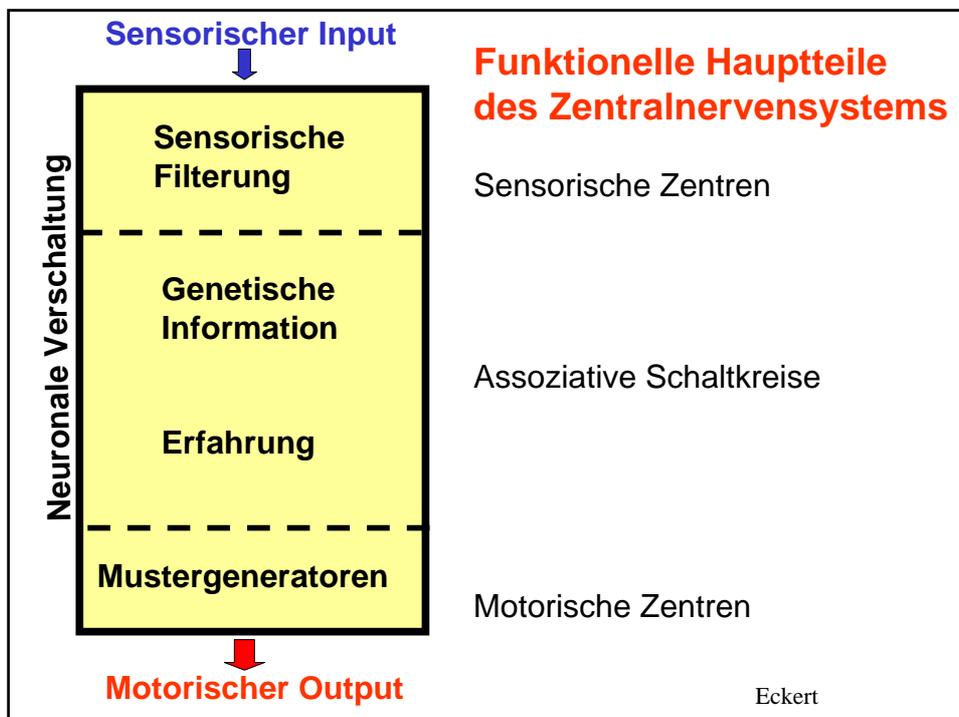
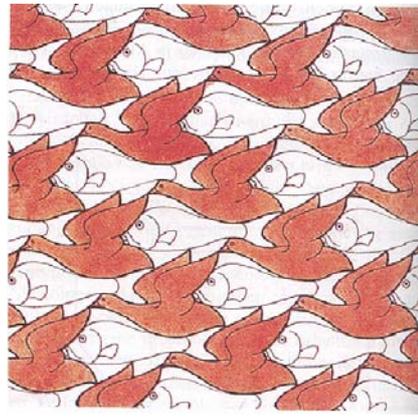
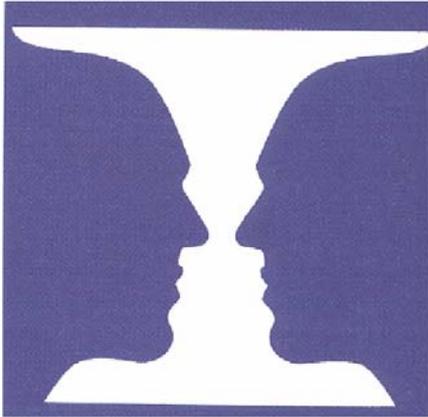


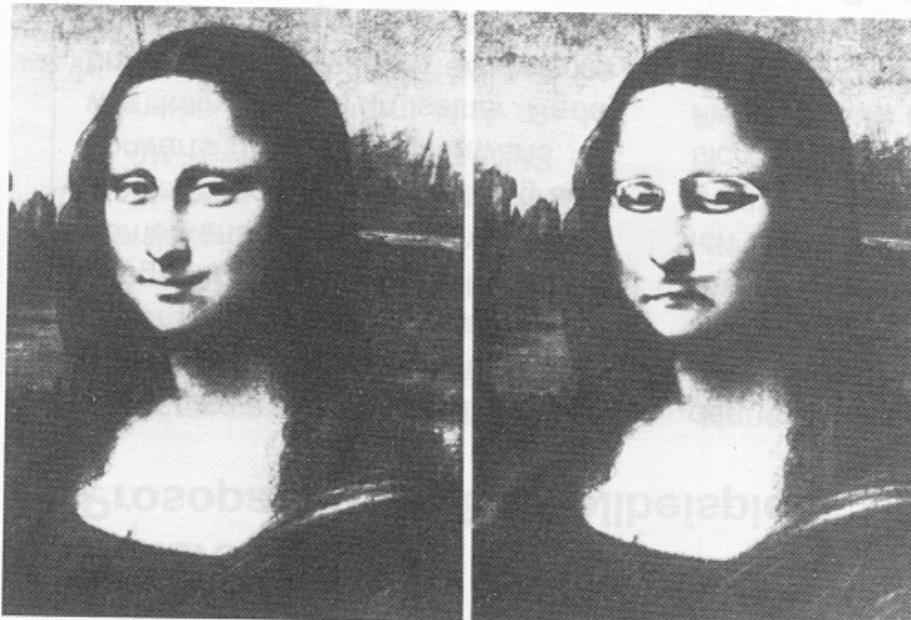
# Nervensysteme und neuronale Koordination



## Die Wahrnehmung ist ein schöpferischer Prozess

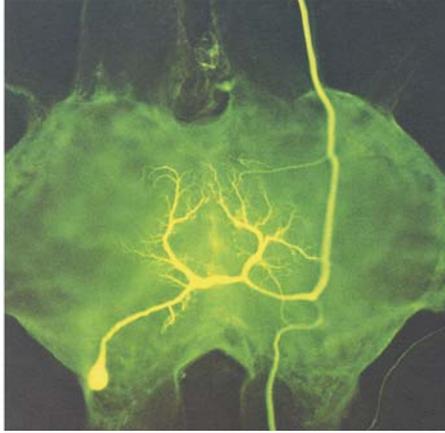


Spektrum Neurowissenschaften

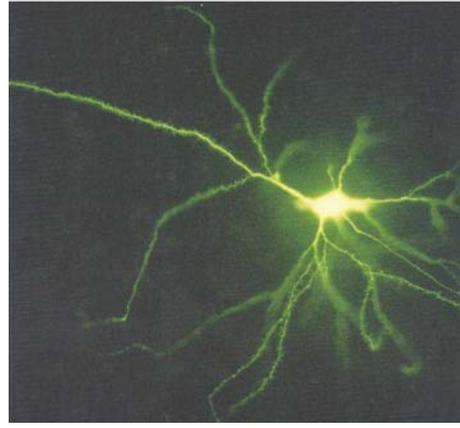


Spektrum Neurowissenschaften

## Identifizierte Neurone



Heuschrecke



Säugetier

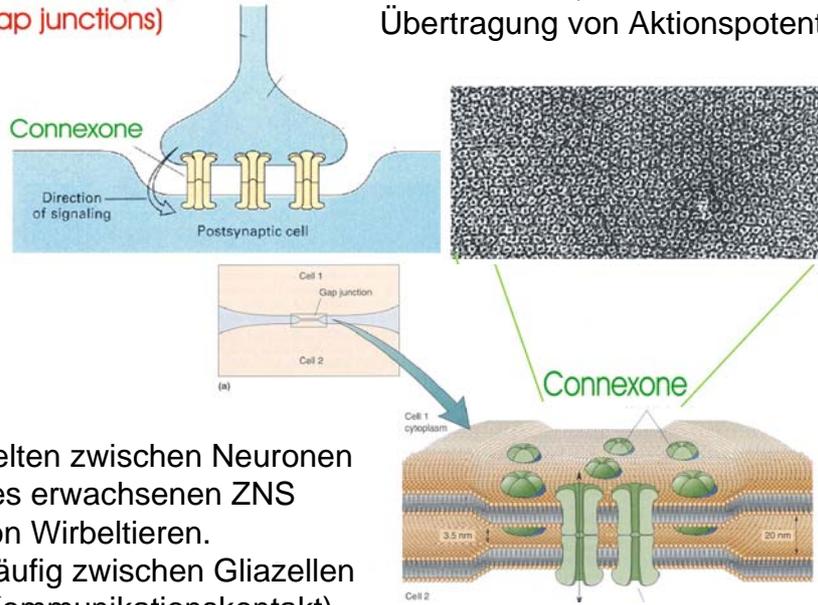
## Synaptische Übertragung

**Elektrische Synapsen**

**Chemische Synapsen**

**Elektrische Synapsen  
(Gap junctions)**

Sehr schnelle, unverzerrte  
Übertragung von Aktionspotentialen

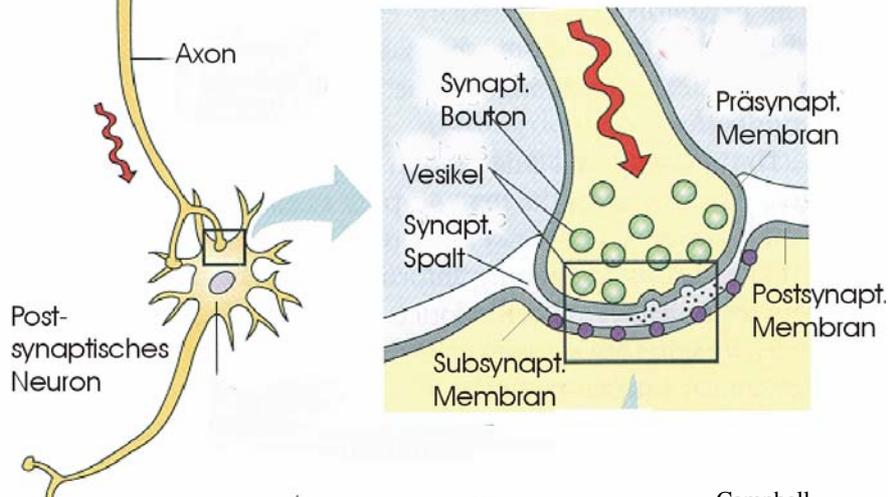


Selten zwischen Neuronen  
des erwachsenen ZNS  
von Wirbeltieren.  
Häufig zwischen Gliazellen  
(Kommunikationskontakt)

Bear

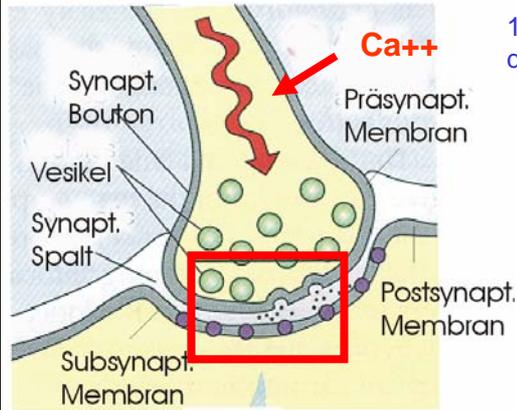
Präsynaptisches  
Neuron

**Chemische  
Synapse**



Campbell

## Schritte der synaptischen Übertragung



1. Aktionspotential depolarisiert die präsynaptische Membran



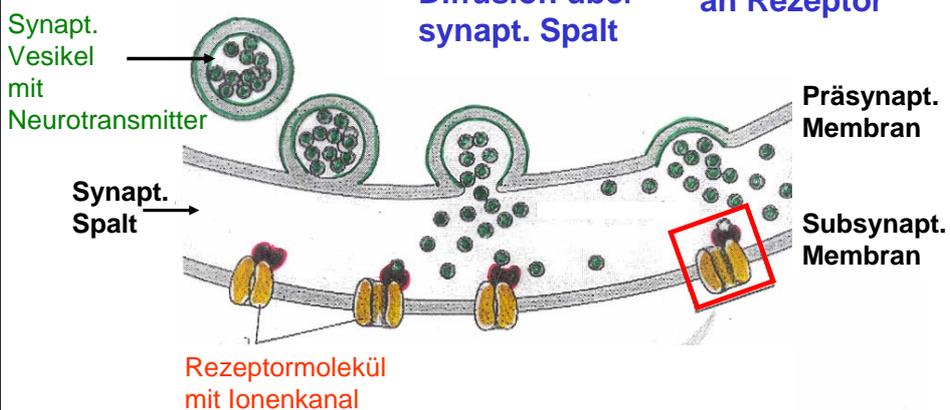
$Ca^{++}$  Einstrom über spannungsabhängige Ca-kanäle

Campbell

2. Vesikelfusion mit präsynapt. Membran

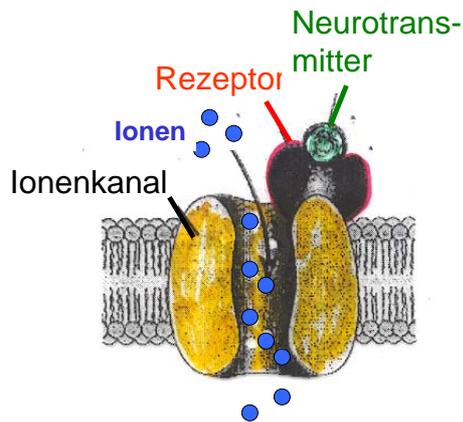
3. Neurotransmitterfreisetzung; Diffusion über synapt. Spalt

4. Neurotransmitter bindet an Rezeptor



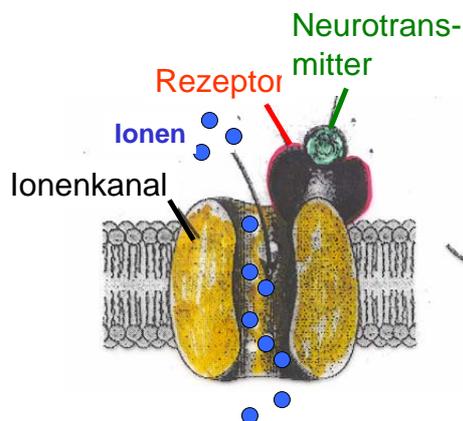
Campbell

**5. Öffnung des Ionenkanals.  
Ioneneinstrom**

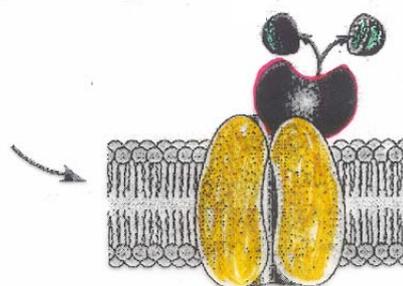


Campbell

**5. Öffnung des Ionenkanals.  
Ioneneinstrom**



**6. Spaltung des Neurotransmitters.  
Schließung des Ionenkanals**



Campbell

## Neurotransmitterrezeptoren

1. Ionotrope Rezeptoren  
LIGANDENGESTEUERTE Ionenkanäle  
Beispiel: nikotinischer Acetylcholinrezeptor

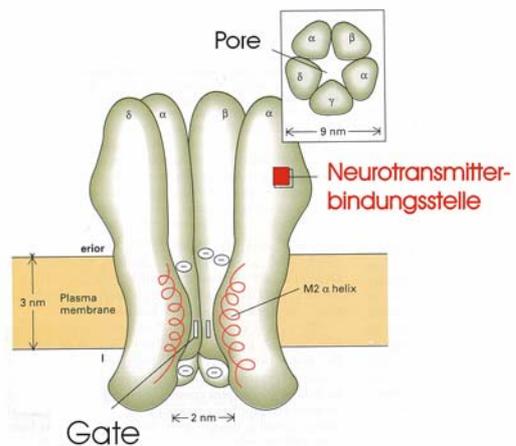
((2. Metabotrope Rezeptoren  
Rezeptorprotein aktiviert Enzymkaskade;  
Bildung „second messenger“; Steuerung  
Ionenkanal))



Tierphysiologie

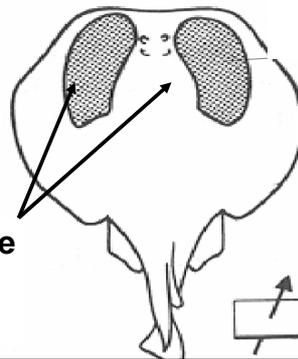
## Ionotrope Neurotransmitterrezeptoren

Nikotinischer Acetylcholinrezeptor



Lodish

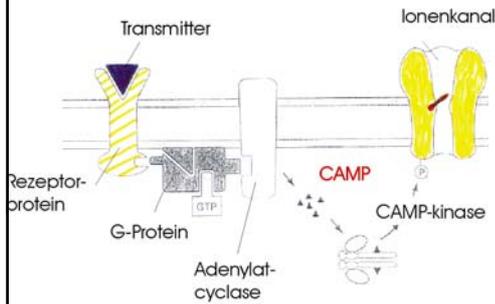
**Zitterrochen (Torpedo)**  
**- Modelltier für synaptische Übertragung**



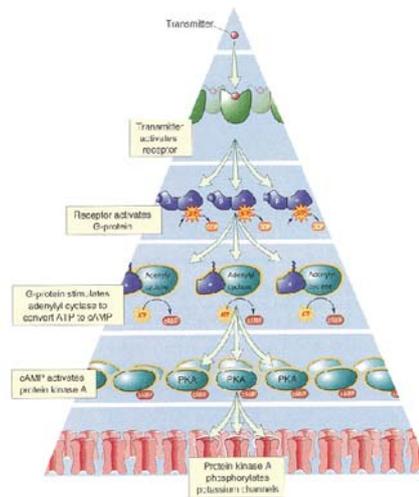
**Elektrische Organe  
(modifizierte  
Muskelplatten)**

Gzimek; Starck

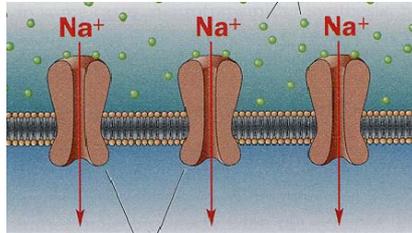
**Metabotrope Neurotransmitterrezeptoren**



**Verstärkungsfunktion  
der Kaskade**



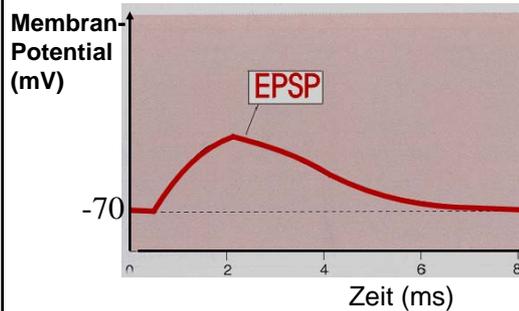
## Exzitatorische (erregende) Synapsen



Exzitatorische Neurotransmitter

*Glutamat*  
*Acetylcholin*

Öffnung von Na<sup>+</sup> Kanälen

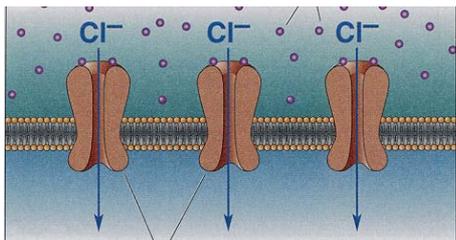


Graduierte Depolarisation der subsynaptischen Membran

=  
Erregendes postsynaptisches Potential (EPSP)

Bear

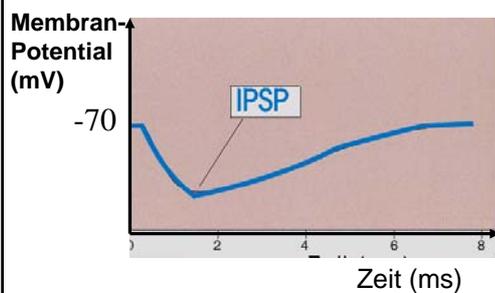
## Inhibitorische (hemmende) Synapsen



Inhibitorische Neurotransmitter  
z.B.

*Gamma-aminobuttersäure (GABA)*  
*Glyzin*

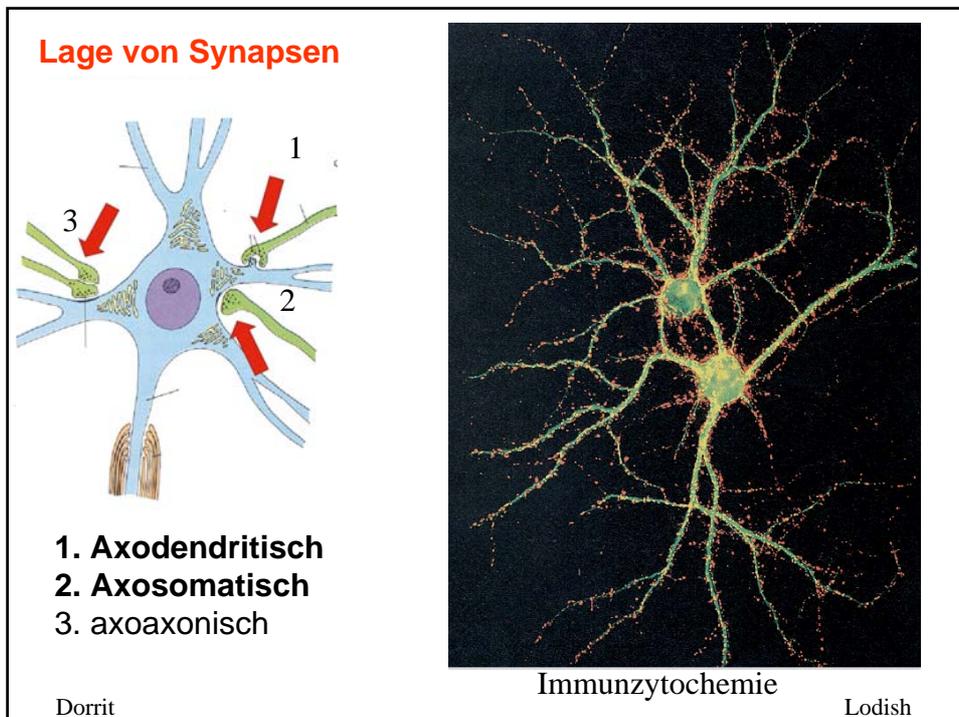
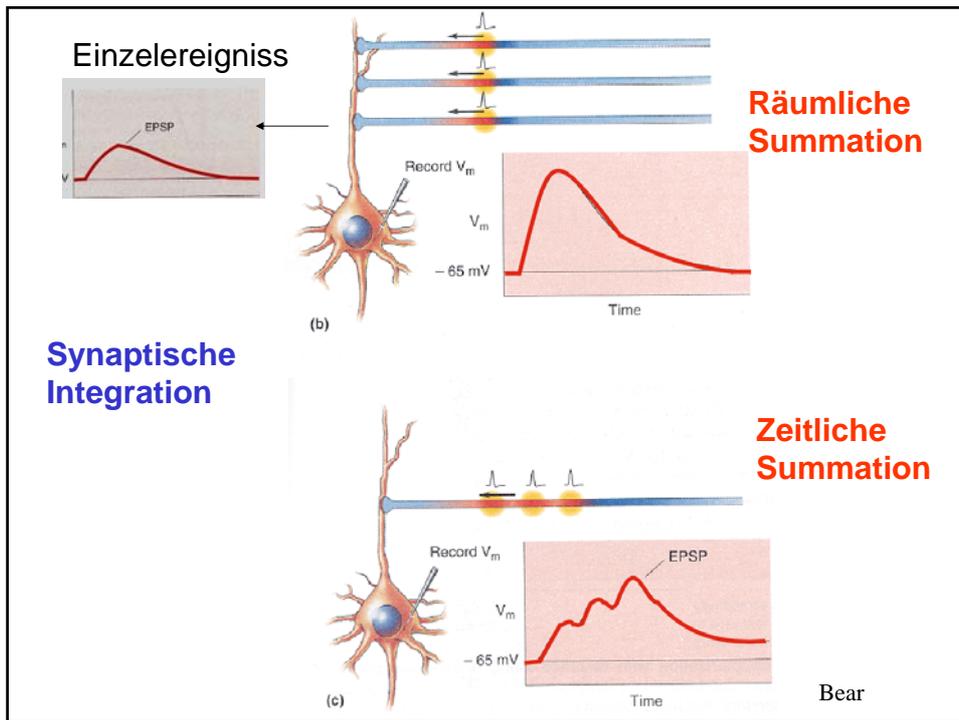
Öffnen Chloridkanäle



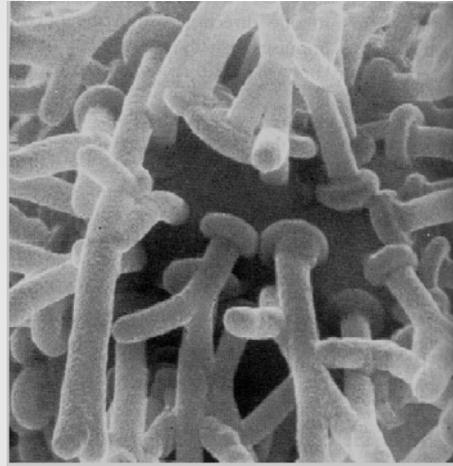
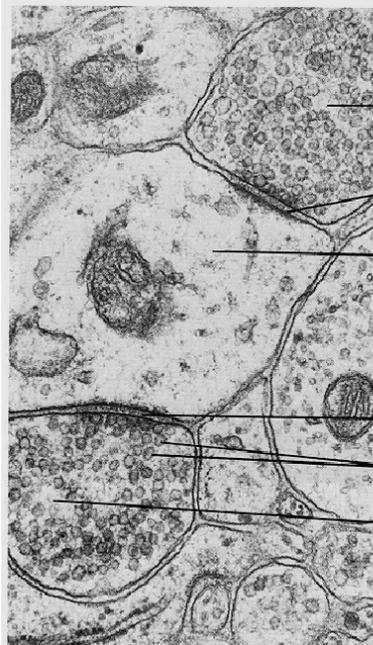
graduierte Hyperpolarisation

inhibitorisches postsynaptisches Potential (IPSP)

Bear



## Ultrastruktur von Synapsen



Raster-EM

Transmissions EM

Lodish; Dorrit

## Meeresnachtschnecken: Modelltiere für synaptische Lernprozesse

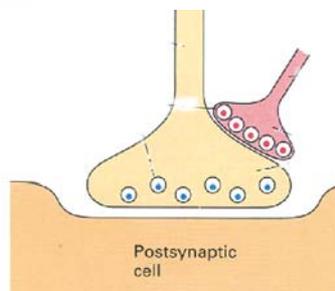
- *Hermisenda spec.*
- *Aplysia spec.*



Kandel



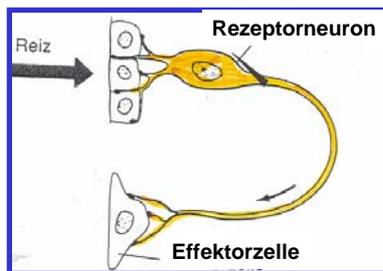
Zentralnervensystem



Präsynaptische Inhibition

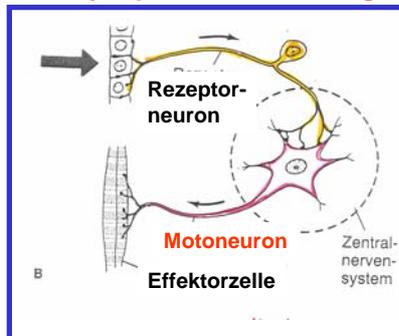
## Einfache neuronale Schaltkreise

Hypothetischer Ausgangszustand

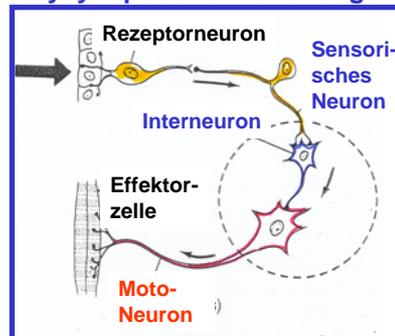


**Einfache neuronale Schaltkreise**

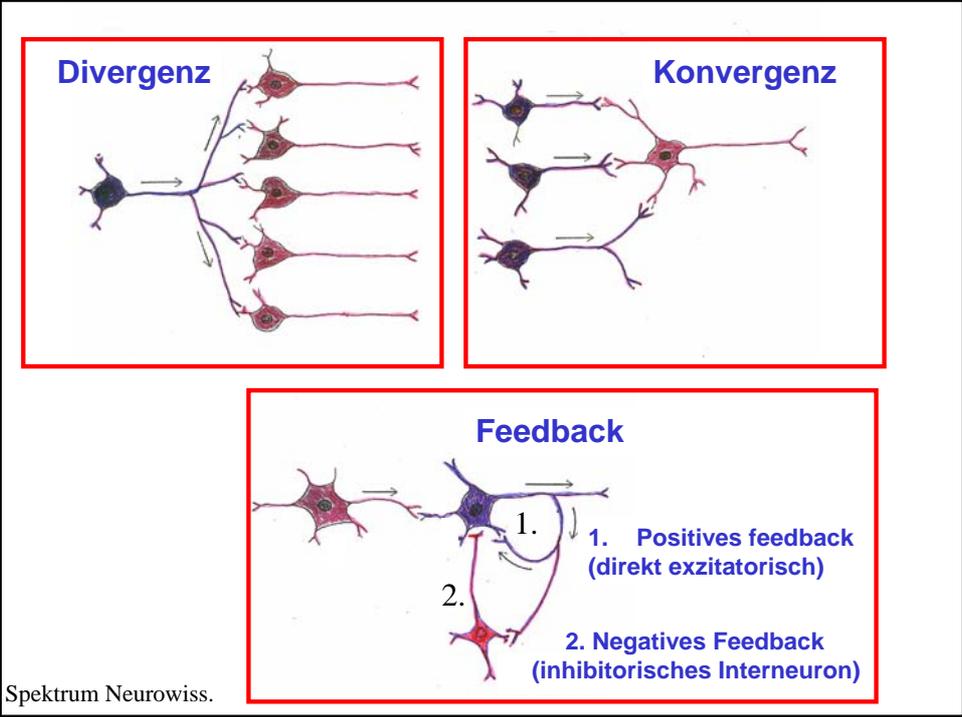
**Monosynaptischer Reflexbogen**



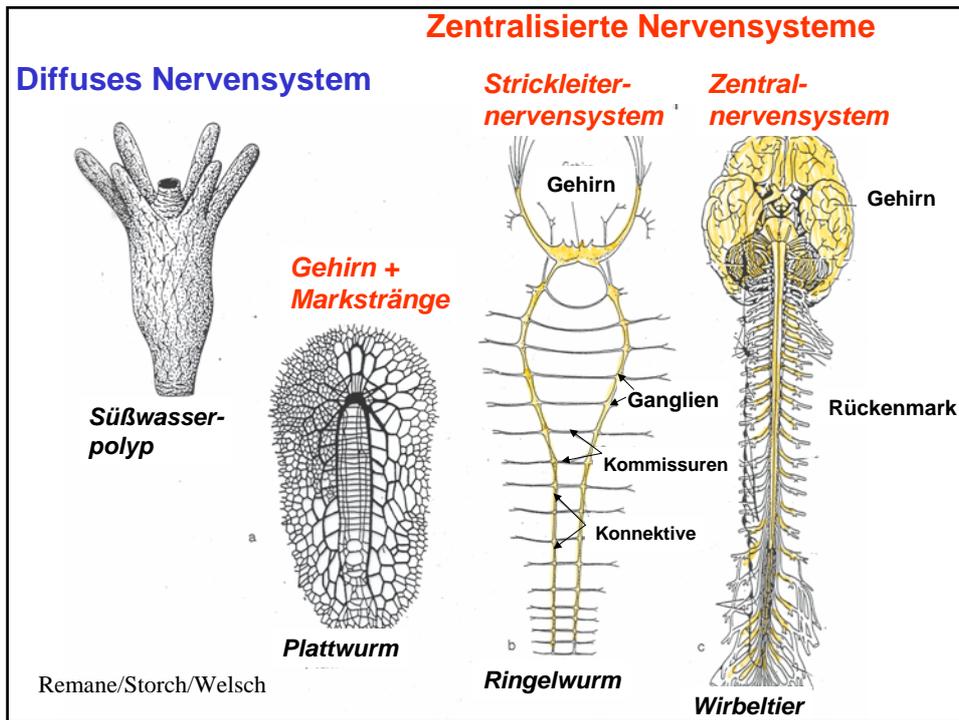
**Polysynaptischer Reflexbogen**



Eckert

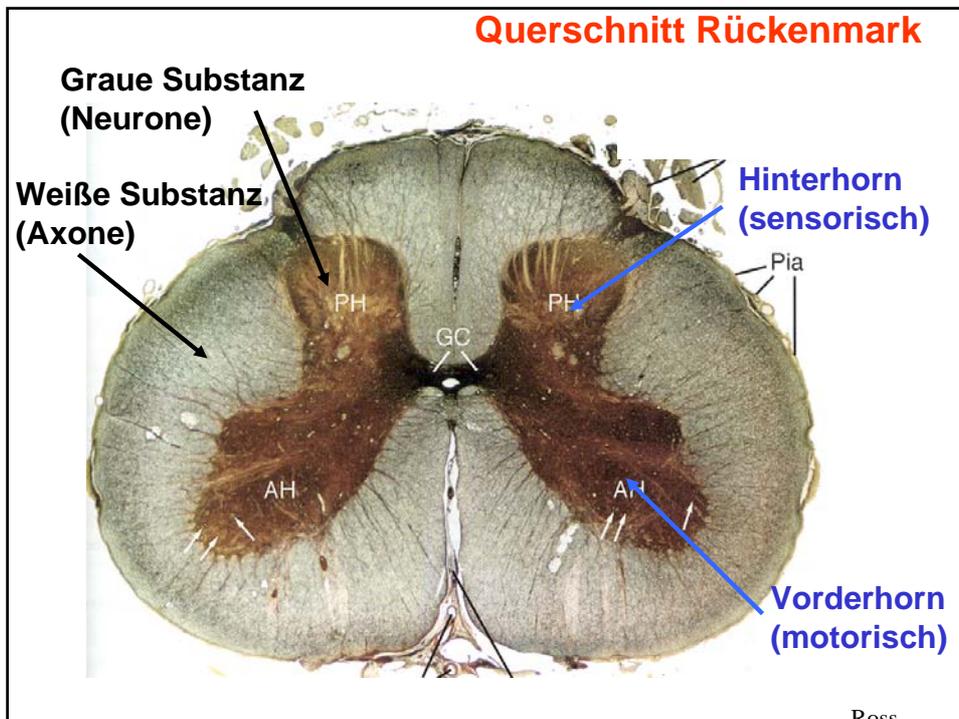
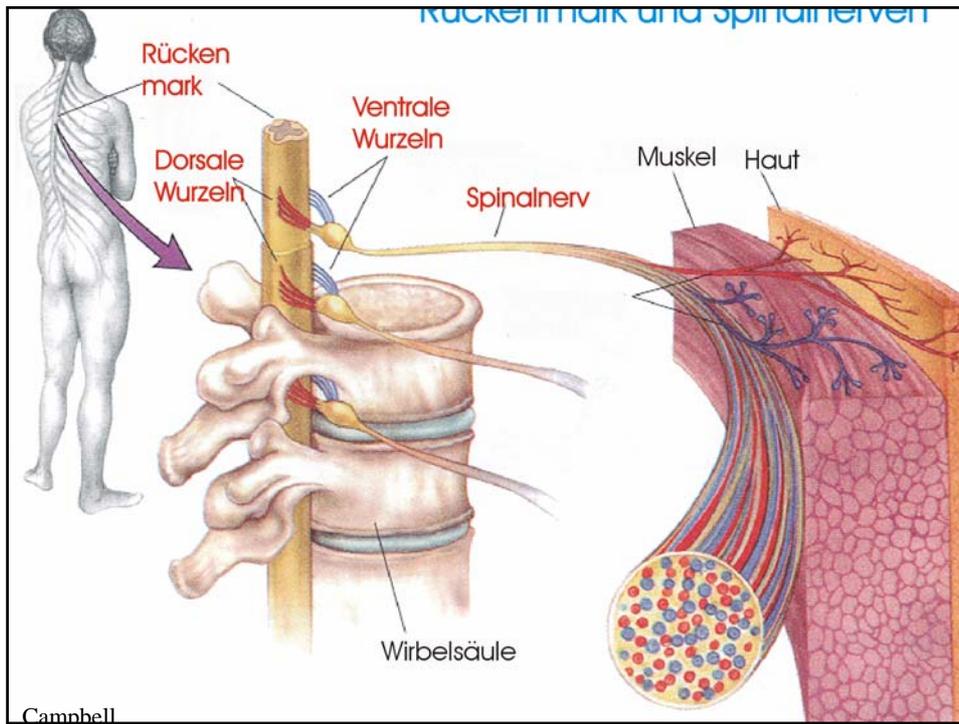


## Verschiedene Typen von Nervensystemen

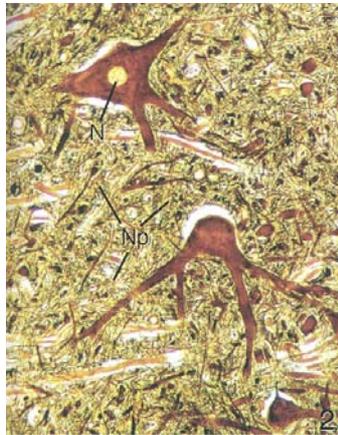


## Zentralnervensystem der Wirbeltiere

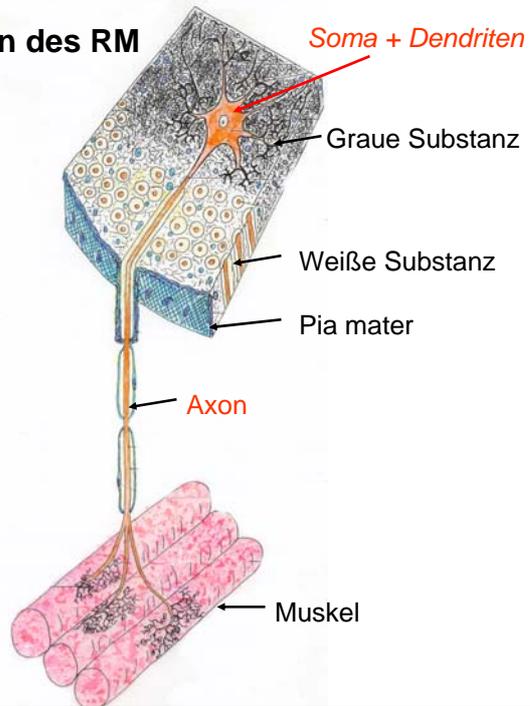
### Rückenmark



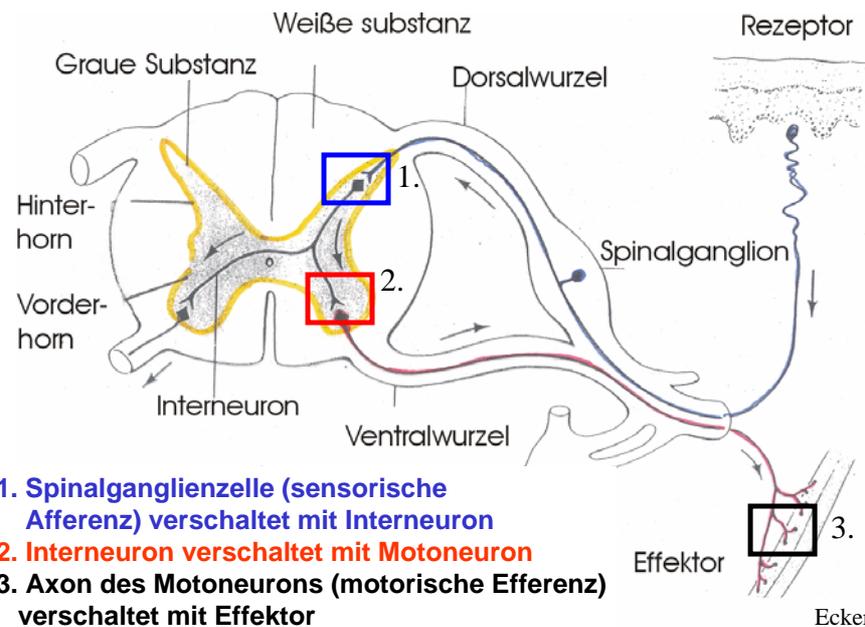
## Motoneurone im Vorderhorn des RM

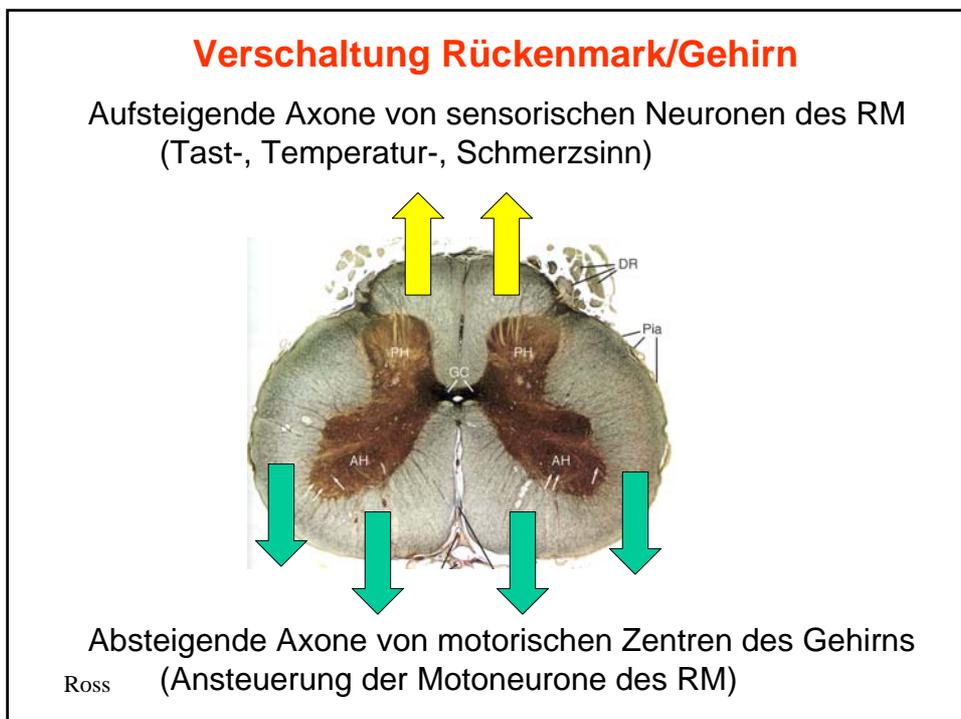
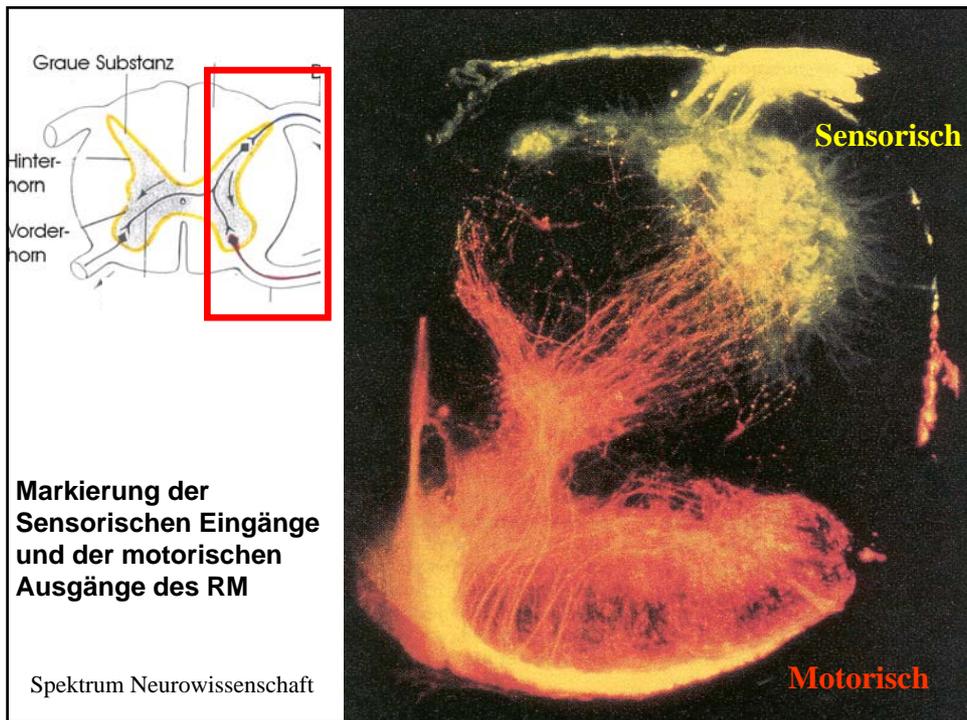


Ross



## Polysynaptischer Reflexbogen



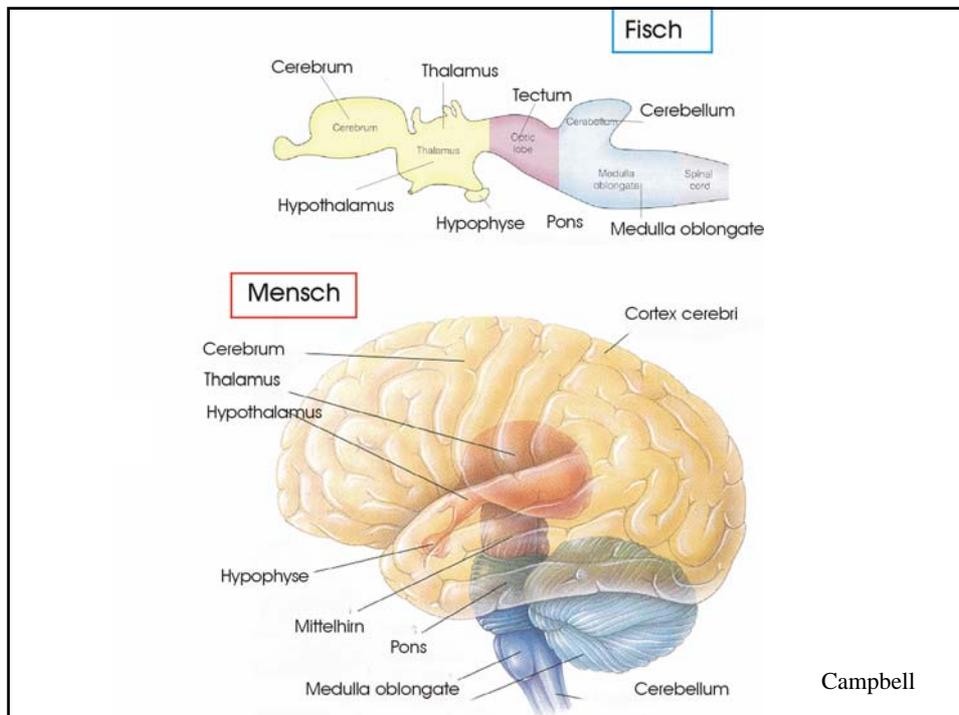


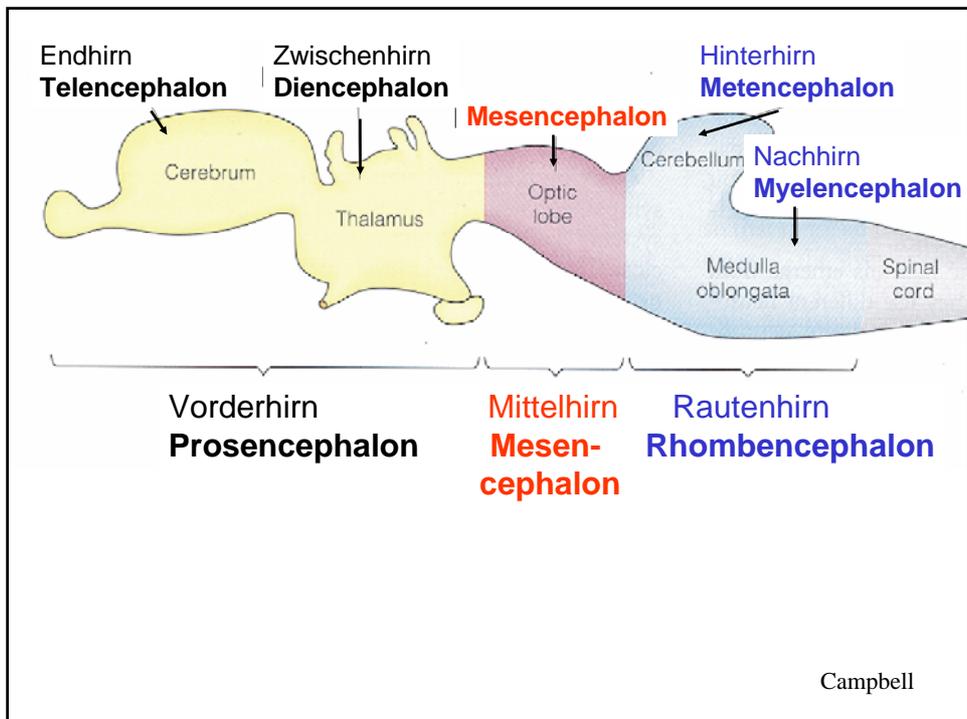
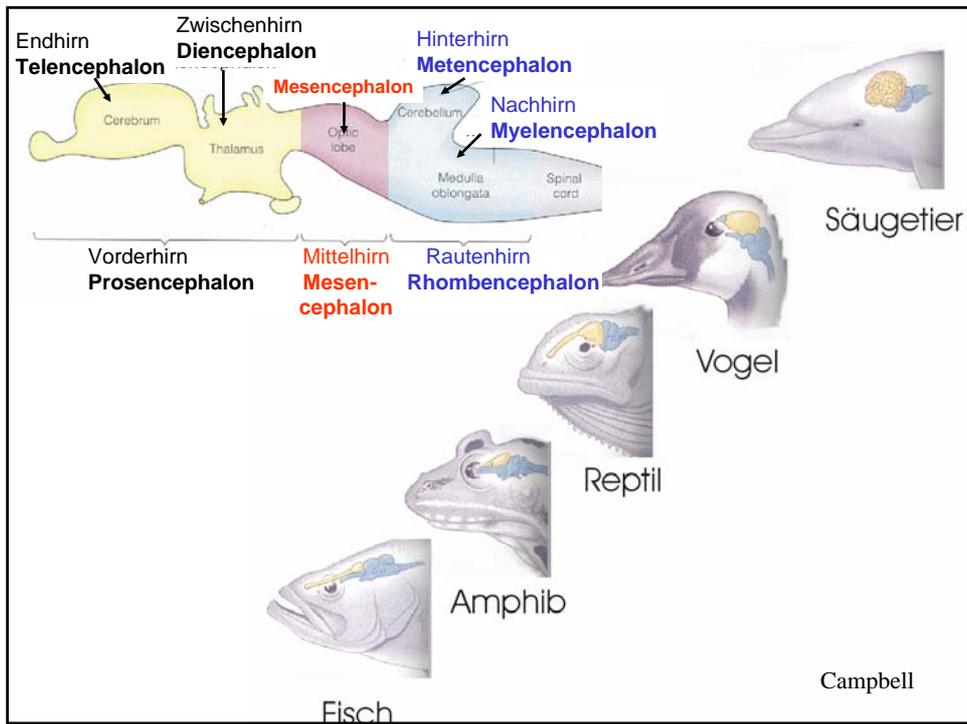
# Zentralnervensystem der Wirbeltiere

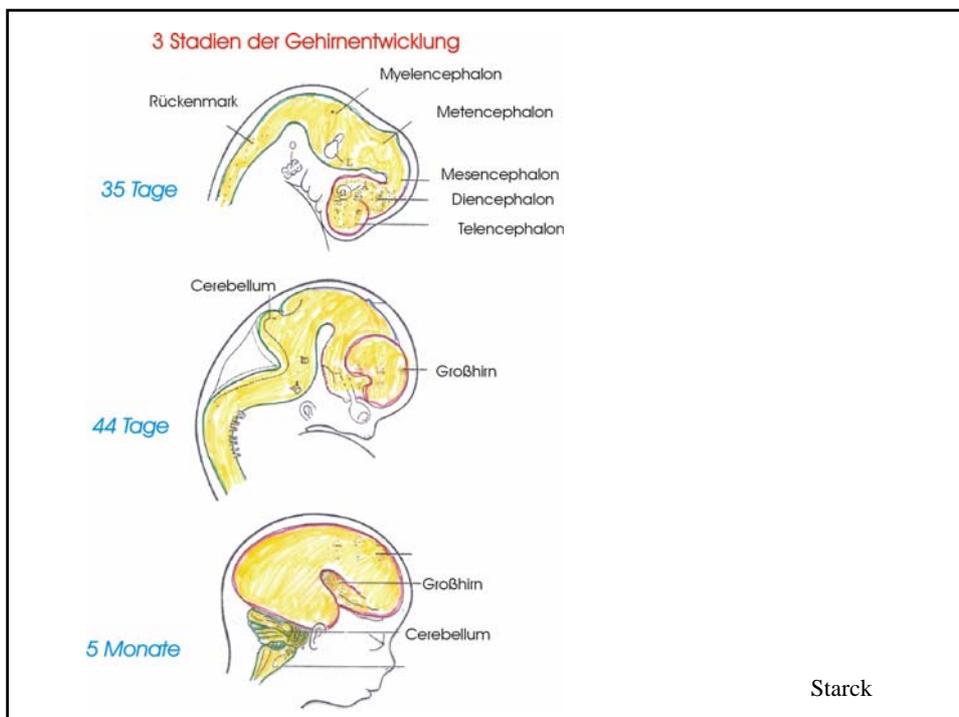
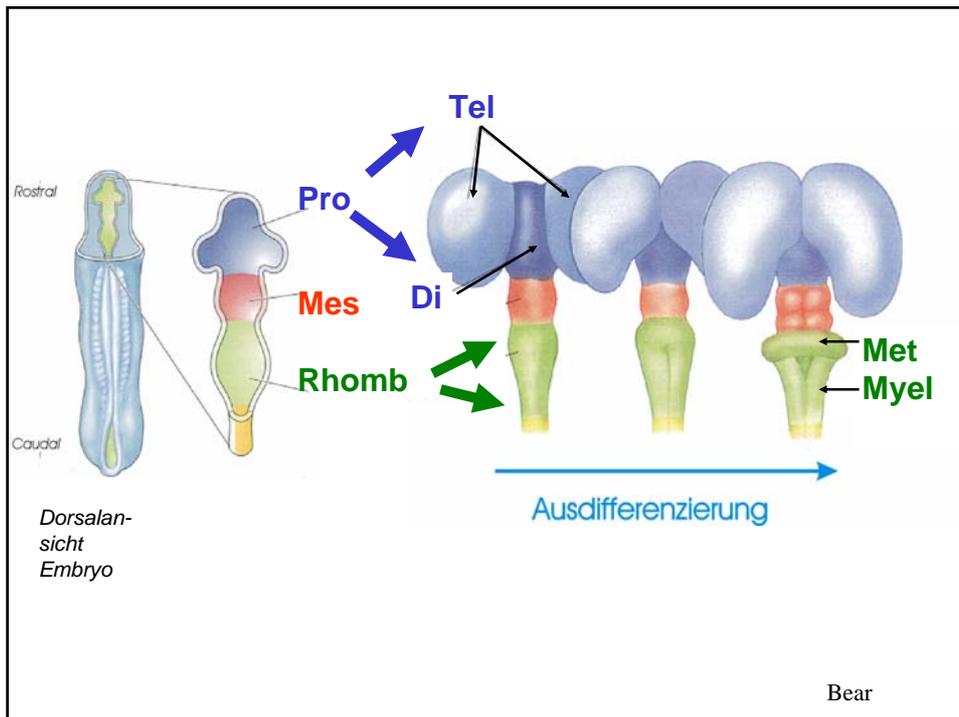
## Gehirn

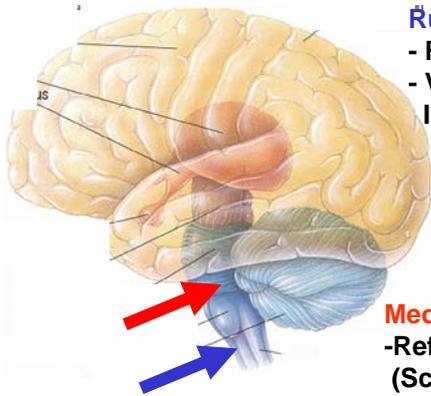


Das älteste geschriebene Wort für Gehirn  
(Edwin smith surgical papyrus 17. Jahrhundert vor Christus)









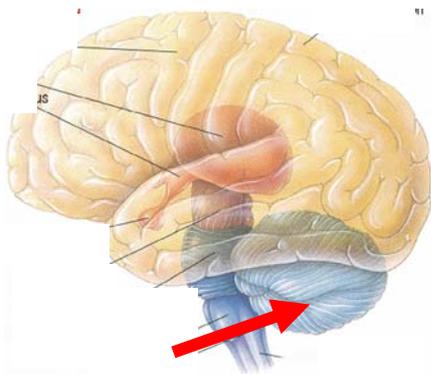
### Rückenmark:

- Reflexbögen für Bewegungsapparat
- Verschaltung somatosensorischer Information nach zentral

### Medulla oblongata

- Reflexzentren für vegetative Funktionen (Schlaf-Wach Zustand; Atmung; Kreislauf);
- Ursprung von Gehirnnerven, z.B.: Nervus vagus  
Geschmacksnerven  
Gleichgewichts- und Hörnerv

Campbell; Wehner, Gehring



### Cerebellum (Kleinhirn)

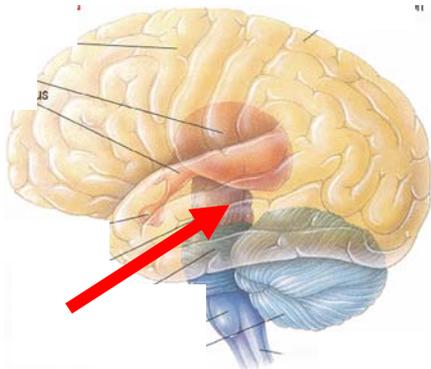
Koordination von Haltung und Bewegung

Erhält Informationen

1. Aus **allen Sinnesorganen**, insbes. Auge, Gleichgewichtsorgan, Muskel- und Sehnenspindeln (i.e. über aktuelle Körperstellung im Raum)
2. Aus der **Großhirnrinde** (i.e. über geplante Bewegung)

Tätigkeit des Kleinhirns ist unbewußt

Campbell; Wehner, Gehring



## Mittelhirn

Tectum (Mittelhirndach)  
Tegmentum (Mittelhirnboden)

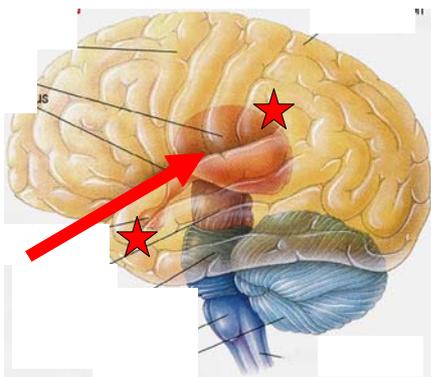
### Niedere Wirbeltiere:

Tectum und Tegmentum  
Wichtigste Auswertstation der  
Somatosensorik; Lichtsinn; Gehör.  
Umschaltung zu Motorik

### Säugetiere:

Tegmentum und Vierhügelplatte.  
Colliculus superior (= Tectum) und  
Colliculus inferior (Hörzentrum)

Campbell; Wehner, Gehring



## Zwischenhirn (Diencephalon)

Thalamus  
Hypothalamus

### Thalamus:

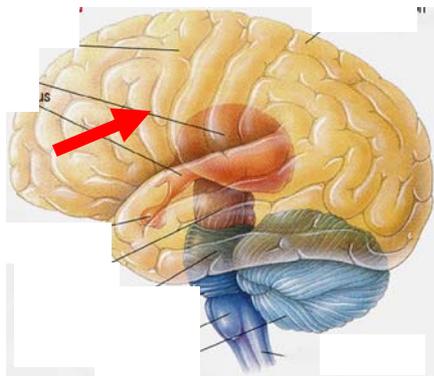
Bei Säugetieren wichtigste Schalt-  
Station zwischen Sinnesorganen  
(außer Geruch) und Großhirn

### Hypothalamus:

Steuerzentrum vegetativer Funktionen  
Homöostase; Freß-; Abwehr- und  
Sexualverhalten.

Anhangsdrüsen: Epiphyse  
Hypophyse

Campbell; Wehner, Gehring



**Cerebrum (Großhirn)**

**Fische:**

hauptsächlich Riechzentrum

**Höhere Wirbeltiere:**

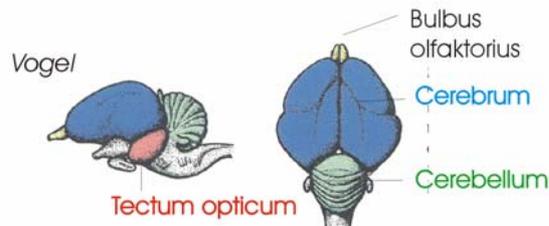
übergeordnetes Integrationszentrum  
sensorischer und motorischer  
Funktionen; Bewußtsein

**Paarige Hemisphären:**

**Basalkerne:** motorische Funktionen

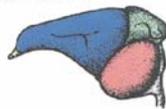
**Rinde (Pallium):** sensorische und  
Motorische Felder

Campbell; Wehner, Gehring



Vogel

Dominanter Sinn:  
Sehen



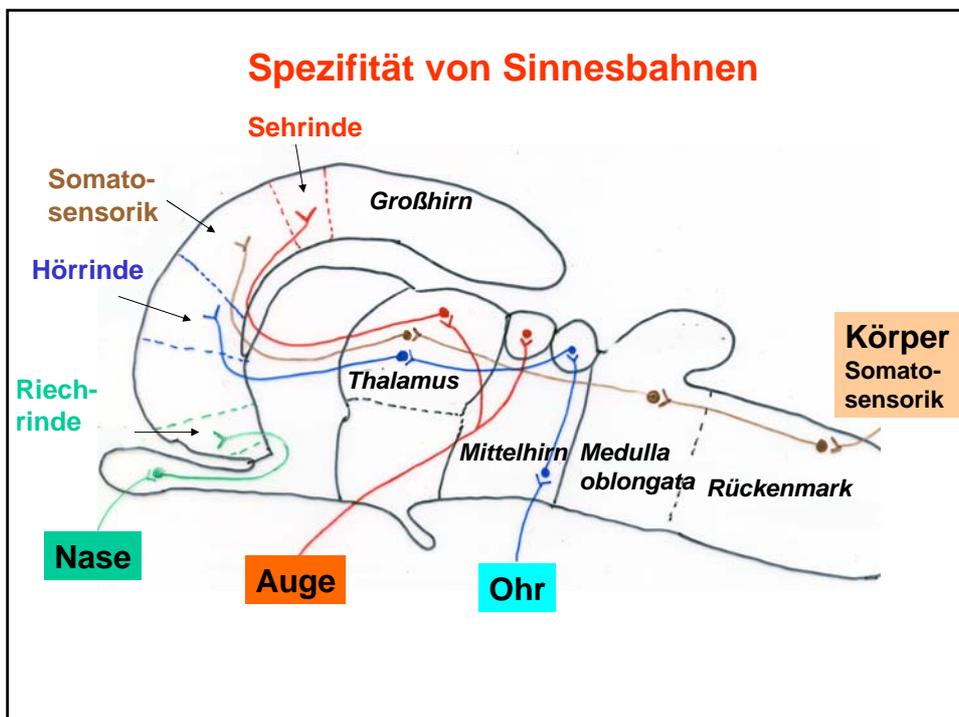
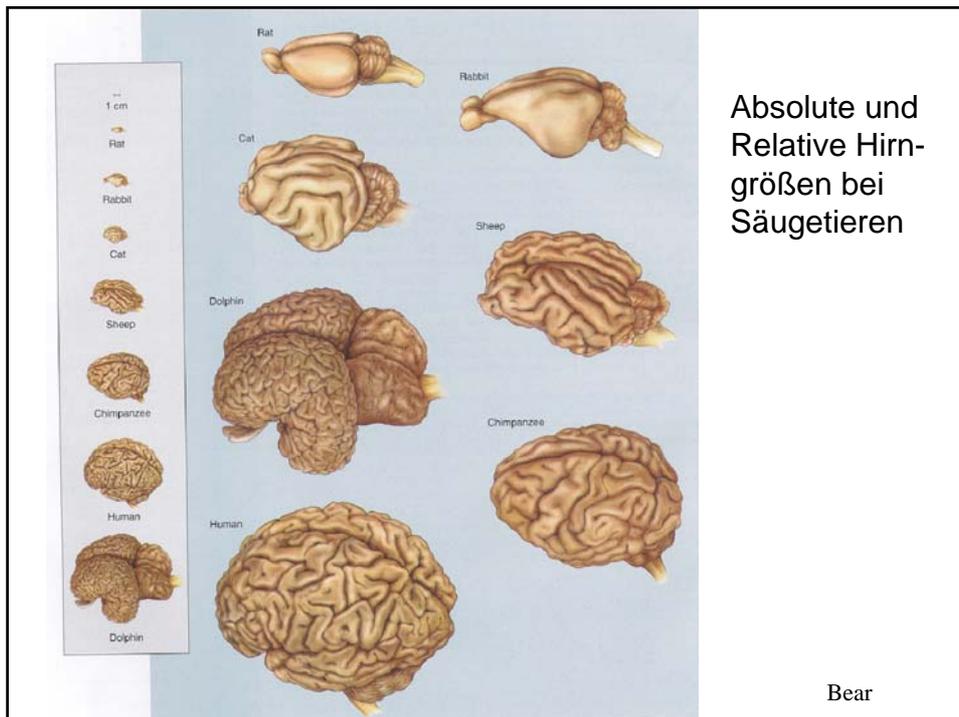
Flugsaurier

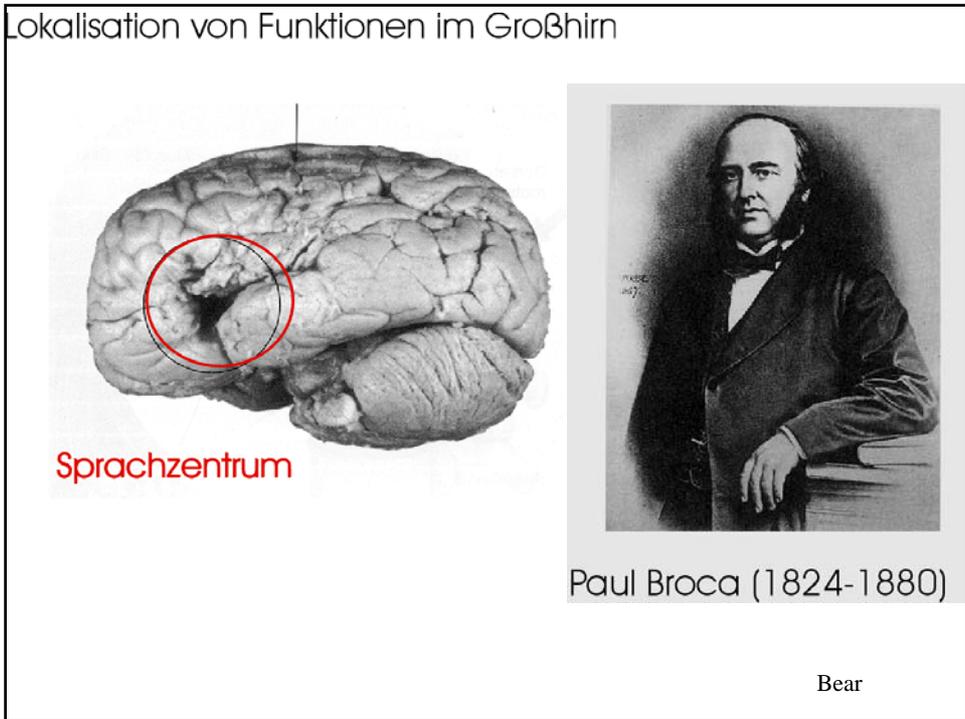
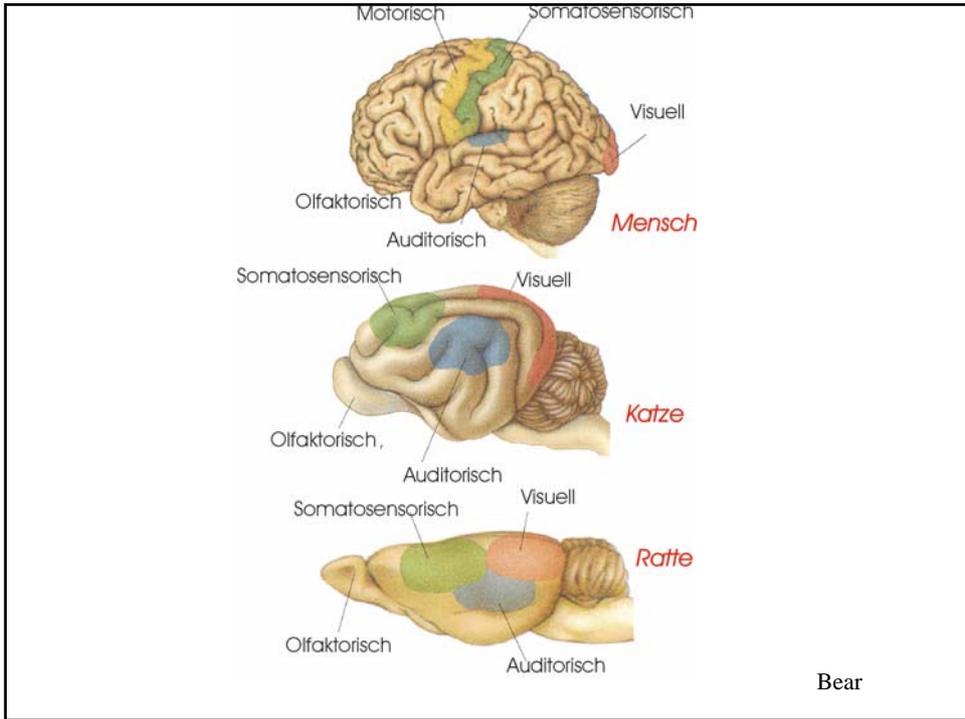
**Anpassung an  
unterschiedliche  
Sinneswelten**

Krokodil

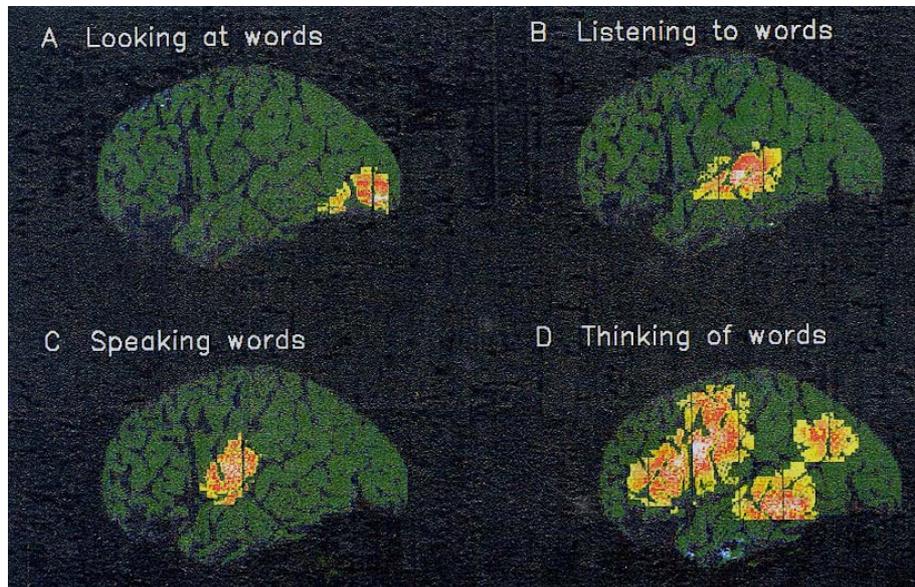
Dominanter Sinn:  
Riechen





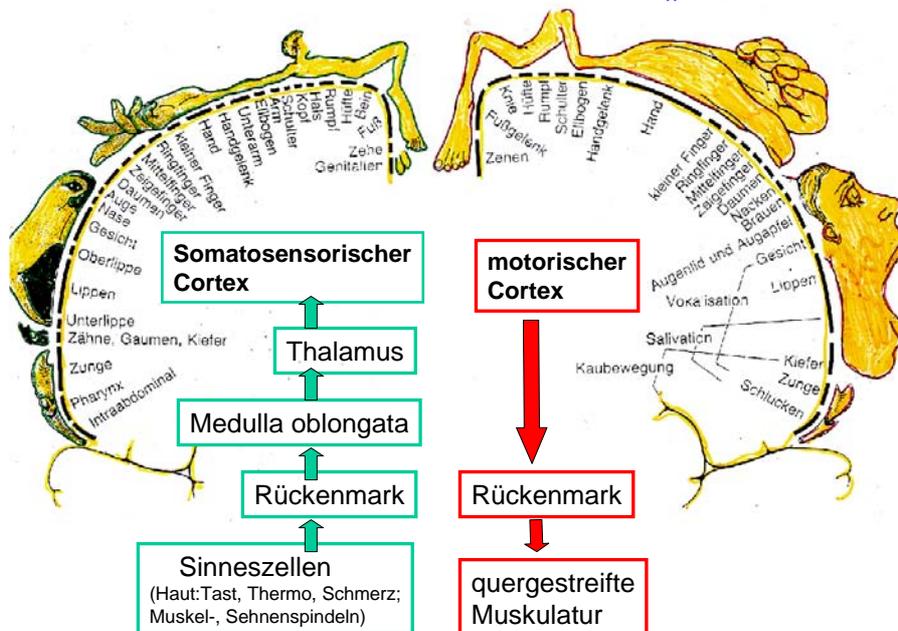


### PET-Scans des menschlichen Gehirns



Spektrum Neurowissenschaften

### Somatosensorische und motorische „Homunculi“



Überrepräsentation biologisch wichtiger  
Körperteile, aufgrund hoher Innervationsdichte

