

ZNS Eingänge und Ausgänge des zentralen Nervensystems

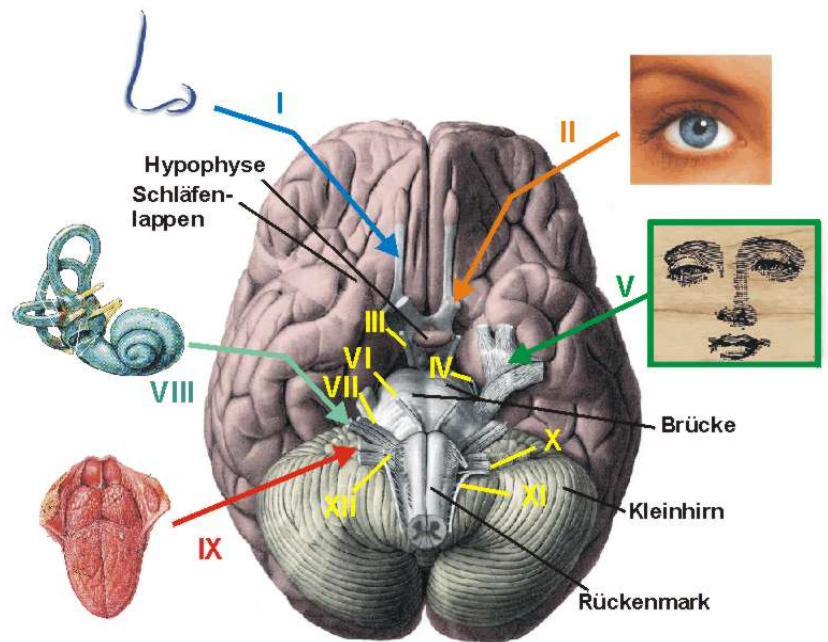
Themen:

- [Hirnnerven; die Eingänge](#)
- [Der Thalamus - das Tor zum Bewußtsein](#)
- [Der sensorische Cortex](#)
- [Der motorische Cortex steuert die Muskeln](#)
- [Die Sehbahn: ein kurzer Weg zum Bewußtsein](#)
- [Die Riechbahn: sensorische Signale auf Abwegen](#)
- [Der Assoziationsortex](#)
- [GABA-Rezeptoren und Benzodiazepine](#)
- [Zusammenfassung](#)

Hirnnerven; die Eingänge

Sinnesorgane, die sich am Kopf befinden, schicken ihre afferenten Nerven nicht über das Rückenmark sondern direkt ins Gehirn. Die Eingänge sind die zwölf Gehirnnerven, die mit römischen Ziffern bezeichnet werden.

- I: Riechnerv** *Nervus olfactorius*
- II: Sehnerv** *Nervus opticus*
- III: Augenbewegungsnerv** *Nervus oculomotorius*
- IV: Augenrollnerv** *Nervus trochlearis*
- V: Drillingsnerv** *Nervus trigeminus*
- VI: Augenabziehnerv** *Nervus abducens*
- VII: Gesichtsnerv** *Nervus facialis*
- VIII: Hör- und Gleichgewichtsnerv** *Nervus vestibulocochlearis*
- IX: Zungen-Rachennerv** *Nervus glossopharyngeus*
- X: Lungen-Magennerv** *Nervus vagus*
- XI: Beinerv** *Nervus accessorius*
- XII: Unterzungennerv** *Nervus hypoglossus*



Verändert nach: Weitz, B (1998) Atlas der Anatomie, Weltbild Verlag

Grundvorlesung Tierphysiologie SS 2004

START

ZNS

Eingänge und Ausgänge des zentralen Nervensystems

Themen:

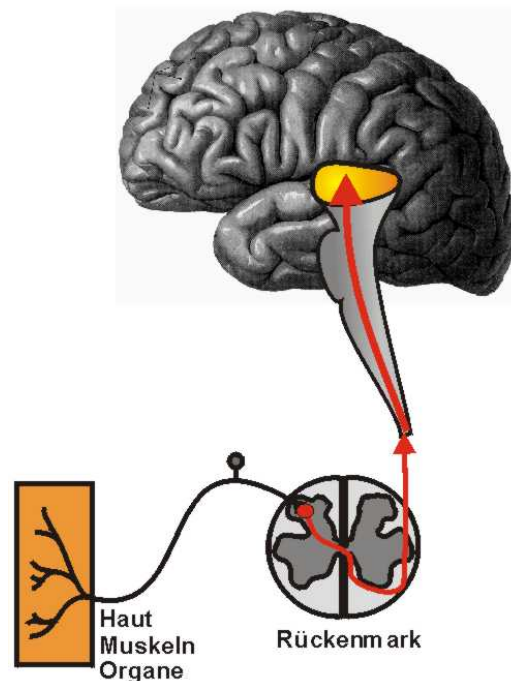
- [Hirnnerven; die Eingänge](#)
- [Der Thalamus - das Tor zum Bewußtsein](#)
- [Der sensorische Cortex](#)
- [Der motorische Cortex steuert die Muskeln](#)
- [Die Sehbahn: ein kurzer Weg zum Bewußtsein](#)
- [Die Riechbahn: sensorische Signale auf Abwegen](#)
- [Der Assoziationsortex](#)
- [GABA-Rezeptoren und Benzodiazepine](#)
- [Zusammenfassung](#)

Der Thalamus - das Tor zum Bewußtsein

Um wahrgenommen zu werden, müssen die sensorischen Nervensignale die Großhirnrinde (Cortex) erreichen. Denn im Cortex wird das Bewußtsein verarbeitet. Der von außen sichtbare, stark gefurchte Cortex ist die einzige Hirnregion, die bewußte Wahrnehmung ermöglicht; tiefer liegende - hier nicht sichtbare - Bereiche des Gehirns verarbeiten Prozesse, die dem Bewußtsein nicht zugänglich sind.

Die sensorischen Signale aus der Haut werden durch Rückenmarksneurone zum Gehirn geleitet. Dort gelangen sie zunächst in den Thalamus. Hier laufen alle Signale von Sinnesorganen zusammen und werden an die Gehirnrinde weitergegeben. Die Bezeichnung "Tor zum Bewußtsein" bezeichnet diese Leitfunktion des Thalamus für sensorische Information. Alle Sinneswahrnehmung verläuft durch die verschiedenen thalamischen Kerne.

Der Thalamus kann aber auch die gesamte Sinneswahrnehmung ausschalten, indem er die Signalweiterleitung zum Cortex blockiert. Das geschieht im Schlaf, wenn die thalamischen Neurone in einen Zustand verfallen, in dem sie für die Weiterleitung der Sinnesinformation nicht mehr zur Verfügung stehen.



Sicht von oben: Der Thalamus ist - wie die meisten Areale des Gehirns - paarig angelegt. Jede Gehirnhälfte besitzt einen Thalamus.

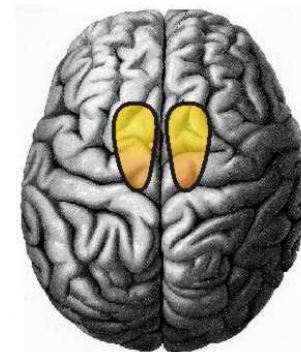


Abbildung des Gehirns aus: Weitz, B. (1998)

Atlas der Anatomie

Weltbild Verlag

Grundvorlesung Tierphysiologie SS 2004

START

ZNS Eingänge und Ausgänge des zentralen Nervensystems

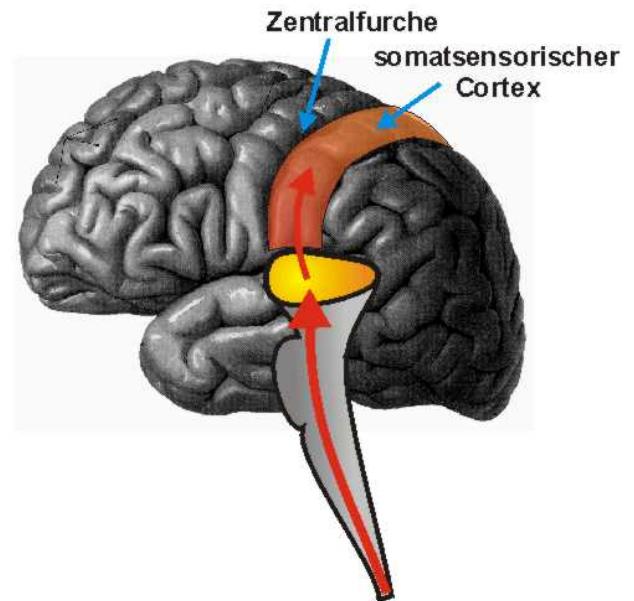
Themen:

- [Hirnnerven; die Eingänge](#)
- [Der Thalamus - das Tor zum Bewußtsein](#)
- [Der sensorische Cortex](#)
- [Der motorische Cortex steuert die Muskeln](#)
- [Die Sehbahn: ein kurzer Weg zum Bewußtsein](#)
- [Die Riechbahn: sensorische Signale auf Abwegen](#)
- [Der Assoziationsortex](#)
- [GABA-Rezeptoren und Benzodiazepine](#)
- [Zusammenfassung](#)

Der sensorische Cortex

Die Großhirnrinde wird von der quer (von Ohr zu Ohr) verlaufenden Zentralfurche (*Sulcus centralis*) geteilt. Auf beiden Seiten der Zentralfurche befinden sich wichtige Cortexbereiche. Vor der Furche (Richtung Nase) erkennt man den querverlaufenden Wulst (*Gyrus precentralis*) des motorischen Cortex, hinter der Zentralfurche liegt der *Gyrus postcentralis* (auf dem Bild rechts rot gekennzeichnet) mit dem somatosensorischen Cortex.

Die aus dem Rückenmark kommenden sensorischen Signale werden vom Thalamus an den somatosensorischen Cortex weitergegeben und somit dem Bewußtsein zugeführt.

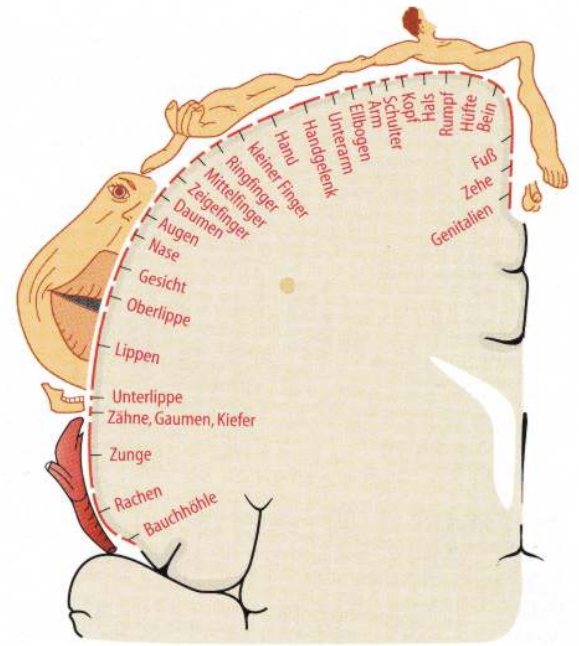


Im somatosensorischen Cortex trifft Information von Sinneszellen von der gesamten Körperoberfläche sowie von Muskeln und Gelenken ein. Der Anteil der einzelnen Körperregionen an der Verschaltung im somatosensorischen Cortex richtet sich danach, wieviel Sinneszellen die jeweilige Körperregion enthält.

Sensorisch besonders gut versorgte Körperregionen (Mund, Finger) belegen den größten Teil des somatosensorischen Cortex. Unempfindlichere Regionen (Beine, Rumpf, Arme) sind auf wesentlich kleineren Flächen repräsentiert.

Die Abbildung von Körperregionen auf eine Gehirnareal nennt man Somatotopie.

Aus: Schmidt, R.F + Thews, G. (1997)
Physiologie des Menschen
Springer Verlag, Berlin



Grundvorlesung Tierphysiologie SS 2004

START

ZNS Eingänge und Ausgänge des zentralen Nervensystems

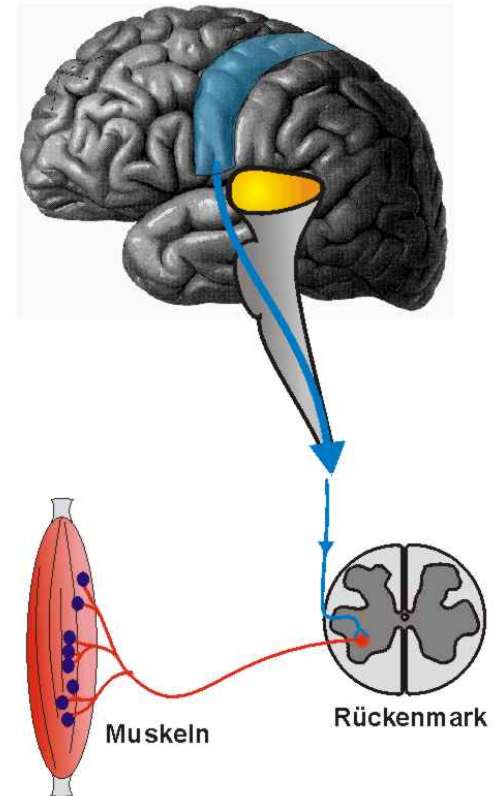
Themen:

- [Hirnnerven; die Eingänge](#)
- [Der Thalamus - das Tor zum Bewußtsein](#)
- [Der sensorische Cortex](#)
- [Der motorische Cortex steuert die Muskeln](#)
- [Die Sehbahn: ein kurzer Weg zum Bewußtsein](#)
- [Die Riechbahn: sensorische Signale auf Abwegen](#)
- [Der Assoziationsortex](#)
- [GABA-Rezeptoren und Benzodiazepine](#)
- [Zusammenfassung](#)

Der motorische Cortex steuert die Muskeln

Wenn das Gehirn den Befehl erteilt "Muskel kontrahieren!", wird ein Signal an den Motocortex (rechts: blau) geschickt. Aus diesem Bereich ziehen Axone entlang der Pyramidenbahn in das Rückenmark, verlaufen durch die weisse Substanz bis zu dem Segment, von dem der Zielmuskel versorgt wird, und bilden dort eine Synapse mit eine Motoneuron - einer muskelsteuernden Nervenzelle.

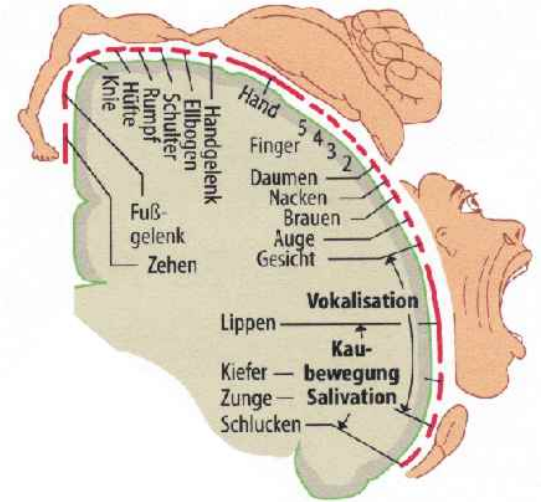
Dieses motorische Signal läuft nicht durch den Thalamus.



Auch im Motorcortex gibt es eine Somatotopie - eine Abbildung des ganzen Körpers. Körperregionen, deren Feinmotorik die Kontrolle über besonders viele Muskeln erfordert (Gesicht, Kehlkopf, Hände) beanspruchen die größten Bereiche des Motorcortex.

Die Verschaltung der motorischen Bahnen ist kontralateral: der Motorcortex der rechten Gehirnhälfte versorgt die Muskeln der linken Körperseite.

Aus: Schmidt, R.F + Thews, G. (1997)
Physiologie des Menschen
Springer Verlag, Berlin



ZNS Eingänge und Ausgänge des zentralen Nervensystems

Themen:

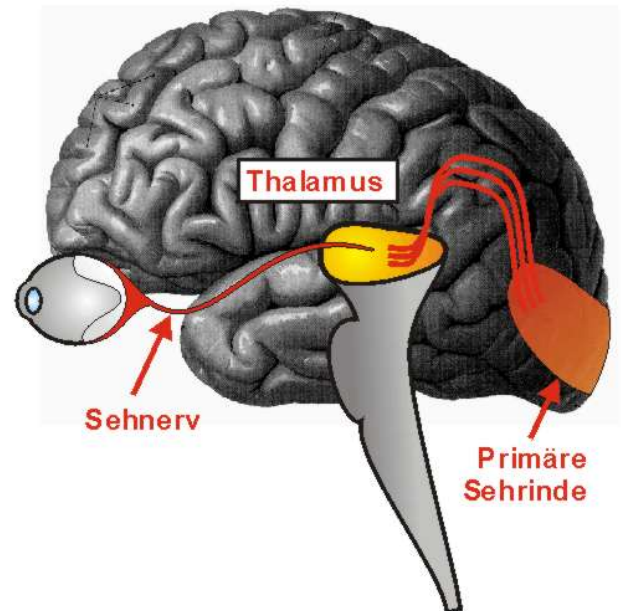
- [Hirnnerven; die Eingänge](#)
- [Der Thalamus - das Tor zum Bewußtsein](#)
- [Der sensorische Cortex](#)
- [Der motorische Cortex steuert die Muskeln](#)
- [Die Sehbahn: ein kurzer Weg zum Bewußtsein](#)
- [Die Riechbahn: sensorische Signale auf Abwegen](#)
- [Der Assoziationsortex](#)
- [GABA-Rezeptoren und Benzodiazepine](#)
- [Zusammenfassung](#)

Die Sehbahn: ein kurzer Weg zum Bewußtsein

Die visuellen Signale werden - ähnlich wie die somatosensorischen - über den Thalamus dem Bereich des Cortex zugeführt, der für die bewußte Wahrnehmung optischer Information zuständig ist: der primäre visuelle Cortex (Sehrinde).

Der Sehnerv wird von den Axonen der Ganglienzellen aus der Netzhaut gebildet. Die Axone verlassen im blinden Fleck die Netzhaut, ziehen bis zum Thalamus und bilden in der "Kniehöcker"-region des Thalamus (dem *Corpus geniculatum laterale*) ihre Synapsen.

Schon beim Durchgang durch den Thalamus werden die Fasern des Sehnervs entsprechend ihrer Ursprungsregion in der Netzhaut geordnet. Durch diese Sortierung ergibt sich eine Abbildung des Netzhautbildes im visuellen Cortex - eine retinotopie Organisation (siehe unten).

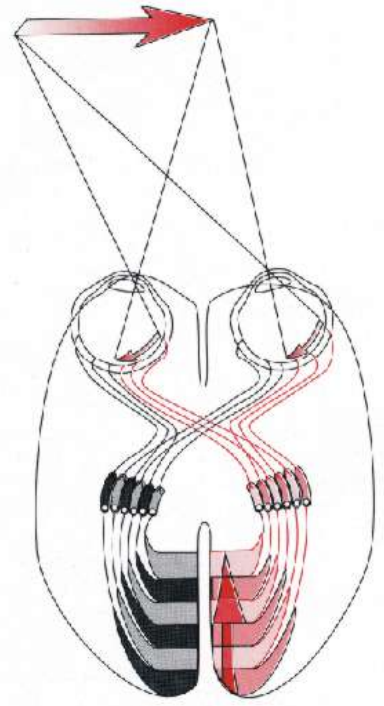


Retinotopie Organisation der Sehrinde: Axone von Ganglienzellen, die auf der jeweils rechten Seite der beiden Augen liegen, verlaufen zusammen zum rechten Thalamus. Dazu müssen die Fasern des linken Auges die Gehirnhälften von links nach rechts wechseln. Sie tun das am **Chiasma opticum**. Im rechten Thalamus werden die Axone nach der Lage ihrer Zellkörper (Ganglienzellen) in der Retina sortiert: rechts bleibt rechts, und links bleibt links.

Beim Eintreffen in die Sehrinde wird die Projektion der nachgeschalteten Neurone um 90° gedreht. Dadurch wird die rechts-nach-links-Orientierung des Netzhautbildes zu einer unten-nach-oben-Orientierung in der Sehrinde.

Ähnlich wie bei der überproportionalen Abbildung sehr empfindlicher Körperareale auf dem somatosensorischen Cortex, gibt auch die retinotopie Organisation der Sehrinde keineswegs die Flächenverhältnisse auf der Netzhaut wieder. Der Bereich des schärfsten Sehens, die *Fovea centralis* bildet nur einen kleinen Teil der Netzhaut, beansprucht aber einen großen Teil der Sehrinde.

Aus: Müller, W.A. (1998)
Tier- und Humanphysiologie
Springer Verlag, Berlin



ZNS Eingänge und Ausgänge des zentralen Nervensystems

Themen:

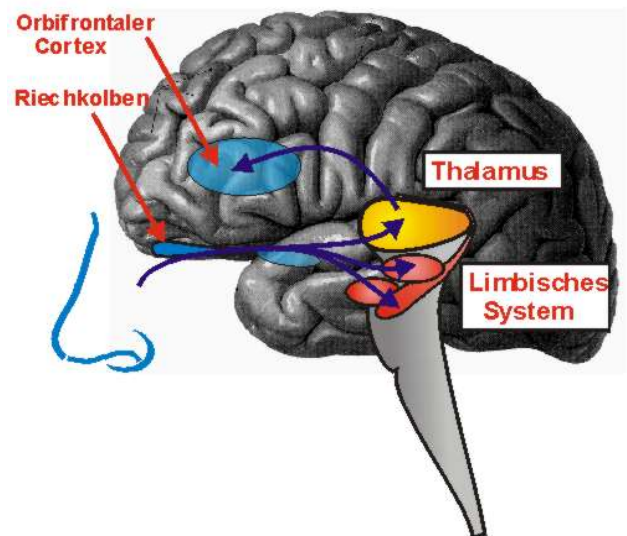
- [Hirnnerven; die Eingänge](#)
- [Der Thalamus - das Tor zum Bewußtsein](#)
- [Der sensorische Cortex](#)
- [Der motorische Cortex steuert die Muskeln](#)
- [Die Sehbahn: ein kurzer Weg zum Bewußtsein](#)
- [Die Riechbahn: sensorische Signale auf Abwegen](#)
- [Der Assoziationsortex](#)
- [GABA-Rezeptoren und Benzodiazepine](#)
- [Zusammenfassung](#)

Die Riechbahn: sensorische Signale auf Abwegen

Die Axone der Riehzellen gelangen zum Riechkolben (*Bulbus olfactorius*) und werden dort auf weiterführende Neurone (Mitralzellen) verschaltet. Die Riechinformation erreicht vom Riechkolben aus den Thalamus und von dort den orbitofrontalen Cortex, wo die bewußte Wahrnehmung von Duftsignalen verarbeitet wird.

Parallel zur Projektion in Richtung Cortex gelangt die Geruchsinformation aber in Strukturen des Limbischen Systems, wo vor allem Verbindungen zu Hippocampus, Amygdala und Hypothalamus hergestellt werden. Das Limbische System spielt eine zentrale Rolle bei der Entstehung von Emotion und Motivation. Insbesondere sind der Hippocampus an der Gedächtnisbildung, die Amygdala an der Entstehung von Angst und Agression und der Hypothalamus an der neuronalen Regulation des Hormonhaushaltes beteiligt. Da alle drei Strukturen vom Riechsystem innerviert werden, sind Zusammenhänge von Geruch und Gedächtnis, von Geruch und Stimmung sowie von Geruch und Sozialverhalten verständlich.

Am Riechsystem sieht man somit besonders gut, dass die Sinnesorgane nicht auf größtmögliche Objektivität ausgelegt sind. Offensichtlich war bei der Evolution der Sinnesorgane nicht die oberste Priorität, ein "wahres" Abbild der Umgebung zu erfassen. Das Riechsystem liefert keine exakte chemische Analyse eines Duftstoffgemisches. Vielmehr kam es darauf an, lebenswichtige Details zu erkennen und unmittelbar in Verhaltensmuster umzusetzen. Beispiel: Ekelgefühle beim Geruch von Aas und Appetit beim Geruch wertvoller Nahrung.



Grundvorlesung Tierphysiologie SS 2004

START

ZNS Eingänge und Ausgänge des zentralen Nervensystems

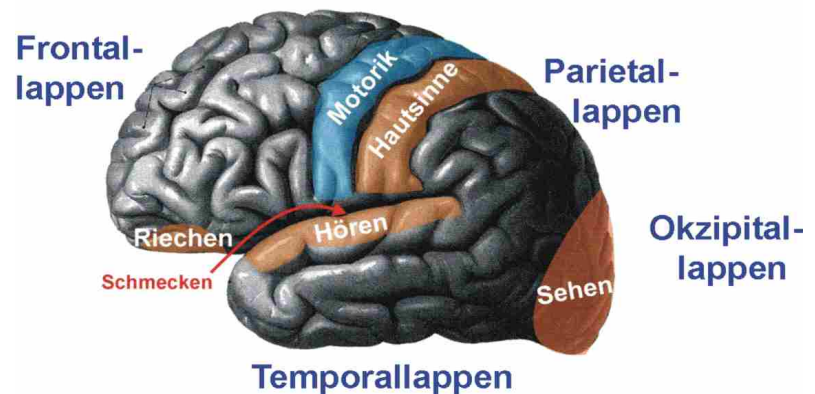
Themen:

- [Hirnnerven; die Eingänge](#)
- [Der Thalamus - das Tor zum Bewußtsein](#)
- [Der sensorische Cortex](#)
- [Der motorische Cortex steuert die Muskeln](#)
- [Die Sehbahn: ein kurzer Weg zum Bewußtsein](#)
- [Die Riechbahn: sensorische Signale auf Abwegen](#)
- [Der Assoziationsortex](#)
- [GABA-Rezeptoren und Benzodiazepine](#)
- [Zusammenfassung](#)

Der Assoziationscortex

Diejenigen Areale der Großhirnrinde, in denen die **primäre Verarbeitung** der Sinnesinformation stattfindet (rechts: braun), sind durch anatomische und physiologische Untersuchungen schon früh identifiziert worden. Anatomisch kann man zB die Axone der Ganglienzellen der Netzhaut zum Thalamus verfolgen und von dort die weiterführenden Axone zur primären Sehrinde im Okzipitalappen darlegen. Physiologisch kann man zeigen, dass die Neurone in der primären Sehrinde durch visuelle Reize aktiviert werden.

Die primäre Verarbeitung ist jedoch auf sehr einfache visuelle Analysen beschränkt und stellt nicht das dar, was wir als Wahrnehmung bezeichnen. So ist zB die Wahrnehmung eines Gesichtes nicht einfach die Analyse geomtrischer Formen, Linien, Flächen etc. Vielmehr geht eine Vielzahl von Interpretationen ein: Kenne ich dieses Gesicht? Männlich oder weiblich? Sympathisch oder nicht? Schon mal gesehen? Ähnlichkeiten mit bekannten Gesichter? Solch komplexe Analysen finden nicht in der primären Sehrinde statt sondern in Bereichen der Großhirnrinde, wo Sinnesinformationen mit vielfältigen **kognitiven** Vorgängen kombiniert werden können. Solche Bereiche zählen zu **Assoziationscortex** (rechts: grau). Beschädigungen im Bereich des Assoziationscortex kann zum Verlust genau definierter kognitiver Leistungen führen, zB zur Unfähigkeit Gesichter wahrzunehmen (Prosopagnosie).



Grundvorlesung Tierphysiologie SS 2004

START

ZNS Eingänge und Ausgänge des zentralen Nervensystems

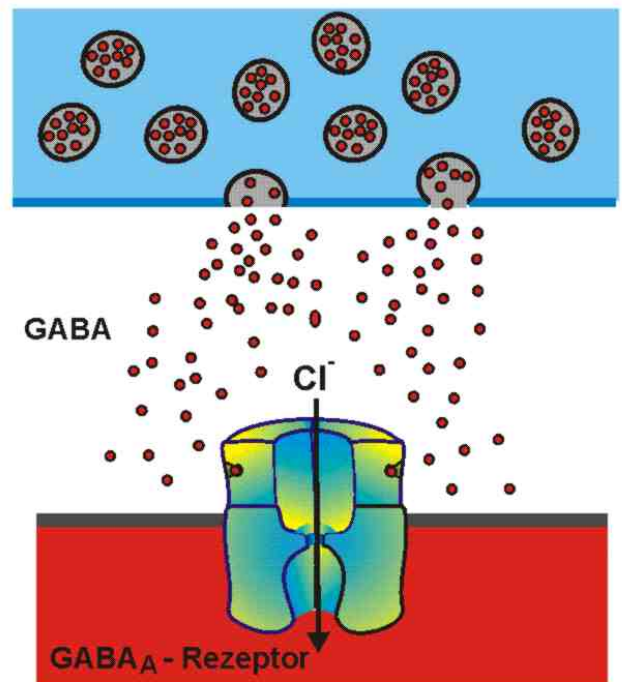
Themen:

- [Hirnnerven; die Eingänge](#)
- [Der Thalamus - das Tor zum Bewußtsein](#)
- [Der sensorische Cortex](#)
- [Der motorische Cortex steuert die Muskeln](#)
- [Die Sehbahn: ein kurzer Weg zum Bewußtsein](#)
- [Die Riechbahn: sensorische Signale auf Abwegen](#)
- [Der Assoziationsortex](#)
- [GABA-Rezeptoren und Benzodiazepine](#)
- [Zusammenfassung](#)

GABA-Rezeptoren und Benzodiazepine

Der wichtigste **inhibitorische Neurotransmitter** im Gehirn ist gamma-Amino-Buttersäure (GABA). GABA wird in inhibitorischen Synapsen ausgeschüttet und bindet an Rezeptoren in der postsynaptischen Membran der Zielzelle. Dabei sind GABA_A- und GABA_C-Rezeptoren ionotrop: Es sind liganden-gesteuerte Ionenkanäle. Bei Bindung von GABA öffnen sie einen Chloridkanal. Da in den meisten Neuronen die intrazelluläre Chloridkonzentration niedrig gehalten wird (ca 10 mM), treibt ein chemischer Gradient Cl von aussen (ca 150 mM Cl) in die Zelle. Dieser Anioneneinstrom verhindert die Depolarisation, die für das Auslösen von Aktionspotentialen notwendig wäre. Auf diese Weise reduziert GABA die elektrische Erregbarkeit von Neuronen.

GABA-Rezeptoren sind im gesamten Gehirn exprimiert. Besonders hohe Rezeptor-Dichten findet man in Bereichen, die mit dem psychischen Befinden in Zusammenhang stehen: den Komponenten des **limbischen Systems**. Die angstlösende Wirkung von Benzodiazepinen (Diazepam, Valium, Librium, etc) ist darauf zurückzuführen, dass die Pharmaka die Bindung von GABA an GABA-Rezeptoren fördert. Die so verstärkte Aktivität inhibitorischer Synapsen kann übermäßige Erregung (durch glutamaterge Synapsen) der stimmungsrelevanten neuronalen Netzwerke im limbischen System ausgleichen.



Grundvorlesung Tierphysiologie SS 2004

START

ZNS Eingänge und Ausgänge des zentralen Nervensystems

Themen:

- [Hirnnerven; die Eingänge](#)
 - [Der Thalamus - das Tor zum Bewußtsein](#)
 - [Der sensorische Cortex](#)
 - [Der motorische Cortex steuert die Muskeln](#)
 - [Die Sehbahn: ein kurzer Weg zum Bewußtsein](#)
 - [Die Riechbahn: sensorische Signale auf Abwegen](#)
 - [Der Assoziationsortex](#)
 - [GABA-Rezeptoren und Benzodiazepine Zusammenfassung](#)
 - [Zusammenfassung](#)
-

Zusammenfassung

- Die sensorischen Informationen aus dem Körper gelangen durch Spinalnerven und Rückenmark zum Gehirn, die der Kopfsinne durch die Hirnnerven.
 - Der Thalamus verteilt die sensorische Information auf die jeweiligen Cortexareale und führt sie damit dem Bewußtsein zu.
 - Der vor der Zentralfurche gelegene motorische Cortex kontrolliert durch absteigende Axone die Motoneurone des Rückenmarks.
 - Im somatosensorischen Cortex werden die Informationen der Körpersinne verarbeitet.
 - Für die primäre Verarbeitung der Kopfsinne sind spezifische Cortexareale zuständig.
 - Cognitive Leistungen entstehen im Assoziationscortex.
 - Der wichtigste inhibitorische Neurotransmitter im Gehirn ist GABA.
 - Benzodiazepine entfalten ihre angstlösende Effekte durch Verstärkung der GABA-Wirkung auf GABA_A-Rezeptoren.
-