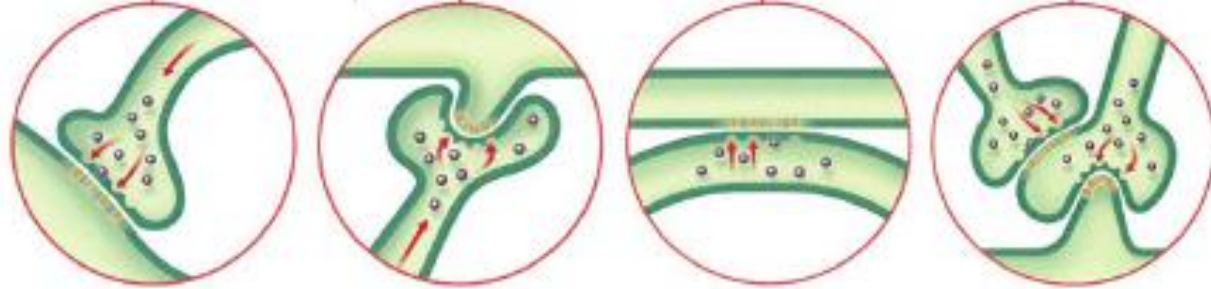
Vital4Brain

in Partnerschaft mit



## SYNAPSENARTEN

Die Vergrößerung zeigt an einem der zahlreichen Dendriten dieses Neurons verschiedene Synapsen, je nach Ansatzpunkt der Axone anderer Neuronen.



AXOSOMATISCHE SYNAPSE

AXOSPINODENDRITISCHE S.

AXODENDRITISCHE SYNAPSE

AXOAXOSPINODENDRITISCHE S.

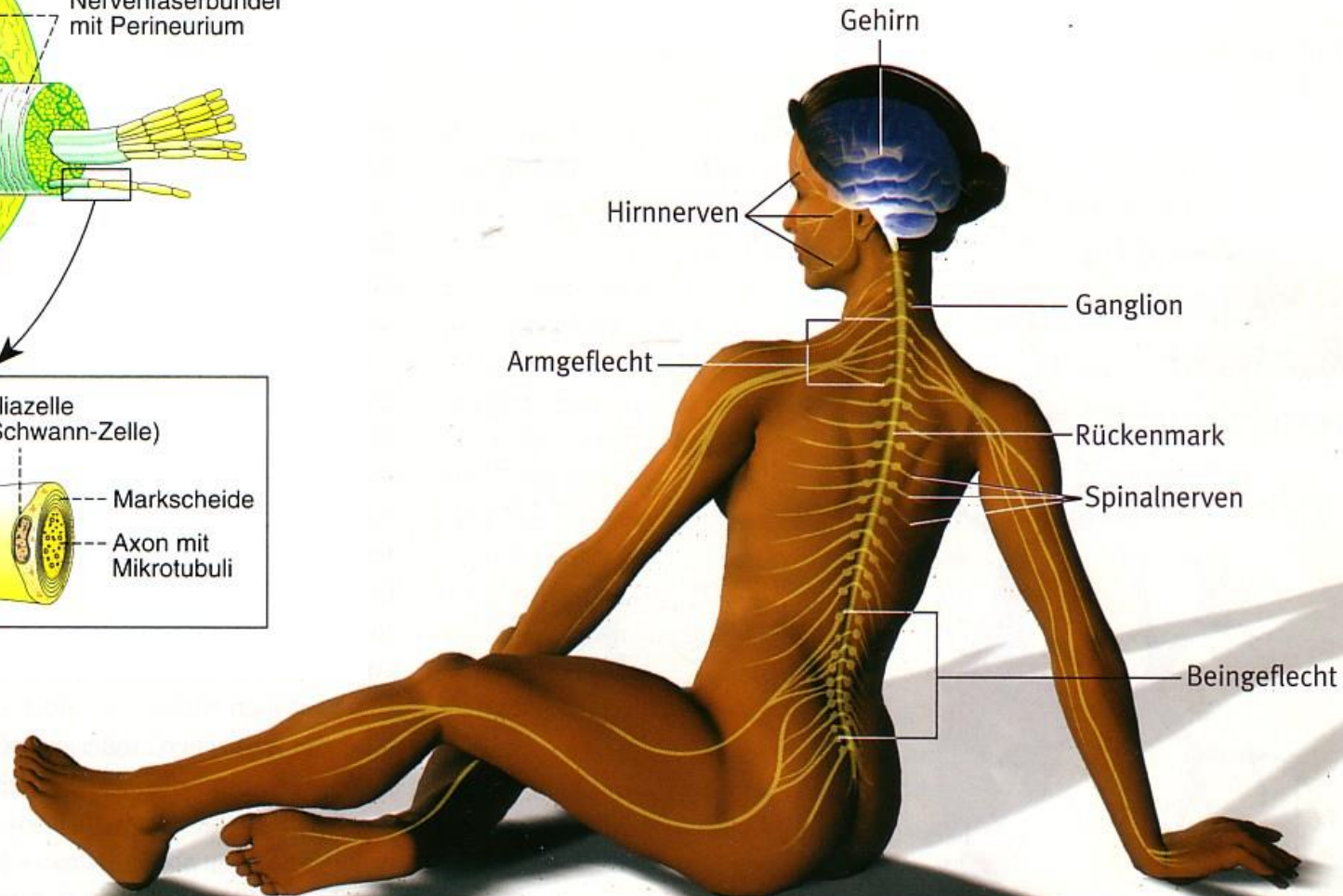
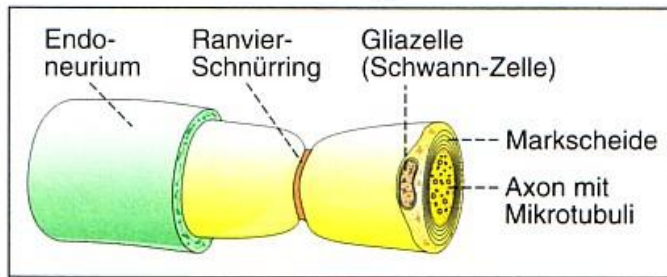
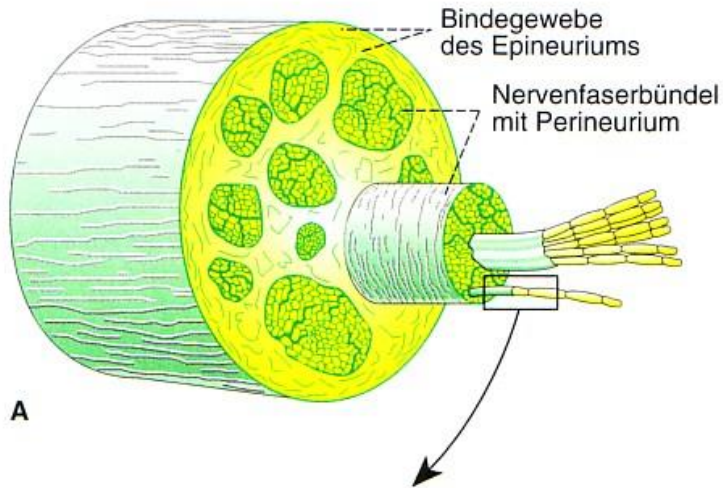


# Neurobiologische Grundlagen

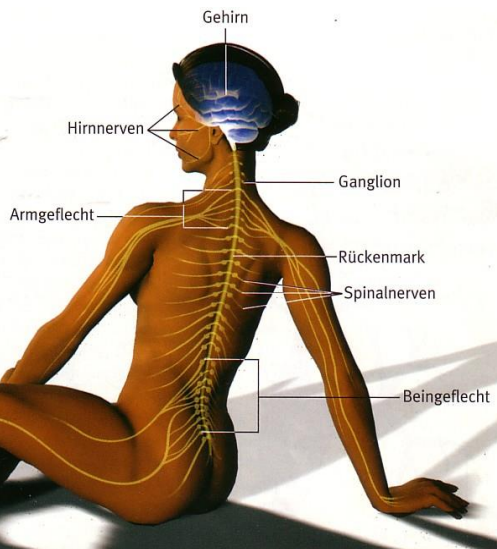
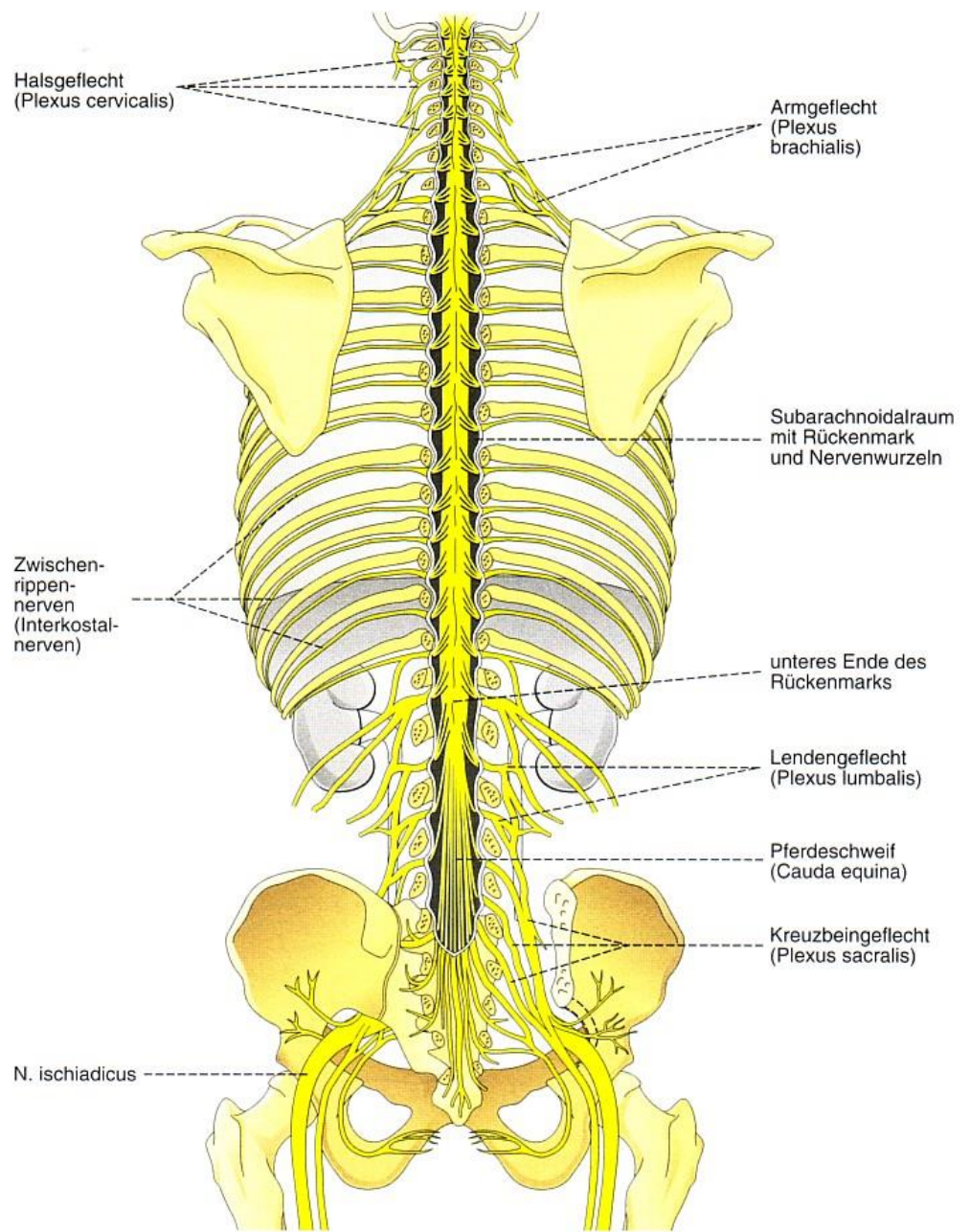


Vital4Brain

in Partnerschaft mit

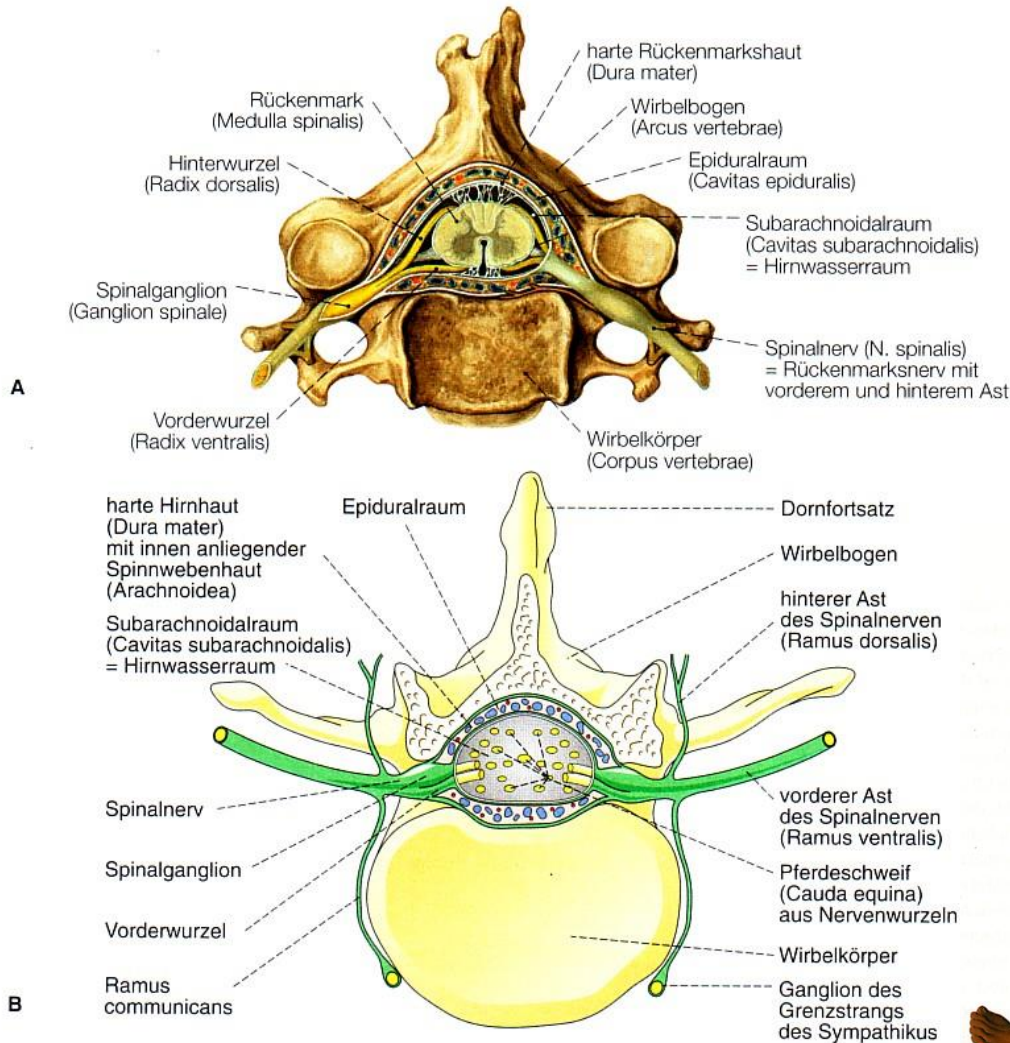


# Neurobiologische Grundlagen

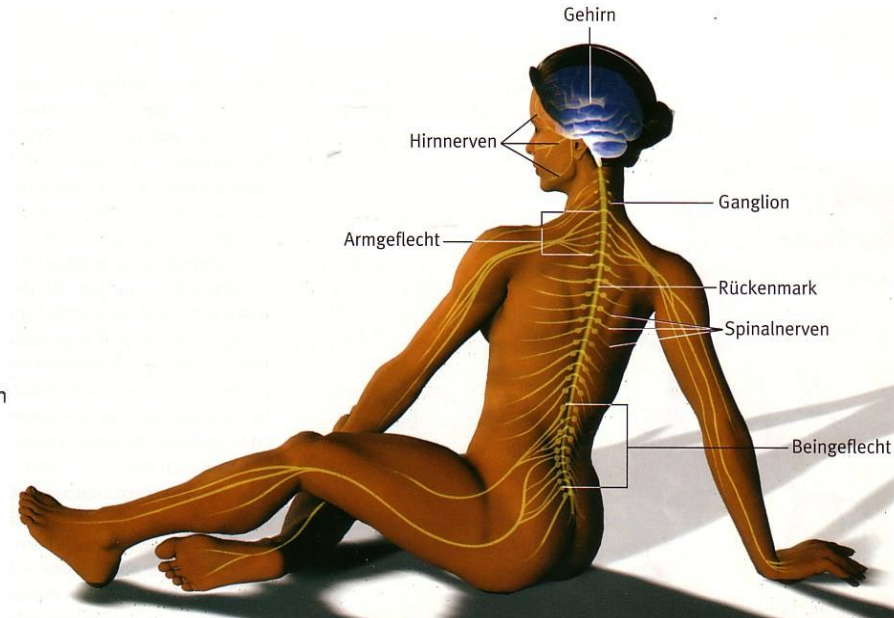


**Abb. 6-13** Rückenmark im eröffneten Wirbelkanal mit seitlich austretenden Spinalnerven. Diese Spinalnerven bilden im Halsbereich sowie im Lenden-Kreuzbein-Bereich Nervengeflechte. Hintere Abschnitte des knöchernen Beckens sind teilweise entfernt (Ansicht von hinten).

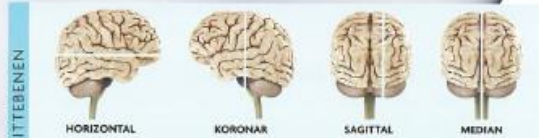
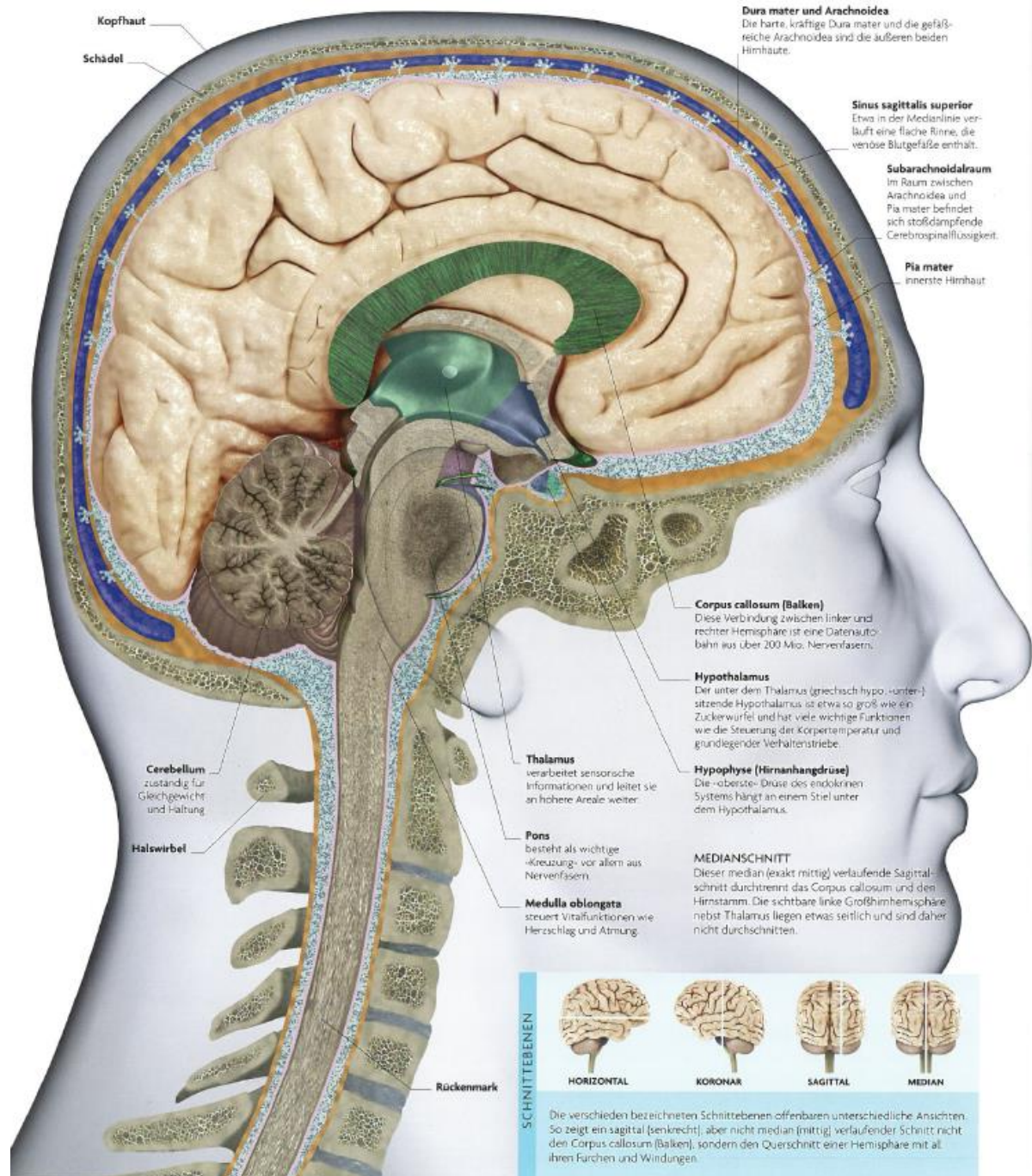
## Übergang vom peripheren Nervensystem in das zentrale Nervensystem



**Abb. 4-21** Wirbelsäulenquerschnitte.  
**A:** Halswirbel mit Rückenmark und Rückenmarkshäuten.  
**B:** Unterer Lendenwirbel mit Pferdeschweif (Cauda equina).

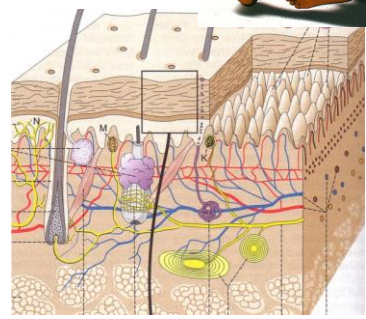
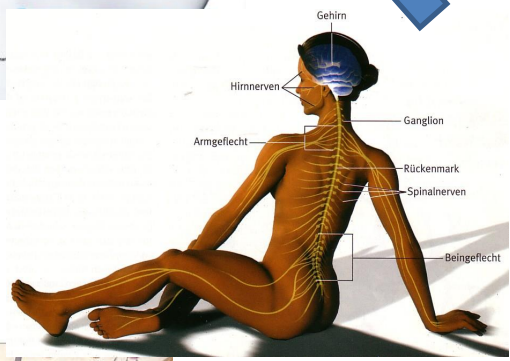
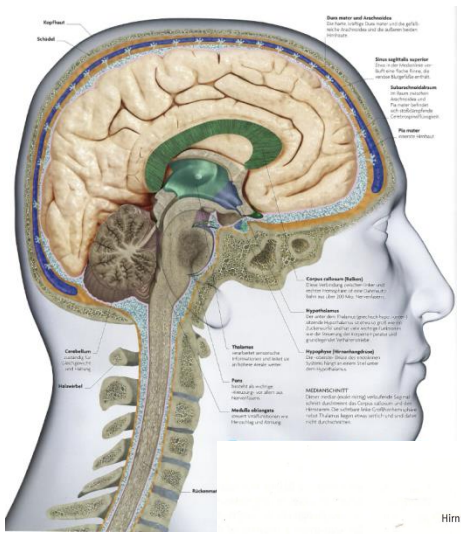


# Wir kommen ins Gehirn



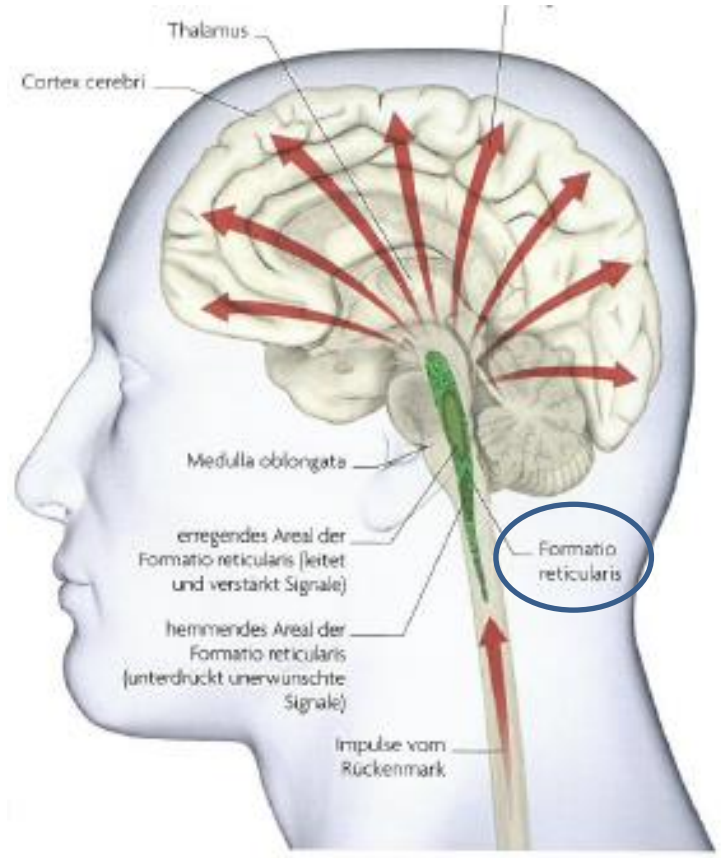
Die verschieden bezeichneten Schnittebenen offenbaren unterschiedliche Ansichten. So zeigt ein sagittal (benrecht), aber nicht median (mittig) verlaufender Schnitt nicht den Corpus callosum (Balken), sondern den Querschnitt einer Hemisphäre mit all ihren Furchen und Windungen.

Am Weg von den Sinneszellen  
über die peripheren Nervenzellen  
an die richtige Stelle im Gehirn ....



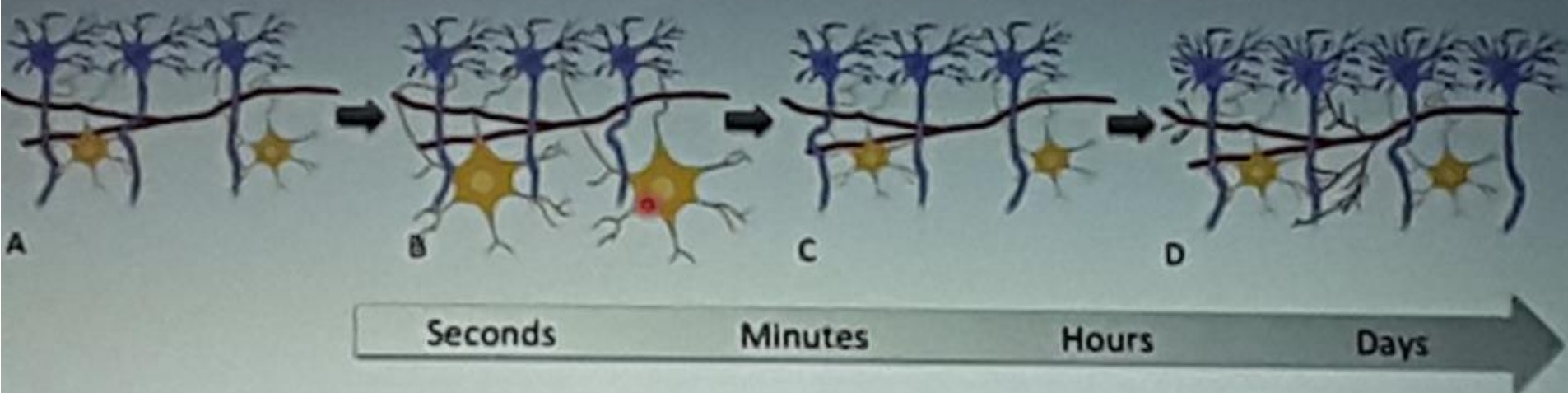
Wichtige erste Passage:

# Formatio reticularis



# Cognitive Change depends on T

## Synaptogenesis is detectable within Minutes

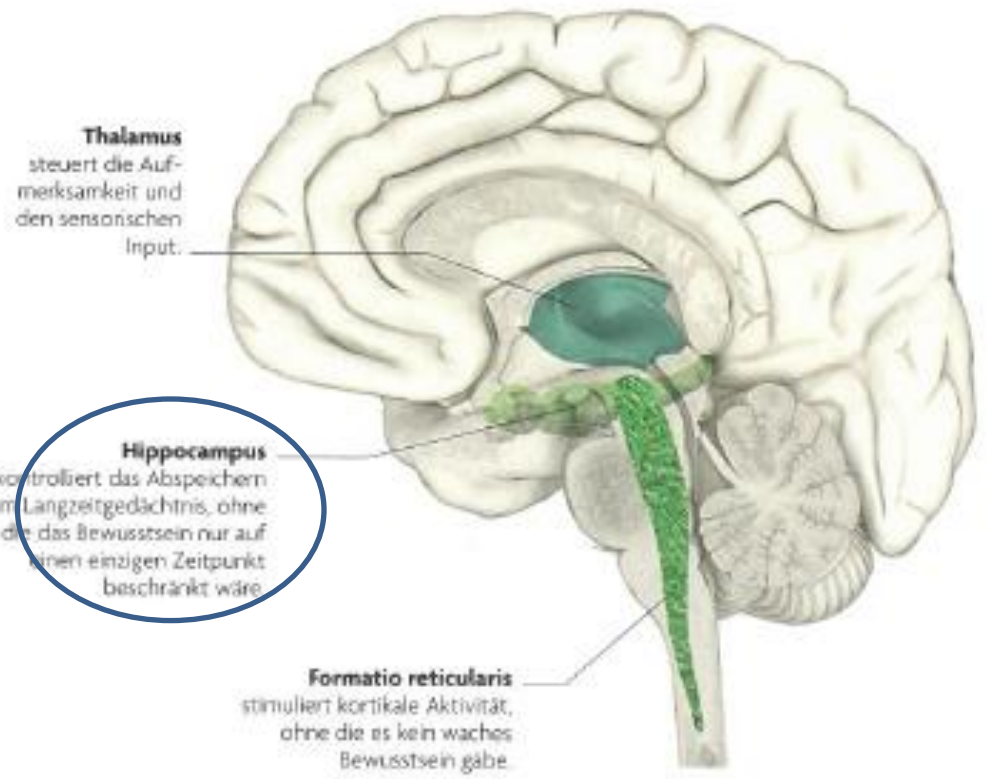
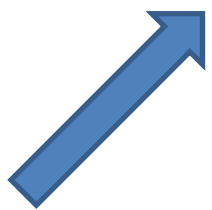
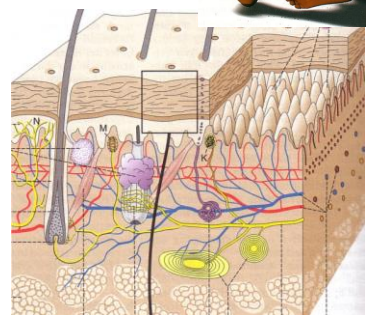
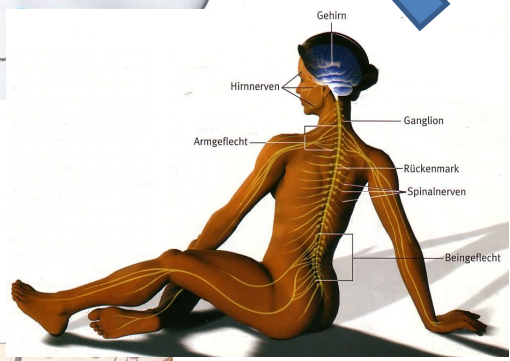
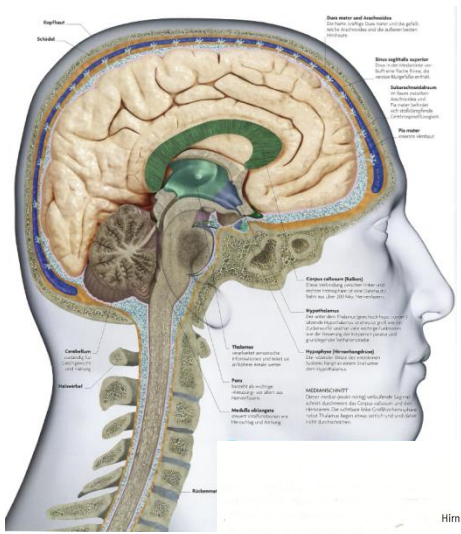


- Neurons are in purple and astrocytes in orange.
- (A) baseline state.
- (B) shows the swelling of astrocytes -a process that can occur over a course of seconds to minutes.
- (C) Synapses can be formed over a period of minutes to hours.
- (D) Dendritic sprouting, neurogenesis, and angiogenesis occurs over a period of days to weeks (Sagi et al. 2012)

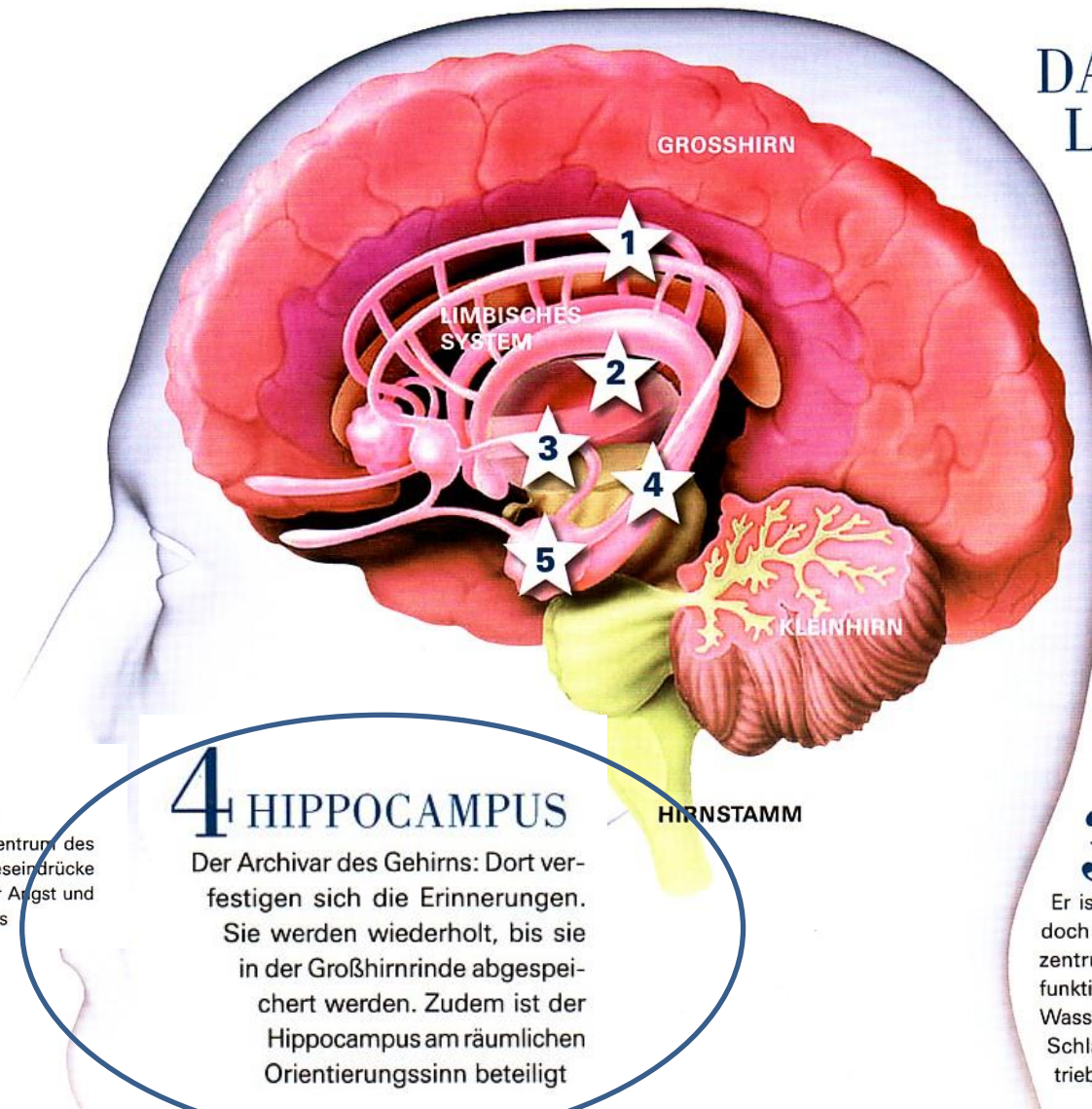
Am Weg von den Sinneszellen  
 über die peripheren Nervenzellen  
 an die richtige Stelle im Gehirn ....

Wichtige zweite Passage:

# Hippocampus



# Neurobiologische Grundlagen



## DAS LIMBISCHE SYSTEM:

### 1 BASALGANGLIEN

Diese Bereiche koordinieren bewusste und unbewusste Bewegungen

### 2 THALAMUS

Er ist die Informationszentrale des Gehirns, leitet Signale der Hör-, Seh-, Geruchs- und Tastnerven an den Cortex weiter und entscheidet, was davon ins Bewusstsein vordringt

### 3 HYPOTHALAMUS

Er ist nicht größer als ein Zuckerwürfel, doch er bildet das wichtigste Kontrollzentrum für die biologischen Grundfunktionen: Er reguliert Körpertemperatur, Wasserhaushalt, Nahrungsaufnahme und Schlafen. Zudem ruft er den Sexualtrieb hervor

### 5 AMYGDALA (MANDELKERN)

Die Amygdala ist das Gefühlszentrum des Menschen. Sie verbindet Sinneseindrücke mit Gefühlen und löst bei Gefahr Angst und Flucht- oder Angriffsverhalten aus

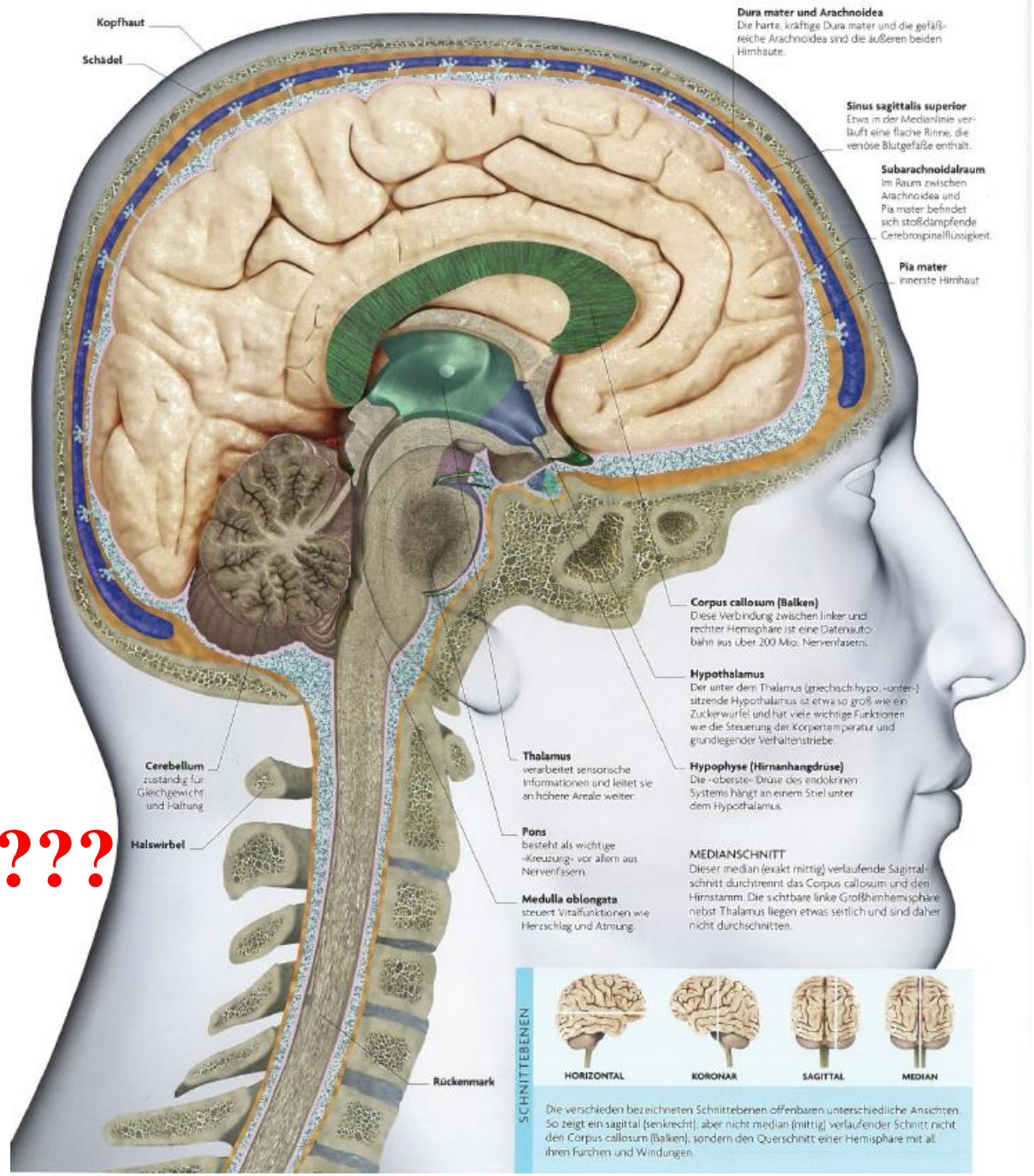
### 4 HIPPOCAMPUS

Der Archivar des Gehirns: Dort verfestigen sich die Erinnerungen. Sie werden wiederholt, bis sie in der Großhirnrinde abgespeichert werden. Zudem ist der Hippocampus am räumlichen Orientierungssinn beteiligt



**Wir kommen  
ins Gehirn ...**

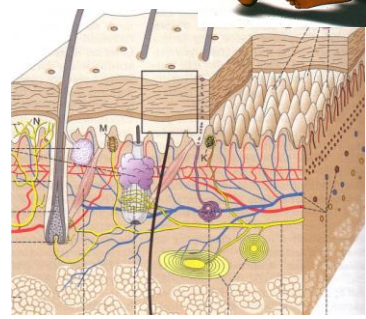
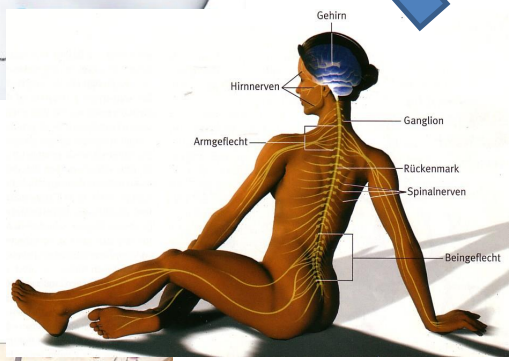
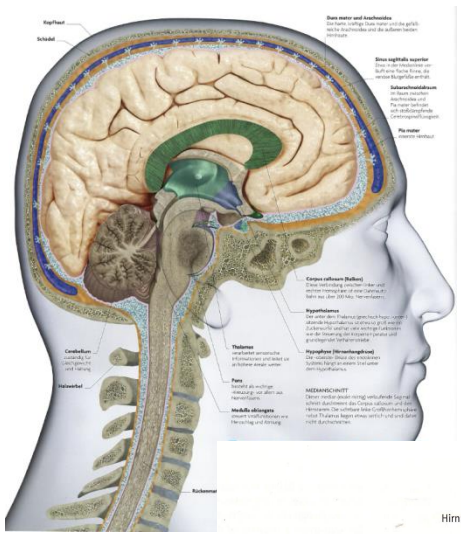
**Aber wer  
weiß, wohin???**



Am Weg von den Sinneszellen über die peripheren Nervenzellen **an die richtige Stelle im Gehirn !!!**

Wichtige dritte Passage:

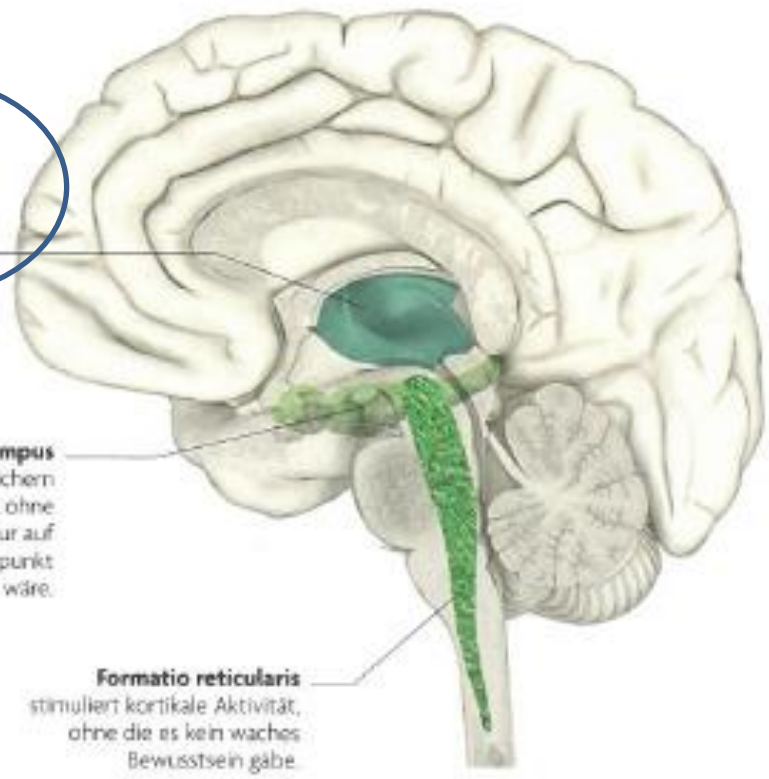
# Thalamus

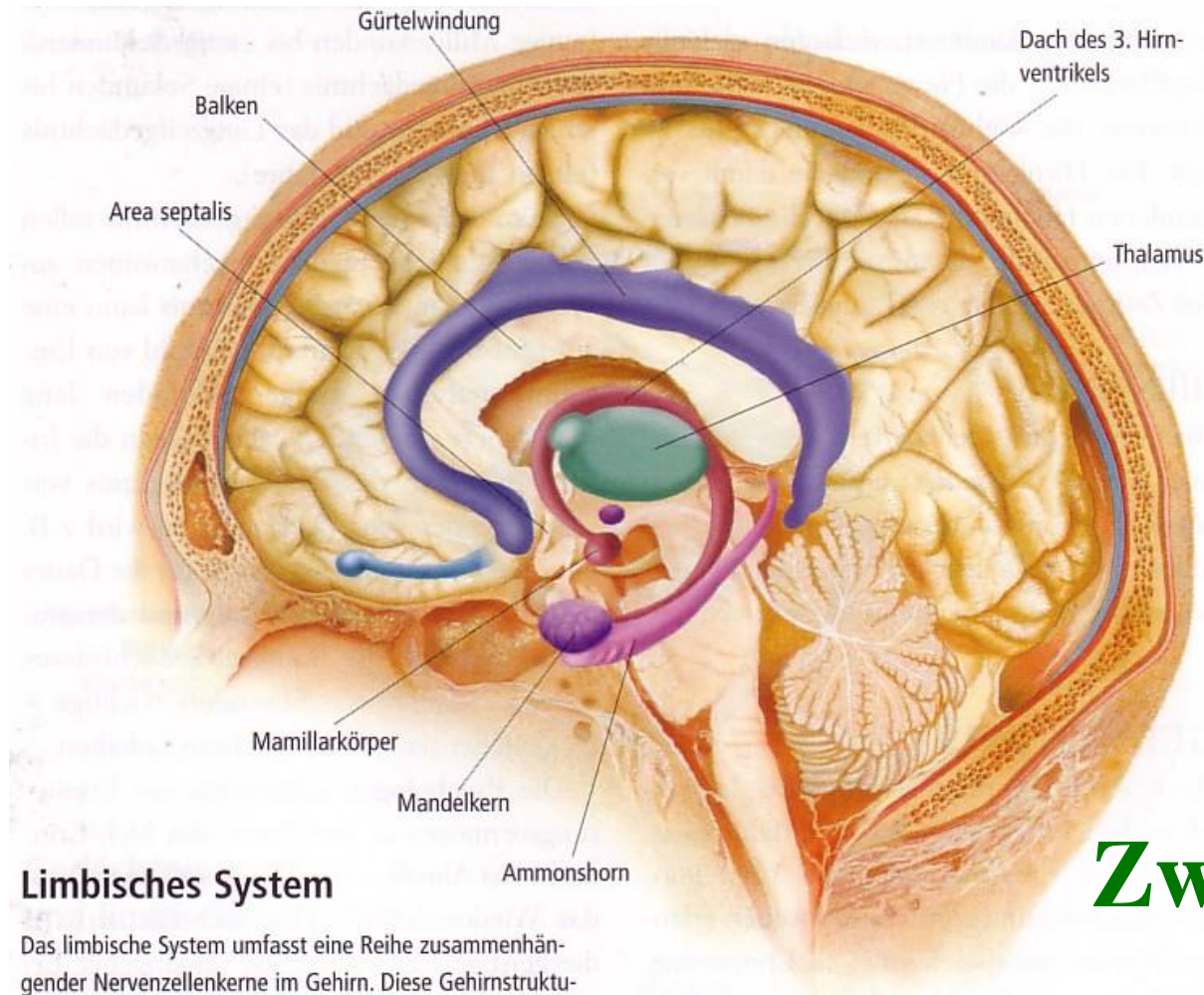


**Thalamus** steuert die Aufmerksamkeit und den sensorischen Input.

**Hippocampus** kontrolliert das Abspeichern im Langzeitgedächtnis, ohne die das Bewusstsein nur auf einen einzigen Zeitpunkt beschränkt wäre.

**Formatio reticularis** stimuliert kortikale Aktivität, ohne die es kein waches Bewusstsein gäbe.





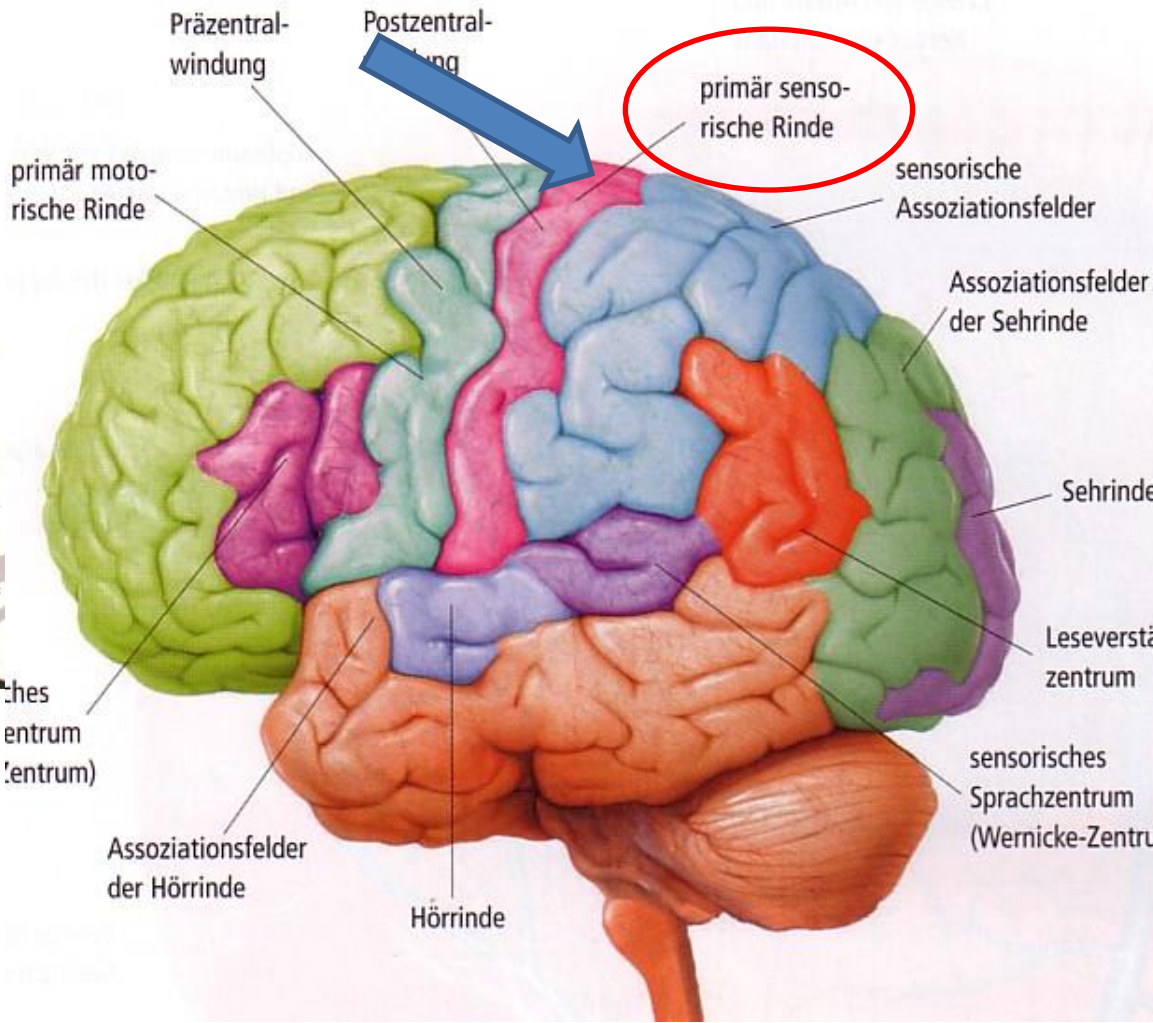
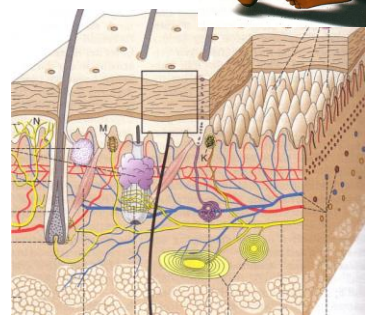
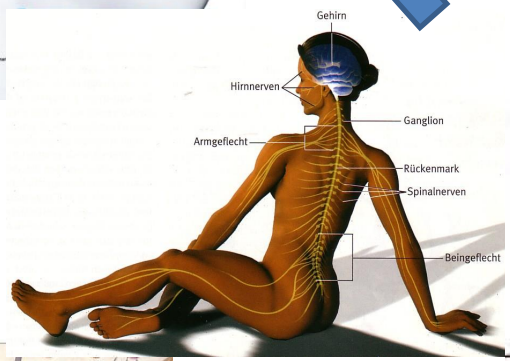
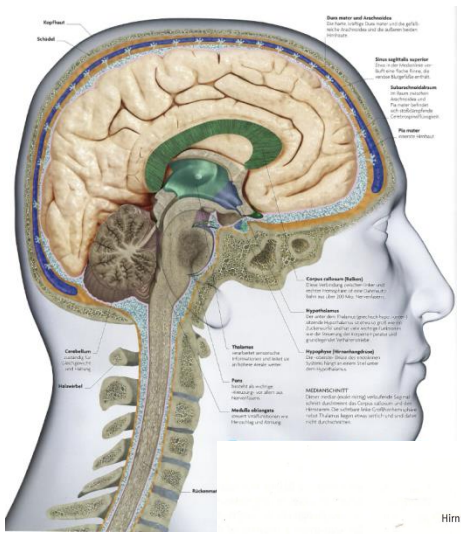
## Limbisches System

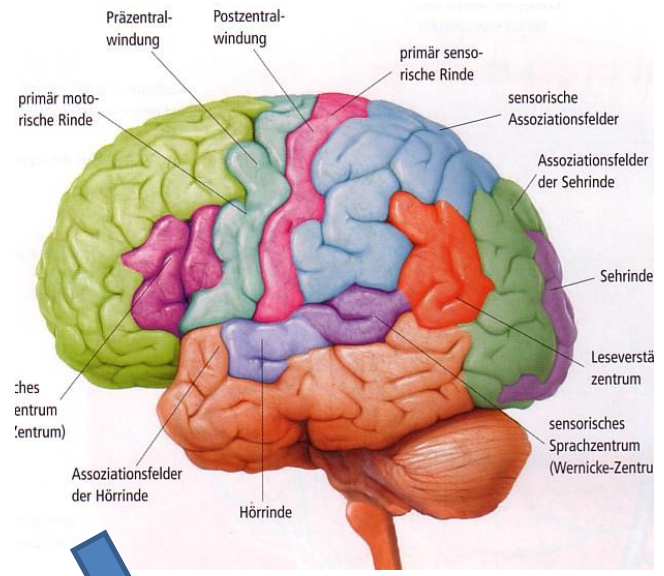
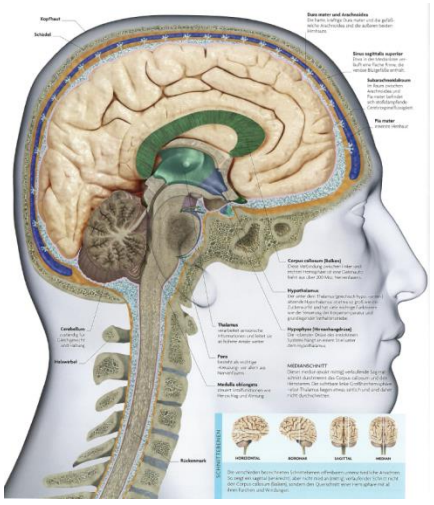
Das limbische System umfasst eine Reihe zusammenhängender Nervenzellenkerne im Gehirn. Diese Gehirnstrukturen sind an vitalen Funktionen wie der Nahrungsaufnahme, der Verteidigung und Fortpflanzung, Gefühlszuständen und der Gedächtnisbildung beteiligt.

# Das Zwischenhirn

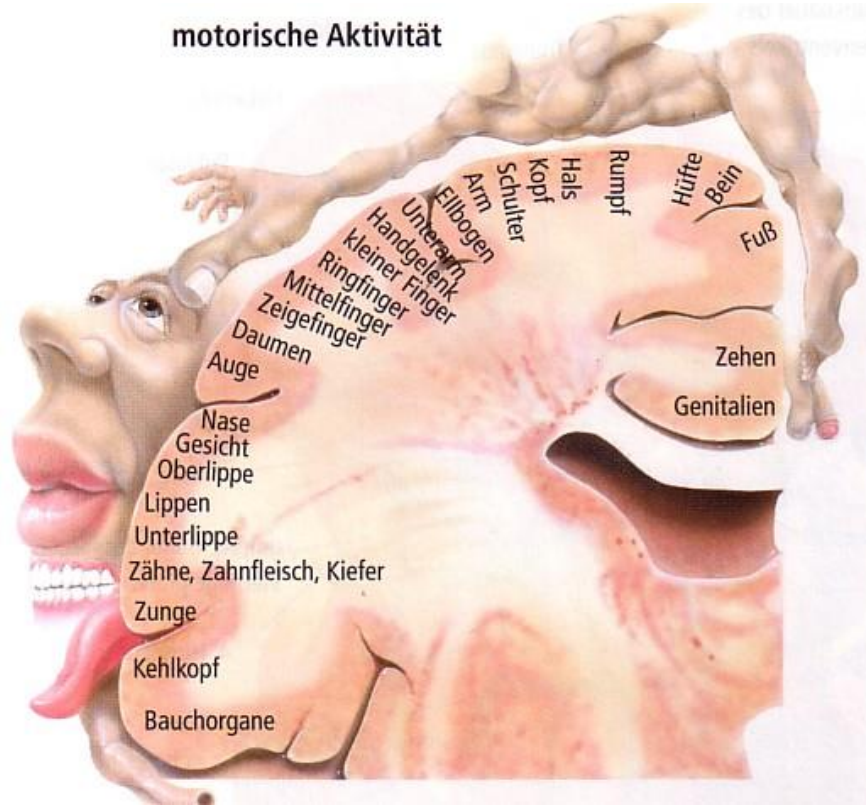
Am Weg von den Sinneszellen über die peripheren Nervenzellen an die richtige Stelle im Gehirn !!!

# Der Thalamus weiß wohin

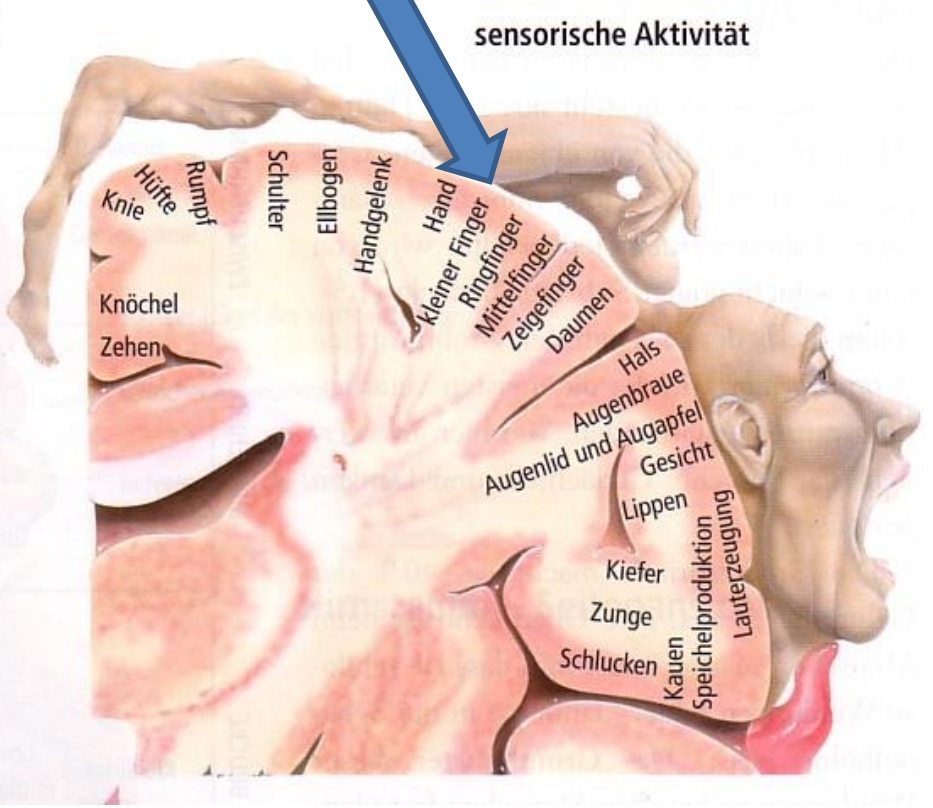




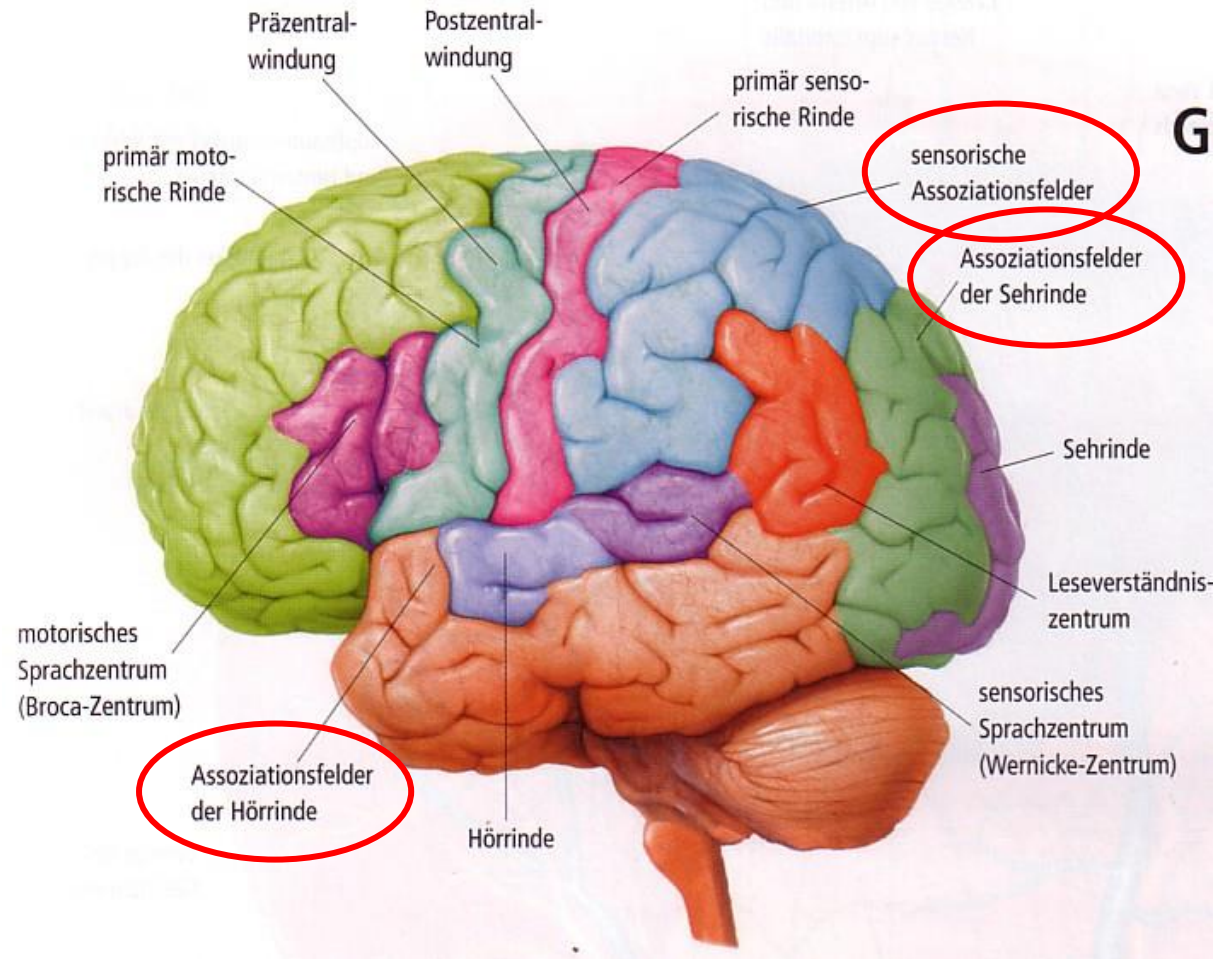
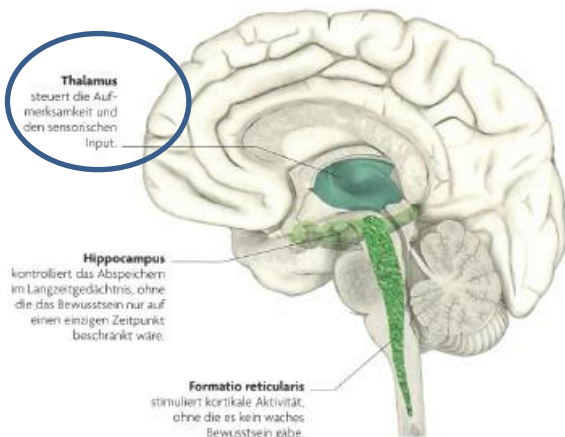
**motorische Aktivität**



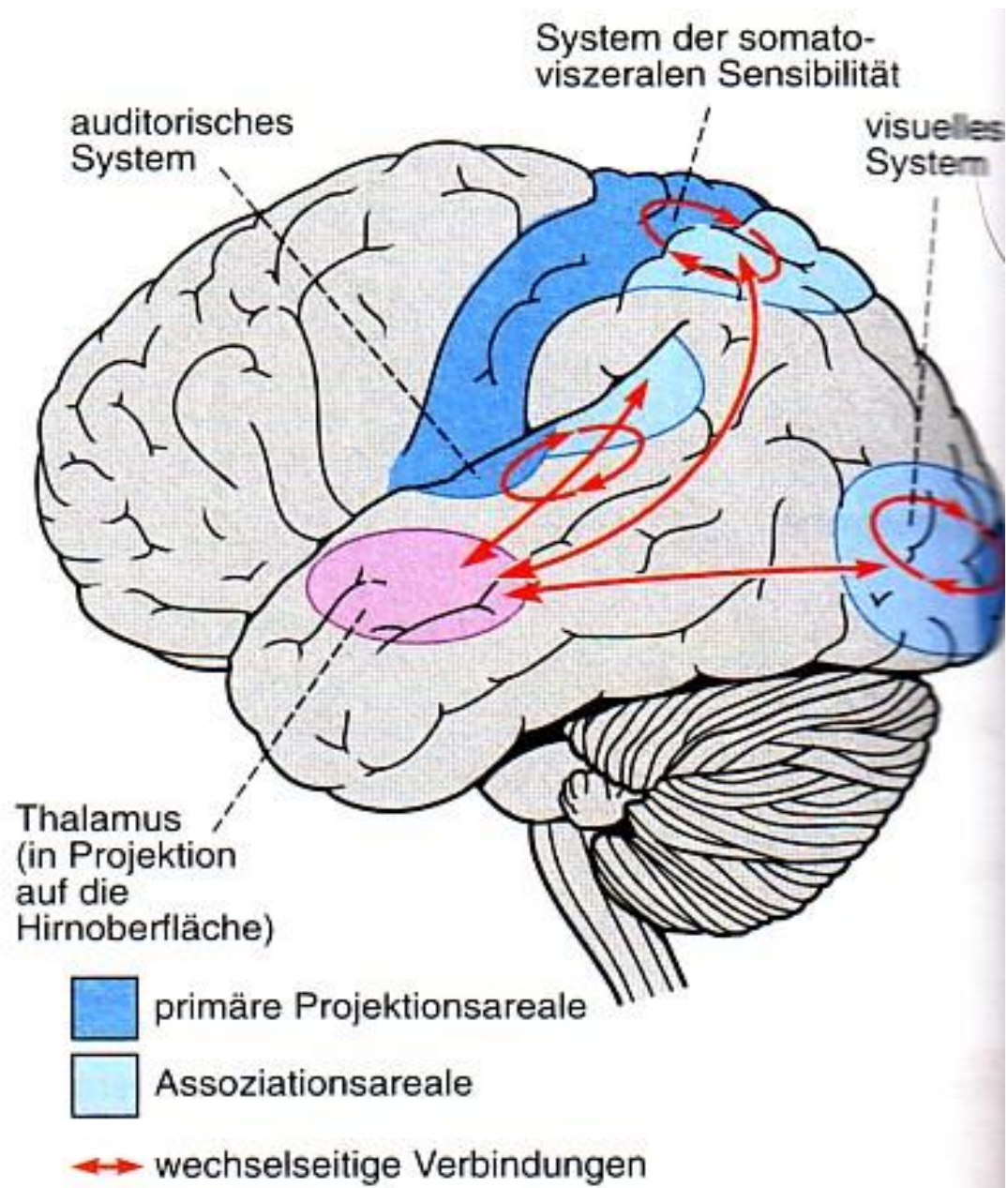
**sensorische Aktivität**



# Der Thalamus kann noch mehr



# Neurobiologische Grundlagen

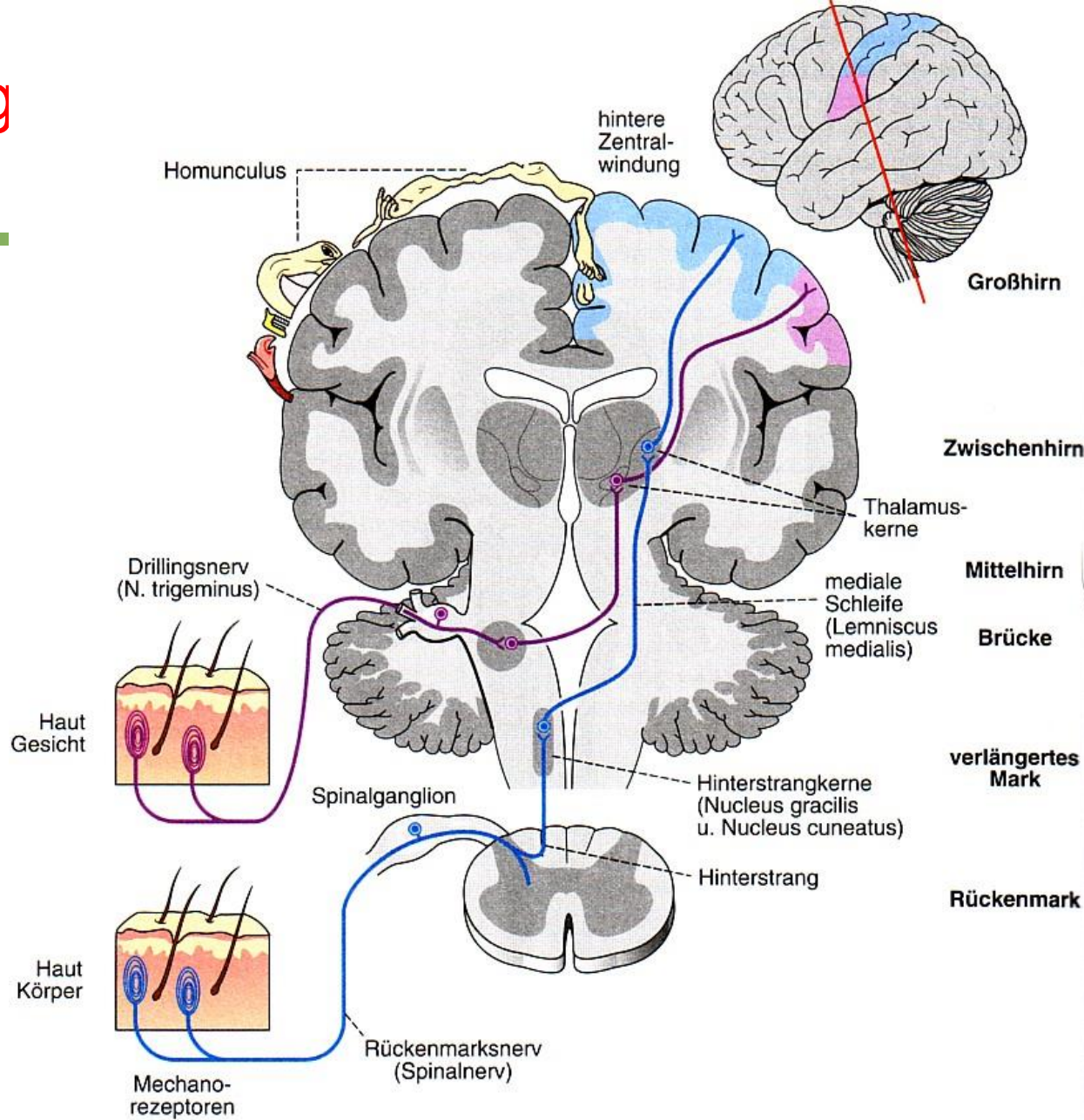
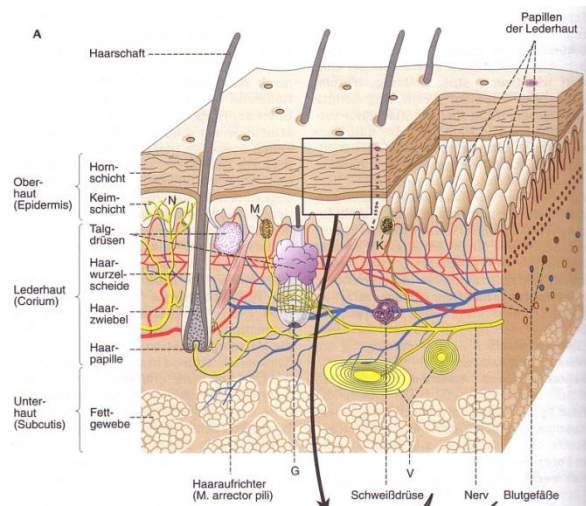


Thalamus steuert die Aufmerksamkeit und den sensorischen Input.

Hippocampus kontrolliert das Abspeichern im Langzeitgedächtnis, ohne die das Bewusstsein nur auf einen einzigen Zeitpunkt beschränkt wäre.

Formatio reticularis stimuliert kortikale Aktivität, ohne die es kein waches Bewusstsein gäbe.

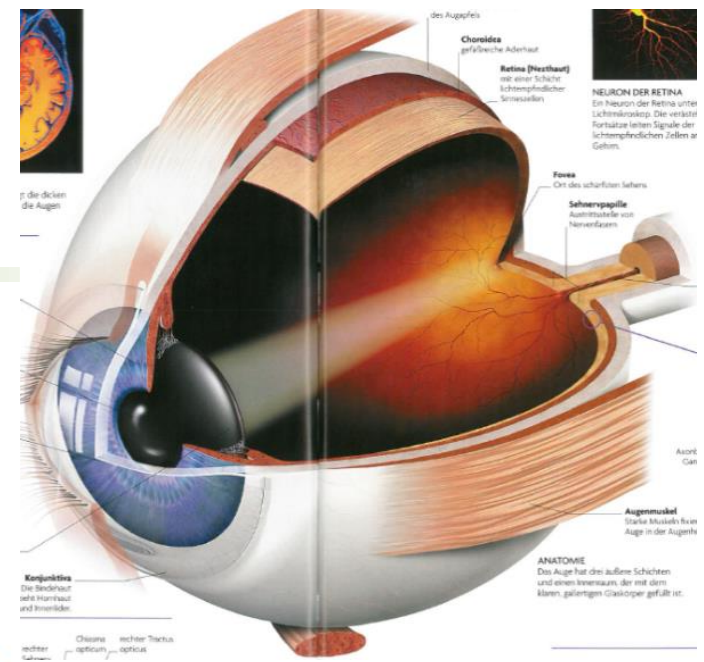
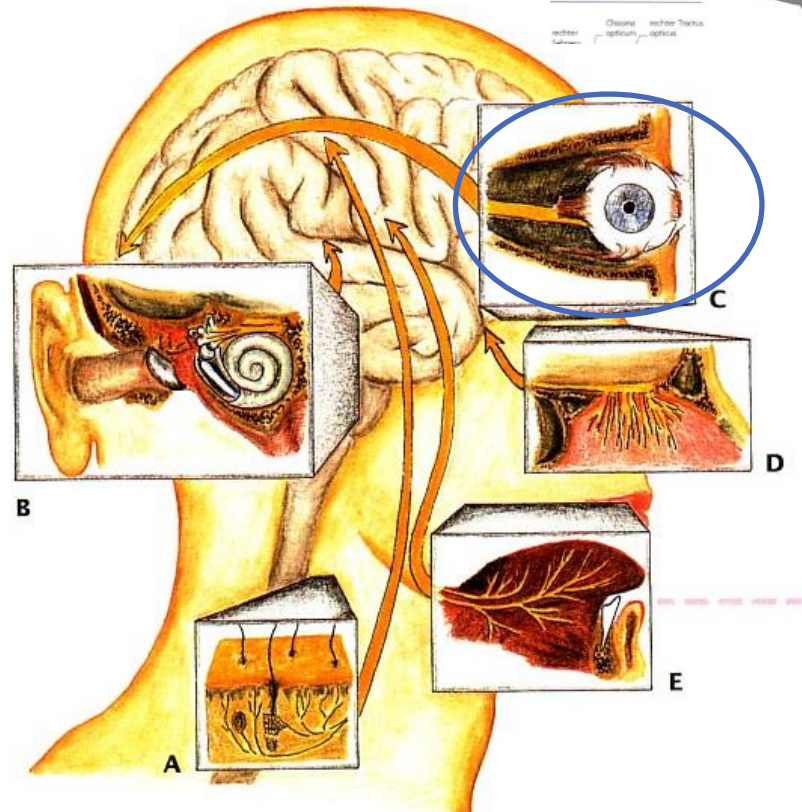
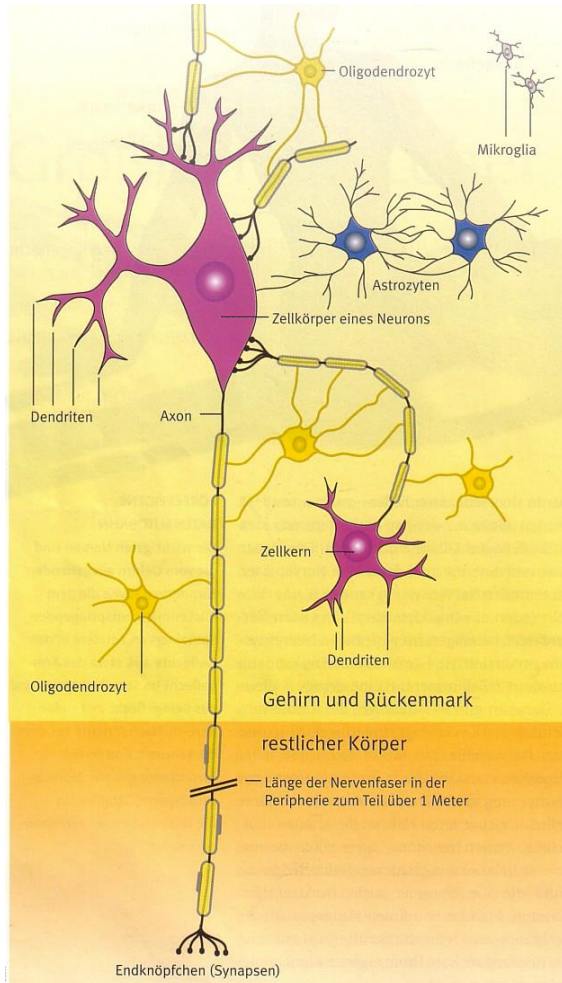
# Zusammenfassung Sinneseindrücke



**Abb. 5-6** Leitungsbahnen für Impulse der Mechanorezeptoren (Tast-, Berührungs- und Vibrationsempfindungen) von der Haut bis zur Großhirnrinde. Die Projektionsgebiete der aufsteigenden Erregungen sind somatotop angeordnet (Homunculus, menschenähnliche Gestalt). Schnittführung siehe Seitenansicht des Gehirns, oben rechts.



# Neurobiologische Grundlagen





**Wir üben  
gemeinsam,  
wir scheitern gemeinsam,  
wir sind gemeinsam erfolgreich,  
..... wir lachen  
gemeinsam!**

## Augen.Theater

K3T: Spurpunktwechsel



Aufrechte Sitzposition. Führe die dominante Hand gestreckt nach vorne und strecke den Daumen in die Höhe. Dieser zeichnet geometrische Figuren in die Luft. Die Augen folgen immer dem Spurpunkt des Daumens, der Kopf bleibt ruhig. Wechsle auf die nichtdominante Hand.



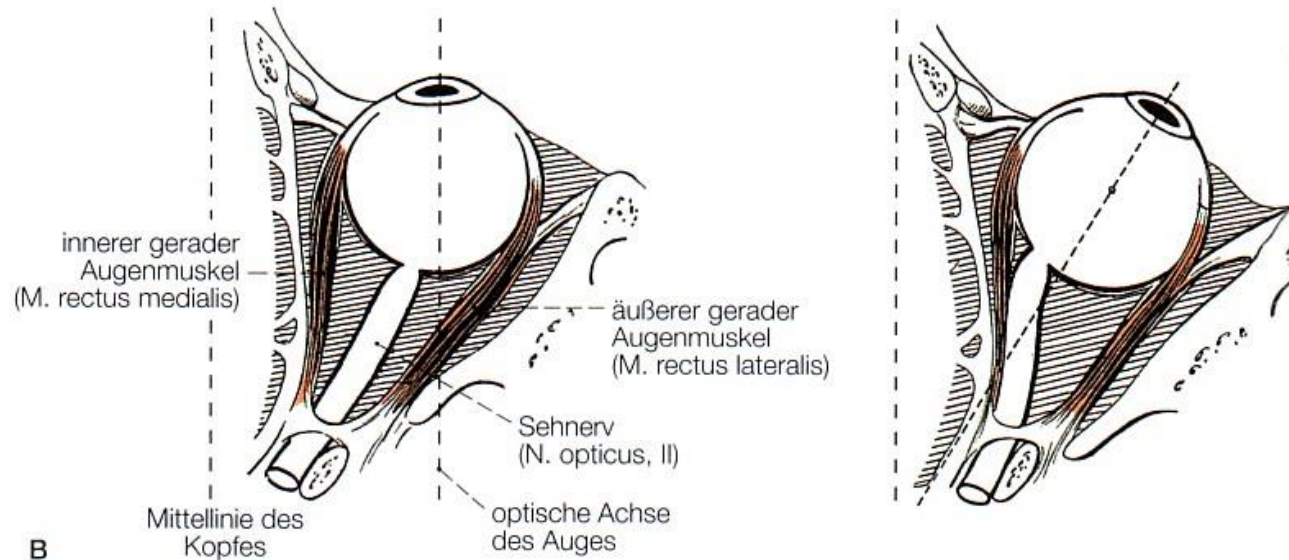
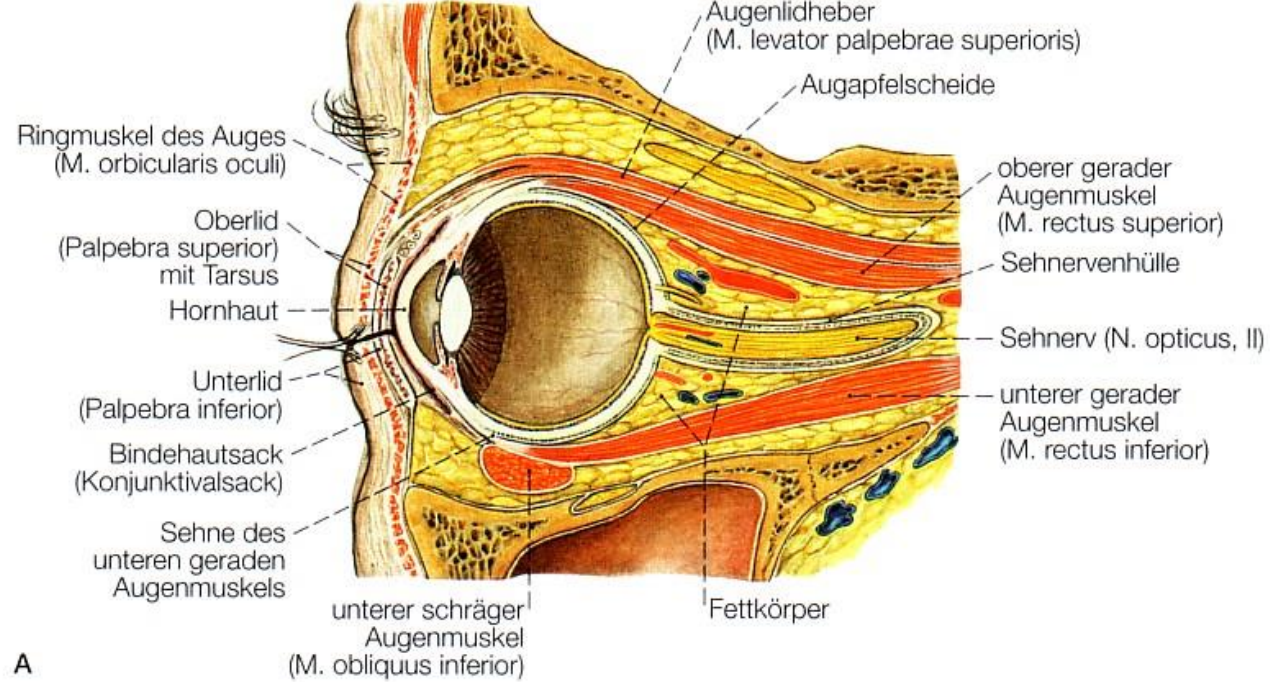
Ausgangsposition wie oben. Jetzt kommt auch die zweite Hand ins Spiel. Die dominante Hand ist oben und zeichnet Figuren. Die untere nicht-dominante Hand macht nur Hoch- und Tief- oder Links- und Rechtsbewegungen. Die Augen folgen nur dem Daumenspurpunkt der oberen Hand.



Die Übungsausführung ist exakt wie oben, jedoch kommt erschwerend der Augensprung dazu. Auf Kommando „oben“ oder „unten“ des Coaches wechselt die Augenfixierung zum entsprechenden Daumen und folgt dort dem Spurpunkt. Der Kopf bleibt auch hier immer ruhig.



# Neurobiologische Grundlagen



**Abb. 5-9** Augapfel und Augenmuskeln.

**A:** Sagittalschnitt durch die Augenhöhle.

**B:** Stellung von Auge und Sehnerv beim gradeaus (links) und zur Seite gerichteten Blick (rechts).

# SEHEN

DAS SEHEN SCHEINT EIN UNMITTLBARER UND MÜHELOSER VORGANG ZU SEIN, UND VISUELLE BILDER WIRKEN STETS ALS VOLLSTÄNDIGE GESAMTHEIT. UNBEWUSST ABER LEISTET DAS GEHIRN STÄNDIG KONSTRUKTIONSRBEIT, UM UNS UNSER BILD VON DER WELT ZU PRÄSENTIEREN.

## VISUELLE WAHRNEHMUNG

Man könnte sich das Zustandekommen unserer visuellen Wahrnehmung als langes Fließband vorstellen, dessen Endprodukt unser Sehen ist. Am Anfang steht das Eintreffen des »Rohmaterials« – Informationen aus den Augen – in der primären Sehrinde. Dieses wird über zwei Bahnen (siehe S. 84–85) durch verschiedene kortikale und subkortikale Areale weitergeleitet und erzeugt dort neuronale Aktivität, die Aspekte wie Farbe, Form, Lokalisation und Bewegung zur Sinneswahrnehmung beisteuert. Zusammengefasst nehmen wir all diese Elemente schließlich als bedeutungsvolles Bild wahr.

### 2 Retina (Netzhaut)

Das Licht dringt durch Linse, Glaskörper und zwei Schichten von Netzhautzellen, bevor es auf die lichtempfindlichen Stäbchen und Zapfen trifft.

### 1 Pupille

Lichtwellen treten durch die Pupille ins Auge. Diese weitet sich bei Dunkelheit, um mehr Licht hindurchzulassen, und zieht sich bei Helligkeit zusammen. So gelangt eine relativ konstante Lichtmenge ins Auge.

### 3 Sehnerv

Die lichtempfindlichen Netzhautzellen feuern und senden Signale entlang ihrer Axone, die zusammen den Sehnerv bilden. Dessen Fasern kreuzen sich am Chiasm opticum teilweise und führen zu einem spezialisierten Teil des Thalamus.

### 4 Sehstrahlung

Der Thalamus leitet die Signale über einen breiten Gewebestrang, die Sehstrahlung, weiter zur Sehrinde.

### 8 Wahrnehmung (Frontallappen)

Sind alle visuellen Elemente eines Anblicks wieder zusammengeführt und das Objekt erkannt, wird dem Bewusstsein eine vollständige Wahrnehmung (Perzeption) präsentiert.

### 5 DIE DORSALE BAHN

Informationen aus den Augen werden in der primären Sehrinde registriert und dann auf zwei Wegen weiterverarbeitet. Die dorsale oder »Wo«-Bahn verläuft durch Areale, die die Position des Objekts relativ zum Betrachter einschätzen. Neuronale Aktivität auf dieser Bahn codiert die Position, Bewegung sowie einige Aspekte von Größe und Form des Objekts. Die dorsale Bahn endet im Parietallappen, wo Handlungen relativ zum gesehenen Objekt geplant werden. All diese Vorgänge gelangen nicht ins Bewusstsein.

### 6 DIE VENTRALE BAHN

Die ventrale oder »Was«-Bahn leitet Informationen aus der primären Sehrinde durch die Schläfenlappen, deren neuronale Aktivität das Gesehene identifiziert und mit Bedeutung versieht. Gesichter werden beispielsweise hier erkannt (siehe S. 84) und zusätzliche Informationen wie etwa der Name der Person aus dem Gedächtnis bezogen (siehe S. 163). In den Frontallappen treffen Informationen der dorsalen und ventralen Bahn zusammen, wo sie nicht zu einer unmittelbaren Handlung, sondern zur bewussten Wahrnehmung führen.

### 7 Erkennen

Um etwas wirklich sehen zu können, muss man ungefähr wissen, was man sieht. Erkennt man ein Bild nicht, bleibt es eher unbewusst und wird womöglich ganz »übersehen«. Erkennen ist keine rein visuelle Angelegenheit; die Wahrnehmung wird vielmehr mit Wissen – wer oder was ist das, was hat er vor, warum ist es dort, wie nennt man es – angereichert. Meist fehlen einige dieser Elemente (man erkennt jemanden, doch der Name fällt einem nicht ein). Die rein visuellen Anteile einer Wahrnehmung dagegen sind fast immer intakt.

### Bewegung

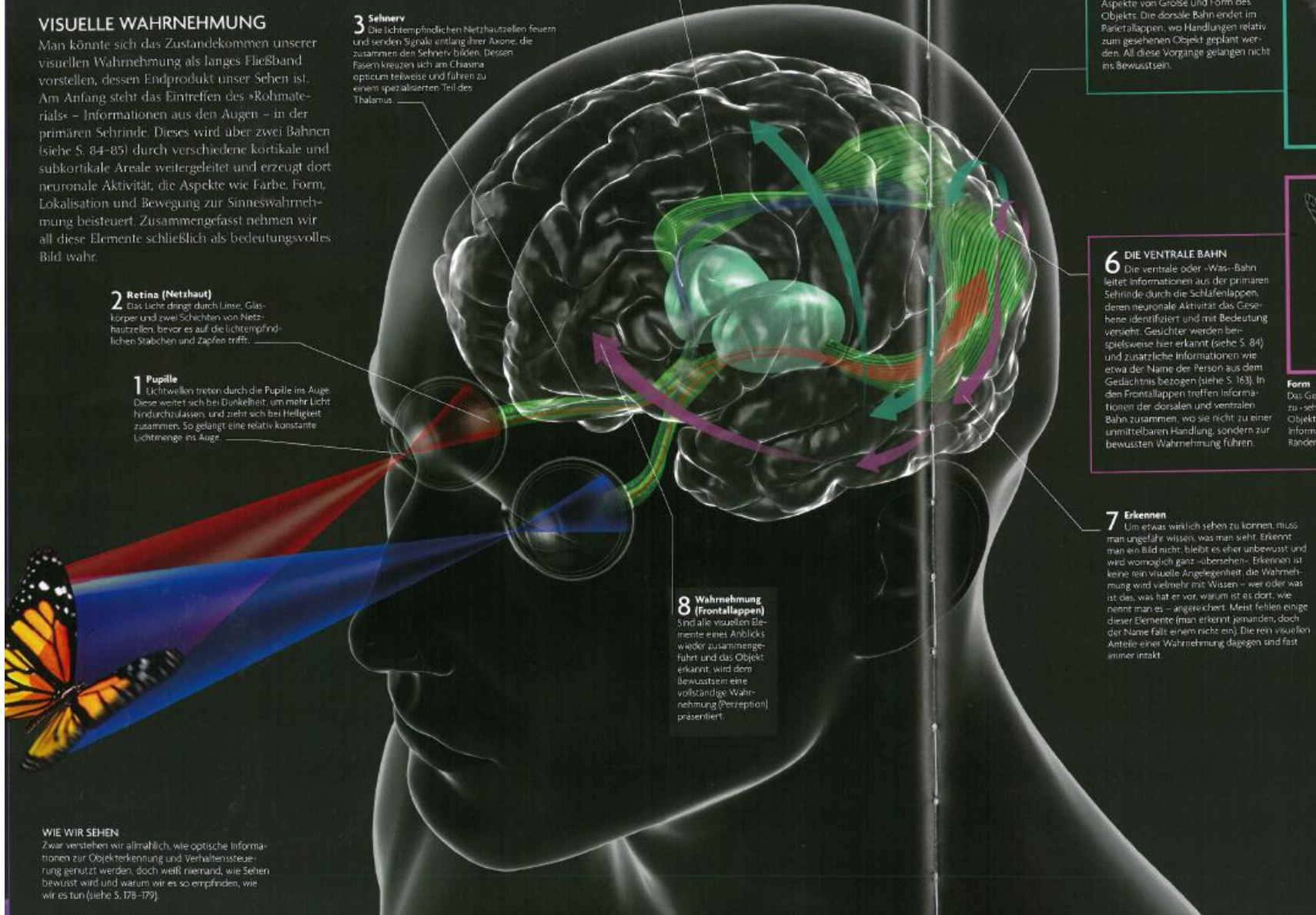
Die Bewegungsbahn verläuft durch die Hinterhornareale und sagt viel über die Richtung und die Geschwindigkeit aus.

### Form

Das Gehirn verarbeitet die Form des Objekts in der ventralen Bahn.

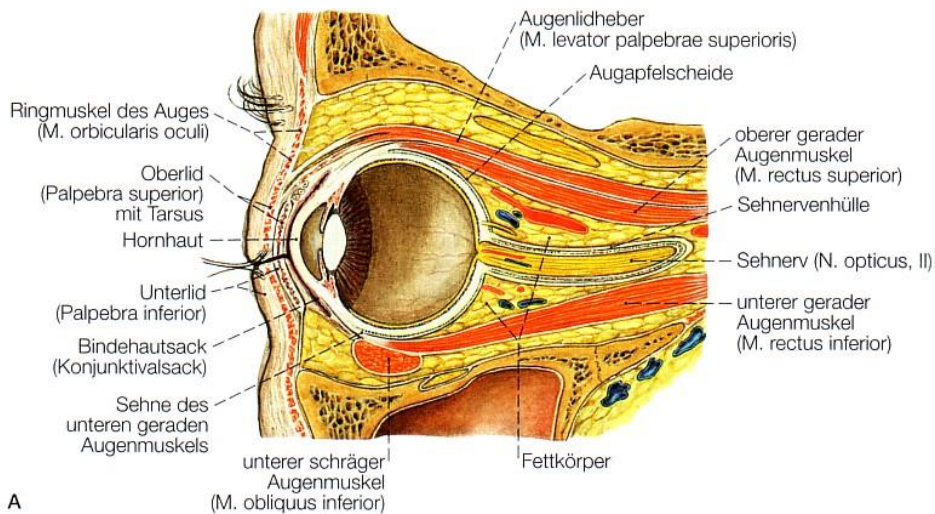
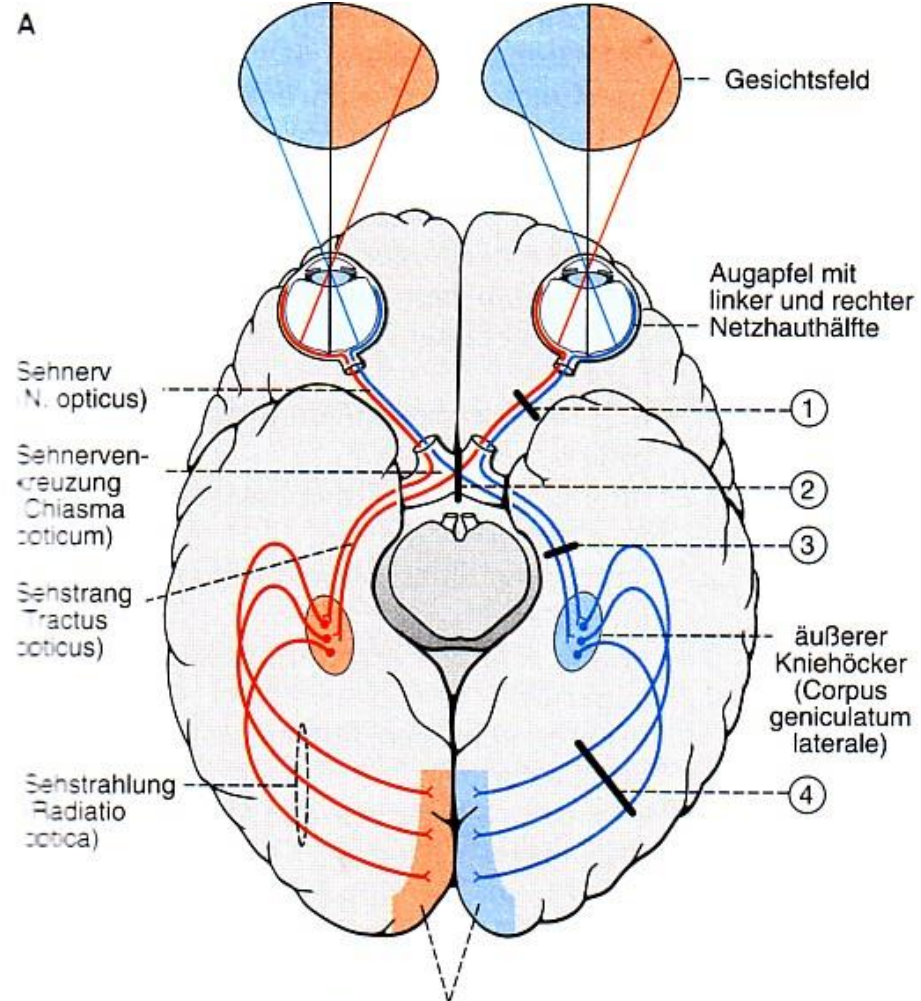
## WIE WIR SEHEN

Zwar verstehen wir allmählich, wie optische Informationen zur Objekterkennung und Verhaltenssteuerung genutzt werden, doch weiß niemand, wie Sehen bewusst wird und warum wir es so empfinden, wie wir es tun (siehe S. 178–179).

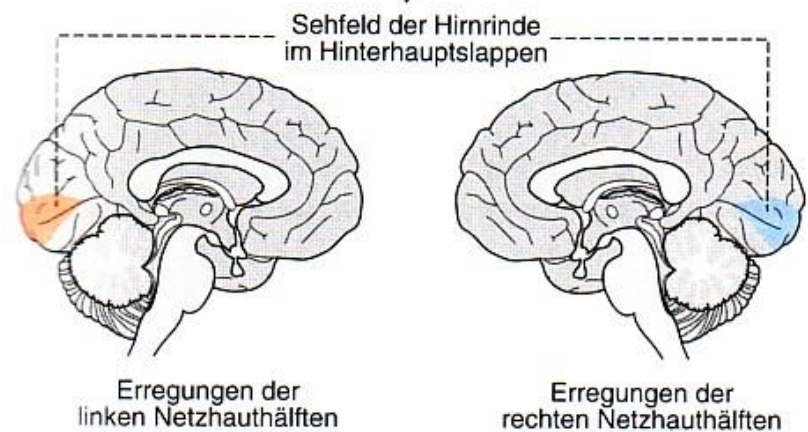


# Neurobiologische Grundlagen

A



A



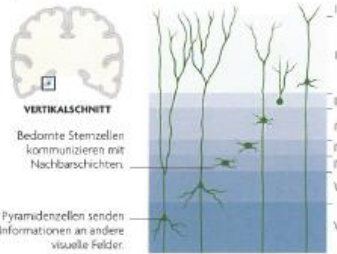
# DER VISUELLE CORTEX

DIE VISUELLEN REGIONEN DES GEHIRNS SITZEN AM HINTERKOPF, INFORMATIONEN AUS DEN AUGEN DURCHQUEREN ALSO DEN GESAMTEN SCHÄDEL, BEVOR SIE ZU BILDERN VERARBEITET WERDEN. VISUELLE INFORMATIONEN KÖNNEN HANDLUNGEN BINNEN EINER FÜNFTELSEKUNDE BEEINFLUSSEN, ABER ES DAUERT ETWA EINE HALBE SEKUNDE, BIS WIR ETWAS BEWUSST SEHEN.

## VISUELLE RINDENFELDER

Der visuelle Cortex (Schrinde) teilt sich in mehrere jeweils auf bestimmte Aspekte des Sehens spezialisierte funktionelle Felder (siehe Tabelle). Das Ganze ähnelt einem Fließband: Rohmaterial kommt in V1 an und wird an andere Rindenfelder geschickt, die Form, Farbe, Tiefe und Bewegung hinzufügen. Aus all dem entsteht nun ein Gesamtbild. Durch diesen modularen Charakter des Sehens führen Schädigungen eines visuellen Feldes oft zum Verlust eines bestimmten Aspekts, während die anderen erhalten bleiben. Sterben etwa Zellen im Feld für Bewegungssehen, erscheint die Welt oft als Abfolge von Standbildern.

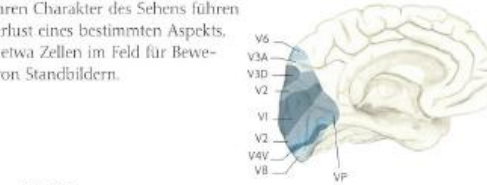
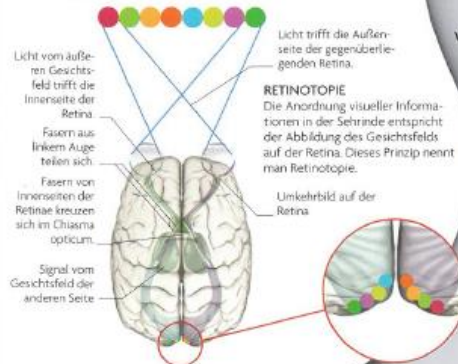
VISUELLE RINDENFELDER	
FELD	FUNKTION
V1	Reagiert auf visuelle Reize.
V2	Leitet Informationen weiter und reagiert auf komplexe Formen.
V3A, V3D, VP	Registrieren Winkelung und Symmetrie, kombinieren Bewegung und Richtung.
V4D, V4V	Reagieren auf Farben, Ausrichtung, Formen und Bewegung.
V5	Reagiert auf Bewegung.
V6	Registriert Bewegung im peripheren Gesichtsfeld.
V7	Beteiligt an Wahrnehmung von Symmetrie.
V8	Wahrscheinlich an Verarbeitung von Farbe beteiligt.



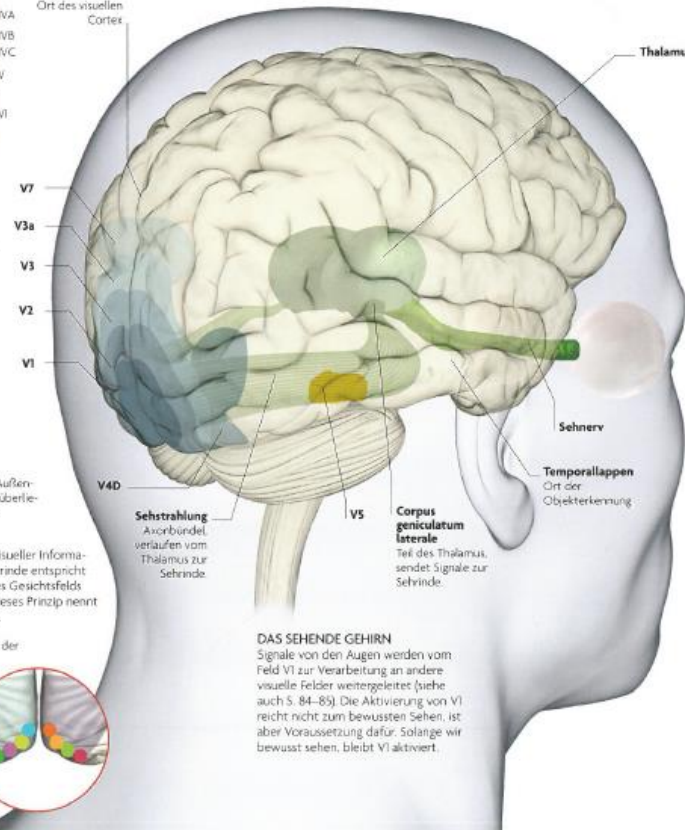
**ZELLSCHICHTEN**  
Der primäre visuelle Cortex umfasst mehrere Zellschichten (I bis VI) mit charakteristischen Mischungen von Zelltypen. Jede Schicht sendet und empfängt Signale zu und von verschiedenen Hirnteilen.

### SPIEGELBILD DES GEISTES

Die Kreuzungen der Sehbahnen (siehe S. 60) kehren das von den Augen registrierte Bild um, es erscheint also als Spiegelbild auf der primären Schrinde (V1). Signale aus dem linken Gesichtsfeld landen in der rechten Hemisphäre und umgekehrt. Durch den teilweisen Seitenwechsel entsteht ein gemeinsames Bild. Bei bestimmten seltenen Erkrankungen sieht jede Hirnhälfte etwas anderes – der Betroffene hat einen gespaltenen Geist (siehe S. 11 und 209).



**TIEF IM INNEREN**  
Einige der visuellen Rindenfelder ziehen um die Rückseite des Gehirns und bis in die Furche zwischen den Hemisphären.



# WO- UND WAS-BAHN

UNSER VERTRAUTES »ETWAS-SEHEN« LÄUFT BEWUSST AB, UNBEWUSSTES SEHEN DAGEGEN STEUERT DAS VERHALTEN MIT INFORMATIONEN AUS DEN AUGEN, OHNE DASS WIR DESSEN GEWAHR WERDEN. BEIDE ARTEN DES SEHENS WERDEN IM GEHIRN AUF UNTERSCHIEDLICHEN BAHNEN VERARBEITET. DIE OBERE (DORSALE) BAHN IST UNBEWUSST UND LENKT UNSER HANDELN, DIE UNTERE (VENTRALE) IST BEWUSST UND DIENST DER OBJEKTERKENNUNG.

**DORSALE UND VENTRALE BAHN**  
Elektrische Signale aus den Augen gelangen in die primäre Sehrinde, wo das Gehirn beginnt, sie zur Sinneswahrnehmung zu verarbeiten. Zwei Bahnen leiten die Signale in andere Hirnregionen weiter.

**DORSAL**

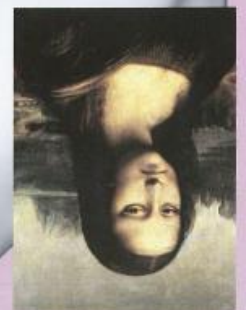
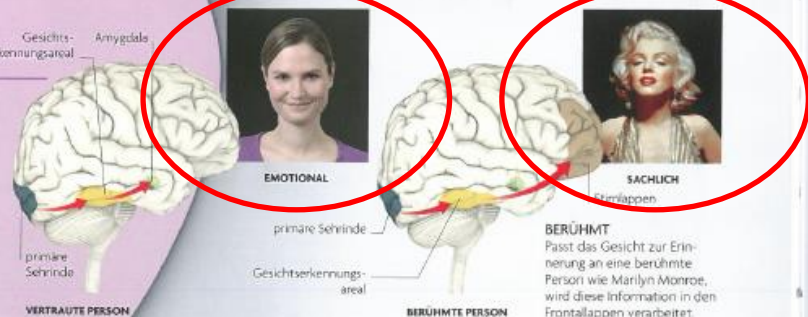
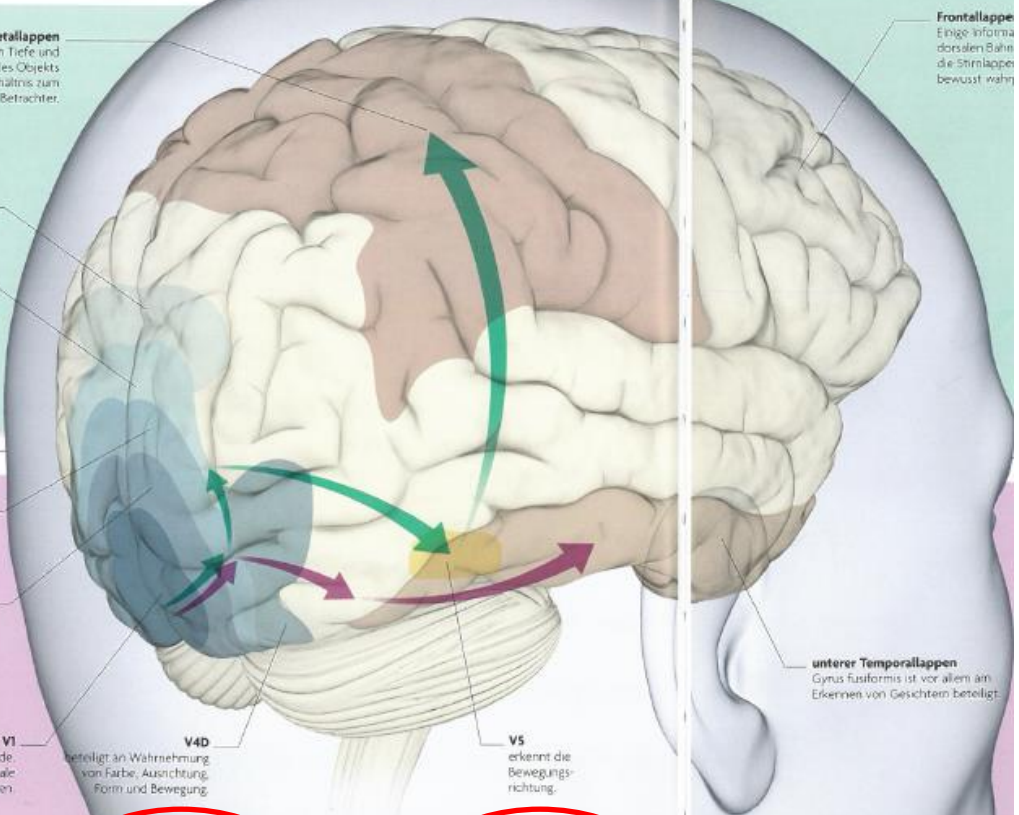
**DIE »WO«-BAHN**  
Die dorsale oder »Wo«-Bahn leitet durch einen visuellen Reiz – etwa das von einem Objekt reflektierte Licht – entstandene Signale vom visuellen Cortex im Hinterhauptslappen zum parietalen Cortex. Dabei passiert sie Areale, die die Position des Objekts im Verhältnis zum Betrachter abschätzen und entsprechendes Handeln planen. Die dorsale Bahn sammelt Informationen über Bewegung und Timing und bezieht diese in die Planung ein, etwa um einem fliegenden Objekt auszuweichen. Bewusstes Denken ist nicht erforderlich.

**VENTRAL**

**DIE »WAS«-BAHN**  
Die ventrale oder »Was«-Bahn verläuft zunächst durch einige visuelle Rindengebiete, die zunächst jeweils bestimmte Wahrnehmungsaspekte wie Form, Farbe, Tiefe und dergleichen (siehe S. 88-89) hinzufügen. Die vorläufige Repräsentation wird dann am unteren Rand des Schläfenlappens mit visuellen Erinnerungen verglichen, um das Gesehene zu erkennen. Ein Teil der Informationen gelangt schließlich bis in die Frontallappen, wo die Einschätzung ihrer Bedeutung und Wichtigkeit erfolgt. An diesem Punkt wird die Wahrnehmung bewusst.

**GESICHTER ERKENNEN**  
Verschiedene visuelle Reize werden an unterschiedlichen Orten im Gehirn verarbeitet. Gesichter werden nach bestimmten Mustern erkannt und aktivieren das Gesichtserkennungsareal, das ausgewählte Informationen an relevante Hirnareale weiterleitet. Ein Gesicht mit einer Erinnerung überein, wird diese Information zur weiteren Verarbeitung an die Stirnlappen weitergeleitet.

**VERTRAUT**  
Emotionales Erkennen geht blitzschnell. Die Bahn verläuft von der Sehrinde über das Gesichtserkennungsareal zur Amygdala.



Begriff:

**Wahrnehmungen  
sind bearbeitete  
Sinneseindrücke**

...und die  
Vervollständigung  
zu Mustern im  
neuronalen  
Netzwerk









**Wir üben  
gemeinsam,  
wir scheitern gemeinsam,  
wir sind gemeinsam erfolgreich,  
..... wir lachen  
gemeinsam!**

## Hör.Spiel

K38: Orientierung



Stelle dich beidbeinig hin, so dass rund um dich genug Platz ist. Jetzt schließt du die Augen und stellst dir intensiv den Weg durchs Klassenzimmer von deinem Platz zur Tür vor. Mit leichten Stand-schritten gehst du nun in Gedanken diesen Weg nach.



Jetzt startet ihr eine fiktive Wanderung mit geschlossenen Augen. Der Coach gibt eine Wegbeschreibung vor. Diese könnte lauten: „Wir marschieren geradeaus, machen eine scharfe Kurve nach rechts, wandern dann steil bergauf, es kommt eine Linkskehre und erreichen den Gipfel.“



Die Schüler gehen gleichzeitig zu der Beschreibung am Stand den Weg mit. Sie setzen die Bewegungsanweisungen exakt und zeitgleich um. Dabei verlieren sie jedoch nie die Orientierung und kommen gemeinsam jubelnd am Ziel an.



# Frage ans Plenum:



Vital4Brain

in Partnerschaft mit



**Wer hat als Kind  
mit seinen FreundInnen**

**„Verstecken“ gespielt ?**



# Erinnerung 1:



Begriff:

**Wahrnehmungen  
sind bearbeitete  
Sinneseindrücke**

...und die  
Vervollständigung  
zu Mustern im  
neuronalen  
Netzwerk



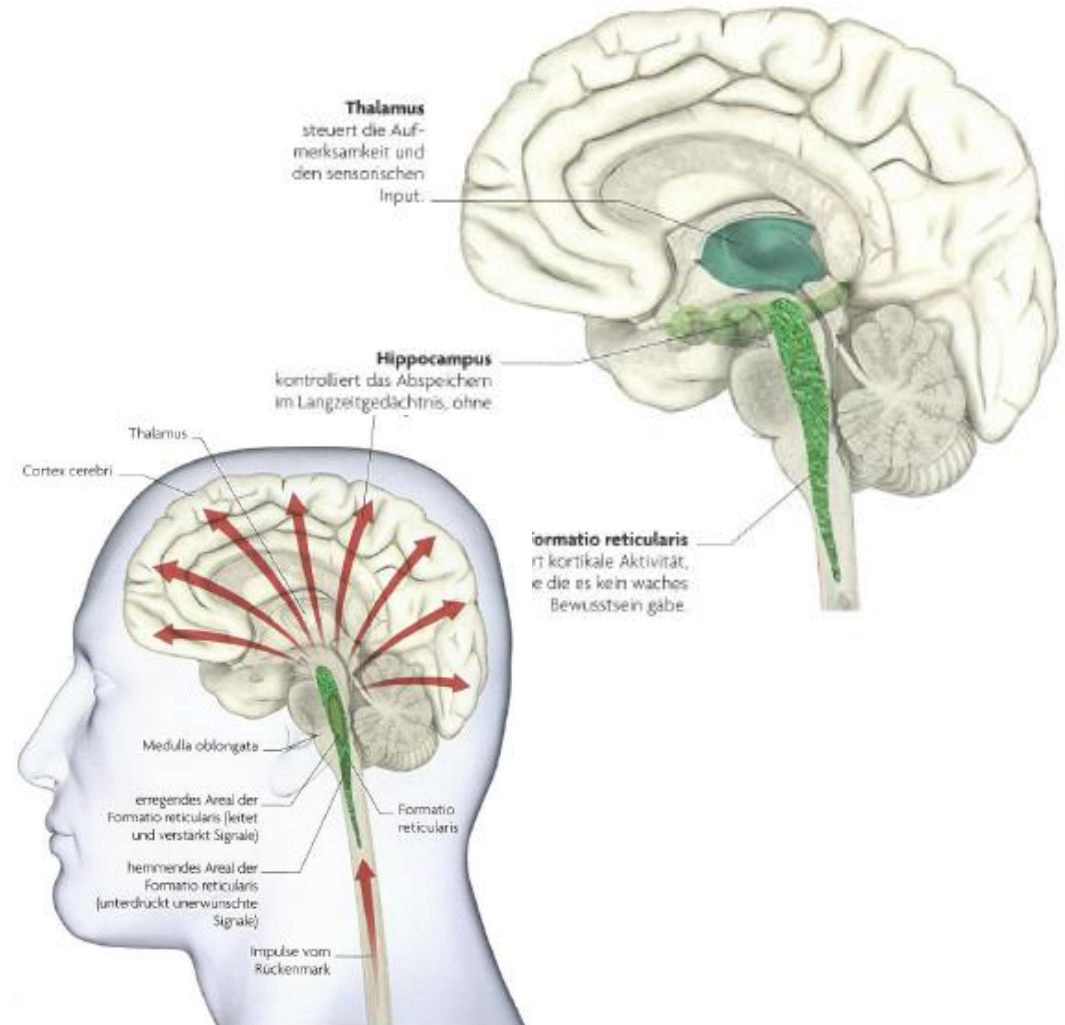
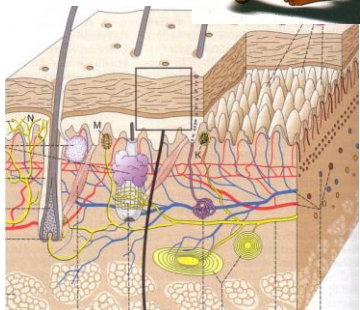
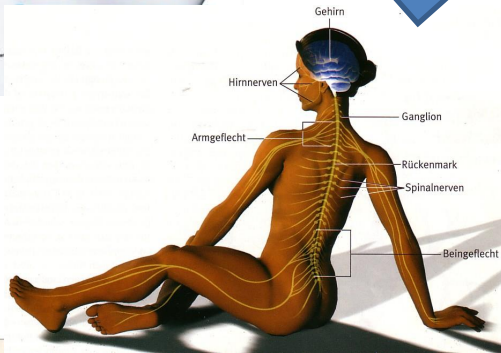
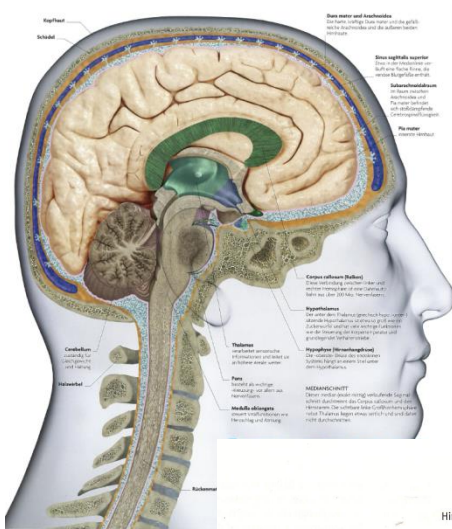
# Erinnerung 2:

Wichtige Passagen am Weg ins Gehirn:

**Formatio reticularis**

**Hippocampus**

**Thalamus**



Video:  
 Selektive  
 Wahrnehmung



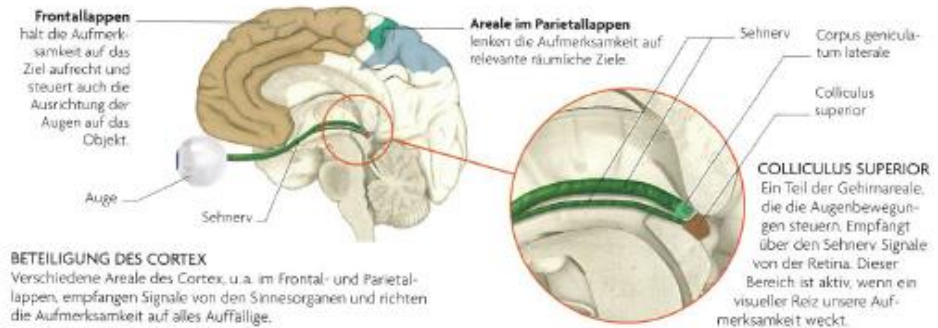
# AUFMERKSAMKEIT UND BEWUSSTSEIN

AUFMERKSAMKEIT KONTROLLIERT DAS BEWUSSTSEIN UND STEUERT SEINE RICHTUNG. WIE EIN SCHEINWERFER »ERHELLT« SIE MANCHE DINGE IN DER WELT UND LÄSST ANDERE DAFÜR ZURÜCKTRETEN. SIE WÄHLT DAS AUS, WAS IN DER UMWELT GERADE AM WICHTIGSTEN IST UND VERSTÄRKT DIE REAKTIONEN DES GEHIRNS.

## WAS IST AUFMERKSAMKEIT?

Aufmerksamkeit veranlasst uns, einen der vielen sensorischen Inputs auszuwählen und ihn noch bewusster wahrzunehmen. Bewusstsein und Aufmerksamkeit sind so eng miteinander verbunden, dass es fast unmöglich ist, einer Sache Aufmerksamkeit zu schenken, ohne sich ihr bewusst zu sein. Offene Aufmerksamkeit bedeutet, Augen, Ohren oder andere Sinnesorgane gezielt auf einen Reiz zu richten. Verdeckte Aufmerksamkeit heißt, die Aufmerksamkeit einem Reiz zuzuwenden, ohne die Sinnesorgane darauf zu richten. Aufmerksamkeit mag kontinuierlich erscheinen, aber sie fokussiert aufrechtzuerhalten ist ebenso schwierig, wie sie von einem Objekt zum anderen zu lenken: Je aufmerksamer man einem Reiz gegenüber ist, desto schwerer wendet man sich von ihm ab. Erregt etwas unsere Aufmerksamkeit, können alle anderen Reize für den Bruchteil einer Sekunde völlig ausgeblendet sein.

ARTEN VON AUFMERKSAMKEIT	
ART	BESCHREIBUNG
<b>fokussierte Aufmerksamkeit</b>	 Die Fähigkeit, ein Objekt aus der Umgebung zu isolieren und darauf zu reagieren. Ein Athlet, der auf die Startpistole fokussiert ist, hört zum Beispiel den Lärm der Zuschauer nicht.
<b>längerfristige Aufmerksamkeit</b>	 Die Fähigkeit, die Konzentration auf ein Objekt oder eine bestimmte Handlung, etwa das Fahren einer schweren Maschine, langfristig aufrechtzuerhalten.
<b>selektive Aufmerksamkeit</b>	 Diese Form ähnelt der längerfristigen Aufmerksamkeit, involviert jedoch die Fähigkeit, andere Reize zu unterdrücken, sodass man sich zum Beispiel beim Putten nicht von den anderen Mitspielern ablenken lässt.
<b>wechselnde Aufmerksamkeit</b>	 Die Fähigkeit, sich abwechselnd auf verschiedene Reize zu konzentrieren, wie zum Beispiel ein Maler, der seine Aufmerksamkeit im Wechsel auf das Modell und auf seine Zeichnung richtet.
<b>geteilte Aufmerksamkeit</b>	 Auch als »Multi-Tasking« bekannt. Dabei richtet sich die Aufmerksamkeit auf mehrere Dinge gleichzeitig. Forscher glauben jedoch, dass es sich dabei um eine sehr schnell wechselnde Aufmerksamkeit handelt.



Begriff:  
Aufmerksamkeit  
 ist gelenkte  
 Wahrnehmung



Video:  
Selektiv  
Wahrnehmung

# AUFMERKSAMKEIT UND BEWUSSTSEIN

AUFMERKSAMKEIT KONTROLLIERT DAS BEWUSSTSEIN UND STEUERT SEINE RICHTUNG. WIE EIN SCHEINWERFER »ERHELLT« MANCHE DINGE IN DER WELT UND LÄSST ANDERE DAFÜR IM DUNKELN VERBLEIBEN. SIE WÄHLT DAS AUS, WAS IN DER UMWELT AM WICHTIGSTEN IST UND VERSTÄRKT DIE REAKTIONSDAUER.

## WAS IST AUFMERKSAMKEIT?

Der vielen sensorischen Inputs, die unser Gehirn wahrzunehmen. Bewusstsein ist mit Aufmerksamkeit verbunden, dass es fast unmöglich ist, sich zu konzentrieren, ohne sich um andere Reize zu kümmern, die in unser Ohr oder andere Sinne eintreffen. Aufmerksamkeit hilft, sich auf diese Reize zu konzentrieren, ohne die Sinnesorgane überfordert zu werden. Aufmerksamkeit ist kontinuierlich, aber sie ist nicht kontinuierlich, sondern sie ist selektiv. Aufmerksamkeit ist ebenso schwierig, wie sie von einem Objekt zum anderen zu lenken: Je aufmerksamer man einem Reiz gegenüber ist, desto schwerer wendet man sich von ihm ab. Erregt etwas unsere Aufmerksamkeit, können alle anderen Reize für den Bruchteil einer Sekunde völlig ausgeblendet sein.

## BETEILIGUNG DES CORTEX

Verschiedene Areale des Cortex, u.a. im Frontal- und Parietallappen, empfangen Signale von den Sinnesorganen und steuern die Aufmerksamkeit auf alles Auffällige.

ARTEN VON AUFMERKSAMKEIT	
ART	BESCHREIBUNG
<b>fokussierte Aufmerksamkeit</b>	 Die Fähigkeit, ein Objekt aus der Umgebung zu isolieren und darauf zu reagieren. Ein Athlet, der auf die Startpistole fokussiert ist, hört zum Beispiel den Lärm der Zuschauer nicht.
<b>längerfristige Aufmerksamkeit</b>	 Die Fähigkeit, die Konzentration auf ein Objekt oder eine bestimmte Handlung, etwa das Fahren einer schweren Maschine, langfristig aufrechtzuerhalten.
<b>selektive Aufmerksamkeit</b>	 Diese Form ähnelt der längerfristigen Aufmerksamkeit, involviert jedoch die Fähigkeit, andere Reize zu unterdrücken, sodass man sich zum Beispiel beim Putten nicht von den anderen Mitspielern ablenken lässt.
<b>wechselnde Aufmerksamkeit</b>	 Die Fähigkeit, sich abwechselnd auf verschiedene Reize zu konzentrieren, wie zum Beispiel ein Maler, der seine Aufmerksamkeit im Wechsel auf das Modell und auf seine Zeichnung richtet.
<b>geteilte Aufmerksamkeit</b>	 Auch als »Multi-Tasking« bekannt. Dabei richtet sich die Aufmerksamkeit auf mehrere Dinge gleichzeitig. Forscher glauben jedoch, dass es sich dabei um eine sehr schnell wechselnde Aufmerksamkeit handelt.



**... Aufmerksamkeit entsteht in der Vergangenheit und hält die Vergangenheit fest!**

Begriff:  
**Aufmerksamkeit**  
ist gelenkte  
Wahrnehmung



# Neurobiologische Grundlagen

Fühlen & Empfinden

Bemerken & Wahrnehmen

Aufmerken & Anmerken

## DAS LIMBISCHE SYSTEM:

### 1 BASAL-GANGLIEN

Diese Bereiche koordinieren bewusste und unbewusste Bewegungen

### 2 THALAMUS

Er ist die Informationszentrale des Gehirns, leitet Signale der Hör-, Seh-, Geruchs- und Tastnerven an den Cortex weiter und entscheidet, was davon ins Bewusstsein vordringt

### 3 HYPO-THALAMUS

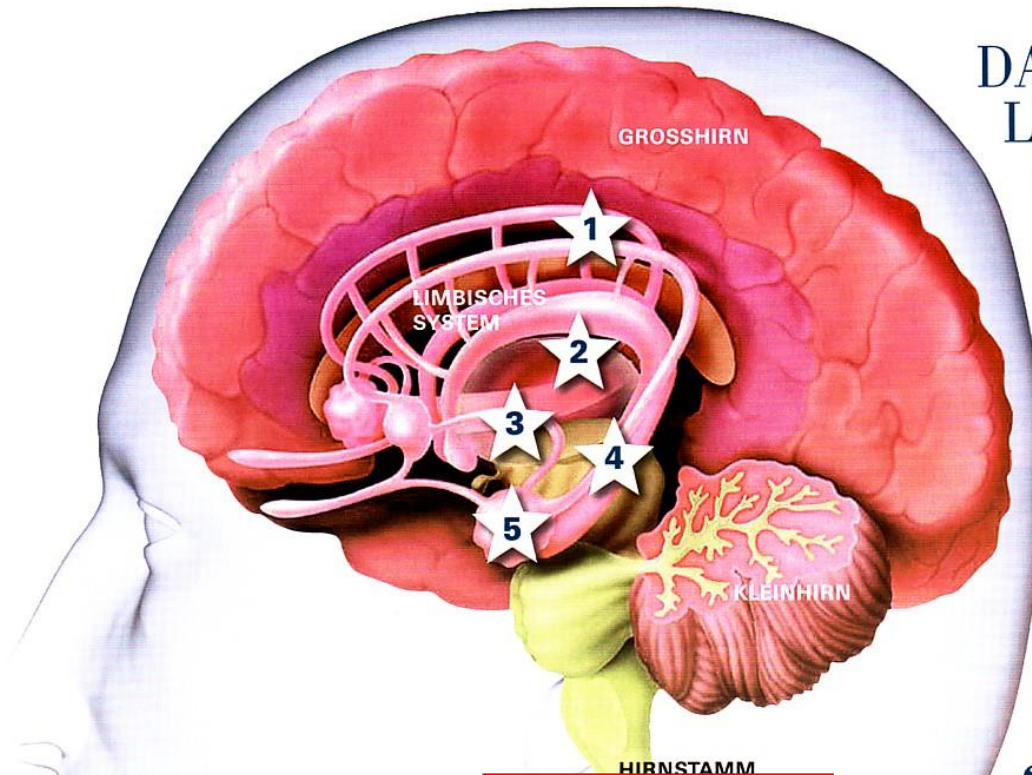
Er ist nicht größer als ein Zuckerwürfel, doch er bildet das wichtigste Kontrollzentrum für die biologischen Grundfunktionen: Er reguliert Körpertemperatur, Wasserhaushalt, Nahrungsaufnahme und Schlafen. Zudem ruft er den Sexualtrieb hervor

### 4 HIPPOCAMPUS

Der Archivar des Gehirns: Dort verfestigen sich die Erinnerungen. Sie werden wiederholt, bis sie in der Großhirnrinde abgespeichert werden. Zudem ist der Hippocampus am räumlichen Orientierungssinn beteiligt

### 5 AMYGDALA (MANDELKERN)

Die Amygdala ist das Gefühlszentrum des Menschen. Sie verbindet Sinneseindrücke mit Gefühlen und löst bei Gefahr Angst und Flucht- oder Angriffsverhalten aus





Aufmerksamkeit  
ist gelebte  
Wahrnehmung

Begriff:  
Konzentration ist  
bearbeitete  
Aufmerksamkeit



Vital4Brain In Partnerschaft mit UNIGA

### Puppen.Spieler

... Schüler finden sich als Paare zusammen und ... hintereinander auf. Der Hintere gibt ... mit den Händen Kommandos, ... unmittelbar in Bewegungsant- ... Die Übung beginnt lang- ... steigert werden.



Die linke Seite ...

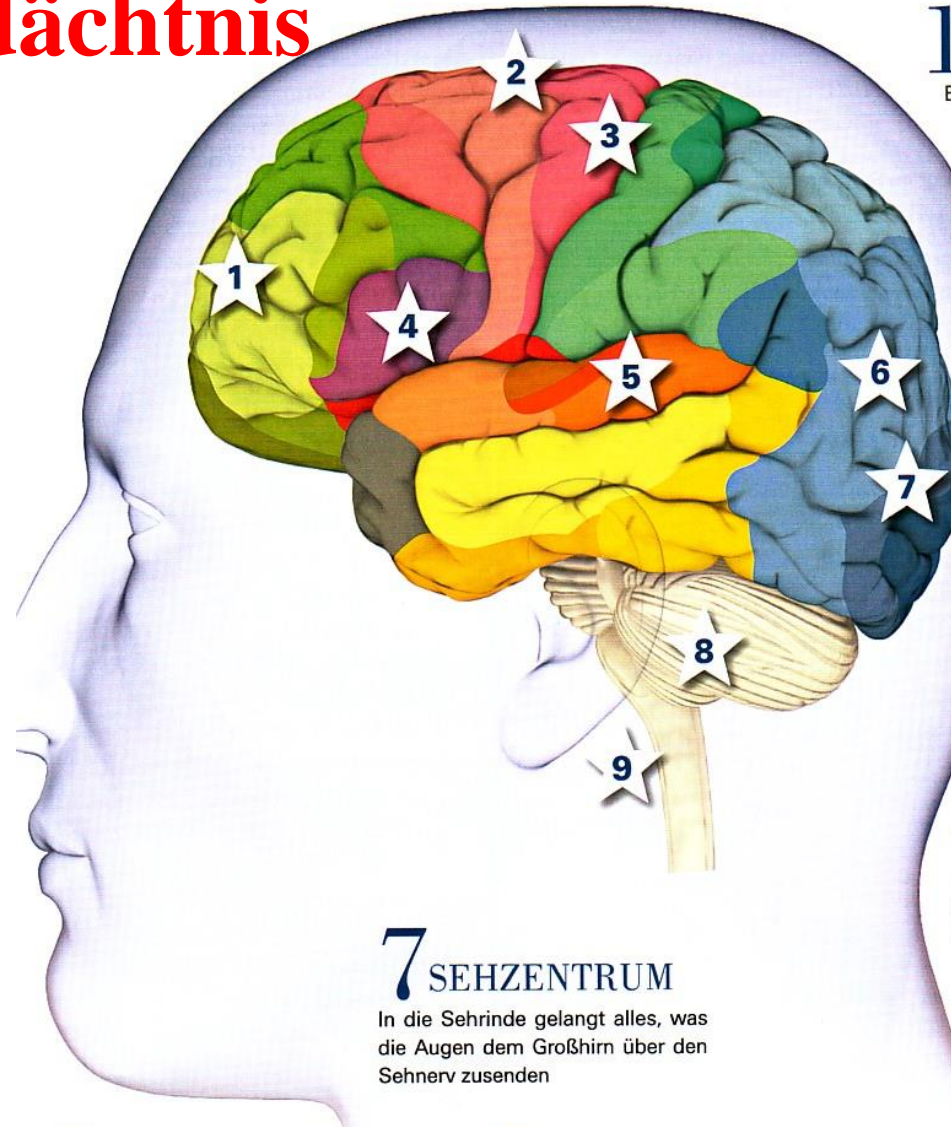


Berührung der rechten Hüfte be- ... gen des rechten Beines und unmittel- ... Rückführen in den Stand. Die linke Seite a- ... Der Hintere bestimmt das Tempo und die Reihen- ... folge der Kommandos. Bei Bedarf korrigiert er ... durch Belbehalten der Berührung.



# Arbeitsgedächtnis

## Teilsystem der exekutiven Funktionen



### 1 PRÄFRONTALER KORTEX

Er sitzt im vorderen Teil der Großhirnrinde und ist so etwas wie die moralische Instanz unseres Gehirns: Hier werden eintreffende Informationen moralisch bewertet, das Selbst, das eigene Handeln und das Verhalten von anderen überprüft

### 2 GROSSHIRN-RINDE (KORTEX)

Die äußere Schicht des Großhirns ist nur etwa 3 Millimeter dick, doch in ihr laufen die komplexesten Prozesse des Gehirns ab. Bis zu 75 Prozent der 100 Milliarden Nervenzellen befinden sich in der Großhirnrinde – sie steuert die meisten kognitiven Vorgänge

### 3 MOTORISCHER KORTEX

Er sendet Befehle an die Muskeln und lenkt dadurch die Körperbewegungen

### 4 BROCA-SPRACHZENTRUM

Das Broca-Areal steuert beim Sprechen unsere Mundbewegungen und verarbeitet die Bedeutung von Wörtern und Sätzen

### 5 WERNICKE-ZENTRUM

In diesem Hirnareal wird gesprochene und geschriebene Sprache ausgewertet

### 7 SEHZENTRUM

In die Sehrinde gelangt alles, was die Augen dem Großhirn über den Sehnerv zusenden

### 8 KLEINHIRN

Nur 140 Gramm wiegt dieser Hirnbereich im Hinterkopf, der unsere Motorik steuert und dafür zuständig ist, dass wir die Balance halten können

### 9 HIRNSTAMM

Der entwicklungsgeschichtlich älteste Gehirnbereich reguliert unbewusste Körperfunktionen wie Atmung, Herzschlag, Wachheit, Aufmerksamkeit und Verdauung und verbindet das Groß- und Kleinhirn

### 6 SENSORISCHER KORTEX

Er bekommt Daten von Haut, Muskeln, Gelenken und Organen und verarbeitet diese



Vital4Brain

In Partnerschaft mit

UNIQA

**Wir üben  
gemeinsam,  
wir scheitern gemeinsam,  
wir sind gemeinsam erfolgreich,  
..... wir lachen  
gemeinsam!**

## Puppen.Spieler

K1: Spiel.vorlings



Die Schüler finden sich als Paare zusammen und stellen sich hintereinander auf. Der Hintere gibt durch Berührungen mit den Händen Kommandos, welche der Vordere unmittelbar in Bewegungsantworten umsetzen muss. Die Übung beginnt langsam und das Tempo kann gesteigert werden.



Die Kommandos mit den Bewegungsantworten sind: Berührung der rechten Schulter bedeutet das Vorbringen des gestreckten rechten Armes bis zur Waagrechten und unmittelbar folgendes Absenken. Die linke Seite analog.



Berührung der rechten Hüfte bedeutet Vorschwingen des rechten Beines und unmittelbar folgendes Rückführen in den Stand. Die linke Seite analog. Der Hintere bestimmt das Tempo und die Reihenfolge der Kommandos. Bei Bedarf korrigiert er durch Beibehalten der Berührung.



# DIE GRUNDLAGEN DES GEDÄCHTNISSES

GEDÄCHTNIS IST DER OBERBEGRIFF FÜR  
GEHIRNFUNKTIONEN, DIE SICH AN  
VERGANGENER ERLEBNISSE  
DURCH SYNCHRONES ABRUUFEN  
BEREITS BEI DEM ERLEBNIS INVOLVIEREN

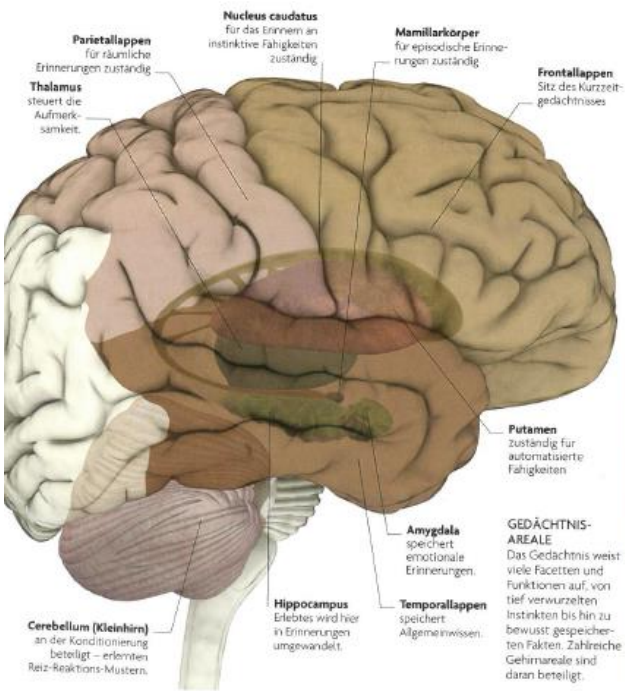
## WAS IST GEDÄCHTNIS?

Gedächtnis ist die Fähigkeit, sich auf Abruf an ein Ereignis zu erinnern, daran, wie man Fahrrad fahren lernte, die Autoschlüssel auf dem Küchentisch liegen. All diese Informationen setzen einen Lernprozess sowie die vollständige oder teilweise Rekonstruktion von in der Vergangenheit Erlebtem voraus. Beim Lernen werden Neuronen, die zusammen ein bestimmtes Erlebnis produzieren, so modifiziert, dass sie die Tendenz zeigen, erneut gemeinsam zu feuern. Durch das gemeinsame Abfeuern wird das Originalerlebnis rekonstruiert, man "erinnert" sich. Je öfter dieser Vorgang wiederholt wird, desto wahrscheinlicher feuern die Neuronen, deshalb ist häufiges Wiederholen dem Lernprozess so zuträglich.

### DAS SPEICHERN VON ERINNERUNGEN

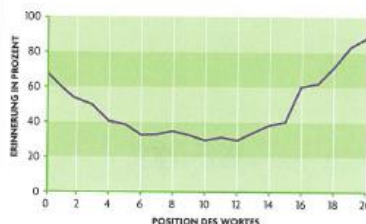
Der Prozess der Gedächtnisbildung läuft in mehreren Stufen ab, angefangen mit der Auswahl von Informationen bis hin zum Abrufen, Verändern oder manchmal auch dem Verlust von Erinnerungen. In jeder Stufe können dabei auch Fehler unterlaufen.

STUFE	DAS SOLL PASSIEREN	DAS KANN SCHIEFGEHEN
<b>Wählen</b>	Das Gehirn entscheidet, welche Informationen wichtig sind und gespeichert werden und welche gleich wieder vergessen werden.	Wichtiges wird vergessen. Unwichtiges gespeichert. Man erinnert sich z. B. nicht an den Namen einer Person aber an die Warze auf ihrer Nase.
<b>Speichern</b>	Die Information wird in relevanten Bereichen des Gehirns gespeichert und assoziiert.	Informationen können falsch abgelegt- und miteinander verknüpft oder gar nicht gespeichert werden, sodass man sie gleich wieder vergisst.
<b>Abzurufen</b>	Die Information wird bei Bedarf abgerufen.	Aktuelle Erlebnisse rufen keine nützlichen Erinnerungen ab. Man weiß, dass es (z. B.) der Name einer Person ist, weiß jedoch nicht darauf zu kommen.
<b>Vergessen</b>	Erinnertes wird nicht mehr abgerufen, sie vergessen. Neuronen werden eben.	



### KURZ- UND LANGZEITGEDÄCHTNIS

Informationen, die nur vor kurzem im Gedächtnis werden, speichert das Gehirn im Kurzzeitgedächtnis (siehe gegenüberliegende Seite). Informationen aus dem Langzeitgedächtnis lassen sich noch nach Jahren, Jahrzehnten oder sogar ein ganzes Leben lang abrufen. Zwischen diesen beiden Extremen gibt es sehr viele Abstufungen, sodass manche Erinnerungen einige Wochen, Monate oder Jahre vorhalten, ehe sie verblassen und schließlich verschwinden. Für die Entscheidung, ob eine Erinnerung im Kurz- oder Langzeitgedächtnis landet, sind verschiedene Faktoren ausschlaggebend. Dazu gehören der emotionale Inhalt und die Neuartigkeit einer Erinnerung, aber auch, wie intensiv wir uns darum bemühen, sie immer wieder abzurufen.



**ERSTE UND LETZTE WÖRTE**  
Beim Auswendiglernen einer Liste von Wörtern erinnern wir uns am ehesten an die ersten und letzten, und am wenigsten an die Worte in der Mitte. Den ersten Worten schenken wir die größte Aufmerksamkeit; daher bleiben sie "hängen", die letzten dagegen werden am häufigsten wiederholt, weil ihnen keine weiteren mehr nachfolgen.

### VERSCHIEDENE ARTEN VON GEDÄCHTNIS

Der Mensch besitzt fünf Arten von Gedächtnis, die unterschiedliche Zwecke erfüllen. Das episodische Gedächtnis rekonstruiert vergangene Erlebnisse inklusive aller Empfindungen und Emotionen. Dies geschieht wie in einem Film mit der eigenen Person als Hauptdarsteller. Das semantische Gedächtnis steht für unpersönliches faktisches Wissen. Das Arbeitsgedächtnis speichert Informationen nur so lange, wie sie verwendet werden. Im prozeduralen Gedächtnis finden sich erlernte Fähigkeiten, wie Schwimmen oder Rad fahren, sowie unbewusste Erinnerungen, die uns zum Beispiel dazu bringen, jemanden spontan unsympathisch zu finden, weil er uns, ohne dass wir es merken, an jemanden erinnert, den wir nicht leiden können.

**Frontallappen** sorgt dafür, dass Erinnerungen nicht mit dem realen Leben verwechselt werden.

**Kortikale Bereiche** Episodische Erinnerungen aktivieren die Bereiche, die an dem abzurufenden Erlebnis beteiligt waren.

**Hippocampus** verarbeitet Erlebnisse zu Erinnerungen.

**SEMANTISCHES GEDÄCHTNIS**  
Dort werden Informationen gespeichert. Einmal persönlichen Inhalt besteht nur noch Fakten sind. Der erste Mensch war vielleicht Teil eines persönlichen Erlebnisses. Inzwischen ist er nur noch eine reine Tatsache.

**Zentrale Exekutive** übernimmt die Gesamtplanung, wofür die visuelle Komponente.

**Phonologische Schleife** -inneres Ohr-, das die Laute von Worten im Arbeitsgedächtnis behält.

**Visueller Code**

**ARBEITSGEDÄCHTNIS**  
Ein Bereich im Frontallappen, die zentrale Exekutive, ist die Steuerzentrale, die das restliche Gehirn zur Aktivität anregt. Es gibt auch zwei neuronale Schleifen für visuelle und auditive Daten, die nach Art eines Notizblocks wichtige Daten vorübergehend festhalten.

**PROZEDURALES GEDÄCHTNIS**  
Diese Form des Gedächtnisses ist es uns, motorische Fähigkeiten ohne Nachdenken auszuüben. Wir sie erlernt haben, ist uns zwar bewusst macht, aber wir führen sie nicht mehr bewusst aus.

### LERNEN IST GUT FÜRS GEDÄCHTNIS

Beim Lernen werden neue Verbindungen in allen Arealen geknüpft, die das Gedächtnis einbauen räumlicher Fähigkeiten, wie es zurechtzufinden, vergrößert sich der Hippocampus. Je mehr Verbindungen entstehen, desto besser bleibt das Erlernte im Gedächtnis und kann sinnvoller eingesetzt werden.

**VERGRÖßERTE AREALE**  
Die Areale für motorische Fähigkeiten (gelb) werden durch Üben größer.

# DIE GRUNDLAGEN DES GEDÄCHTNISSES

GEDÄCHTNIS IST DER OBERBEGRIFF FÜR  
GEHIRNFUNKTIONEN, DIE  
VERGANGENER ERLEBNISSE  
DURCH SYNCHRONES ABFRAGEN  
BEREITS BEI DEM ERLEBNIS INVERGEGENWÄRTIGEN.

## WAS IST GEDÄCHTNIS?

Gedächtnis ist die Fähigkeit, sich auf Abruf an ein Ereignis zu erinnern, daran, wie man Fahrrad fährt, die Autoschlüssel auf dem Küchentisch liegen. All diese Informationen setzen einen Lernprozess sowie die vollständige oder teilweise Rekonstruktion von in der Vergangenheit Erlebtem voraus. Beim Lernen werden Neuronen, die zusammen ein bestimmtes Erlebnis produzieren, so modifiziert, dass sie die Tendenz zeigen, erneut gemeinsam zu feuern. Durch das gemeinsame Abfeuern wird das Originalerlebnis rekonstruiert, man erinnert sich. Je öfter dieser Vorgang wiederholt wird, desto wahrscheinlicher feuern die Neuronen, deshalb ist häufiges Wiederholen so zuträglich.

### DAS SPEICHERN VON ERINNERUNGEN

Der Prozess der Gedächtnisbildung läuft in mehreren Stufen ab, angefangen mit der Auswahl von Informationen bis hin zum Abrufen, Verändern oder manchmal auch dem Verlust von Erinnerungen. In jeder Stufe können dabei auch Fehler unterlaufen.

STUFE	DAS SOLL PASSIEREN	DAS KANN SCHIEFGEHEN
1. Selektion	Das Gehirn entscheidet, welche Informationen wichtig sind und gespeichert werden und welche gleich wieder vergessen werden.	Wichtiges wird vergessen, Unwichtiges gespeichert. Man erinnert sich z. B. nicht an den Namen einer Person aber an die Warze auf ihrer Nase.
2. Kodierung	Die Information wird in relevanten Aspekten assoziiert und in einer Form gespeichert.	Informationen können falsch abgelegt- und materialialer verknüpft oder gar nicht gespeichert werden, sodass man sie gleich wieder vergisst.
3. Abrufen	Die Information wird bei Bedarf abgerufen.	Aktuelle Ereignisse rufen keine nützlichen Erinnerungen ab. Man weiß, dass es (z. B.) der Name einer Person ist, jedoch nicht darauf.

### VERSCHIEDENE ARTEN VON GEDÄCHTNIS

Der Mensch besitzt fünf Arten von Gedächtnis, die unterschiedliche Zwecke erfüllen. Das episodische Gedächtnis rekonstruiert vergangene Erlebnisse inklusive aller Empfindungen und Emotionen. Dies geschieht wie in einem Film mit der eigenen Person als Hauptdarsteller. Das semantische Gedächtnis steht für unpersönliches faktisches Wissen. Das Arbeitsgedächtnis speichert Informationen nur so lange, wie sie verwendet werden. Im prozeduralen Gedächtnis finden sich erlernte Fähigkeiten, wie Schwimmen oder Rad fahren, sowie unbewusste Erinnerungen, die uns zum Beispiel dazu bringen, jemanden spontan unsympathisch zu finden, weil er uns, ohne dass wir es merken, an jemanden erinnert, den wir nicht leiden können.

### LERNEN IST GUT FÜRS GEDÄCHTNIS

Beim Lernen werden neue Verbindungen in allen Arealen geknüpft, die das Gehirn einbauen räumlicher Fähigkeiten, wie es zurechtzufinden, vergrößert sich der Hippocampus. Je mehr Verbindungen entstehen, desto besser bleibt das Erlernte im Gedächtnis und kann sinnvoller eingesetzt werden.

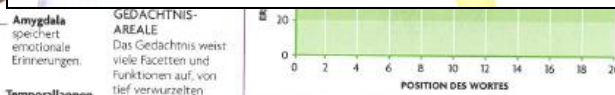
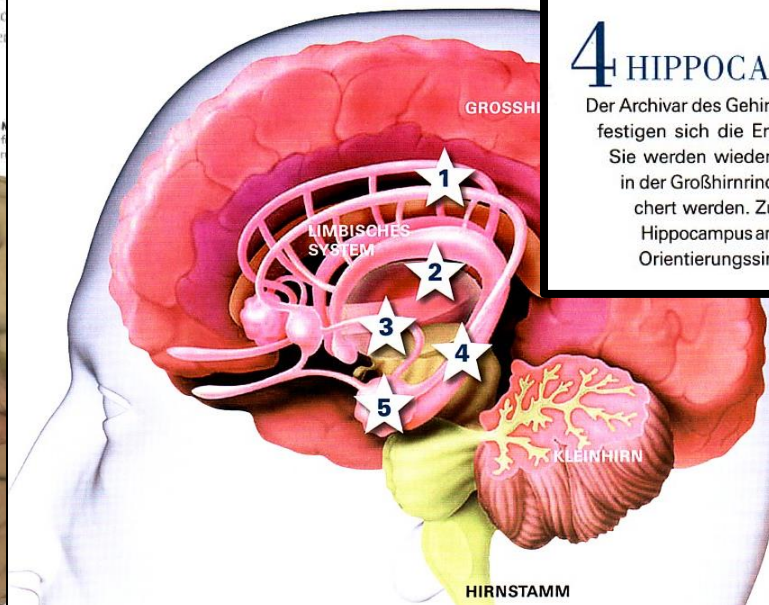
**VERGRÖßERTE AREALE**  
Die Areale für motorische Fähigkeiten (gelb) und sprachliche Fähigkeiten (rot) werden durch Üben größer.

... und dann noch das „Bearbeitete“



**4 HIPPOCAMPUS**  
Der Archivar des Gehirns: Dort verfestigen sich die Erinnerungen. Sie werden wiederholt, bis sie in der Großhirnrinde abgespeichert werden. Zudem ist der Hippocampus am räumlichen Orientierungssinn beteiligt

„Kommene“ und das Gedächtnis



**ERSTE UND LETZTE WÖRTER**  
Beim Auswendiglernen einer Liste von Wörtern erinnern wir uns am ehesten an die ersten und letzten, und am wenigsten an die Worte in der Mitte. Den ersten Worten schenken wir die größte Aufmerksamkeit, daher bleiben sie „hängen“, die letzten dagegen werden am häufigsten wiederholt, weil ihnen keine weiteren mehr nachfolgen.



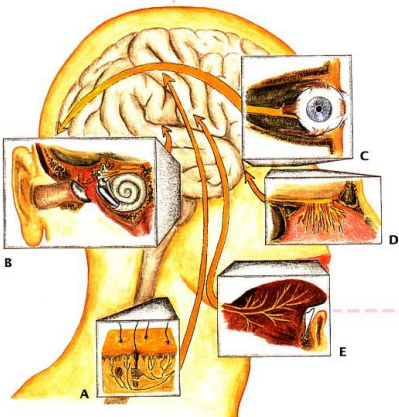
# Motorisches System

## Sensorisches System

Das sensorische System nimmt Einflüsse (Reize) aus der Umwelt und aus dem eigenen Körper auf. Dies geschieht mit Hilfe von Rezeptoren, die durch spezifische Reize erregt werden. Die Rezeptorerregungen werden zum Gehirn geleitet, dort in Form bioelektrischer Aktivität abgebildet und zu Empfindungen und bewußten Wahrnehmungen verarbeitet. Die Sinnesempfindungen werden im Gedächtnis gespeichert.

Das sensorische System verfügt über folgende Teilsysteme:

- System der somato-viszeralen Sensibilität: Empfindung von Druck und Berührung, Temperatur und Schmerz
- Visuelles System: Sehen
- Auditorisches System: Hören
- Vestibuläres System: Empfindung von Beschleunigungen
- Gustatorisches System: Schmecken
- Olfaktorisches System: Riechen



**Abb. 5-0** Vereinfachte Darstellung der sensorischen Systeme als Ausschnittvergrößerung aus dem Kopf-Halsbereich mit Leitung der Erregungen (Pfeile) zu den zugehörigen Arealen der Großhirnrinde.

**A:** System der somato-viszeralen Sensibilität am Beispiel der Haut: Schmerz-, Tasts-, Temperaturempfindung

**B:** Auditorisches und vestibuläres System: Ohr und Hören sowie Beschleunigungsempfindung

**C:** Visuelles System: Auge und Sehen

**D:** Olfaktorisches System: Nase und Riechen

**E:** Gustatorisches System: Zunge und Schmecken

Der Organismus steht mit der Umwelt in einer Wechselwirkung. Während das sensorische System Umwelteinflüsse wahrnimmt, kann der Organismus mit dem motorischen System Einflüsse auf die Umwelt ausstrahlen.

Der Mensch zeichnet sich aus, daß er seine Muskulatur ändern und Kraft ausstrahlen kann.

Die Muskulatur ist im Zusammenspiel mit dem Skelett dazu in der Lage, dem Körper eine Haltung zu verleihen (Stütz- und Haltemotorik) und zielgerichtete Bewegungen auszuführen (Zielmotorik). Diese Aktivitäten stehen unter der Kontrolle des Nervensystems.



Unsere Kernkompetenz

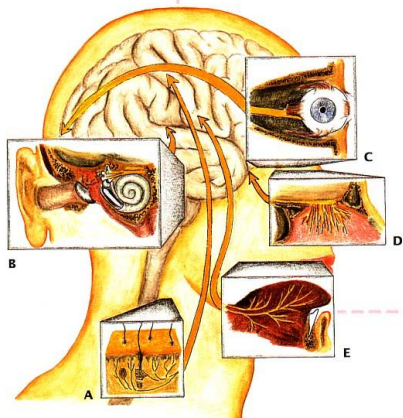
erledigt

## Sensorisches System

Das sensorische System nimmt Einflüsse (Reize) aus der Umwelt und aus dem eigenen Körper auf. Dies geschieht mit Hilfe von Rezeptoren, die durch spezifische Reize erregt werden. Die Rezeptorerregungen werden zum Gehirn geleitet, dort in Form bioelektrischer Aktivität abgebildet und zu Empfindungen und bewußten Wahrnehmungen verarbeitet. Die Sinnesempfindungen werden im Gedächtnis gespeichert.

Das sensorische System verfügt über folgende Teilsysteme:

- System der somato-viszeralen Sensibilität: Empfindung von Druck und Berührung, Temperatur und Schmerz
- Visuelles System: Sehen
- Auditorisches System: Hören
- Vestibuläres System: Empfindung von Beschleunigungen
- Gustatorisches System: Schmecken
- Olfaktorisches System: Riechen



**Abb. 5-0** Vereinfachte Darstellung der sensorischen Systeme als Ausschnittvergrößerung aus dem Kopf-Halsbereich mit Leitung der Erregungen (Pfeile) zu den zugehörigen Arealen der Großhirnrinde.

**A:** System der somato-viszeralen Sensibilität am Beispiel der Haut: Schmerz-, Tast-, Temperaturempfindung

**B:** Auditorisches und vestibuläres System: Ohr und Hören sowie Beschleunigungsempfindung

**C:** Visuelles System: Auge und Sehen

**D:** Olfaktorisches System: Nase und Riechen

**E:** Gustatorisches System: Zunge und Schmecken

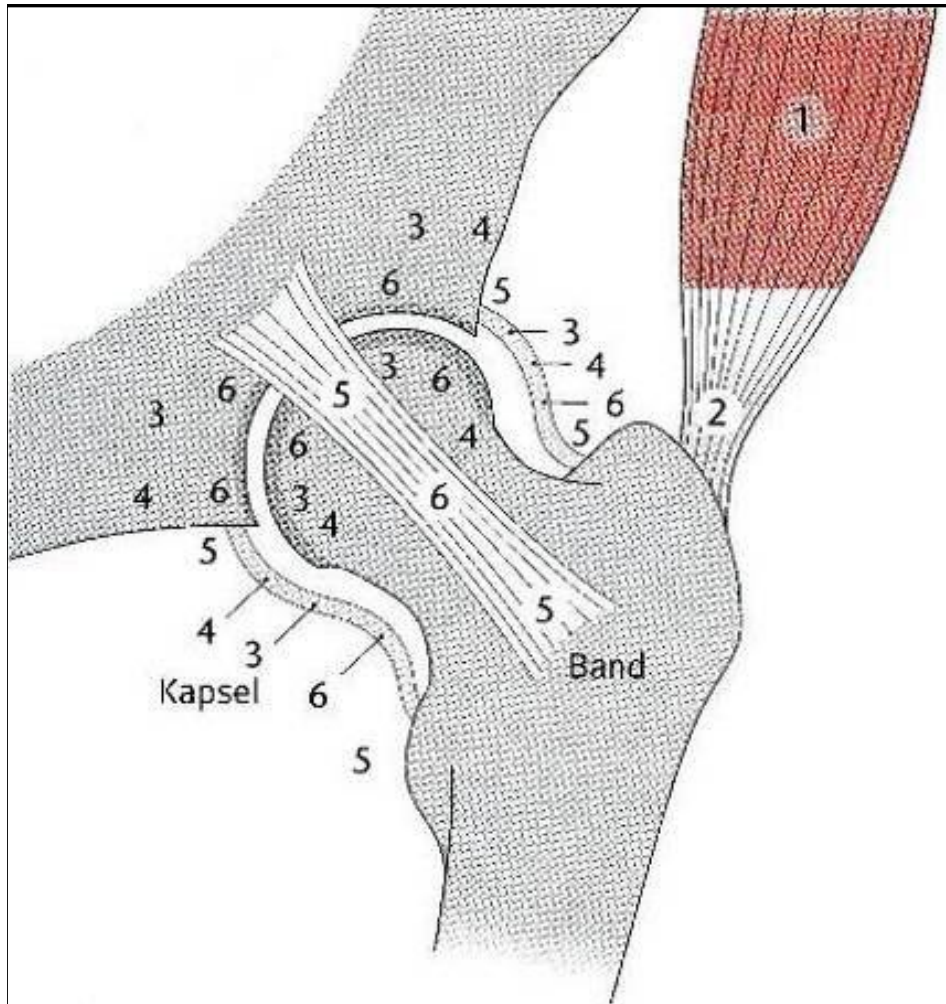
## Motorisches System

Der Organismus steht mit der Umwelt in einer Wechselwirkung. Während das sensorische System Umwelteinflüsse aufnimmt, kann der Organismus mit dem motorischen System Einfluß auf die Umwelt nehmen. Für die Wirkung des motorischen Systems steht dem Körper mit den Muskelfasern ein spezieller Zelltyp zur Verfügung. Er zeichnet sich dadurch aus, daß er seine Länge ändern und Kraft entfalten kann.

Die Muskulatur ist im Zusammenspiel mit dem Skelett dazu in der Lage, dem Körper eine Haltung zu verleihen (Stütz- und Haltemotorik) und zielgerichtete Bewegungen auszuführen (Zielmotorik). Diese Aktivitäten stehen unter der Kontrolle des Nervensystems.



Koordinatives Zusammenspiel abhängig von der Leistungsfähigkeit des sensomotorischen Systems



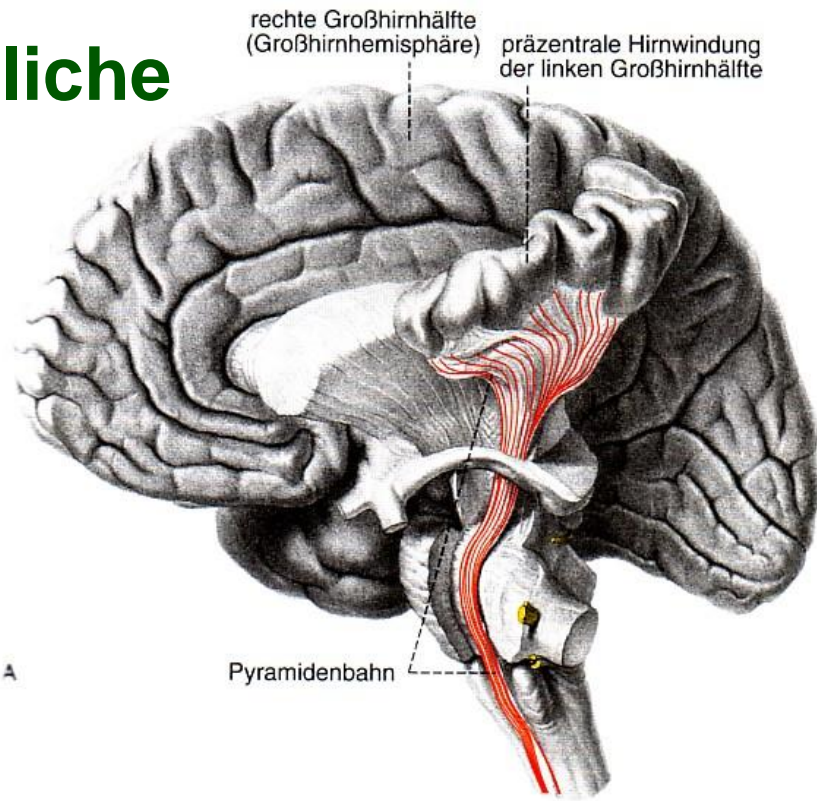
## Mechanorezeptoren

- 1] Muskelrezeptoren
- 2] Sehnenrezeptoren
- 3] Gelenksrezeptoren
- 4] Bewegungsmelder
- 4] Beschleunigungsmelder
- 5] Endbewegungsmelder
- 6] Schadensmelder
- 7] Hautrezeptoren



# Sportwissenschaftliche Grundlagen

## Motorisches System

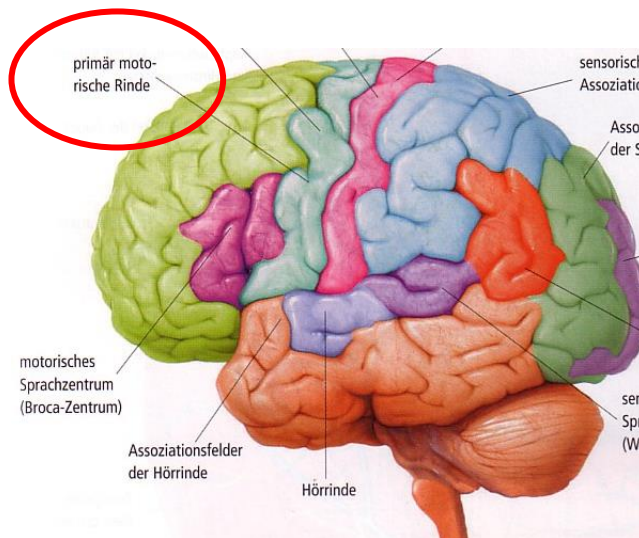


A

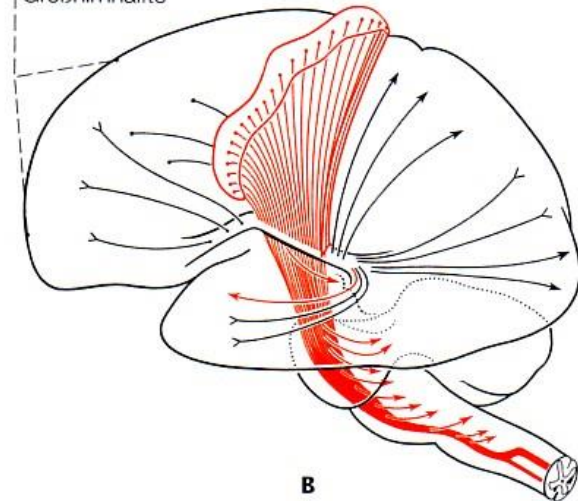
Der Organismus steht mit der Umwelt in einer Wechselwirkung. Während das sensorische System Umwelteinflüsse aufnimmt, kann der Organismus mit dem motorischen System Einfluss auf die Umwelt nehmen. Für die Wirkung des motorischen Systems steht dem Körper mit den Muskelfasern ein spezieller Zelltyp zur Verfügung. Er zeichnet sich dadurch aus, daß er seine Länge ändern und Kraft entfalten kann. Die Muskulatur ist im Zusammenspiel mit dem Skelett dazu in der Lage, dem Körper eine Haltung zu verleihen (Stütz- und Haltemotorik) und zielgerichtete Bewegungen auszuführen (Zielmotorik). Diese Aktivitäten stehen unter der Kontrolle des Nervensystems.



Abb. 6-0 Skelett und Muskulatur in der Ansicht von vorne mit Darstellung der wichtigsten oberflächlichen (rechte Körperseite) und tiefen (linke Körperseite) Nerven und Blutgefäße.

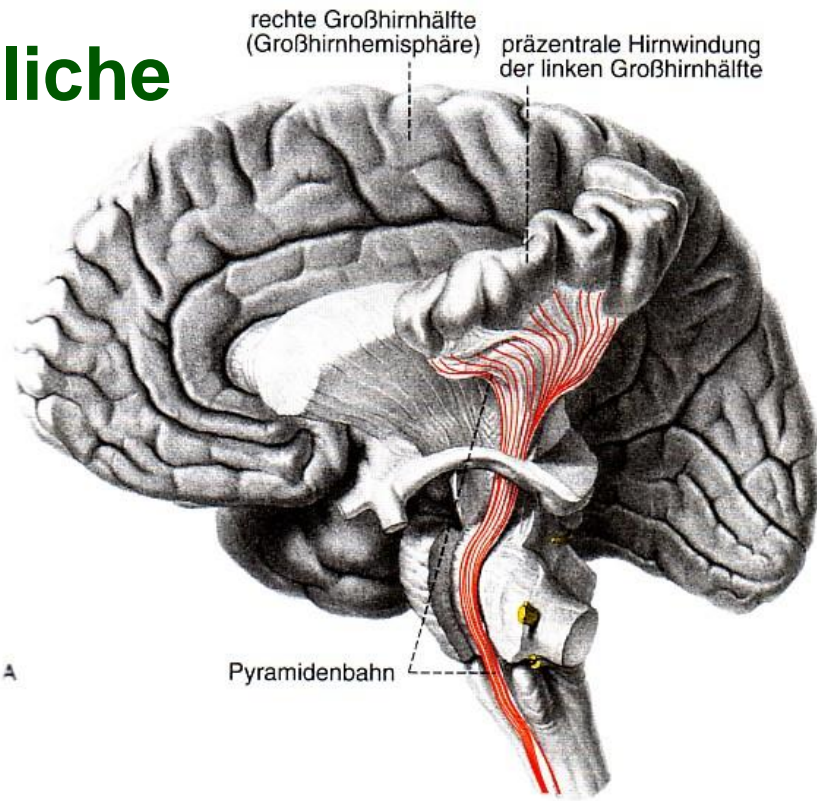


Umriss der Großhirnhälfte



# Sportwissenschaftliche Grundlagen

## Motorisches System

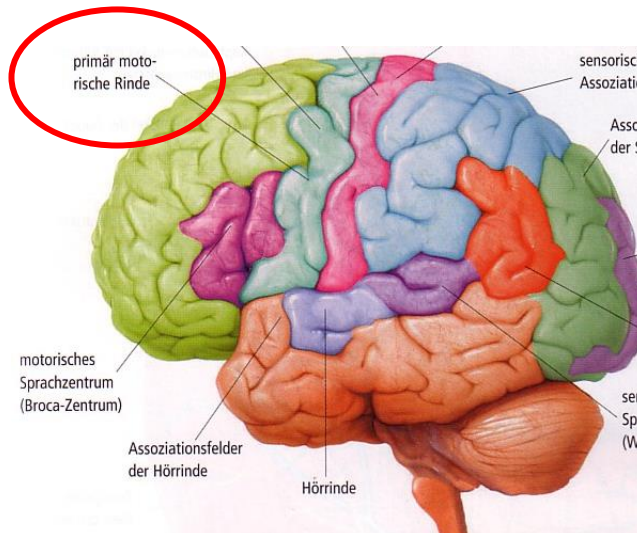


A

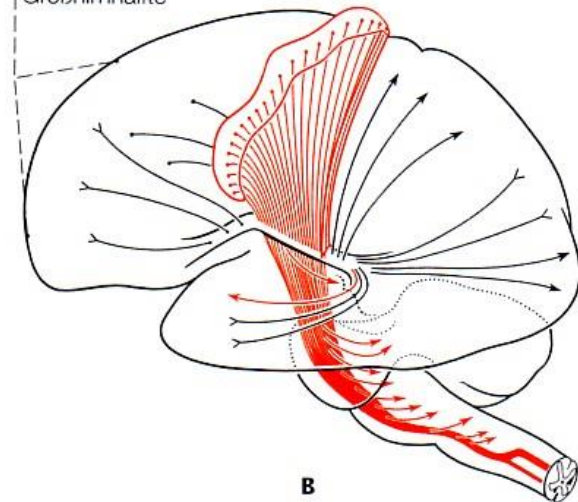
Der Organismus steht mit der Umwelt in einer Wechselwirkung. Während das sensorische System Umwelteinflüsse aufnimmt, kann der Organismus mit dem motorischen System Einfluß auf die Umwelt nehmen. Für die Wirkung des motorischen Systems steht dem Körper mit den Muskelfasern ein spezieller Zelltyp zur Verfügung. Er zeichnet sich dadurch aus, daß er seine Länge ändern und Kraft entfalten kann. Die Muskulatur ist im Zusammenspiel mit dem Skelett dazu in der Lage, dem Körper eine Haltung zu verleihen (Stütz- und Haltemotorik) und zielgerichtete Bewegungen auszuführen (Zielmotorik). Diese Aktivitäten stehen unter der Kontrolle des Nervensystems.



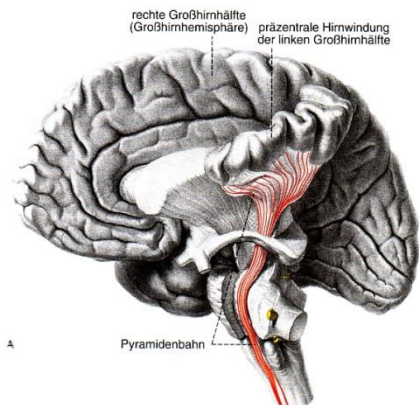
Abb. 6-0 Skelett und Muskulatur in der Ansicht von vorne mit Darstellung der wichtigsten oberflächlichen (rechte Körperseite) und tiefen (linke Körperseite) Nerven und Blutgefäße.



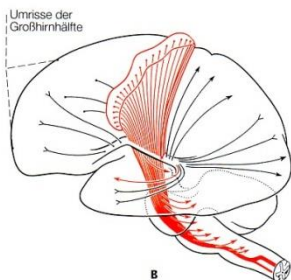
Umriss der Großhirnhälfte



# Sportwissenschaftliche Grundlagen

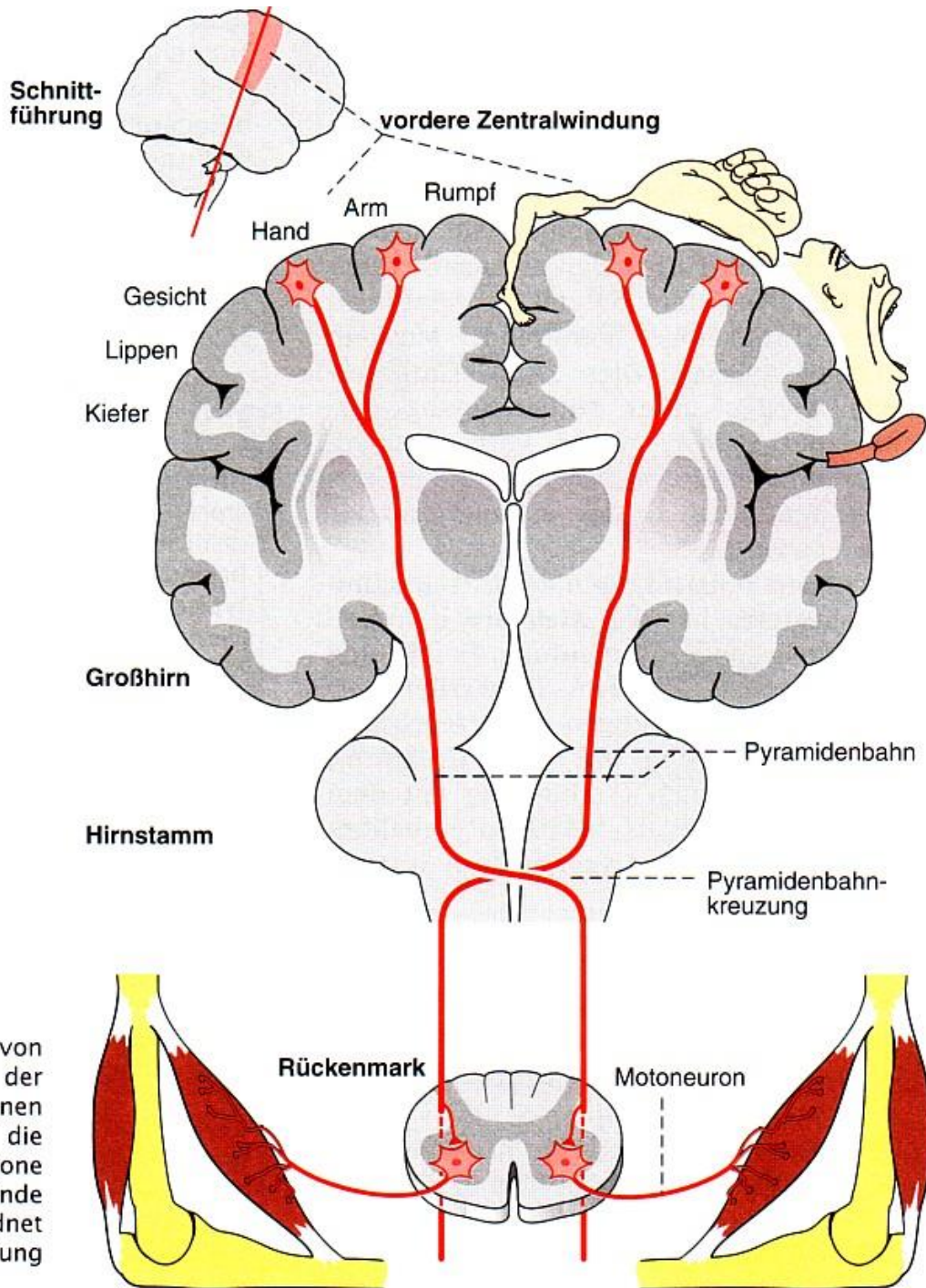


**Abb. 6-12** Darstellung des Faserfächers der Pyramidenbahn der linken Großhirnhälfte mit zugehöriger Rindenregion und dem Verlauf der Pyramidenbahn durch den Hirnstamm abwärts. **A:** Präparat mit Entfernung aller Großhirnabschnitte der linken Hälfte, die nicht zum Pyramidenbahnsystem gehören. **B:** Schematische Darstellung der Pyramidenbahn.

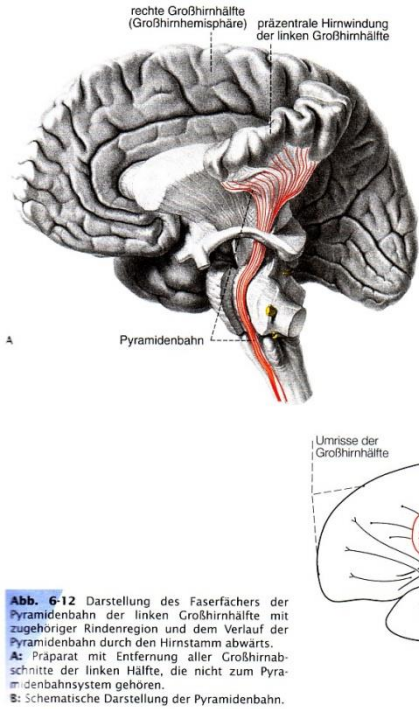


B

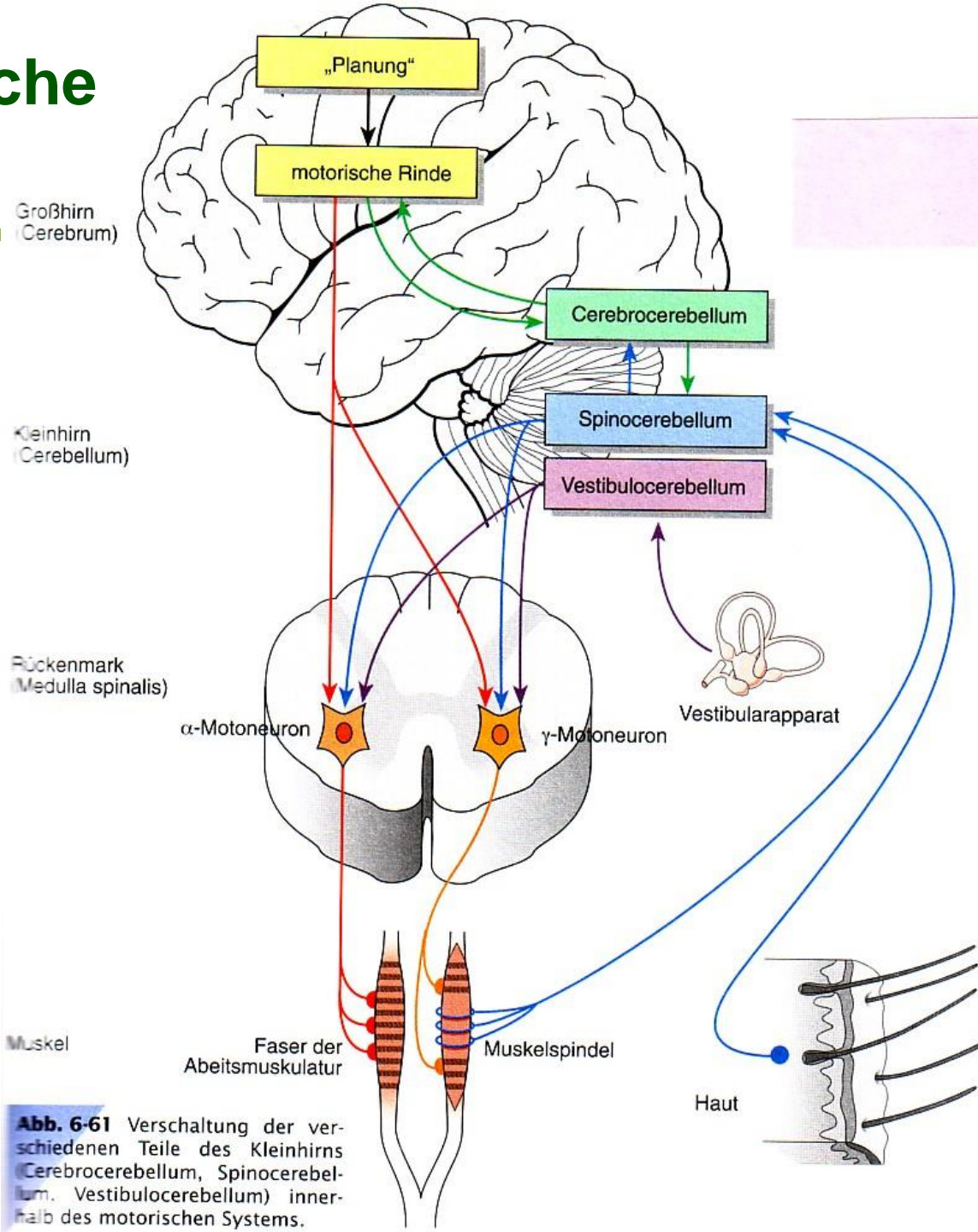
**Abb. 6-60** Verknüpfung von vorderer Zentralwindung der Hirnrinde und Motoneuronen des Rückenmarks durch die Pyramidenbahn. Die Neurone der motorischen Hirnrinde sind somatotop angeordnet (Homunculus). Schnittführung siehe oberer Bildteil.



# Sportwissenschaftliche Grundlagen

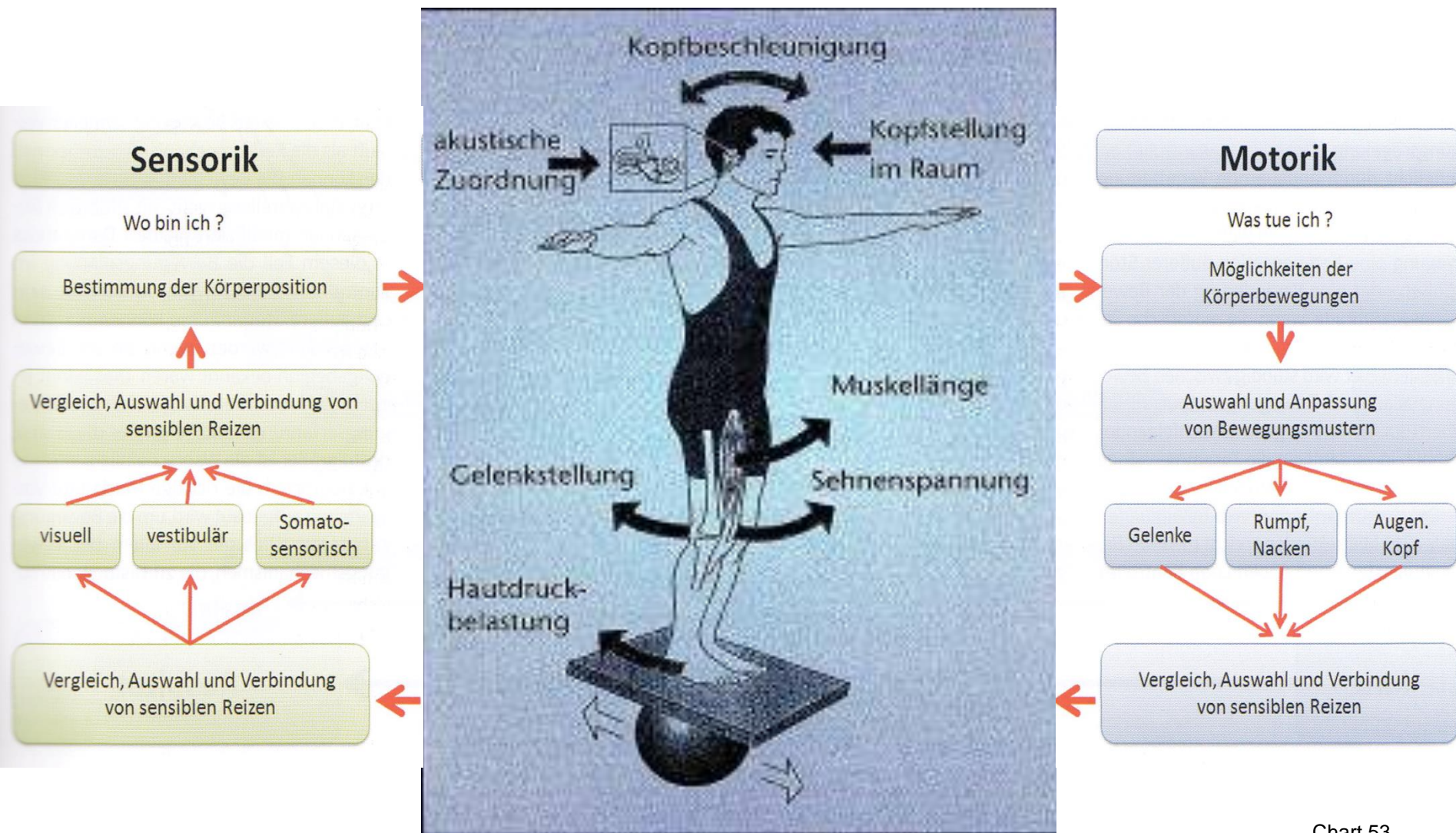


**Abb. 6-12** Darstellung des Faserfächers der Pyramidenbahn der linken Großhirnhälfte mit zugehöriger Rindenregion und dem Verlauf der Pyramidenbahn durch den Hirnstamm abwärts.  
**A:** Präparat mit Entfernung aller Großhirnabschnitte der linken Hälfte, die nicht zum Pyramidenbahnsystem gehören.  
**B:** Schematische Darstellung der Pyramidenbahn.

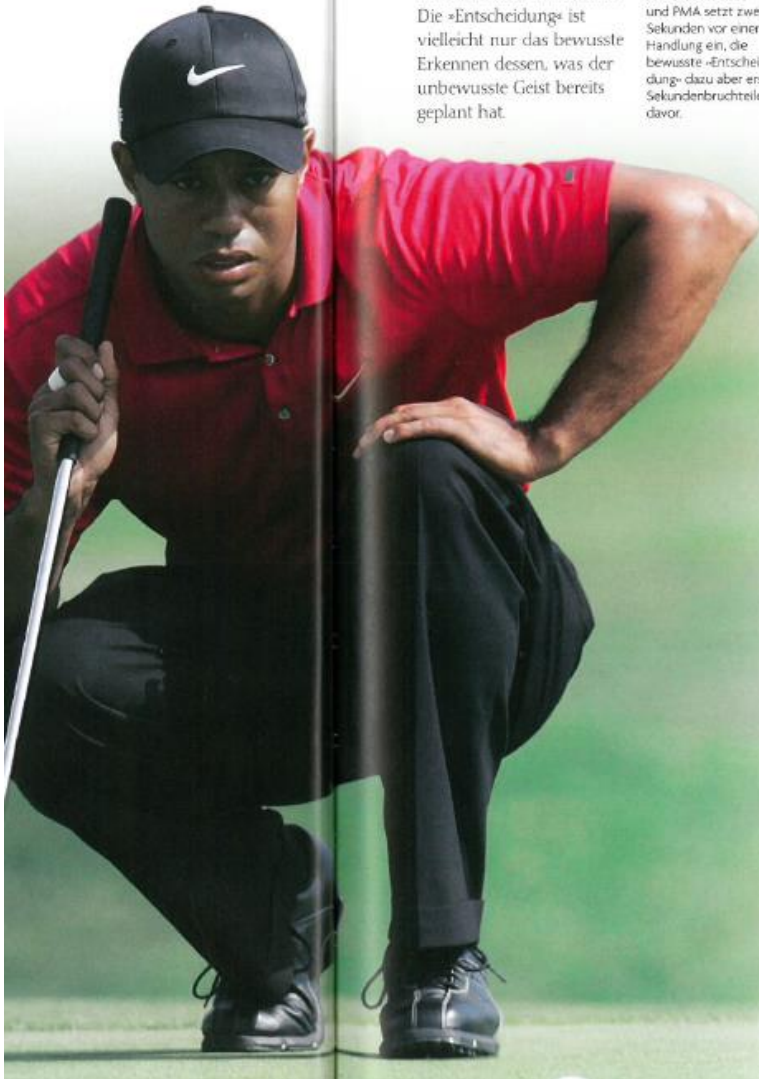


**Abb. 6-61** Verschaltung der verschiedenen Teile des Kleinhirns (Cerebrocerebellum, Spinocerebellum, Vestibulocerebellum) innerhalb des motorischen Systems.

# Sensomotoriktraining



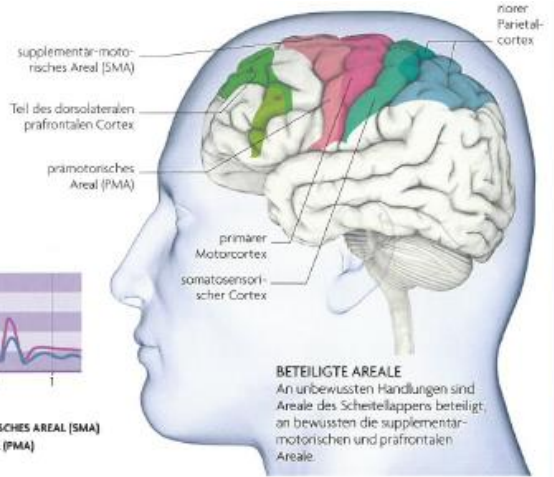
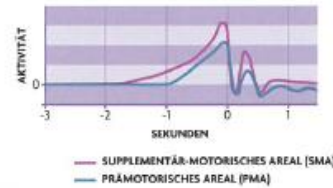
# Eine Bewegung planen



## MOTORISCHE AREALE

An bewussten wie unbewussten Handlungen ist der primäre motorische Cortex beteiligt, der über Rückenmark und motorische Nerven das Signal zur Muskelkontraktion gibt. Unbewusste Bewegungen werden im Parietallappen (Scheitellappen) geplant, bewusste in »höheren« frontalen Hirnarealen wie dem prämotorischen und dem supplementär-motorischen Areal. Auch präfrontale Areale wie der dorsolaterale präfrontale Cortex sind oft beteiligt; sie schätzen Handlungen bewusst ein. Zwar resultieren bewusste Handlungen vermeintlich aus Entscheidungen, doch tatsächlich planen und beginnen unbewusste Hirnareale schon Bewegungen, bevor wir uns bewusst dafür entscheiden. Die »Entscheidung« ist vielleicht nur das bewusste Erkennen dessen, was der unbewusste Geist bereits geplant hat.

**BEREITSCHAFTS-POTENZIAL**  
Die unbewusste Aktivität im SMA und PMA setzt zwei Sekunden vor einer Handlung ein, die bewusste »Entscheidung« dazu aber erst Sekundenbruchteile davor.



**BETEILIGTE AREALE**  
An unbewussten Handlungen sind Areale des Scheitellappens beteiligt; an bewussten die supplementär-motorischen und präfrontalen Areale.

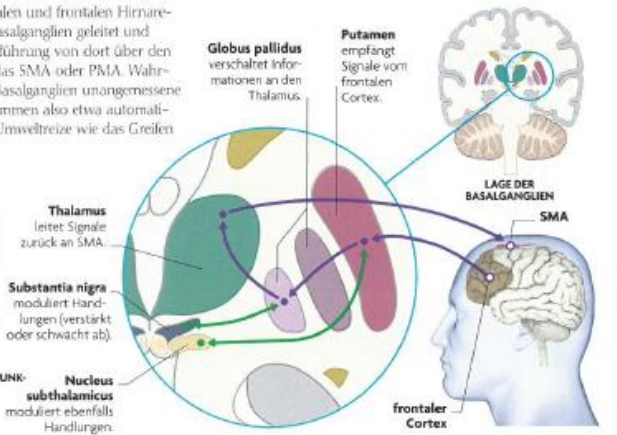
## BASALGANGLIEN

Planungen aus parietalen und frontalen Hirnarealen werden an die Basalganglien geleitet und gelangen vor der Ausführung von dort über den Thalamus wieder in das SMA oder PMA. Wahrscheinlich filtern die Basalganglien unangemessene Planungen heraus, hemmen also etwa automatische Reaktionen auf Umweltreize wie das Greifen nach Nahrung.

### REAKTIONSKONTROLLE

Auf ihrem Weg durch die Basalganglien wird die Information durch verschiedene Neurotransmitter verstärkt oder abgeschwächt, was die Ausführungswahrscheinlichkeit beeinflusst.

— **BASALGANGLIEN-FUNKTIONSSCHLEIFE**  
— **MODULATION**



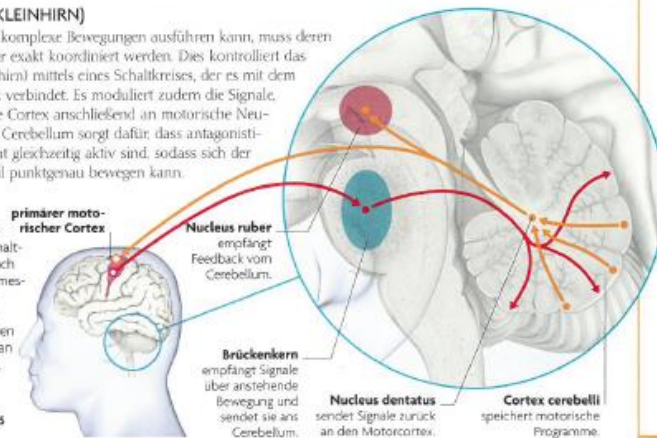
## CEREBELLUM (KLEINHIRN)

Damit der Körper komplexe Bewegungen ausführen kann, muss deren Abfolge und Dauer exakt koordiniert werden. Dies kontrolliert das Cerebellum (Kleinhirn) mittels eines Schaltkreises, der es mit dem motorischen Cortex verbindet. Es moduliert zudem die Signale, die der motorische Cortex anschließend an motorische Neuronen sendet. Das Cerebellum sorgt dafür, dass antagonistische Muskeln nicht gleichzeitig aktiv sind, sodass sich der fragliche Körperteil punktgenau bewegen kann.

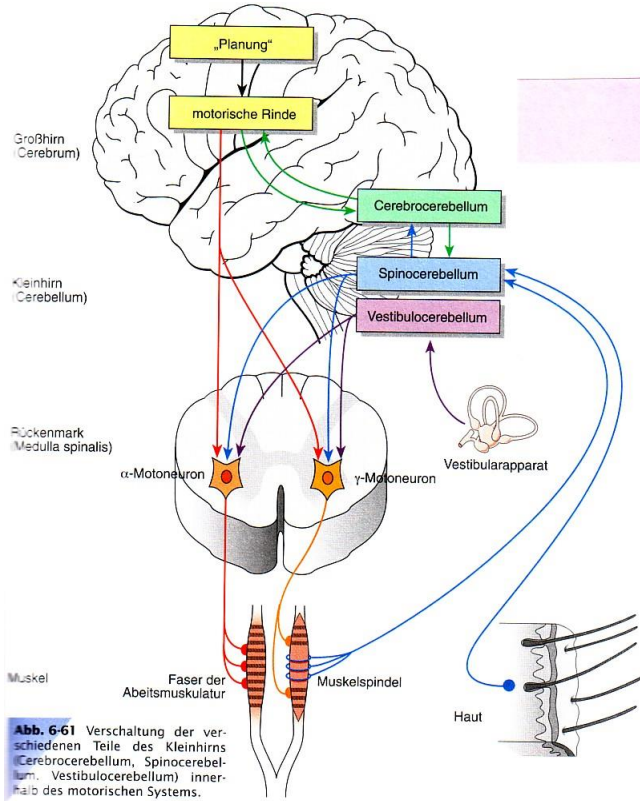
### PRÄZISES TIMING

Die cerebellaren Schaltkreise beinhalten auch ein System zur Zeitmessung. Seine Berechnungen laufen zum primären motorischen Cortex, der Signale an die Muskeln sendet.

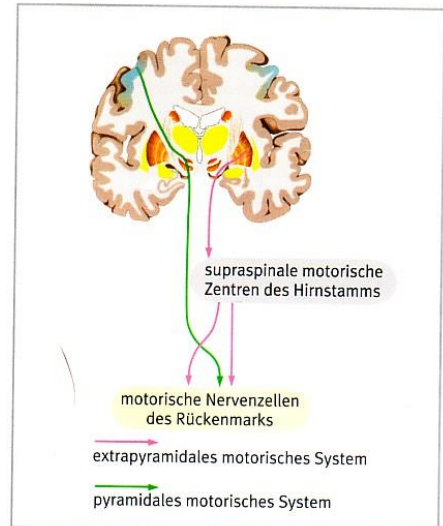
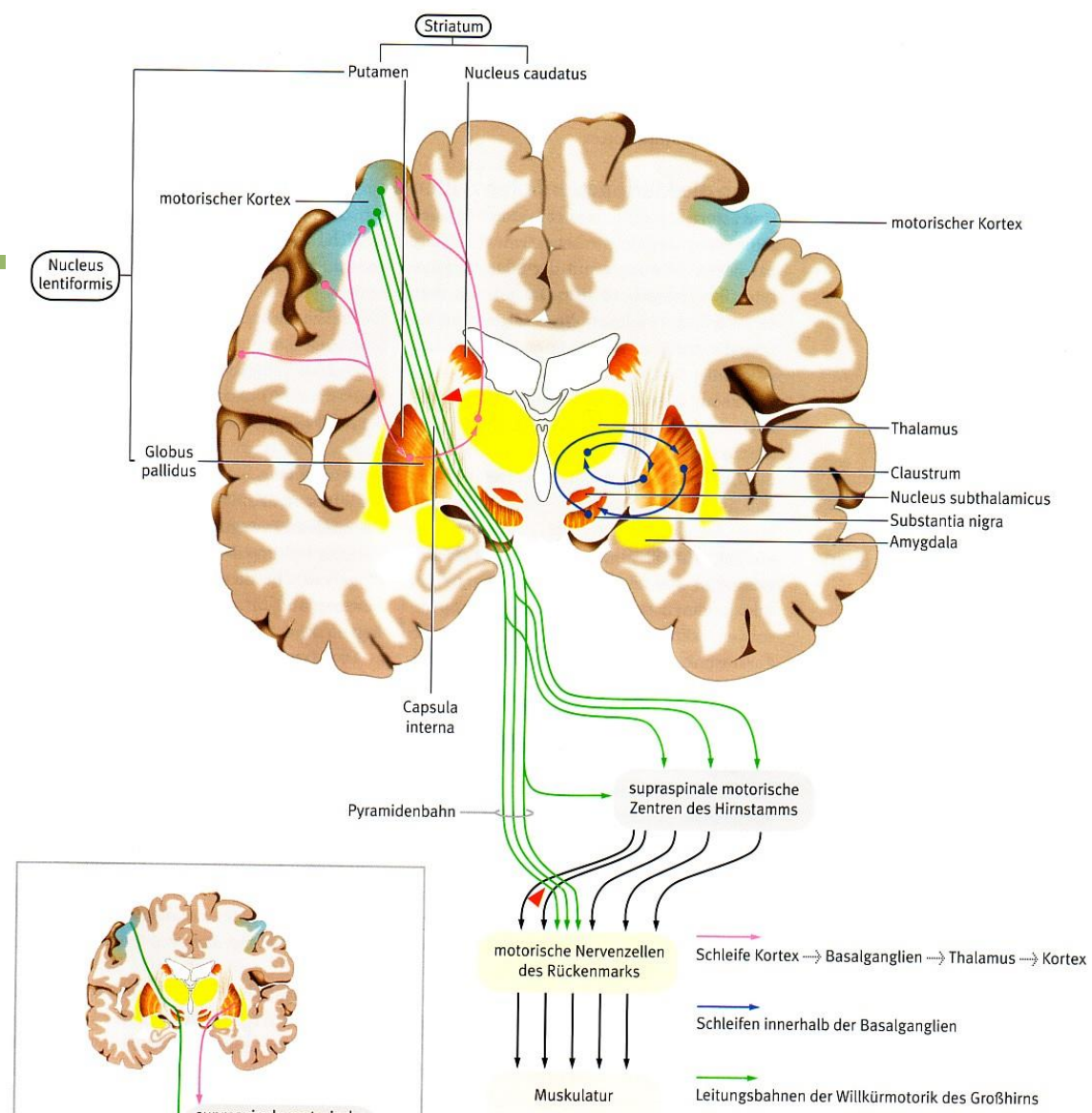
— **SIGNALE VOM CEREBELLUM**  
— **SIGNALE AN DAS CEREBELLUM**



# Neurobiologische Grundlagen



**Abb. 6-61** Verschaltung der verschiedenen Teile des Kleinhirns (Cerebrocerebellum, Spino- und Vestibulocerebellum) innerhalb des motorischen Systems.



**HINTER DEN KULISSEN DES PUPPENTHEATERS**  
 Querschnitt des Gehirns mit den Basalganglien (orange) sowie jenen Hirnregionen, die früher ebenfalls dazugerechnet wurden (gelb). Das kleine Bild links zeigt die veraltete Vorstellung der »zwei Marionettenspieler« mit strikt getrenntem »pyramidalem« (grün) und »extrapyramidalem motorischem System« (pink). Heute steht fest, dass die Basalganglien dem motorischen Kortex untergeordnet sind – es gibt also nur einen Marionettenspieler.

# Nachwort ...



Vital4Brain

in Partnerschaft mit



... zum Titel des Vortrages:



➤ **Kognition** – Informationsaufbereitung, -umgestaltung  
im neuronalen Netzwerk unseres Gehirns





# Exkurs zum Nachwort ...

**Kognition** (von lateinisch *cognoscere* ‚erkennen‘, ‚erfahren‘, ‚kennenlernen‘) ist die von einem verhaltenssteuernden System ausgeführte Informationsumgestaltung.

Zu den kognitiven Fähigkeiten eines Menschen zählen u. a. die Wahrnehmung, die Aufmerksamkeit, die Erinnerung, das Lernen, das Problemlösen, die Kreativität, das Planen, die Orientierung, die Imagination, die Argumentation, die Introspektion, der Wille, das Glauben und einige mehr. Auch Emotionen haben einen wesentlichen kognitiven Anteil.

Kognitive Fähigkeiten werden von verschiedenen Wissenschaften wie der Psychologie, der Biologie, den Neurowissenschaften, der Psychiatrie, der Philosophie und der Künstlichen-Intelligenz-Forschung untersucht.

# Nachwort ...



Vital4Brain

in Partnerschaft mit



... zum Titel des Vortrages:



➤ **Kognition** – Informationsaufbereitung, -umgestaltung  
im neuronalen Netzwerk unseres Gehirns

➤ **Grundlagentraining** – Entwicklung von Fähigkeiten  
zur Sicherung des Erwerbs von Fertigkeiten

# Sportliche Leistung

## Sporttechnische Fertigkeiten

Elementare sporttechnische Fertigkeiten

Spezifische sporttechnische Fertigkeiten

## Taktische Fähigkeiten

## Motorische Fähigkeiten

## Psychische Fähigkeiten

Strategische Fähigkeiten

E.-taktische Fähigkeiten

Konditionelle Fähigkeiten

Kond-Koor. Fähigkeiten

Koordinative Fähigkeiten

Kontrollfähigkeiten

Steuerfähigkeiten

Prognosefähigkeit  
Planungsfähigkeit

Diagnosefähigkeit  
Vollzugsfähigkeit

Ausdauer  
Kraft  
Schnelligkeit

Beweglichkeit

Orientierungsf.  
Differenzierungsf.  
Gleichgewichtsf.  
Reaktionsf.  
Rhythmisierungsf.

Wahrnehmungsf.  
Regulationsf.

Willensfähigkeit  
Entschlußkraft  
Selbstbeherrschung  
Mut  
Beharrlichkeit  
Konzentration

Energie-  
stoffwechsel

Kardiopulmo-  
nales System

Stütz- und Be-  
wegungsapparat

Neuromus-  
kuläres System

Sensorisch-nervale Systeme  
der Informationsaufnahme,  
verarbeitung und -speicherung

# Sportliche Leistung

Sporttechnische Fertigkeiten

Elementare sporttechnische Fertigkeiten

Spezifische sporttechnische Fertigkeiten

F E R T I G K E I T E N

Taktische  
Fähigkeiten

Motorische  
Fähigkeiten

Psychische  
Fähigkeiten

Strategische  
Fähigkeiten

E.-taktische  
Fähigkeiten

Konditionelle  
Fähigkeiten

Kond.-koord.  
Fähigkeit

Koordinative  
Fähigkeiten

Kontroll-  
fähigkeiten

Steuer-  
fähigkeiten

F Ä H I G K E I T E N

Energie-  
stoffwechsel

Kardiopulmo-  
nales System

Stütz- und Be-  
wegungsapparat

Neuromus-  
kuläres System

Sensorisch-nervale Systeme  
der Informationsaufnahme,  
-verarbeitung und -speicherung

E I G E N S C H A F T E N

# Sportliche Leistung

Sporttechnische Fertigkeiten

Elementare sporttechnische Fertigkeiten      Spezifische sporttechnische Fertigkeiten

F E R T I G K E I T E N

Taktische Fähigkeiten

Motorische Fähigkeiten

Psychische Fähigkeiten

Strategische Fähigkeiten

E.-taktische Fähigkeiten

Konditionelle Fähigkeiten

Koordinative Fähigkeiten

Kontrollfähigkeiten

Steuerfähigkeiten

E I G E N S C H A F T E N

Energiestoffwechsel

Kardiopulmonales System

Stütz- und Bewegungsapparat

Neuromuskuläres System

Sensorisch-nervale Systeme der Informationsaufnahme, -verarbeitung und -speicherung

E I G E N S C H A F T E N

Fertigkeiten erwerben  
Fähigkeiten entwickeln  
Eigenschaften formen

# Sportliche Leistung

Sporttechnische Fertigkeiten

Fertigkeiten

Spezifische sporttechnische Fertigkeiten

FERTIGKEITEN

Taktische Fähigkeiten

Motorische Fähigkeiten

Psychische Fähigkeiten

Strategische Fähigkeiten

E.-taktische Fähigkeiten

Konditionelle Fähigkeiten

Fähigkeiten

Fähigkeiten

Kontrollfähigkeiten

Steuerfähigkeiten

FÄHIGKEITEN

Energiestoffwechsel

Kardiopulmonales System

Stütz- und Bewegungsapparat

Neuromuskuläres System

der Informationsverarbeitung

EIGENSCHAFTEN

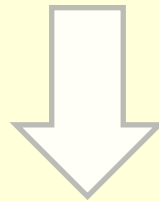
WIIR machen DAS

**Wenn **wir** Erwachsene  
mit **unseren** Kindern ....**

**.... laufen, springen, hüpfen, werfen,  
fangen, klettern, spielen .....**

Wenn **wir** Erwachsene  
mit **unseren** Kindern ....

.... laufen, springen, hüpfen, werfen,  
fangen, klettern, spielen .....



**Stärken wir ihre....**

**Ausdauer-,  
Schnelligkeit-,  
Beweglichkeits-,  
Kraftfähigkeit**

**Gleichgewichts-,  
Orientierungs-,  
Differenzierungs-,  
Rhythmisierungs-,  
Reaktionsfähigkeit**

**Wahrnehmungs-,  
Aufmerksamkeits-,  
Konzentrationsfähigkeit, ....**

**Willensfähigkeit,  
Entschlossenheit,  
Selbstbeherrschung,  
Mut, Beharrlichkeit, ...**

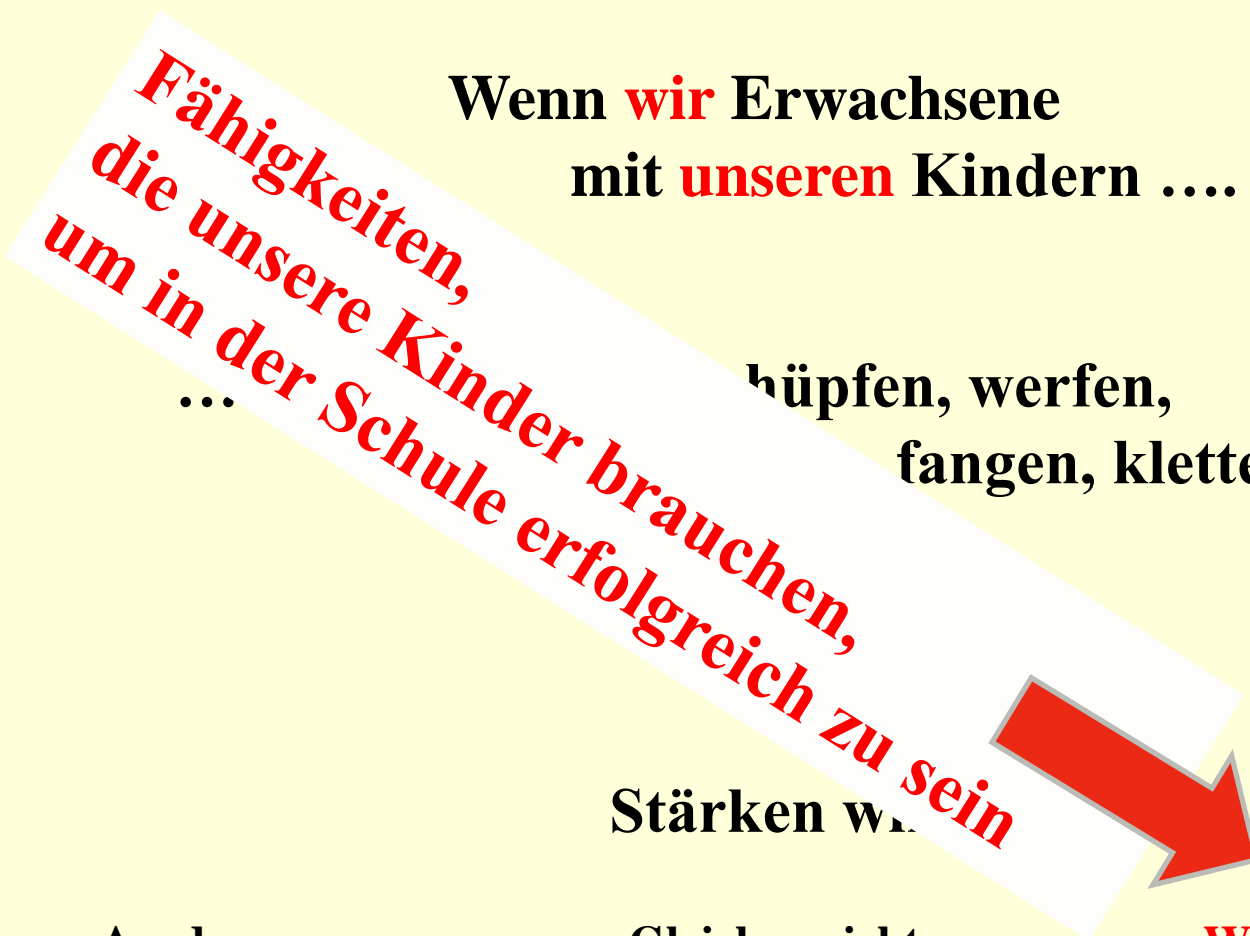


Wenn **wir** Erwachsene  
mit **unseren** Kindern ....

hüpfen, werfen,

fangen, klettern, spielen .....

**Fähigkeiten,  
die unsere Kinder brauchen,  
um in der Schule erfolgreich zu sein**



**Stärken wie**

**Ausdauer-,  
Schnelligkeit-,  
Beweglichkeits-,  
Kraftfähigkeit**

**Gleichgewichts-,  
Orientierungs-,  
Differenzierungs-,  
Rhythmisierungs-,  
Reaktionsfähigkeit**

**Wahrnehmungs-,  
Aufmerksamkeits-,  
Konzentrationsfähigkeit, ....**

**Willensfähigkeit,  
Entschlossenheit,  
Selbstbeherrschung,  
Mut, Beharrlichkeit, ...**

**Nehmen **wir** Erwachsene  
uns  
Zeit, Raum, Muße  
um  
mit **unseren** Kindern**

**.... Ball zu spielen ....**

**.... Bilder zu malen....**

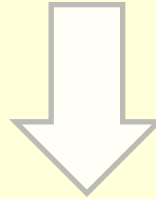
**.... Lieder zu singen.**

Nehmen **wir** Erwachsene  
uns  
Zeit, Raum, Muße  
um  
mit **unseren** Kindern

.... Ball zu spielen .....

.... Bilder zu malen.....

.... Lieder zu singen.....



Legen **wir** viele Fundamentsteine  
für ein  
gelingendes Leben  
**unserer** Kinder

**Klagen **wir** Erwachsene **unsere** Kinder  
nicht an, wenn sie nichts können ....**

**.... wenn wir sie nicht dabei  
begleiten, etwas zu wollen.**

**Zahlen **wir** Erwachsene **unseren** Kindern  
nicht die Nachhilfestunde ....**

**.... sondern ....**

**.... begleiten wir sie rechtzeitig  
in die Sportstunde.**

# Nachwort ...



Vital4Brain

in Partnerschaft mit



... zum Titel des Vortrages:



- **Kognition** – Informationsaufbereitung, -umgestaltung  
im neuronalen Netzwerk unseres Gehirns
- **Grundlagentraining** – Entwicklung von Fähigkeiten  
zur Sicherung des Erwerbs von Fertigkeiten
- **Lernen** – Gestärkte und synchronisierte Neuronen  
im neuronalen Netzwerk



# Exkurs zum Nachwort ...

## „Lernen aus der Sicht des Gehirns“

1. Lernen bewirkt, dass Neuronen, die gleichzeitig aktiviert sind, sich funktionell verbinden (Hebbsche Regel).
2. Beim Lernen wird das Aktionspotenzial von Synapsen erhöht und gestärkt.
3. Es bilden sich immer mehr Synapsen, das heißt Anschlussstellen zu anderen Neuronen.
4. Die empfangenden Anschlüsse, d.h. die postsynaptischen Dendriden-Flächen, werden vergrößert.
5. Durch häufiges Üben erweitern sich neuronale Areale.
6. Neuronen werden durch nachhaltiges Lernen, das man auf das Gedächtnis bezogen auch Langzeitpotenzierung nennt, intern umgebaut.



## Kurs zum Nachwort ...

... kann kürzer gesagt werden:

**Lernen ist Teamwork der Neuronen**

1. Lernen ist ein Prozess, bei dem Neuronen, die gleichzeitig aktiviert sind, sich verbinden (Hebb'sche Regel).
2. Beim Lernen wird das Membranpotenzial von Synapsen erhöht und gesichert.
3. Es bilden sich immer neue Synapsen, das heißt Anschlussstellen zu anderen Neuronen.
4. Die empfangenden Anschlüsse (Dendriten-Flächen, werden vergrößert).
5. Durch häufiges Üben erweitern sich neue Neuronen.
6. Neuronen werden durch nachhaltiges Lernen das Gedächtnis bezogen auch Langzeitpotenzieren intern umgebaut.





... Sie haben es geschafft



Vital4Brain

in Partnerschaft mit



# Danke für die Aufmerksamkeit

