

# Somatosensorik

# Nachtrag

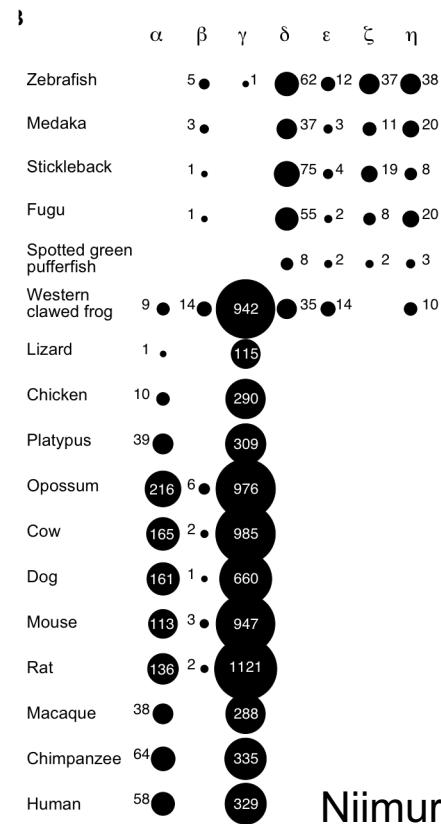
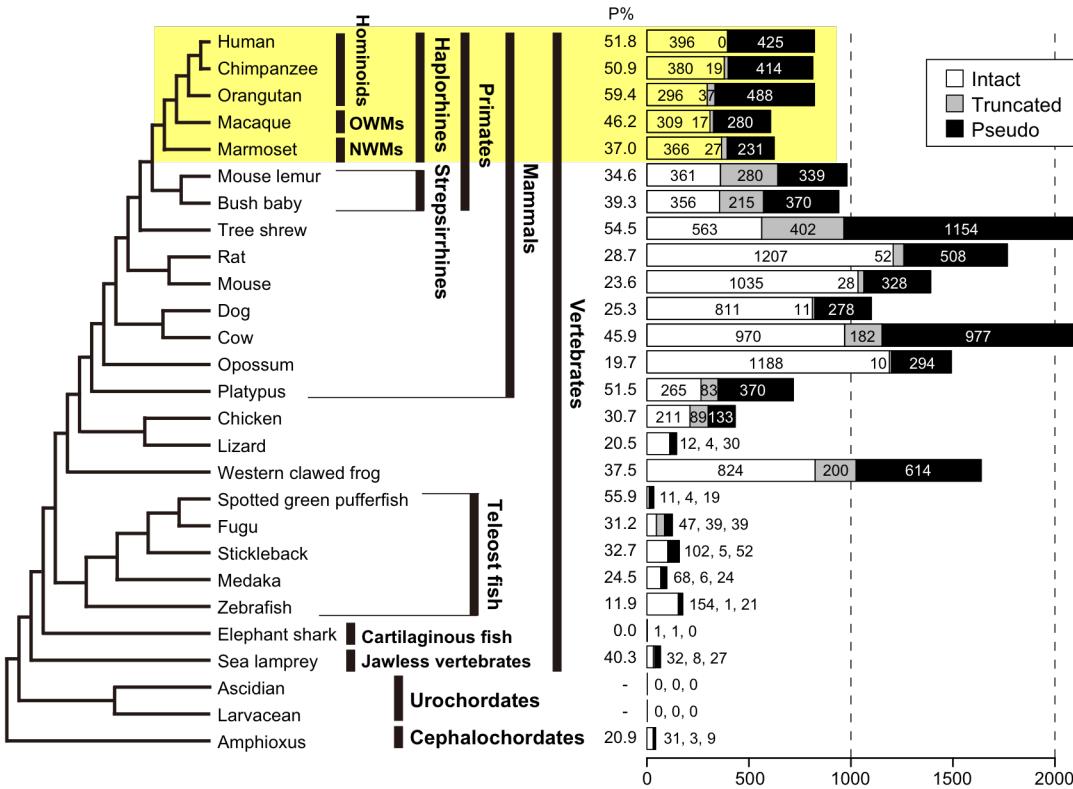
- Chemische Kommunikation sozialen Gruppen:
  - Vomeronasales Organ im Menschen?
  - ORGs für Pheromone im Menschen?
  - ZNS-Verbindungen des VNO im Menschen?
  - Heterogenität der sozialwissenschaftlichen Studienlage

# Nachtrag

- Synchronizierung der Reproduktion in sozialen Gruppen:
  - Weniger Fruchtbare Weibchen zu jedem Zeitpunkt verfügbar
  - Monopolisierung einer größeren Gruppe fruchbarer Weibchen schwieriger -> genetische Diversität
  - Förderung monogamer Verbindungen -> Teilung der Aufzucht

# Nachtrag

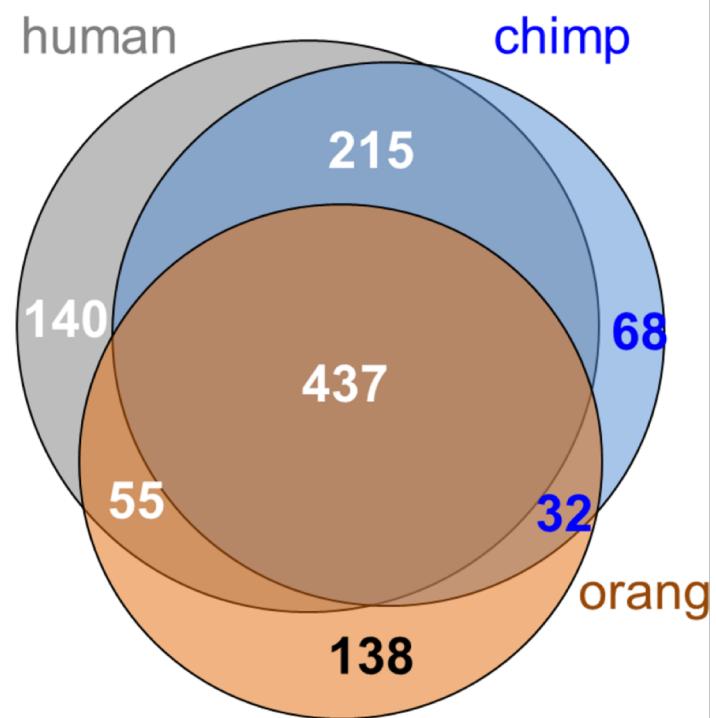
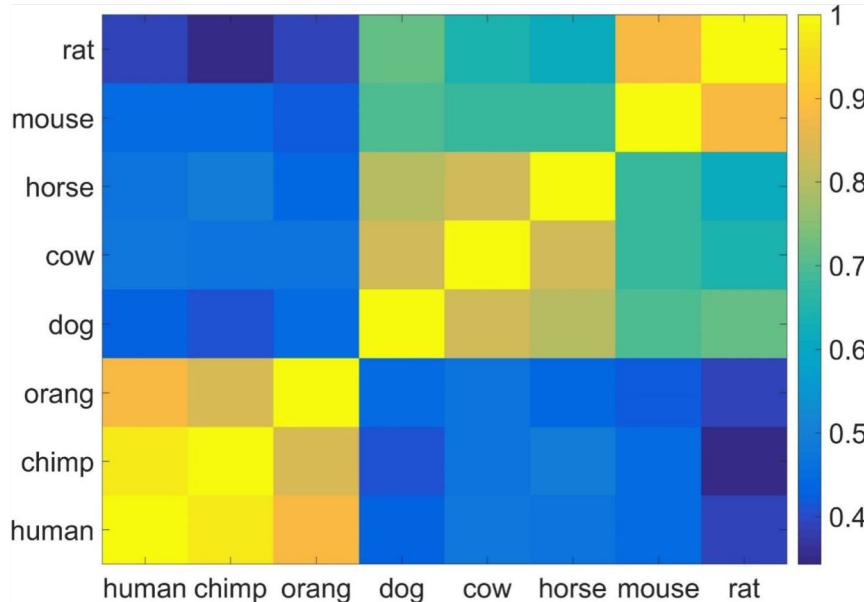
- Olfaktorische Rezeptorgene unterschiedlicher Spezies



Niimura, 2012

# Nachtrag

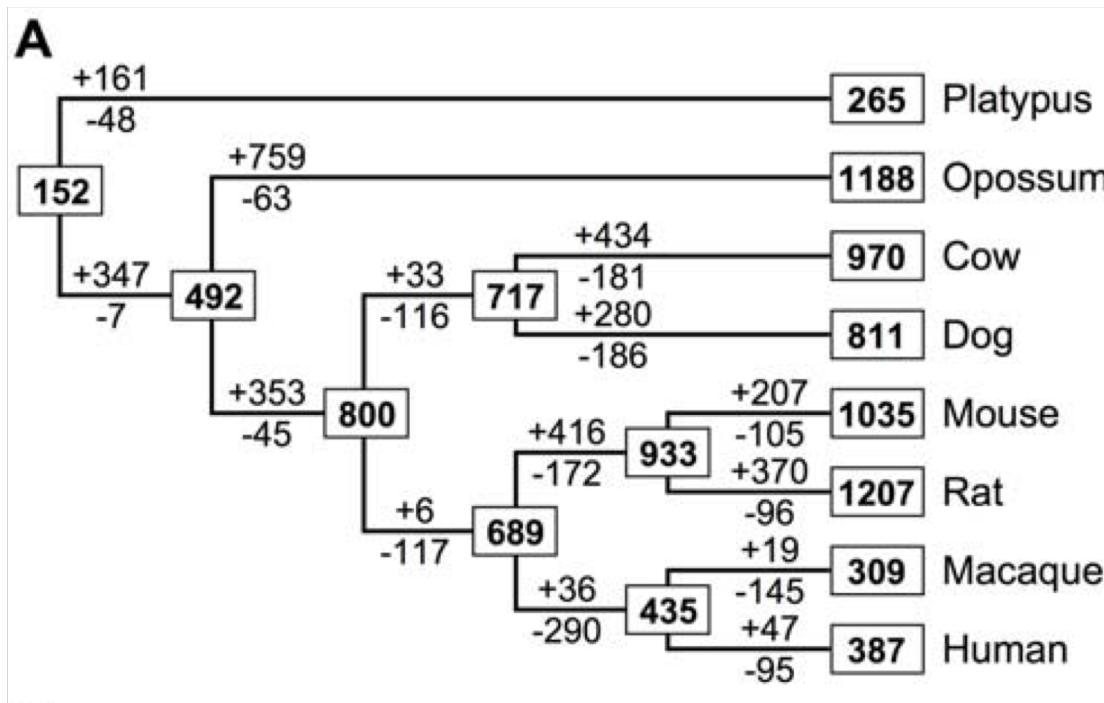
- Überlappung Olfaktorischer Rezeptorgene



Olander, 2020

# Nachtrag

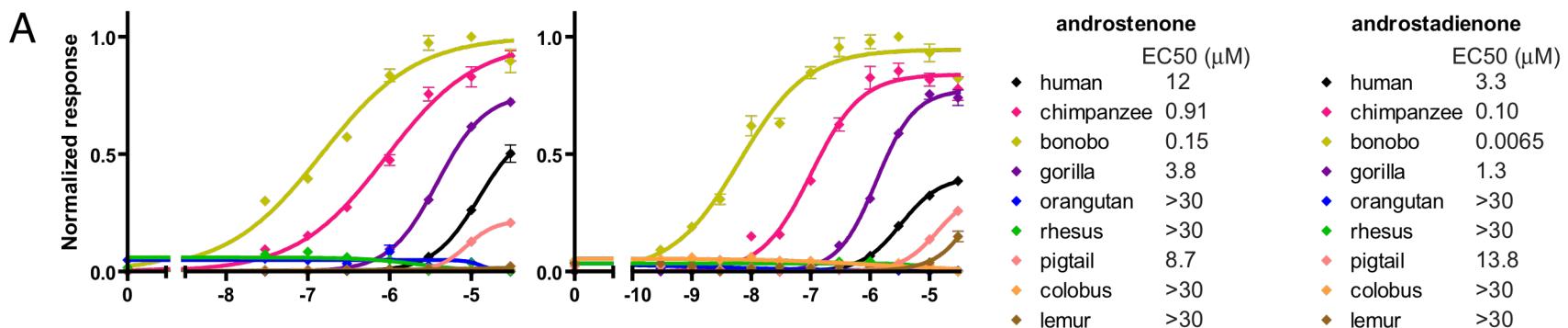
- Olfaktorische Rezeptorgene in der Evolution



Niimura, 2007

# Nachtrag

- Olfaktorische Rezeptorgene verändern sich sehr schnell
  - OR7D4-Sensitivität in unterschiedlichen Spezies



Zhuang, 2009

# Somatosensorik

## Hautsinne

- Tastsinn (Mechanorezeptoren)
- Temperaturwahrnehmung
- Schmerzwahrnehmung

## Stellungssinn (Propriozeption)

Somatosensorik <-> Motorik

Haptische Wahrnehmung (extrapolative Somatosensorik)

Raumwahrnehmung

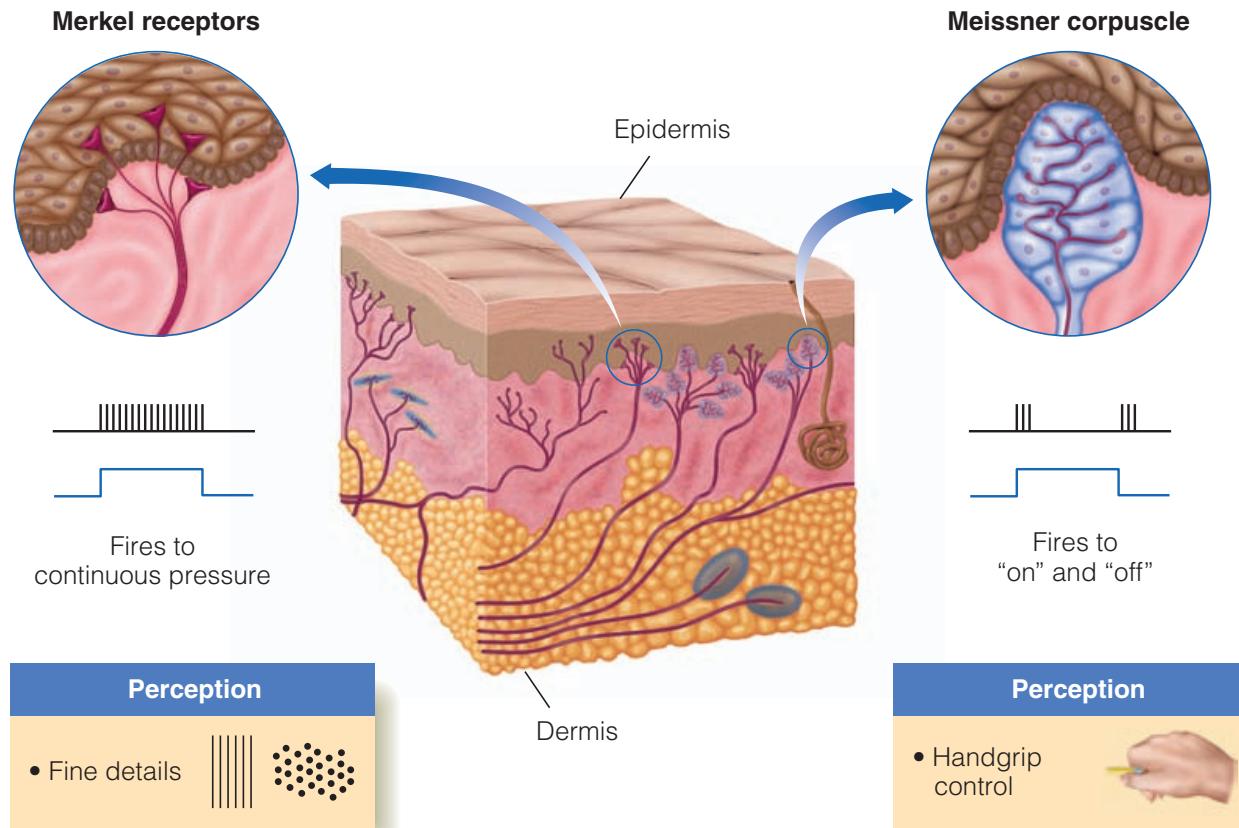
# Somatosensorik

## Haut

- 1,8 m<sup>2</sup>
- 3,5 kg
- Funktionen: Abschirmen äußerer Einflüsse, containment
- Aufnahme von Umgebungsinformationen
- Epidermis (Oberhaut) – Dermis (Lederhaut) – Subcutis (Unterhaut)

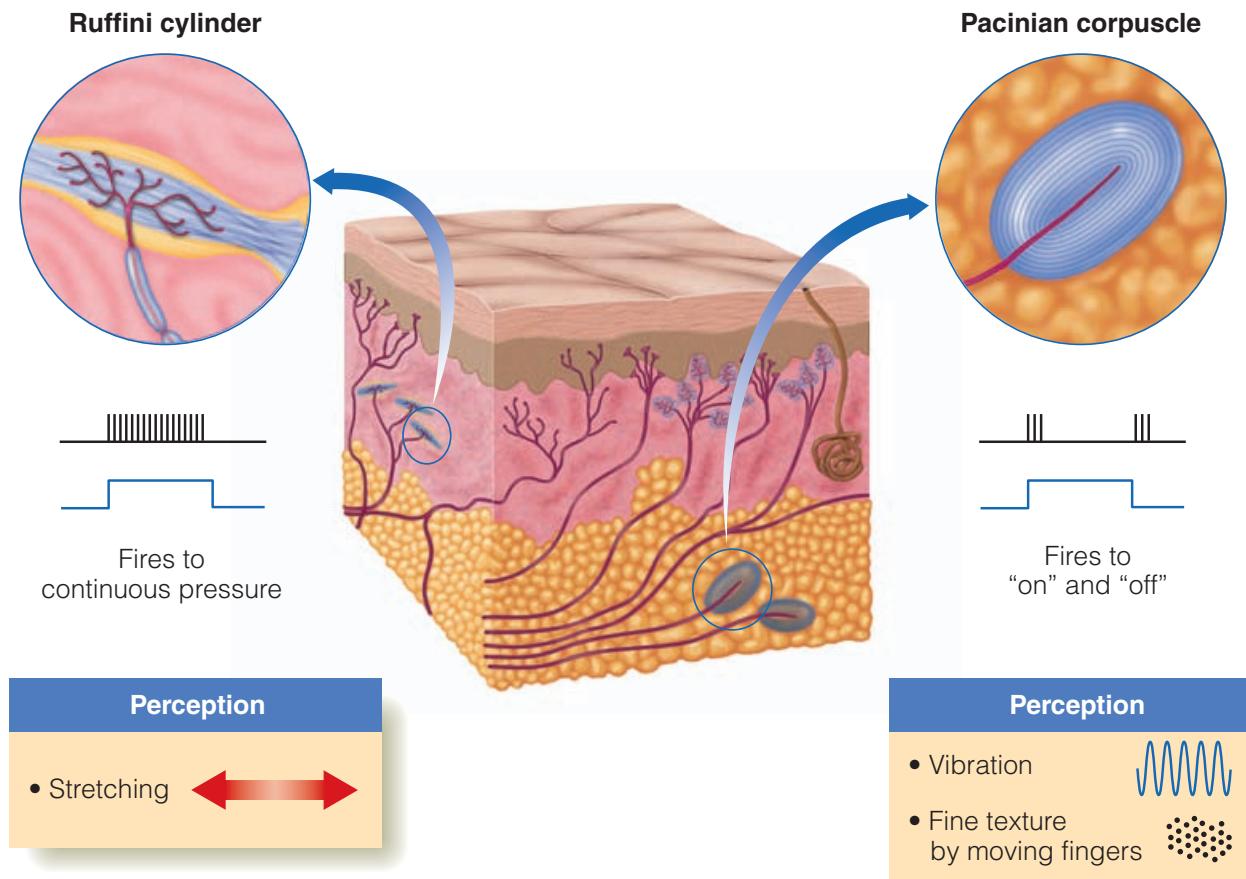
# Mechanorezeptoren

## Oberflächlich



# Mechanorezeptoren

Tief



# Mechanorezeptoren

## Mechanorezeptoren:

### Merkel

- Taktile Detailwahrnehmung, Textur, Form
- Kontinuierliches Signal, Intensitätsmoduliert
- $70/\text{cm}^2$  (Fingerkuppe)

### Meissner

- Druckänderungen, Vibration, Bewegungsfeedback
- Phasisches Signal
- $154/\text{cm}^2$  (Fingerkuppe)

### Ruffini

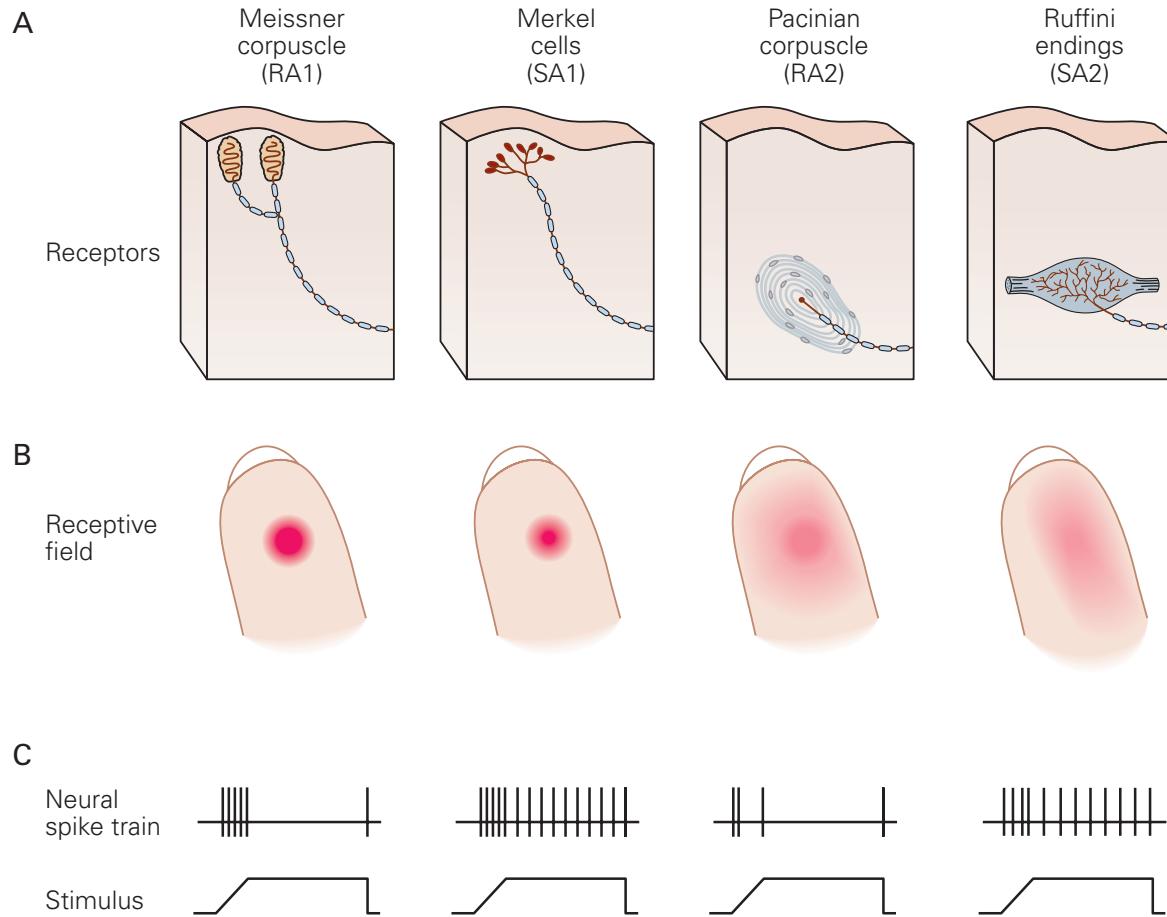
- Hautspannung, Dehnung
- Intensitätsmoduliert
- $10-20/\text{cm}^2$  (Fingerkuppe)

### Pacini

- Druckänderungen, Vibration
- Phasisches Signal
- $20/\text{cm}^2$  (Fingerkuppe)
- Nicht nur in der Haut  
(freie Nervenendungen)

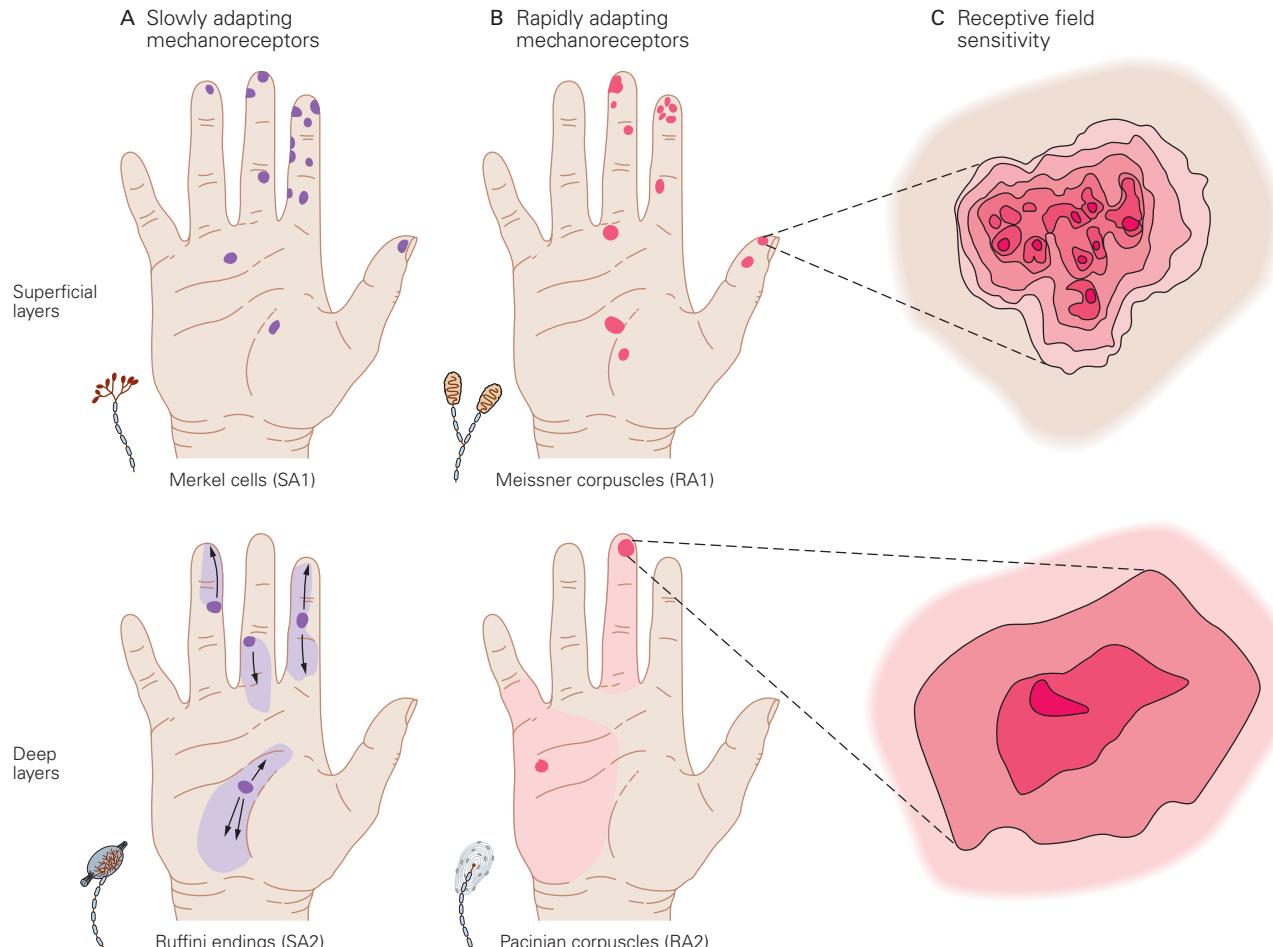
# Mechanorezeptoren

## Schnell(RA)- und Langsam(SA)- adaptierende Fasern



# Mechanorezeptoren

Schnell/Langsam X Oberflächlich/Tief



# Mechanorezeptoren

## Merkel-SA1-System

- räumliche Struktur taktiler Reize

## Meissner-RA1-System

- Bewegung auf der Hand
- Ergreifen von Gegenständen
- Objektbewegung über die Haut

## Pacini-RA2-System (PC)

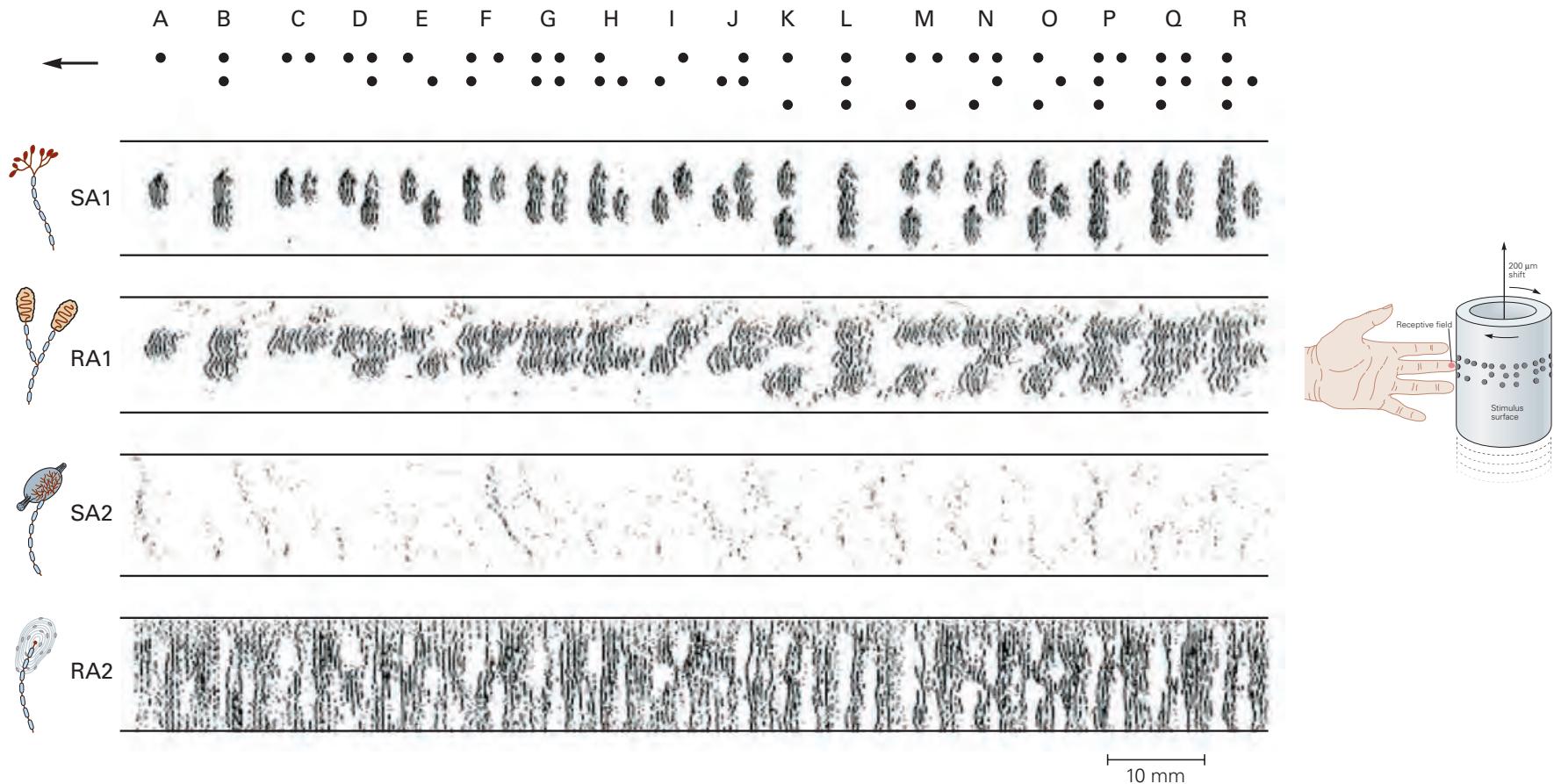
- Vibrationen
- Objektkontakt, Ergreifen eines Objekts

## Ruffini-SA2-System

- Spannung
- Ergreifen
- Gewichtswahrnehmung

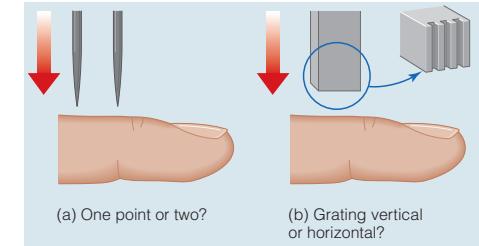


# Mechanorezeptoren



# Mechanorezeptoren

Taktile Auflösung - Detailwahrnehmung:

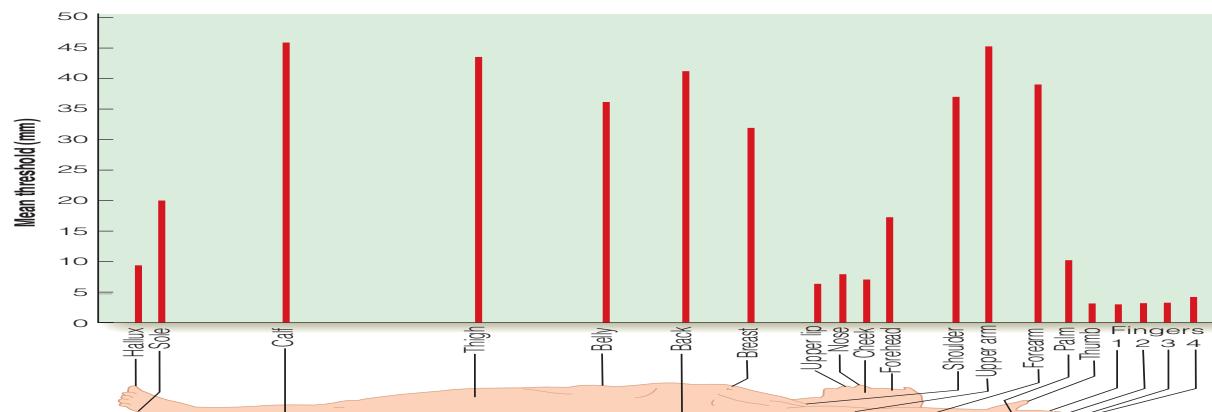


- 2-Punkt Diskrimination

minimale Distanz simultaner Stimulation zweier Positionen

- Grating Diskrimination

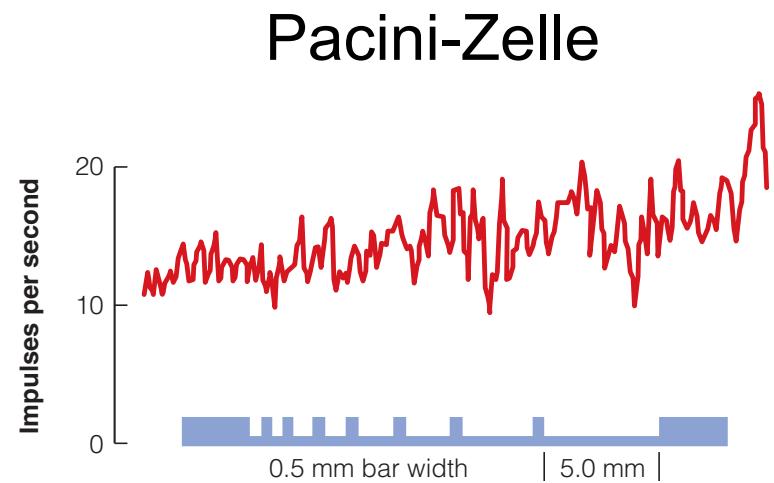
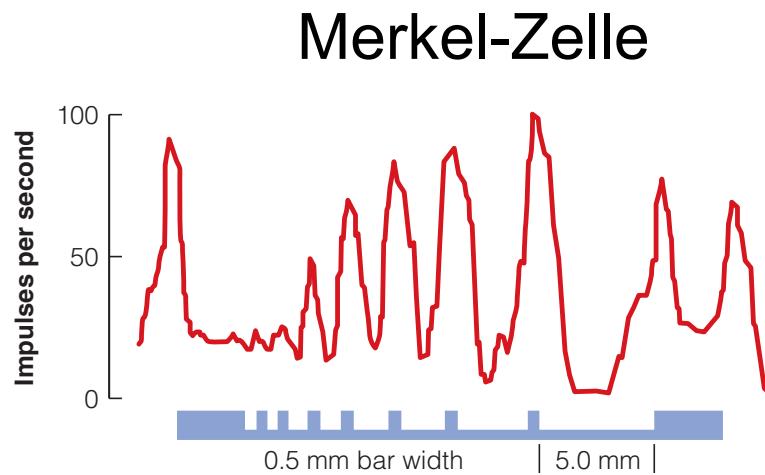
Erkennung der Orientierung von Gratings unterschiedlicher Auflösung



# Mechanorezeptoren

Taktile Auflösung - Detailwahrnehmung:

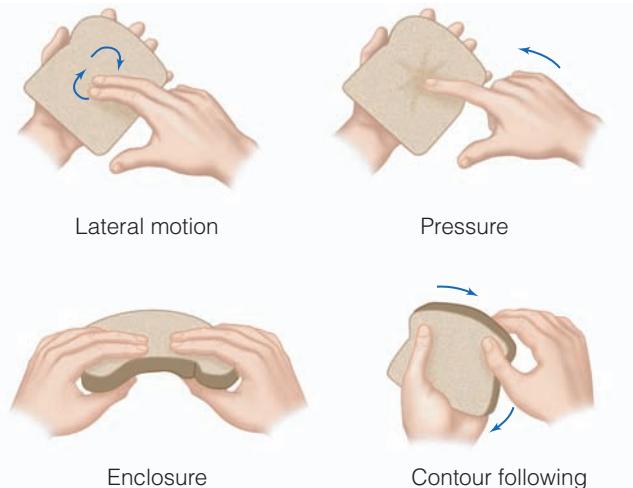
- Merkel-System und räumliche Auflösung
- Dichte der Merkel-Zellen korreliert mit 2PD



# Mechanorezeptoren

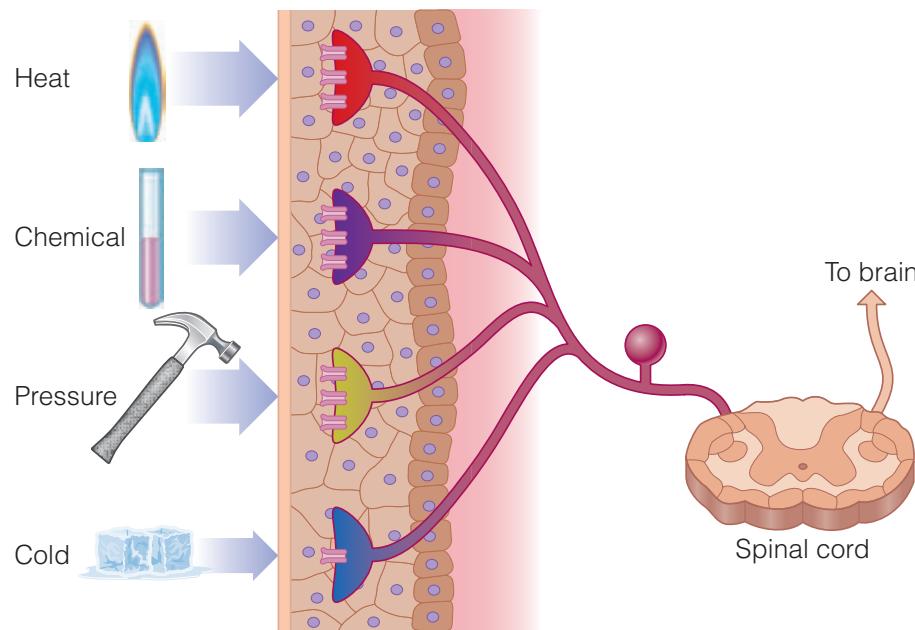
Haptische Wahrnehmung:

- aktive taktiler Wahrnehmung
  - räumliche + zeitliche sensorische Hinweisreize
  - Sensorik/Motorik/Kognition
- 
- Explorative Wahrnehmung



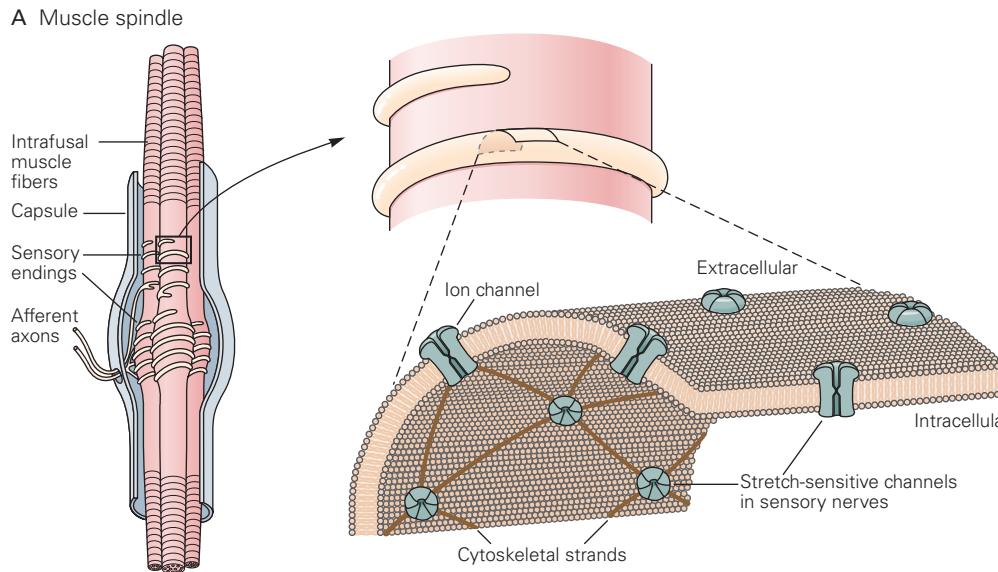
# Schmerzrezeptoren

- Noizeptoren
  - Hitze/Kälte/Druck/Chemisch



# Stellungssinn

- Propriozeption
  - Muskelspindeln an den Muskelfasern
  - Informationen über Muskellängen, Gelenkstellungen



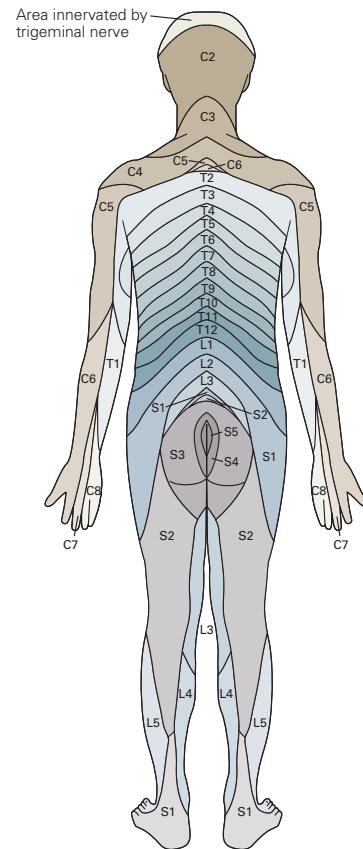
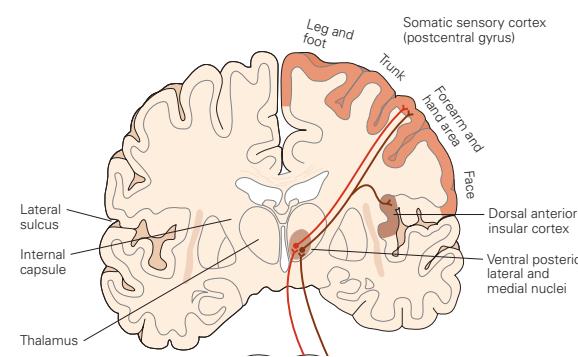
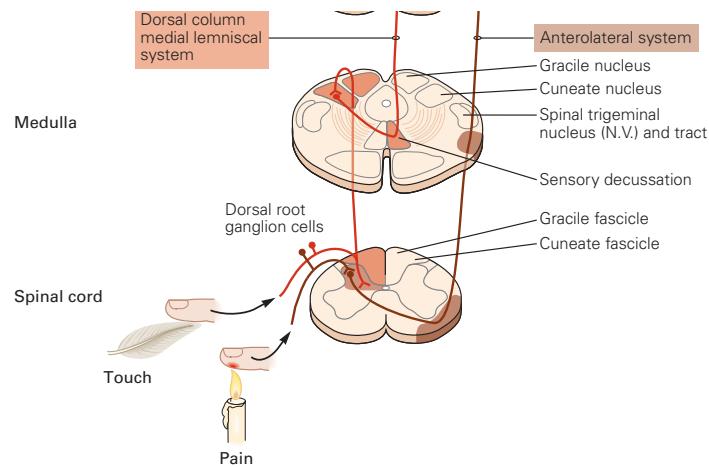
- Sehnennerven (Golgi-Rezeptoren), Gelenknerven (Ruffini-/ Pacinikörper)

# Aufsteigende sensorische Bahnen

Afferenzen treten über Hinterwurzel in das Rückenmark

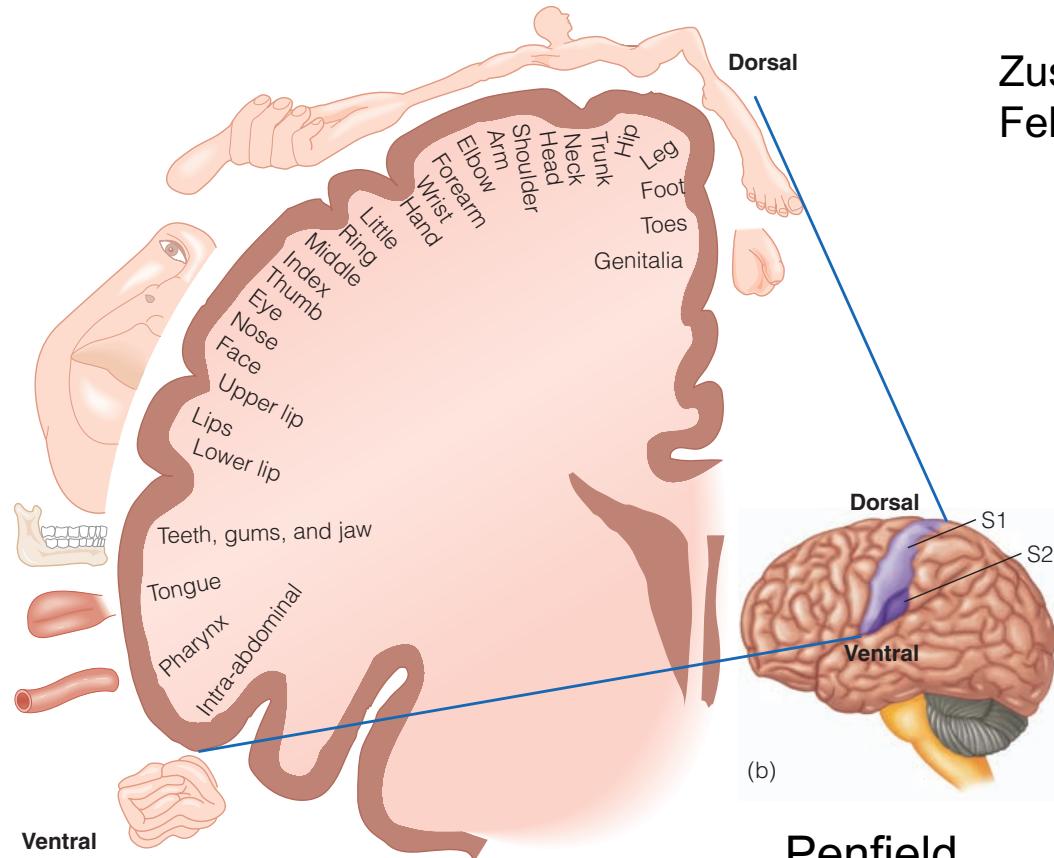
2 Bahnen:

- Lemniscal Trakt/ ipsilateraler Hinterstrang  
kreuzt auf Höhe der Medulla  
Mechanorezeptoren/Propriozeption
- Spinothalamiche Trakt  
kreuzt im Segment  
Schmerz/Temperatur

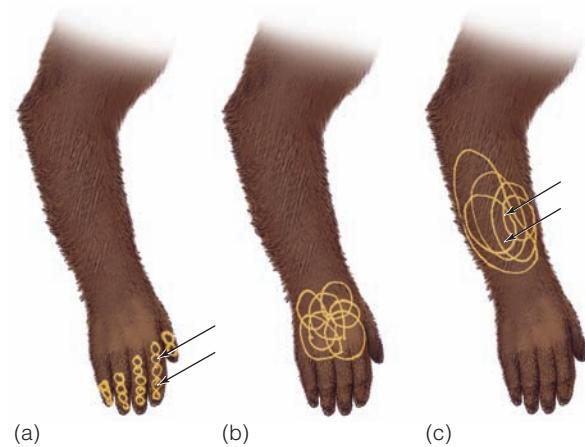


# Sensorischer Kortex

## Somatotopie/ Homunculus



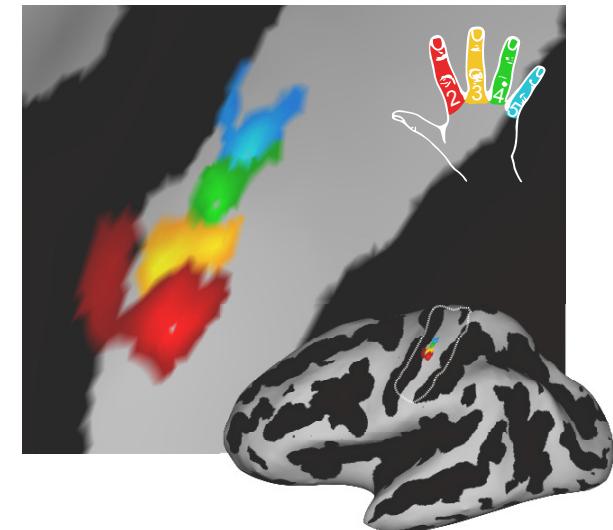
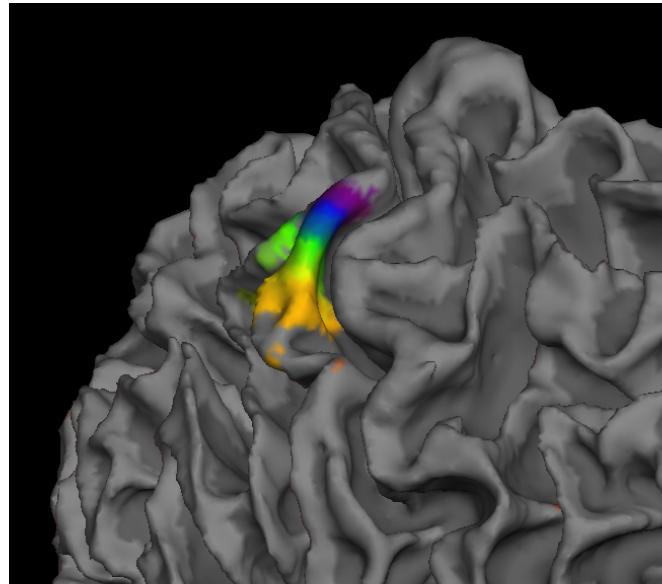
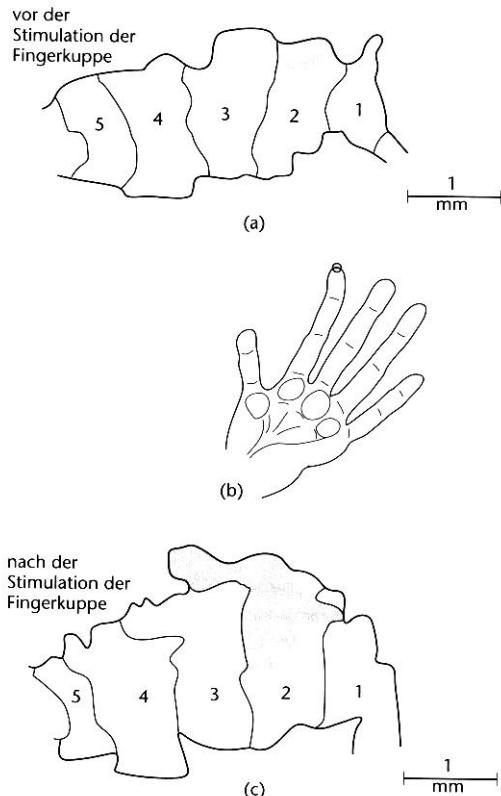
Zusammenhang zwischen rezeptiver Feldgröße und kortikaler Vergrößerung



Penfield

# Sensorischer Kortex

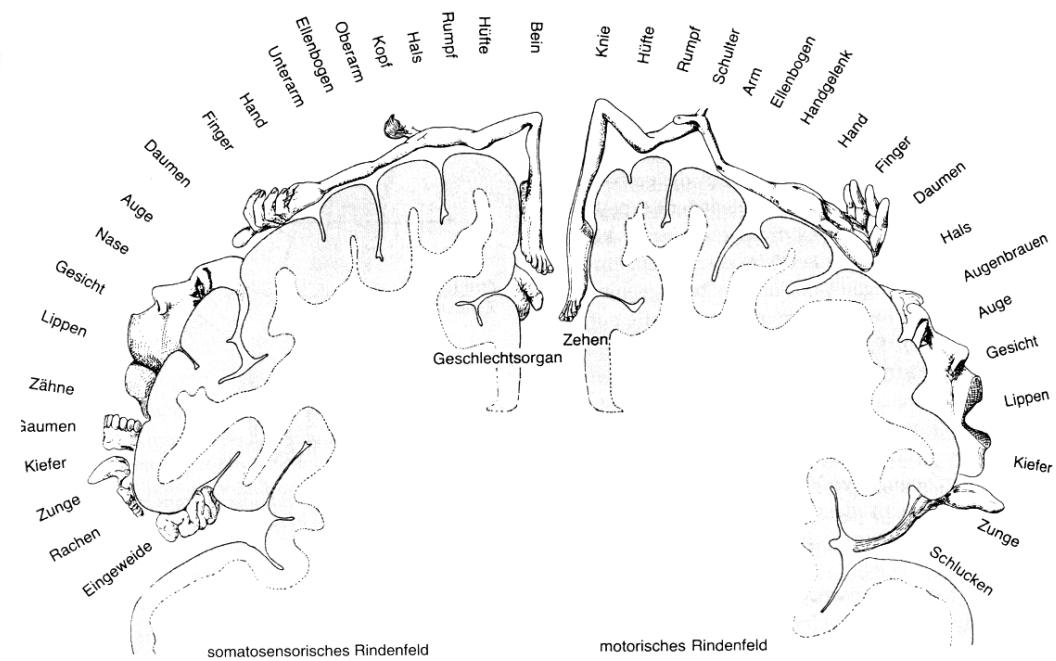
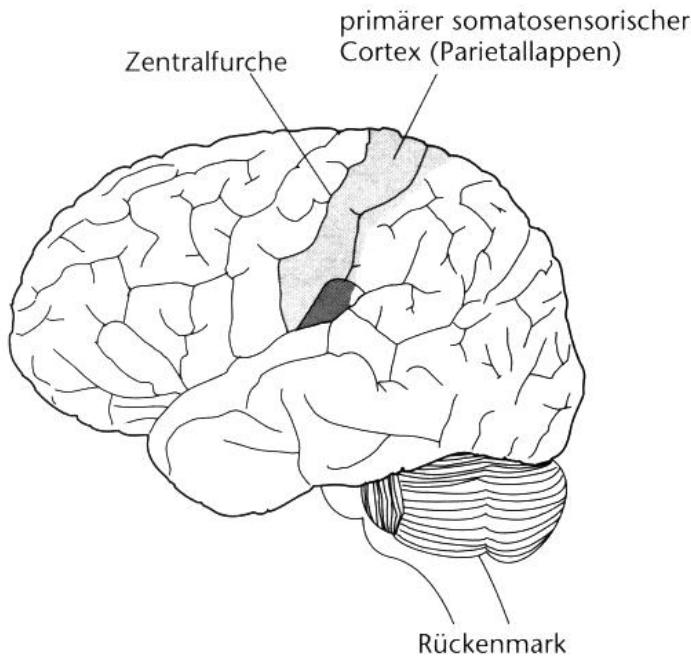
Plastizität im Handareal – durch veränderte Stimulation



Kolasinski, 2016

# Motorischer Kortex

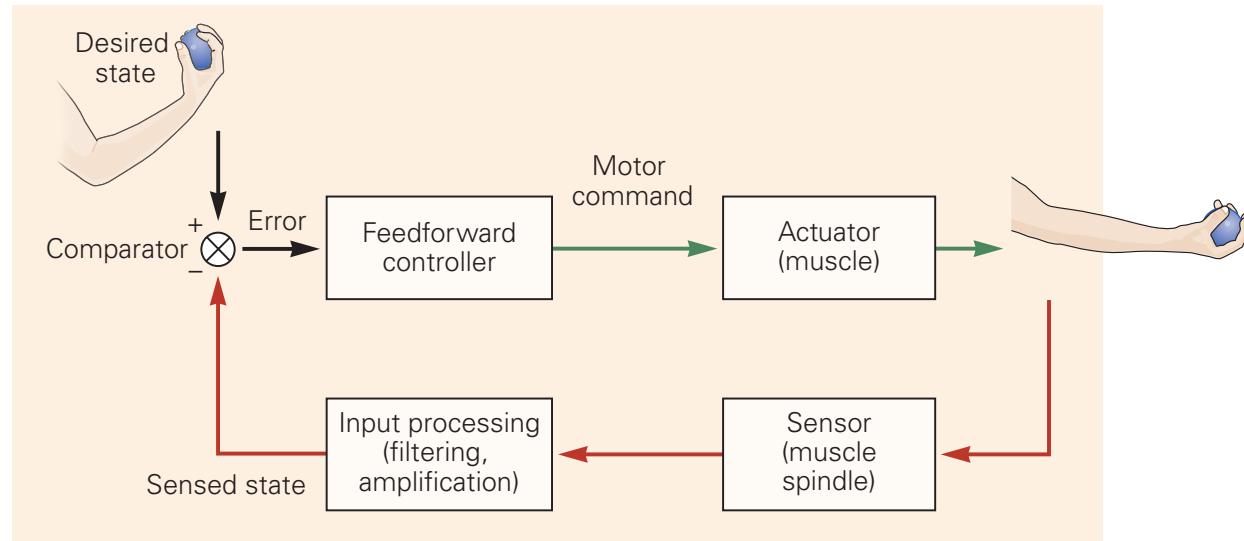
## Homunculus im Präzentralen Gyrus



# Motorischer Kortex

Efferenzkopie und Steuerung motorischer Signale  
- kontinuierlicher Vergleich von Efferenzkopie (Ziel-Zustand) und Afferenzen (Ist-Zustand)

B Feedback control



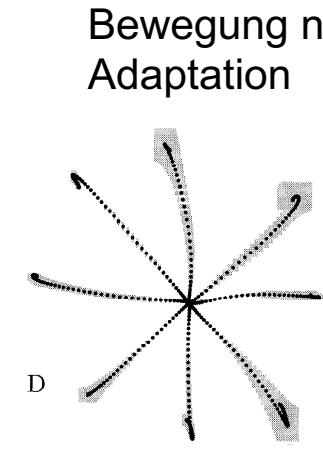
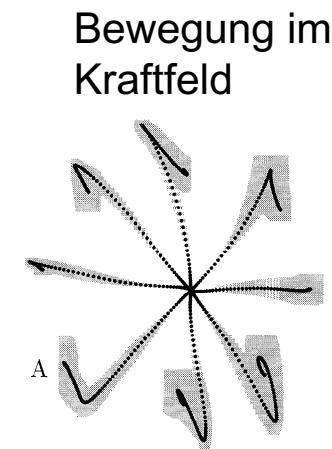
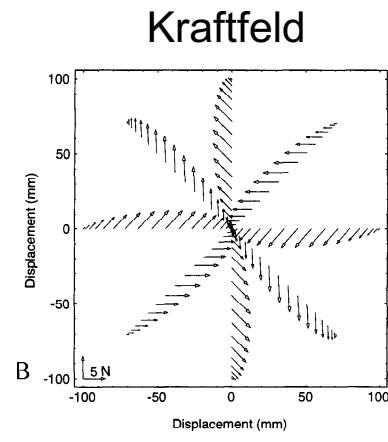
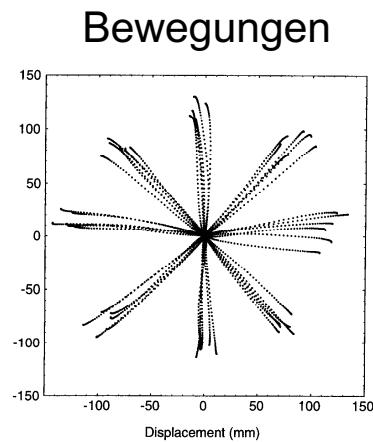
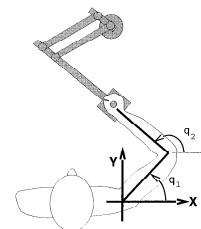
# Motorischer Kortex

Bewegungsplanung im Egozentrischen Raum

- somatosensorische /visuelle Information sind  
Relevant für die Planung

Bewegungsadaption

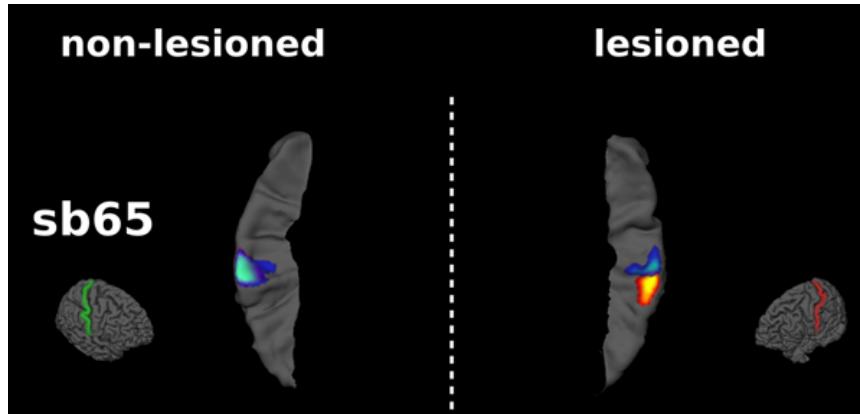
Shadmehr, 1994



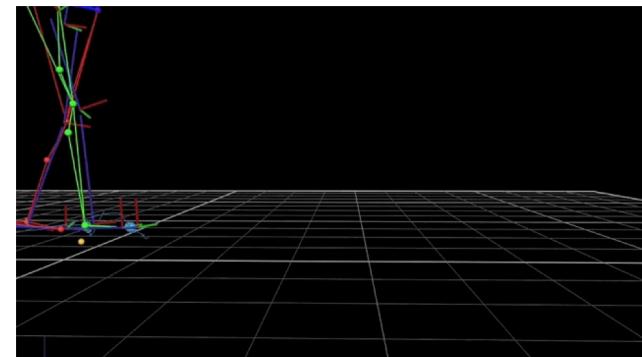
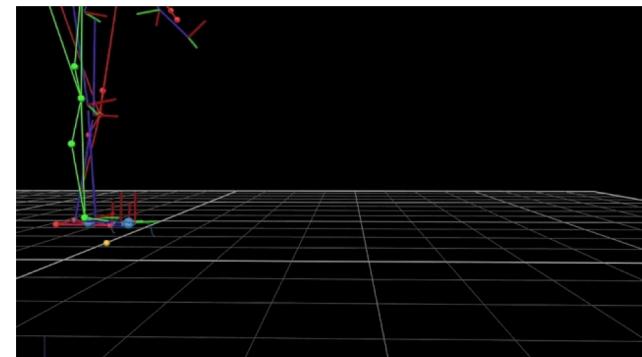
# Motorischer Kortex

## Plastizität des Motorkortex nach Schädigung

- Aktives Training Verändert Motorkortex
- Ausmaß der Plastizität korreliert mit veränderter Motorik



Merkel, 2017



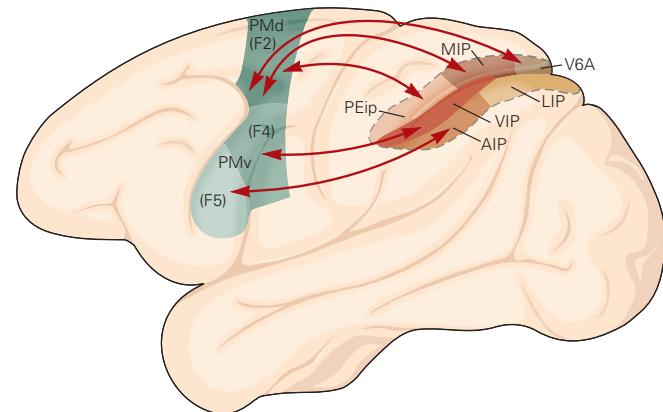
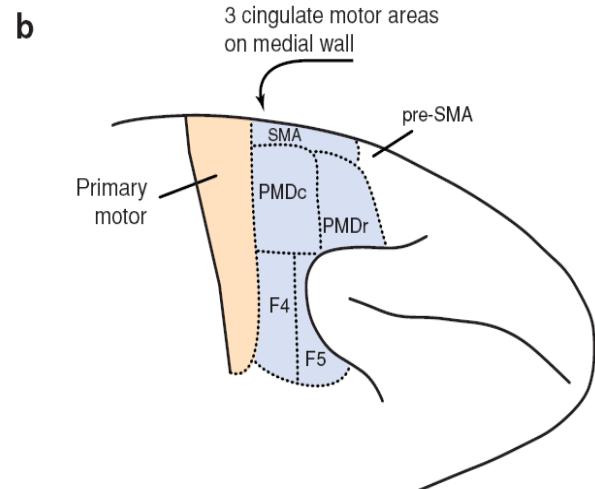
# Motorischer Kortex

## - Prämotorischer Cortex (lateral)

- eher Manipulation externer Reize
- Strecken nach Stimulus

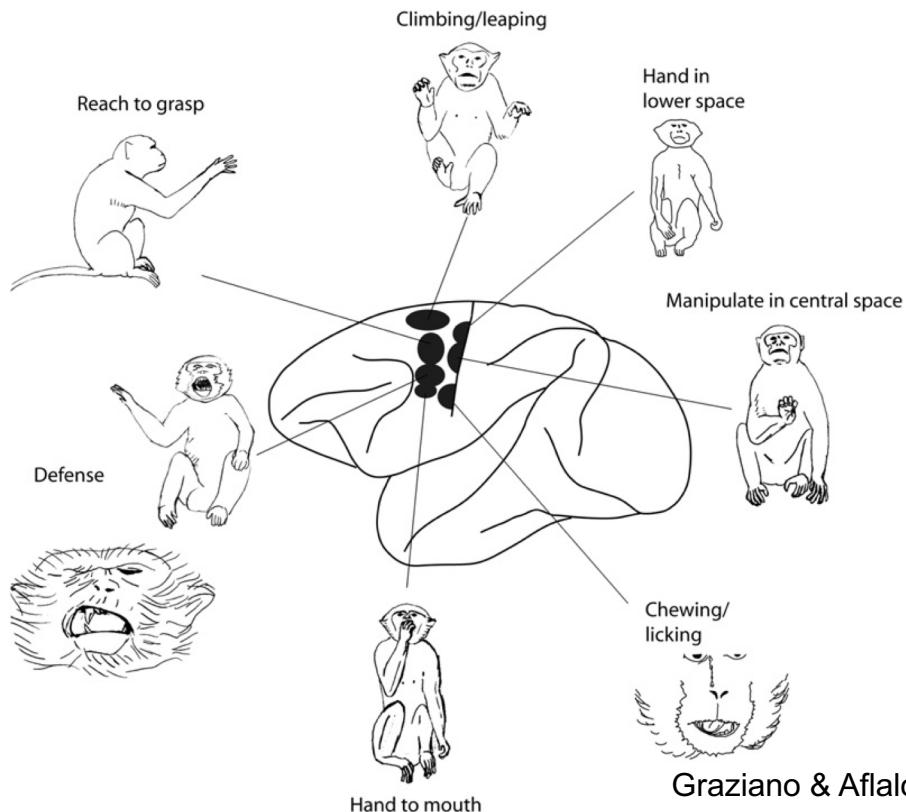
## - Supplementärmotorischer Cortex (medial)

- eher intern generierte Bewegungen
- Kodierung komplexer Bewegungsmuster



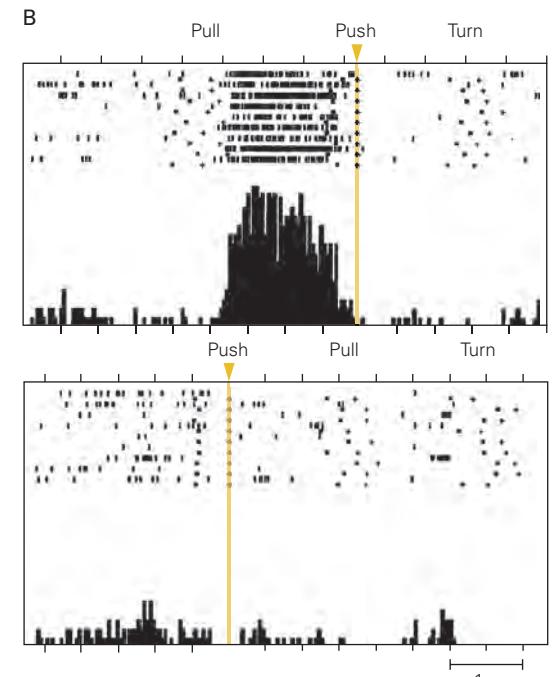
# Motorischer Kortex

- Sequenzspezifische Neurone in SMA



Graziano & Aflalo, 2007

Nur aktiv für ‚Zug‘ VOR ‚Druck‘



Tanji, 2001

# Motorischer Kortex

- Zielgerichtete Bewegungen wird frontal und parietal verarbeitet
- Parietalcortex enthält multimodale Repräsentation unserer aktuellen Umwelt
- Sensorisch gesteuerte Bewegungen benötigen Rauminformationen des parietalen Kortex

# Motorischer Kortex

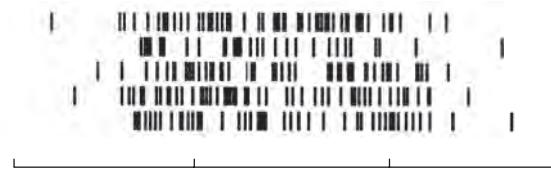
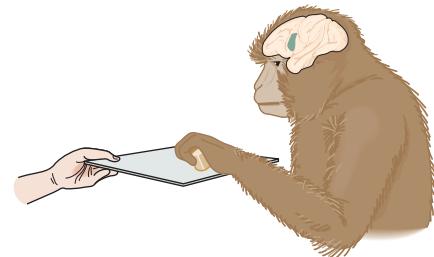
Spiegelneurone:

- Aktiv bei Beobachtung motorischer Akte in einem anderen Individuum
- Empathische Aktivierung der motorischen Areale
- PMv / AIP

# Motorischer Kortex

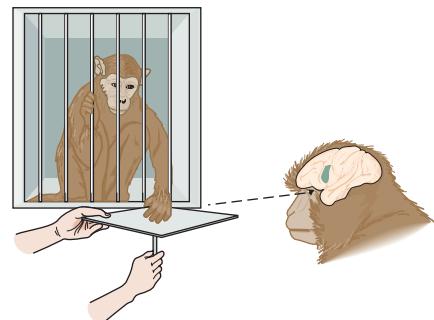
Spiegelneurone:

A



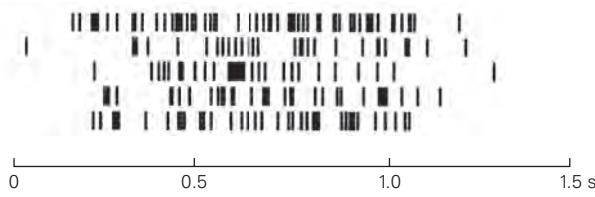
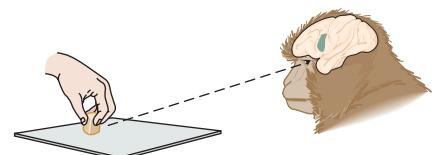
Ausführen

B



Beobachten  
(Affe)

C

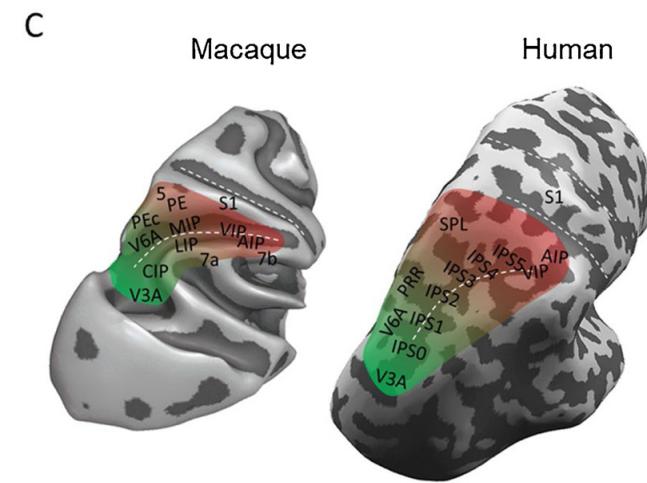
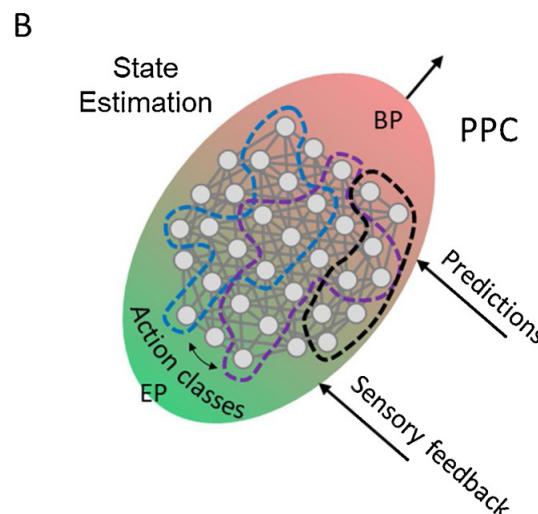
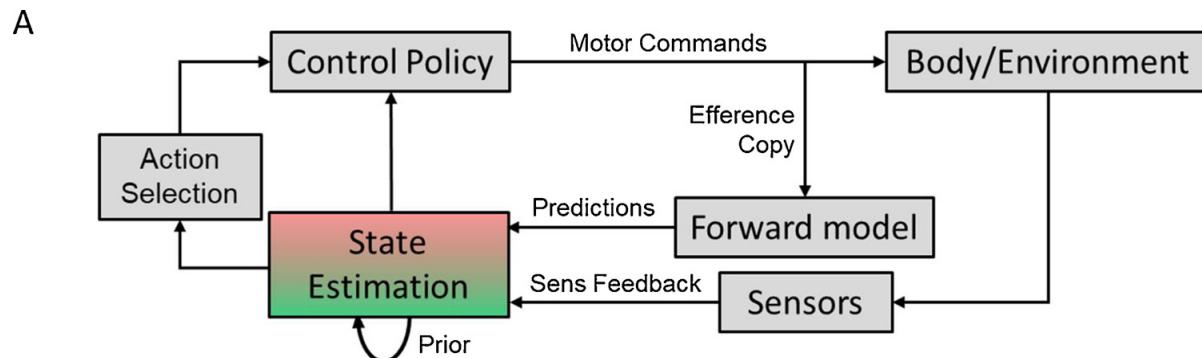


Beobachten  
(Mensch)

Rizzolatti, 1996

# Parietaler Kortex

Multimodale Integration und Optimierung von Individuum-Umwelt - Interaktion



Medendorp, 2019