

Allgemeine Psychologie:
Sinnesphysiologie
Sommersemester 2008

Thomas Schmidt

Folien: <http://www.allpsych.uni-giessen.de/thomas>

Literatur

- Rosenzweig et al. (2005), Ch. 8 - 10

Sinnesphysiologie

- Prinzipien der Informationsverarbeitung in Sinnessystemen
- Somatosensorik
- Chemische Sinne (Geruch und Geschmack)

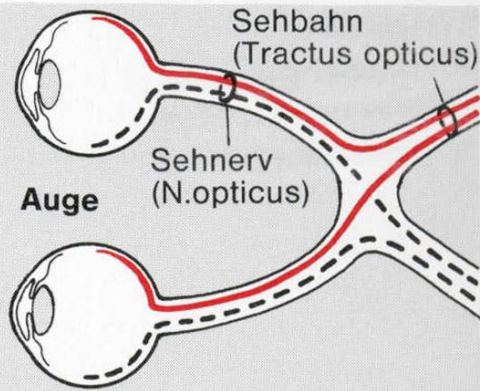
Grundprinzipien

- **Transduktion:** Physikalische Reize werden in elektrische Potentiale verwandelt
- **Transformation:** Reizstärke werden durch Aktionspotential-Frequenzen codiert
- **Labeled Lines** ("spezifische Sinnesenergien"): Für jede Sinnesmodalität gibt es spezialisierte Rezeptoren, Übertragungspfade und Gehirngebiete
- **Psychophysiologie:** Vorgänge im Nervensystem (Physiologie) führen zu subjektiven Empfindungen (Psychologie)

Sinnesphysiol. Begriff

Modalität
Gesichtssinn

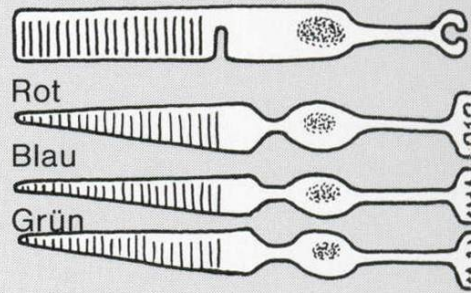
organisches Substrat



Verschiedene Modalitäten haben unterschiedliche Sensoren und werden in unterschiedlichen kortikalen Arealen verarbeitet („labeled lines“)

Qualitäten
Helligkeit
Rot
Grün
Blau

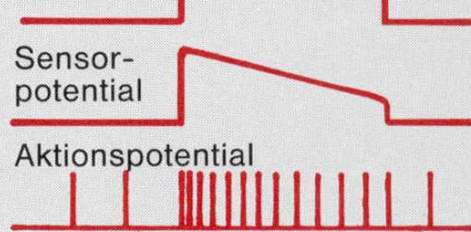
Sensoren für Helligkeit



Qualitäten der Sinnesempfindungen innerhalb einer Modalität sind durch die Sensororgane und durch die kortikale Verarbeitung bedingt

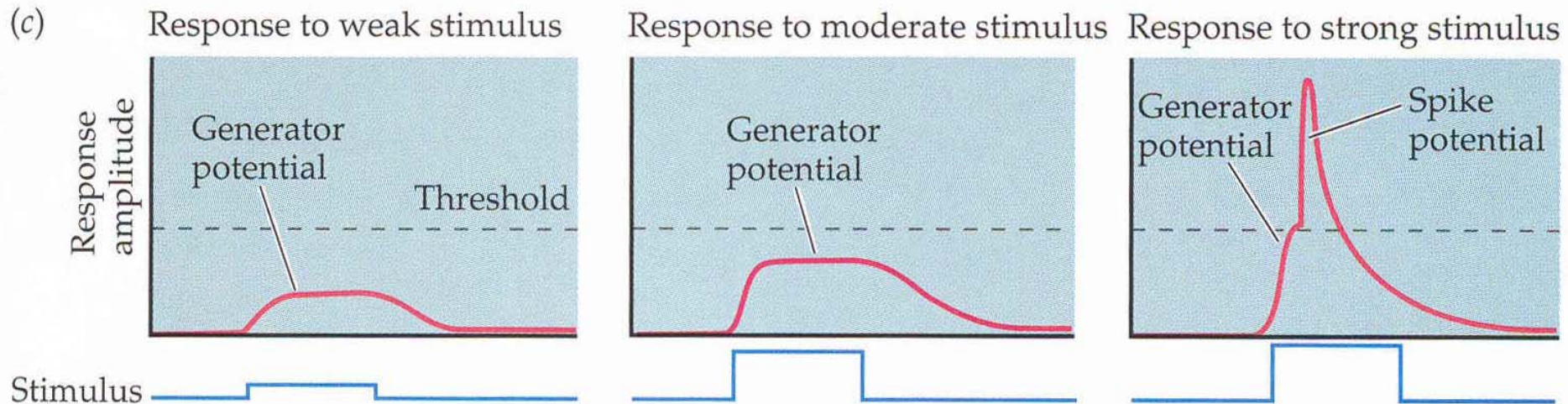
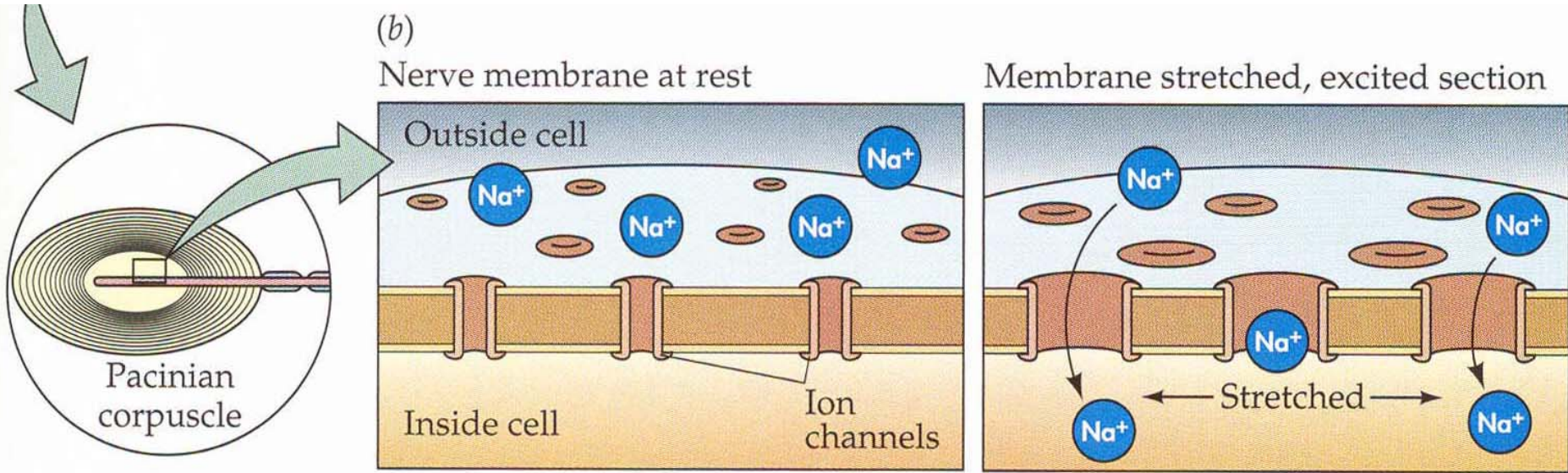
Quantität
Intensität der Lichtempfindung

Amplitude d. Sensorpotent. Lichtreiz

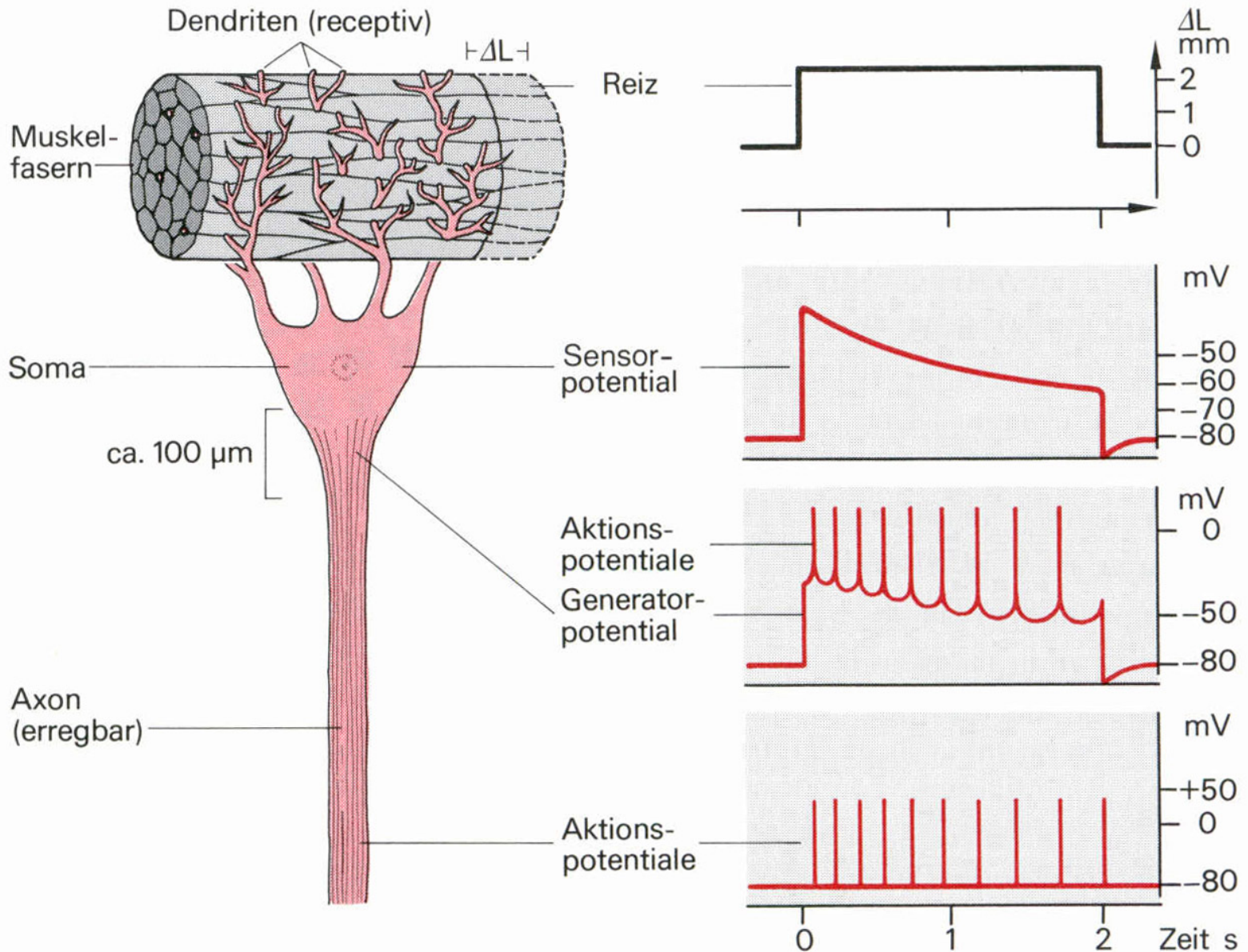


Wenn alles andere gleich bleibt, gilt: Je stärker die Stimulation, desto größer die Anzahl der Aktionspotentiale und die Empfindungsstärke

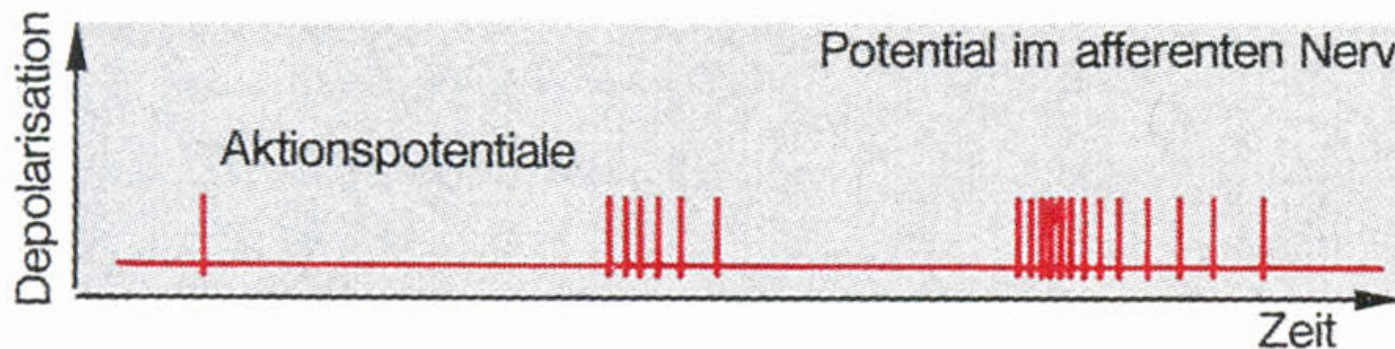
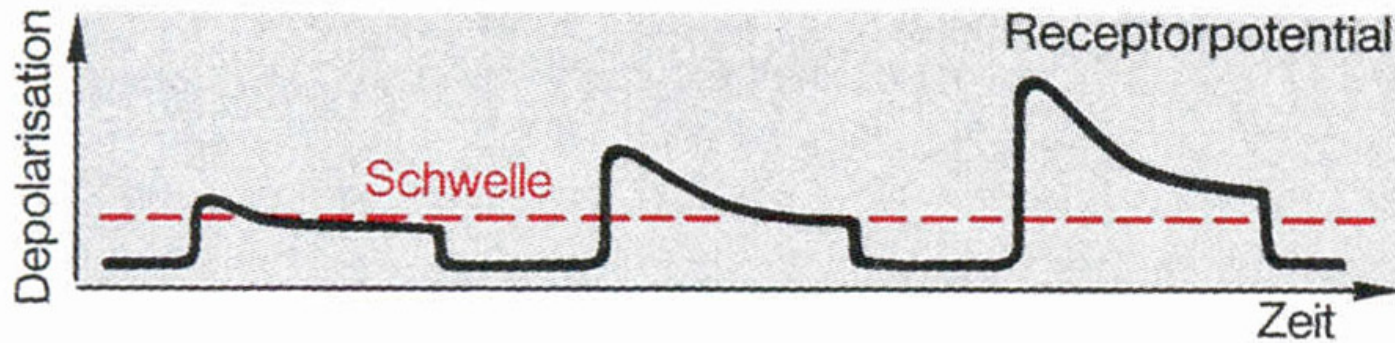
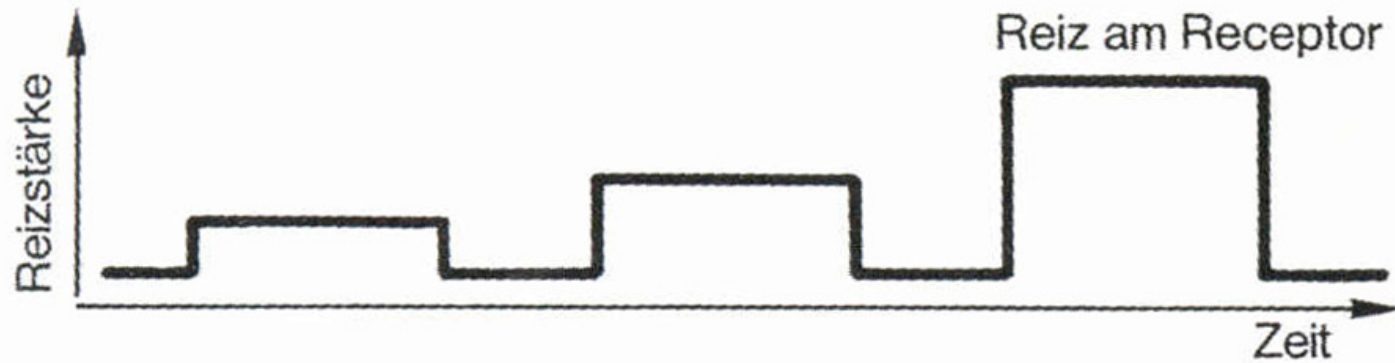
Transduktion eines mechanischen Reizes in ein elektrisches Potential



Transduktion und Transformation

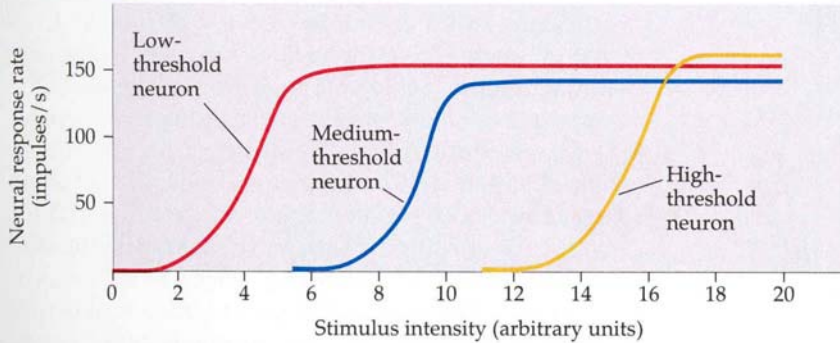


Transformation: aus Reizstärken werden werden Feuerfrequenzen

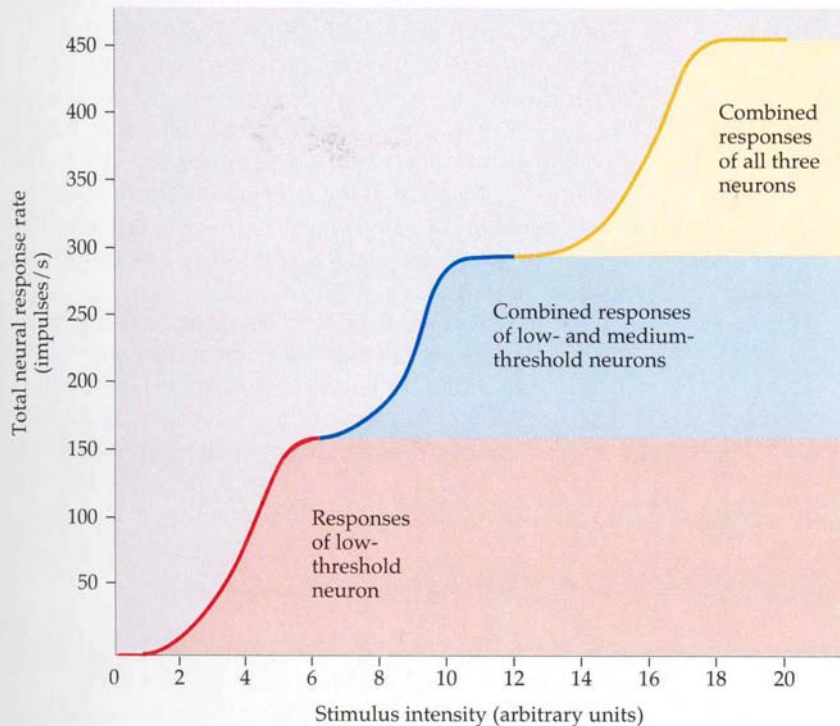


Populationskodierung

(a) Response rate versus stimulus intensity for three neurons with different thresholds

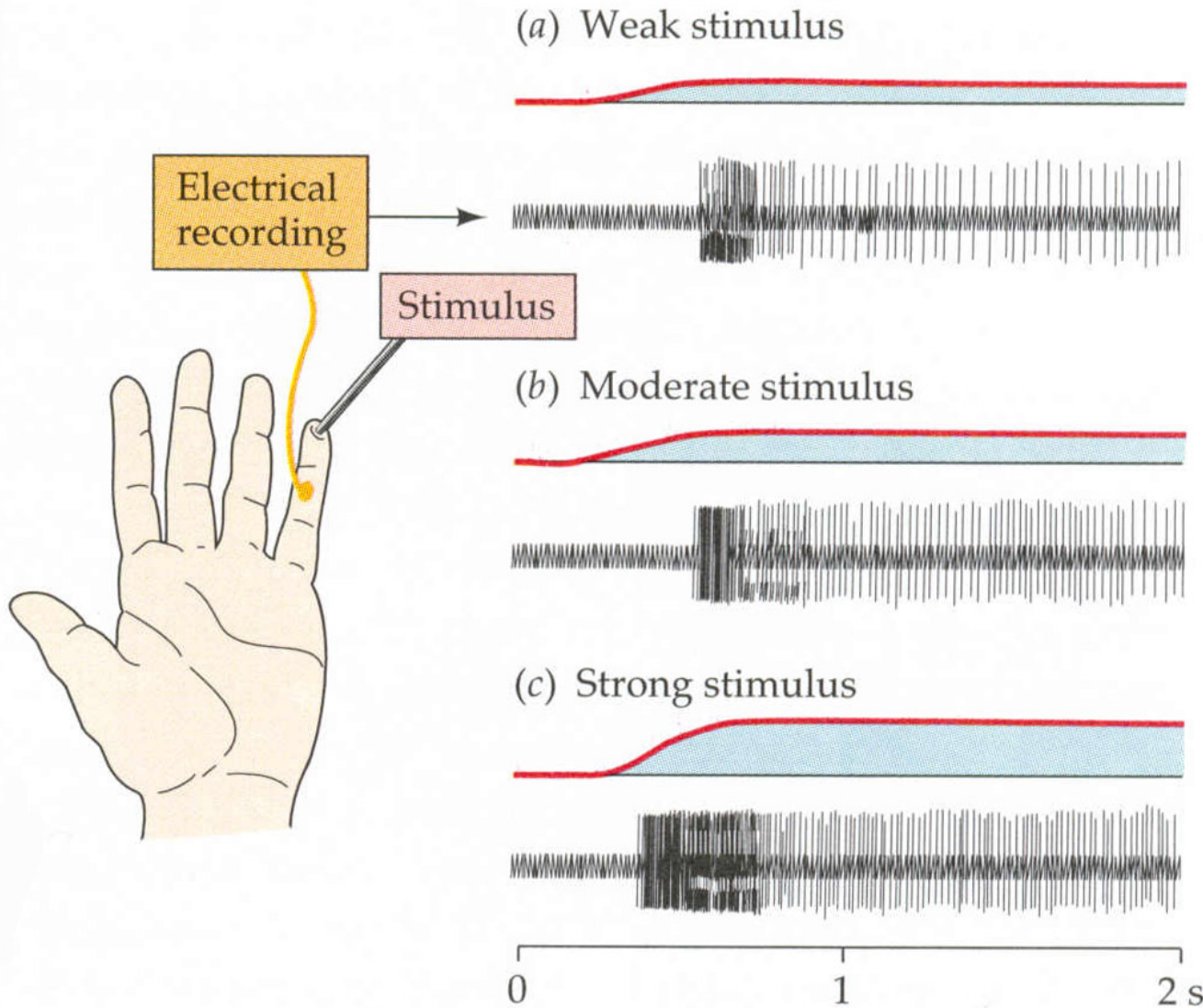


(b) Simulation of responses for the three neurons



Der Arbeitsbereich eines Sensors kann dadurch vergrößert werden, dass unterschiedlich empfindliche Sensoren parallel geschaltet werden. Diese Art der Kodierung wird auch in der Netzhaut durch Zapfen und Stäbchen benutzt.

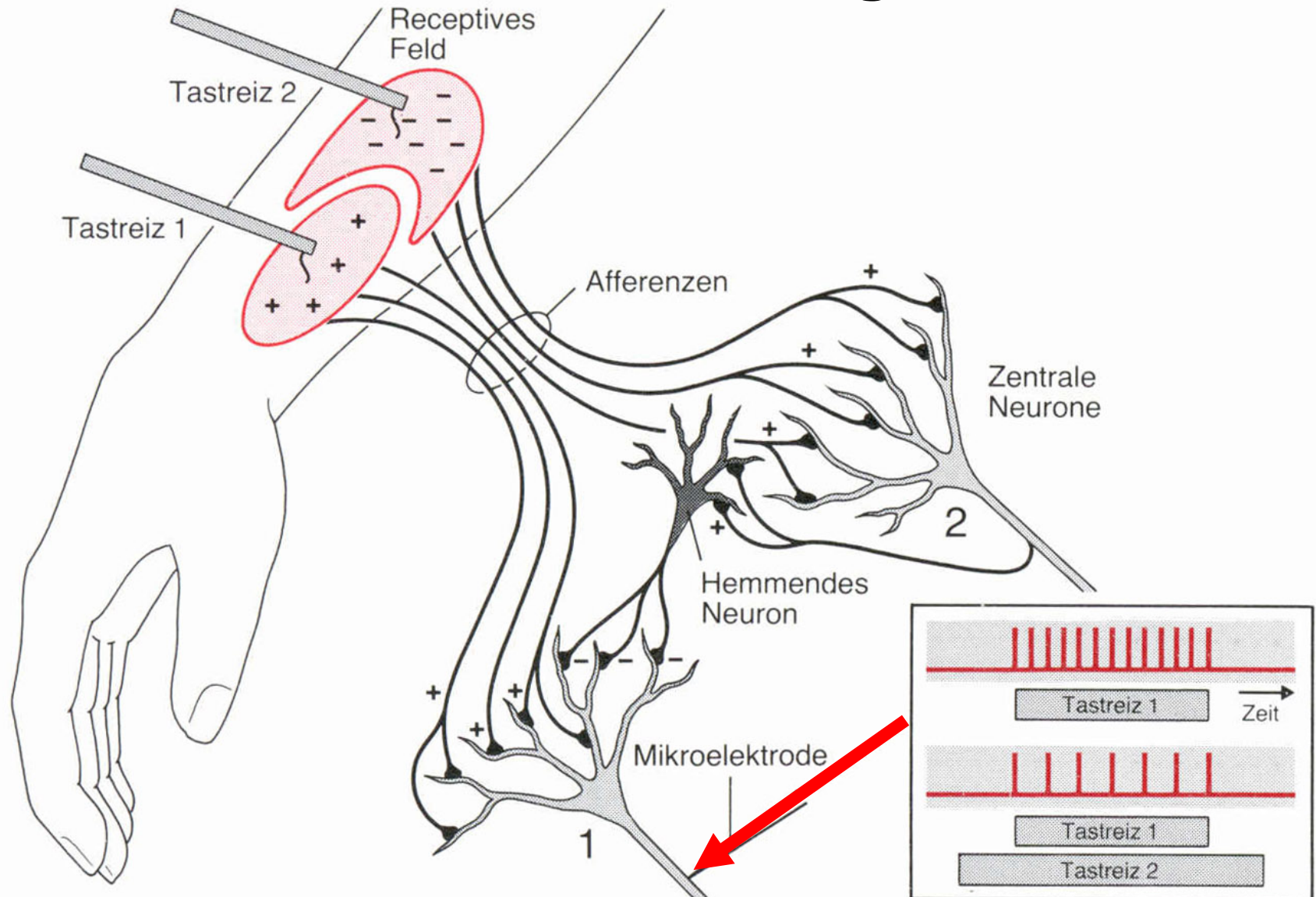
Adaptation



Abweichungen vom momentanen Zustand sind besonders wichtig!

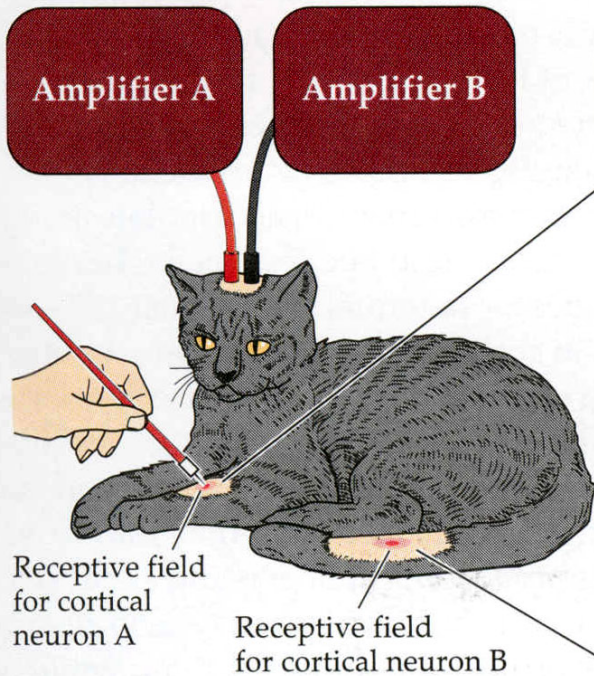
Adaptation verschiebt den Arbeitsbereich des sensorischen Systems hin zu den aktuell gegebenen Reizen.

Rezeptive Felder: Erregung und Hemmung

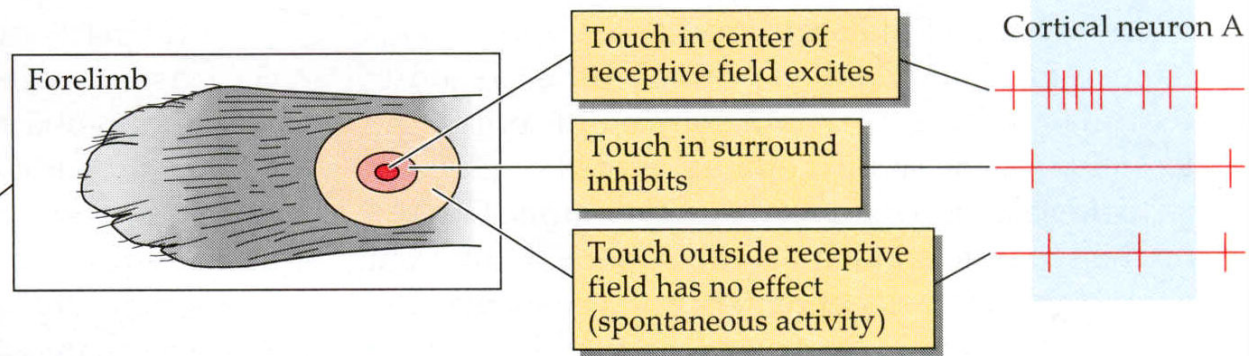


Rezeptive Felder

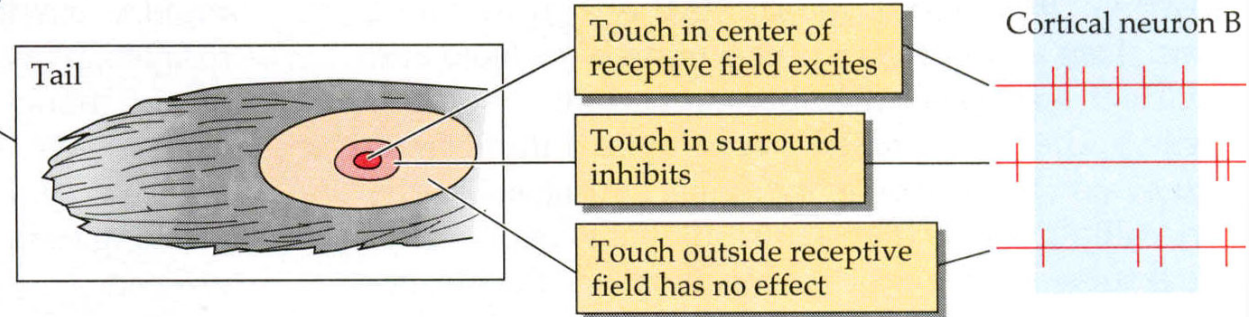
(a) Experimental setup



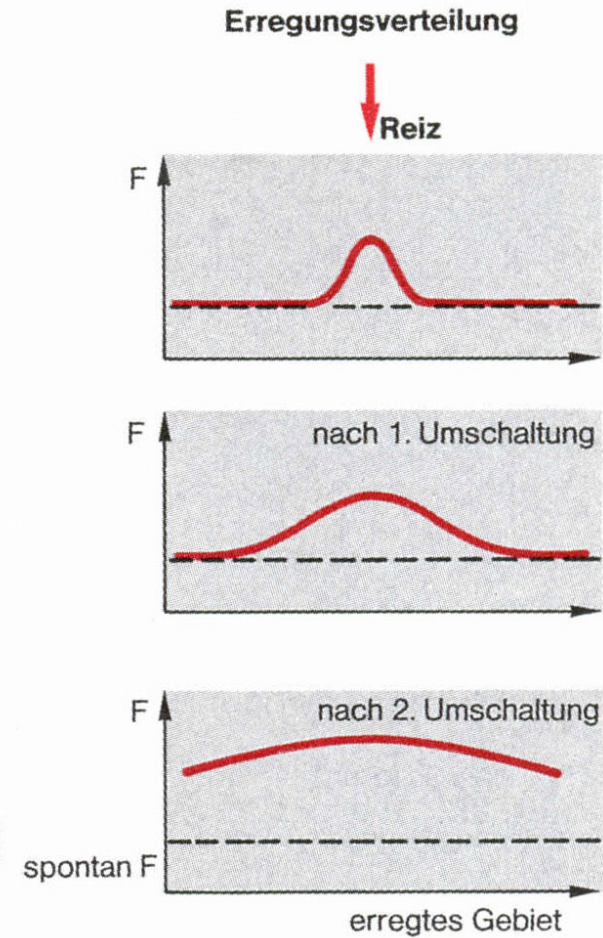
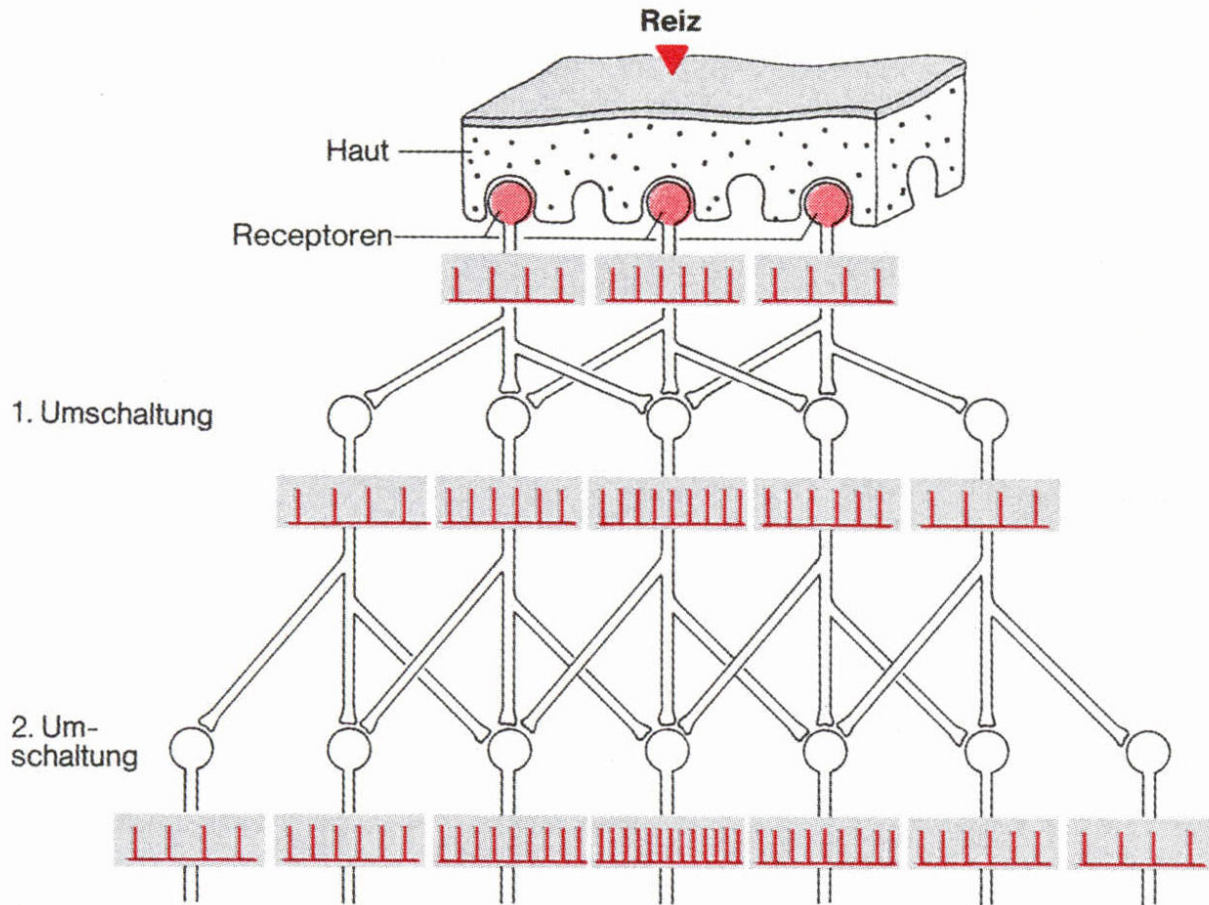
(b) Cortical cell with receptive field on forelimb



(c) Cortical cell with receptive field on tail

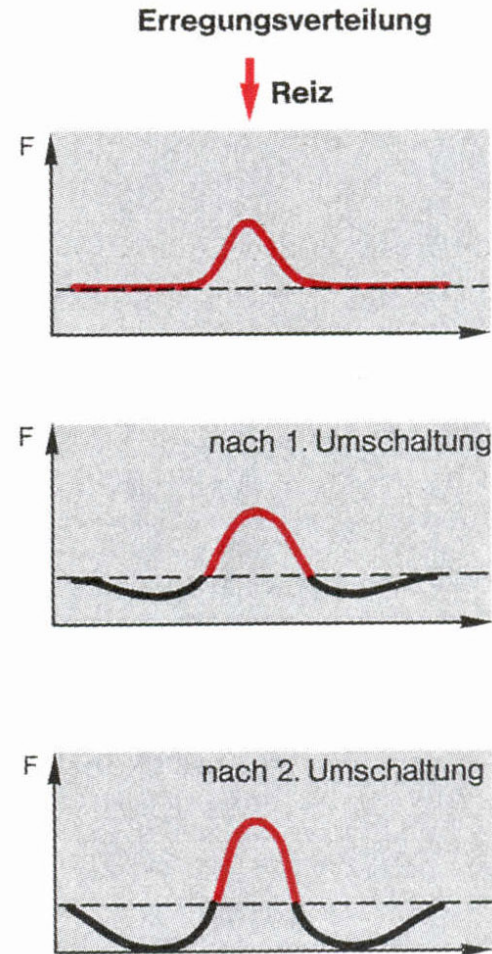
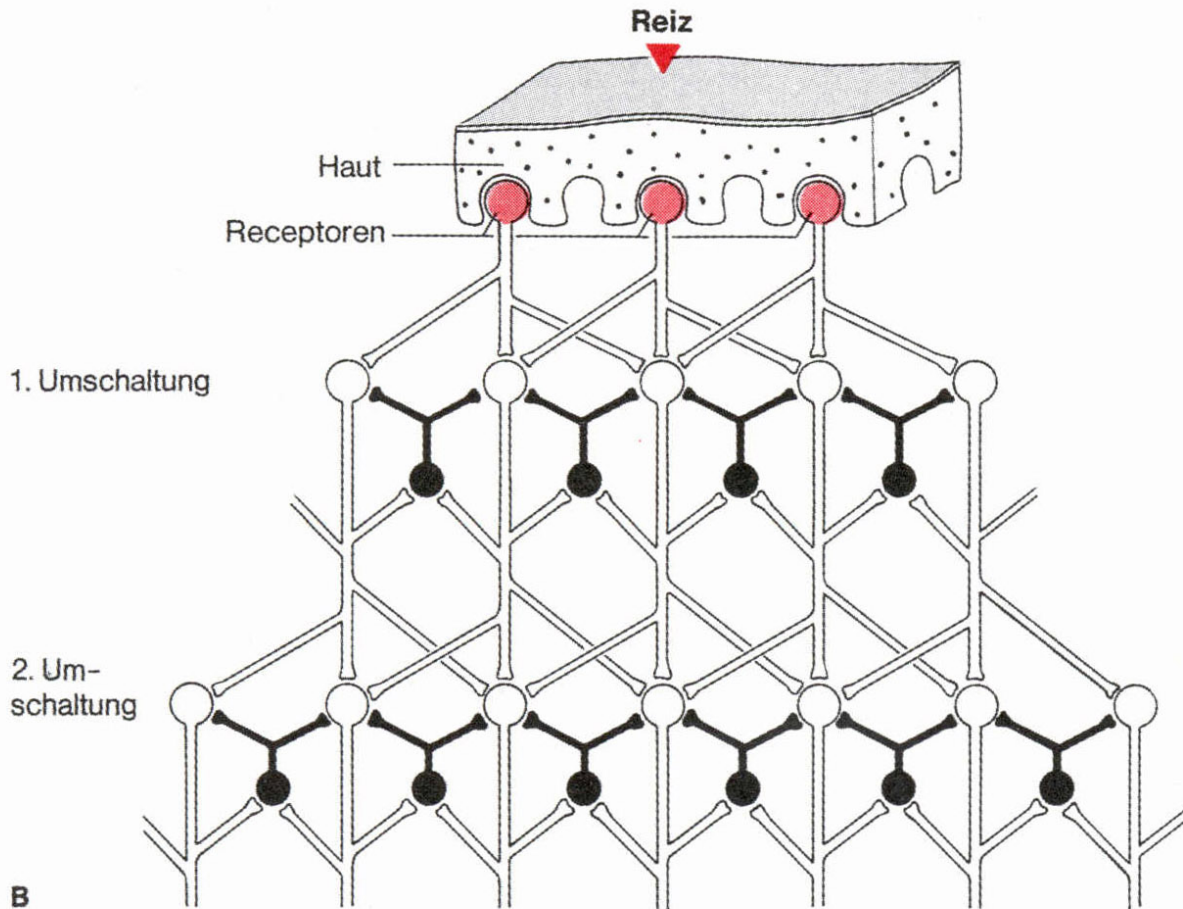


Reizverstärkung



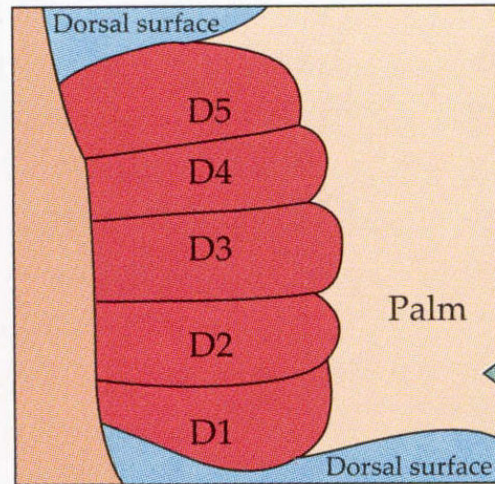
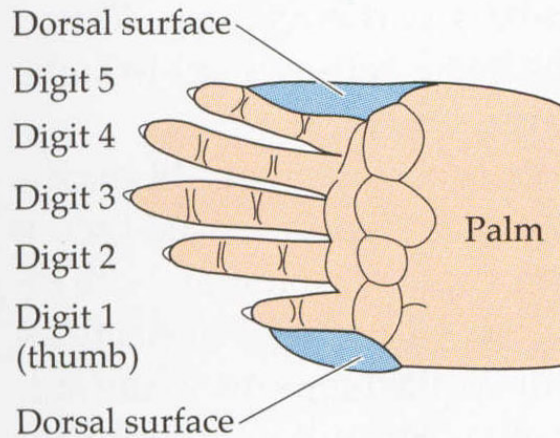
A

Kontrastverstärkung durch hemmende Interneuronen

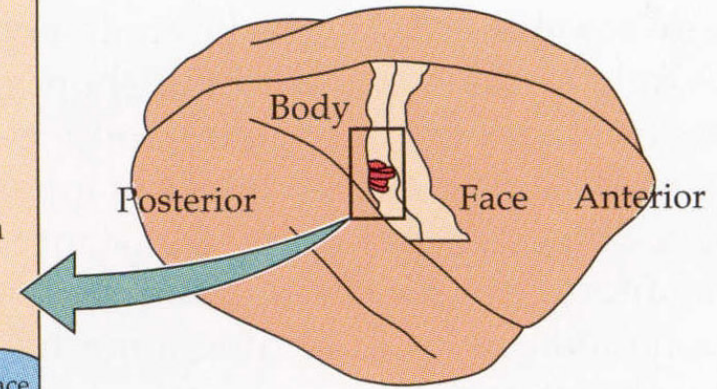


Repräsentation: neuronale Karten

(a) Representation of the left hand in primary somatosensory cortex in right hemisphere of monkey brain



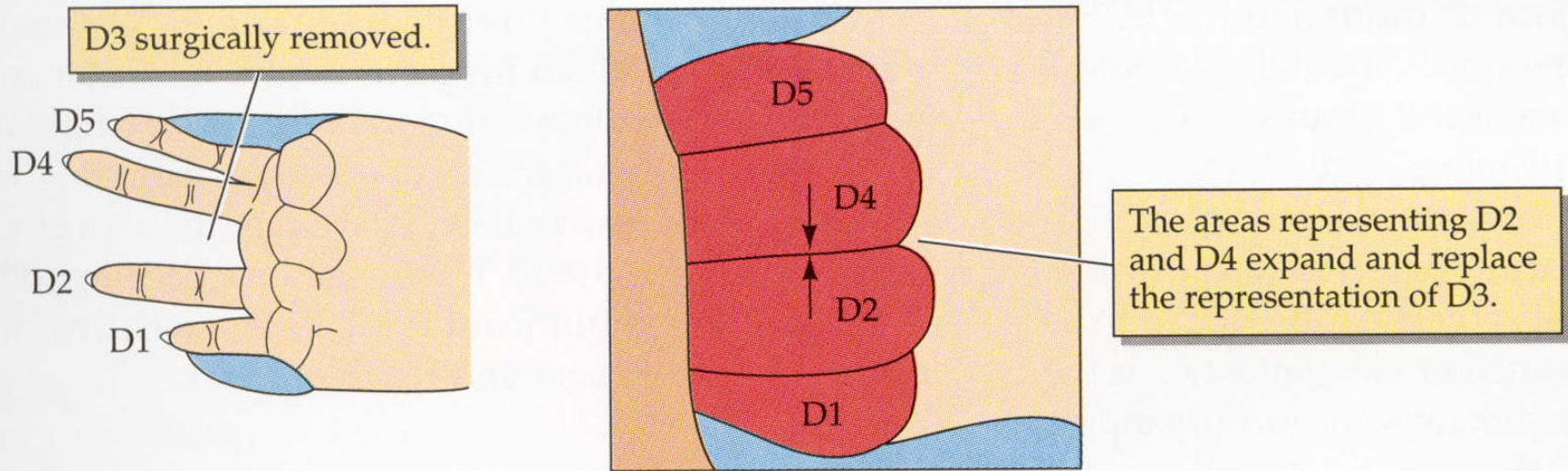
Details of cortical map
(D5 = Digit 5, etc.)



Die Umwelt ist in der Regel systematisch innerhalb des Gehirns repräsentiert. Reize, die einander nahe sind, werden auch von benachbarten Neuronen im Kortex verarbeitet.

Reorganisation und Plastizität

(c) Experiment 2



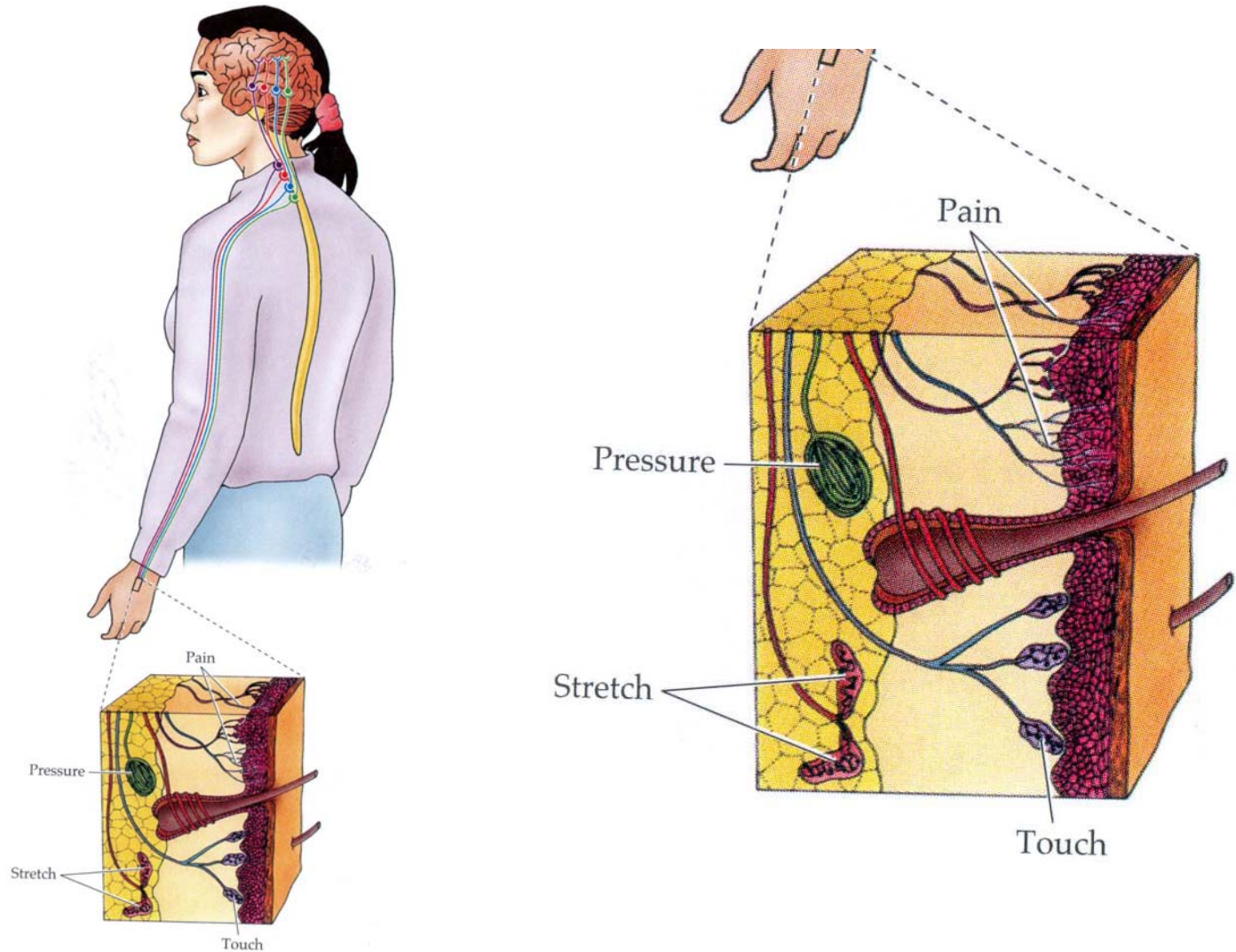
Die Repräsentation ist dynamisch und passt sich veränderten Umgebungsreizen an. Nach Amputation eines Fingers geht auch dessen Repräsentation im somatosensorischen Kortex verloren. Die benachbarten Finger nehmen den zusätzlichen Raum ein.

INTERMISSION

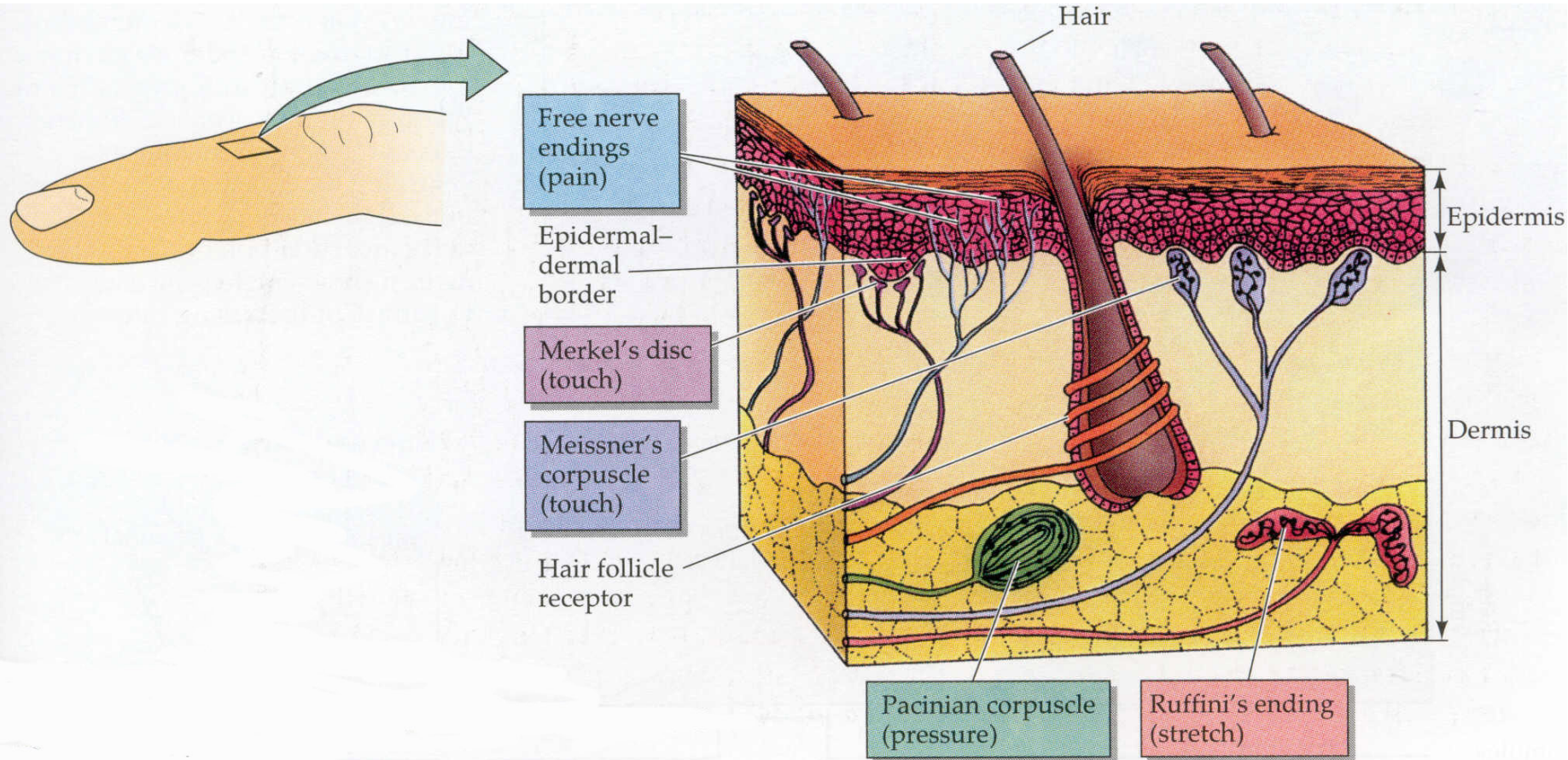
Somatosensorik

- Vier verschiedene Arten von Hautrezeptoren
- Organisation in Dermatome
- Zwei aufsteigende Bahnen
- Somatosensorischer Homunculus
- Schmerzempfinden

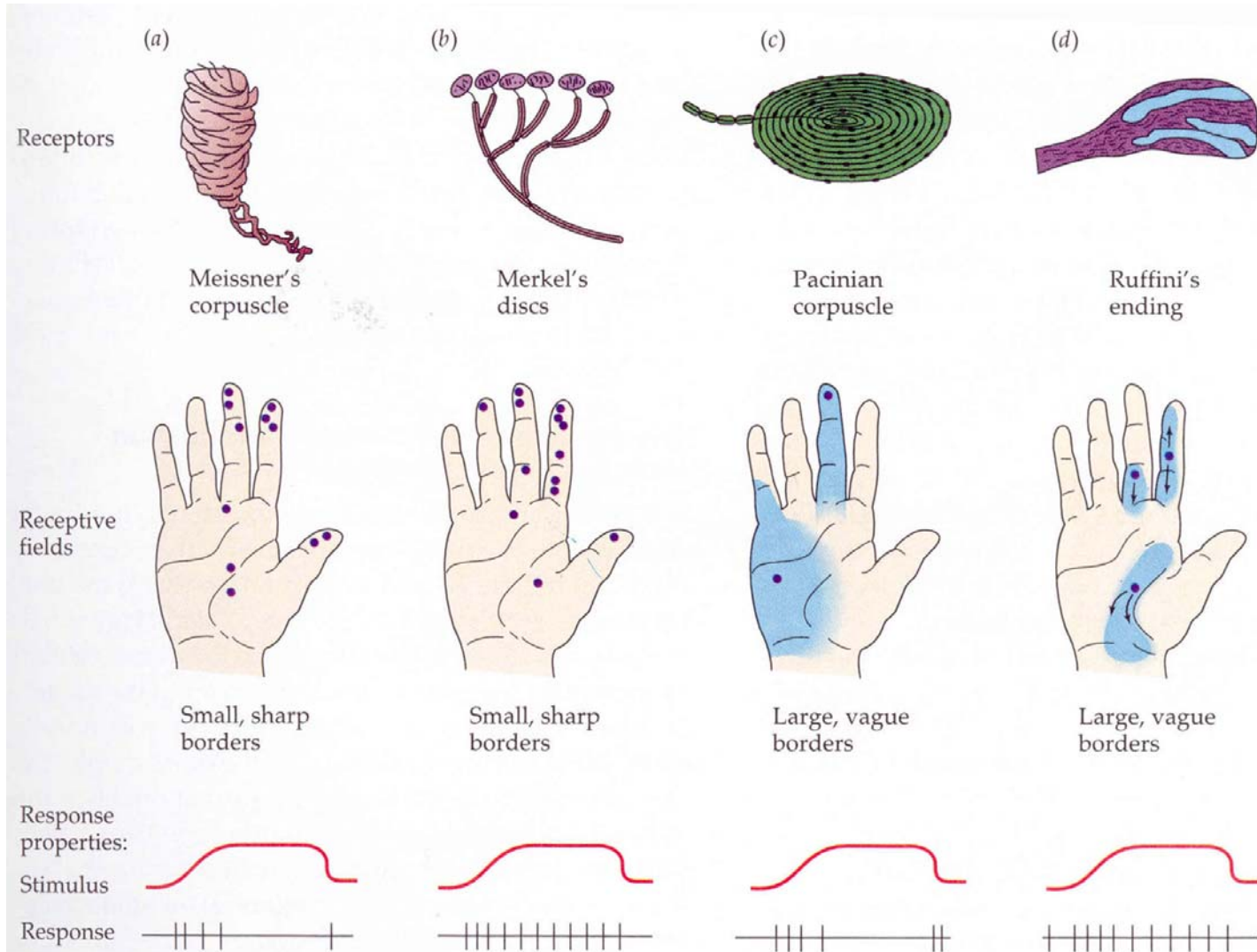
Labeled Lines für verschiedene taktile Wahrnehmungsmodalitäten



Arten von Hautrezeptoren



Eigenschaften der Tastrezeptoren



Beispiel: Lesen von Blindenschrift

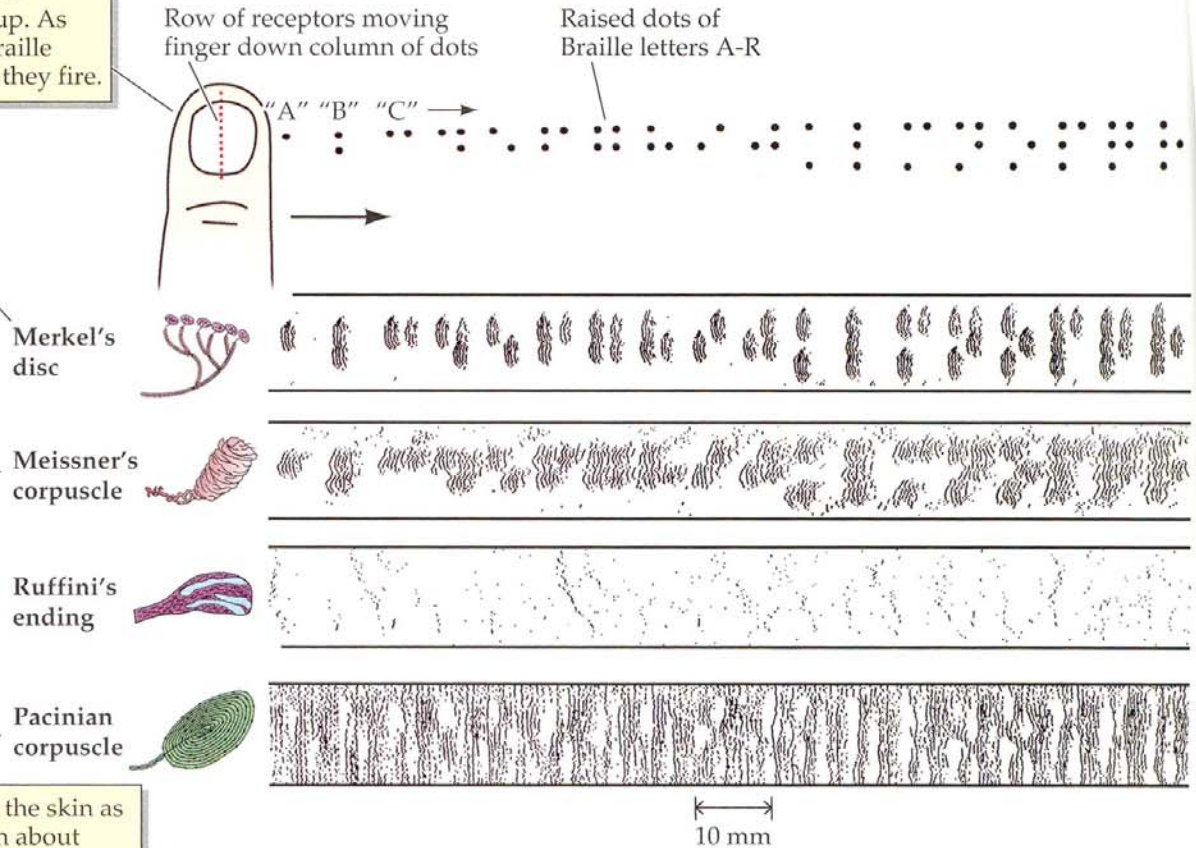
Imagine your finger is transparent, and that you can see a row of receptors across the middle. Each time a receptor produces an action potential, it lights up. As you move your finger over the raised dots of Braille encoding the letters A-R, the receptors flash as they fire.

The Merkel's discs fire only when they are being drawn over the dot and, because they are slowly adapting, fire continuously while passing over each dot. Their firing pattern produces a faithful representation of the dots, providing form information.

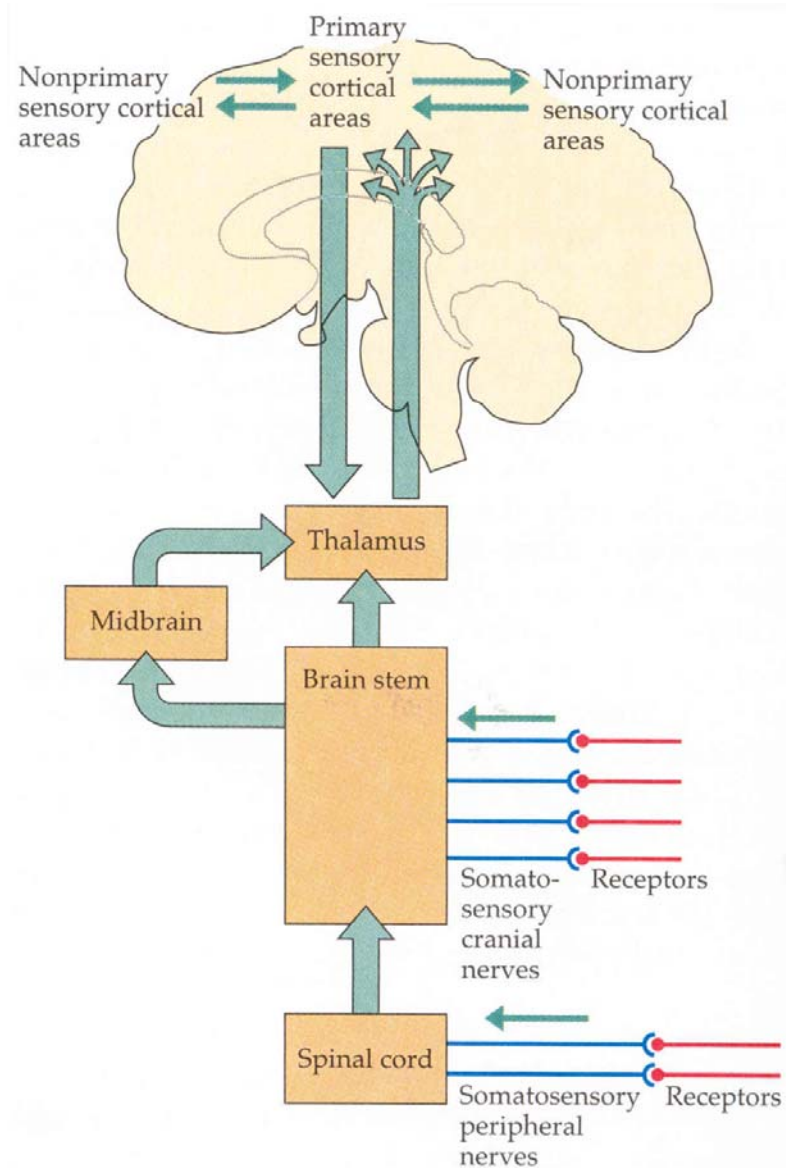
The Meissner's corpuscles have larger receptive fields, so their activity does not distinguish the various Braille letters as well as the Merkel's discs. Meissner's corpuscles also adapt quickly, so they fire less rapidly while passing over each dot.

Ruffini's endings respond to stretch, so they fire as the skin is stretched while passing over the raised dots, but don't provide a very complete representation of form. They adapt slowly to stretch.

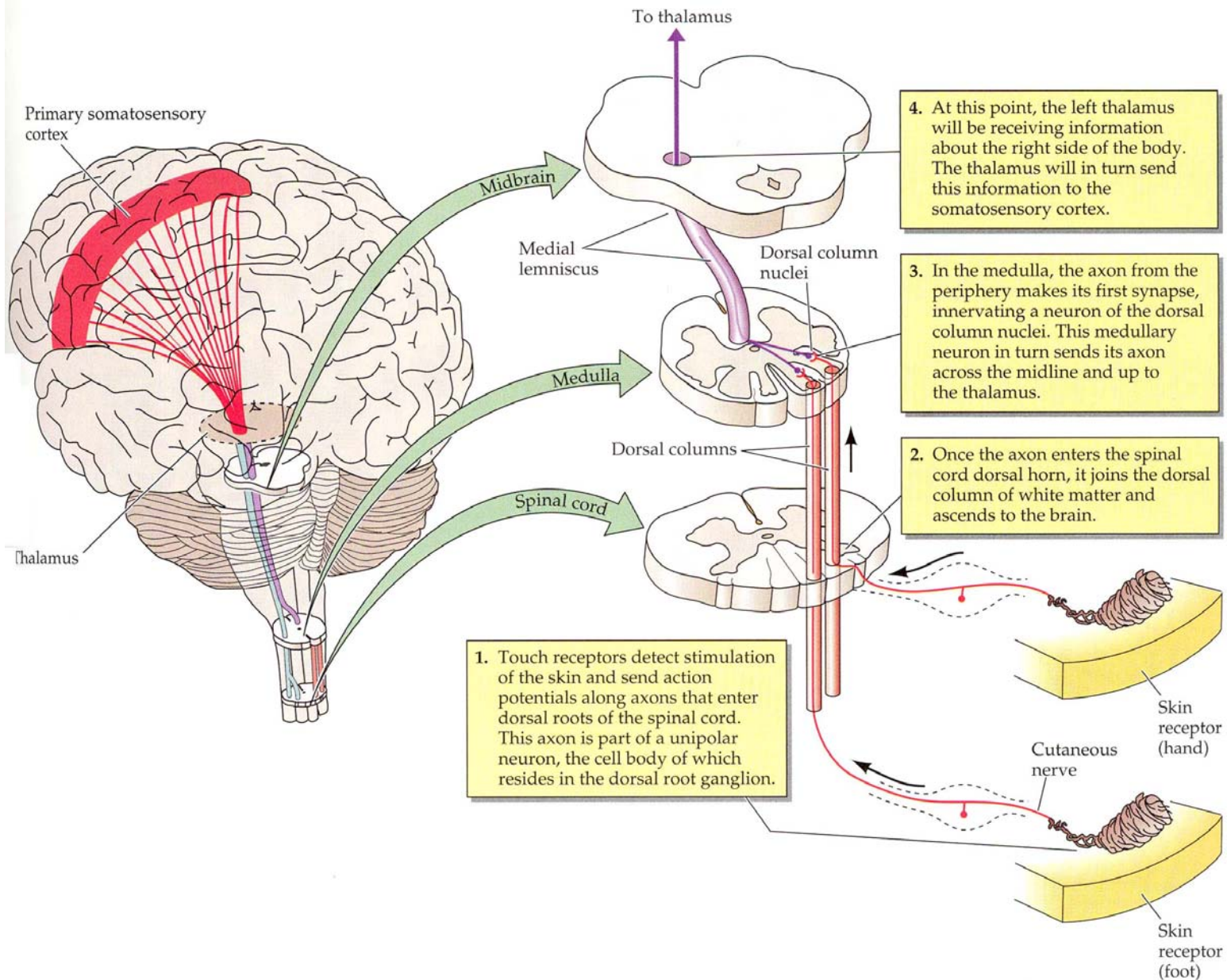
Pacinian corpuscles respond to the vibration of the skin as it rubs the paper surface, providing information about texture. They fire less while passing over the dots, perhaps because the dots dampen local vibration as they pass. This vibration sensitivity provides useful information about the response of any tool being used by the hand.



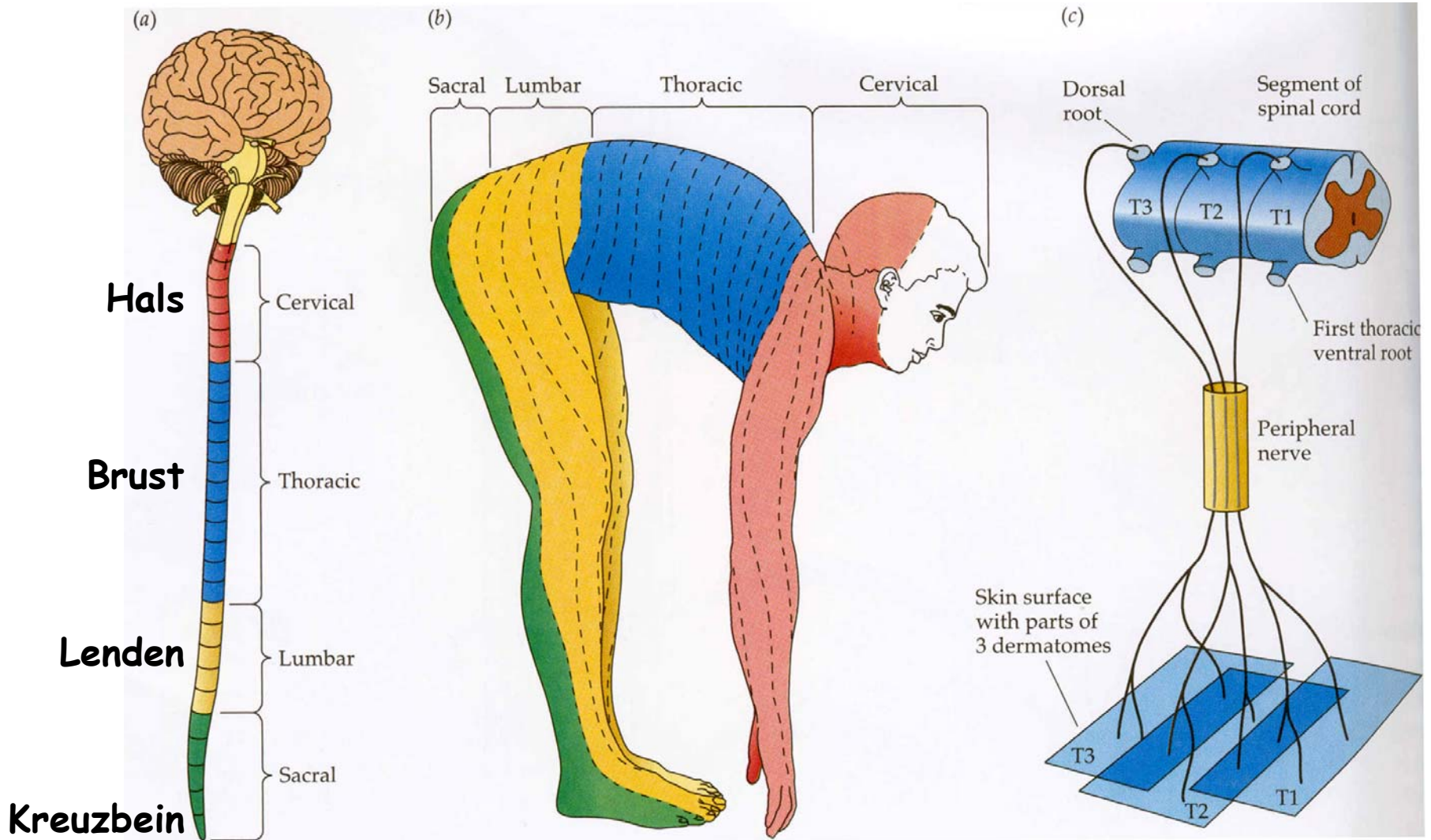
Somatosensorische Verarbeitung



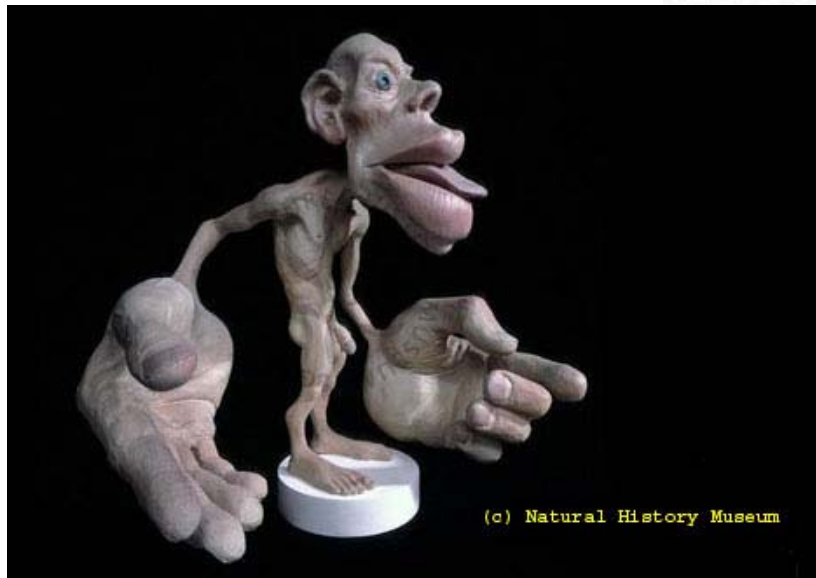
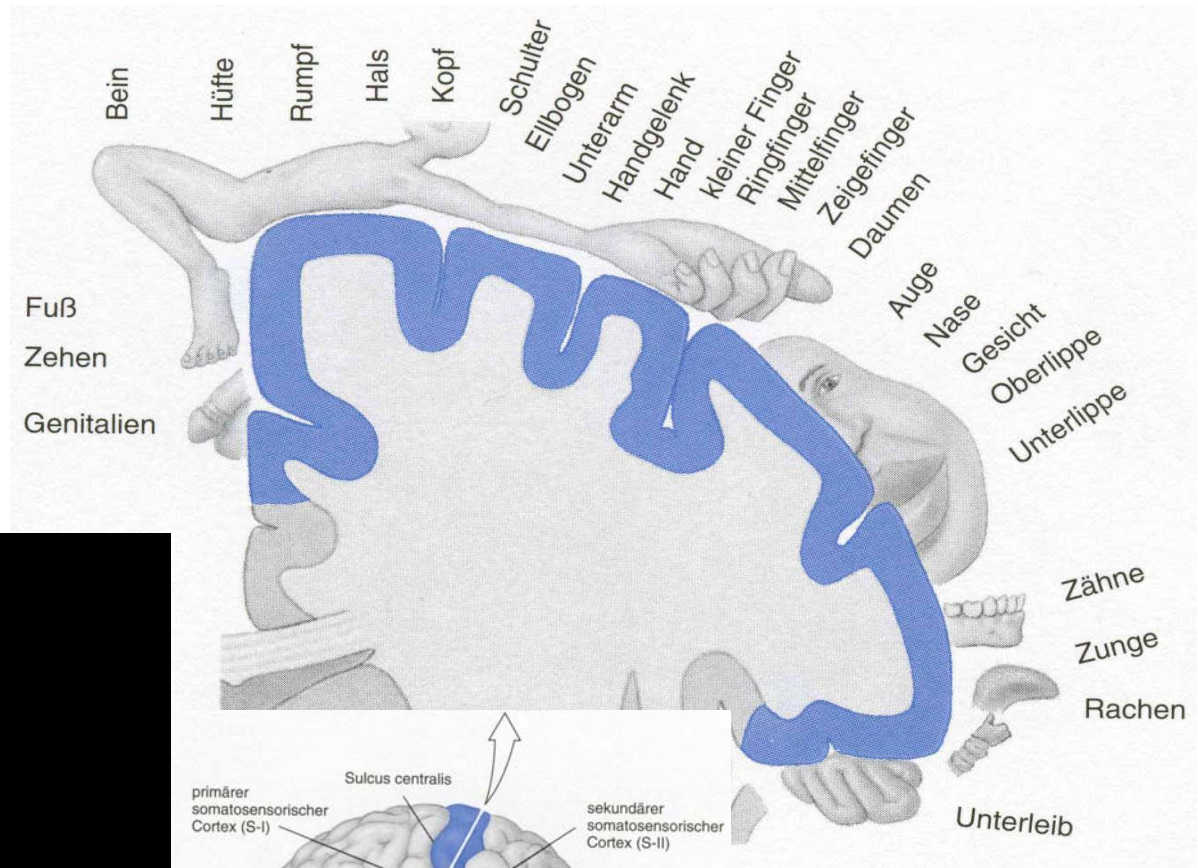
Hinterstrangsystem



Dermatome



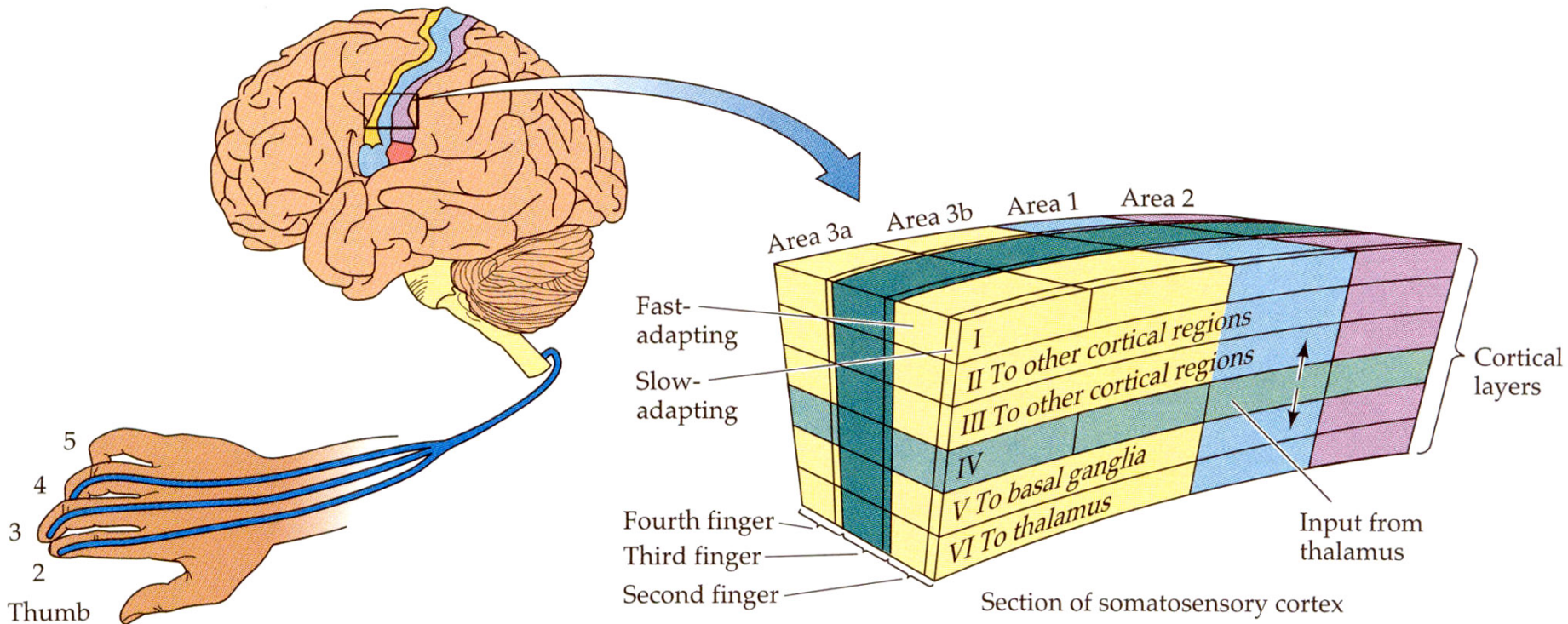
Somatosensorischer Kortex



(c) Natural History Museum

Somatosensorischer Homunculus

Kolumnare Organisation



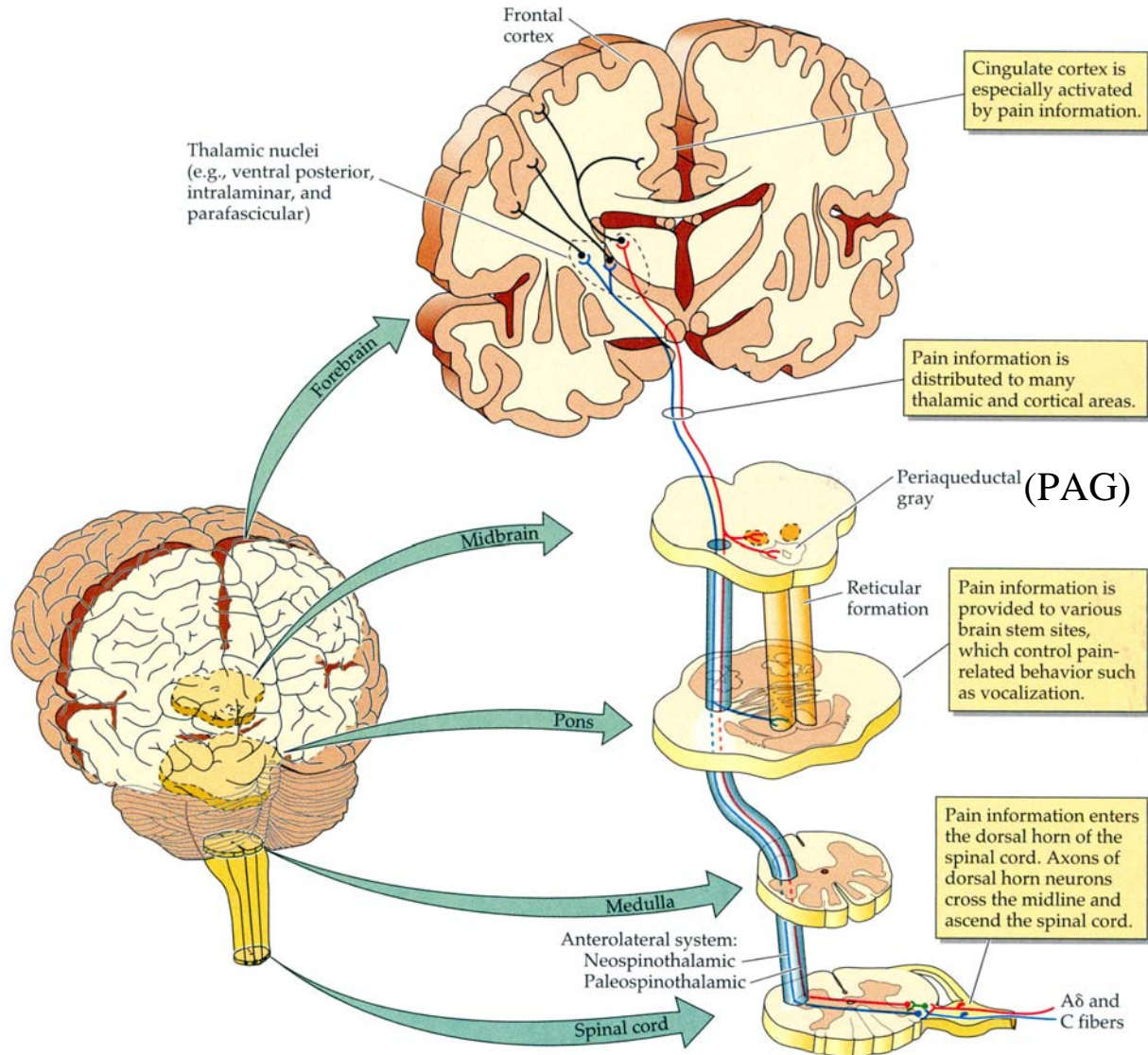
Schmerzwahrnehmung

- Schmerz hat einen enorm hohen Anpassungswert: Leben ohne Schmerz ist auf Dauer nicht möglich
- Patienten ohne Schmerzwahrnehmung fügen sich unbemerkt schwere Verletzungen zu, bemerken Krankheiten innerer Organe nicht
- Schmerz kann nicht nur chemische, sondern auch durch kognitive und emotionale Faktoren unterdrückt werden (z.B. traumatischen Stress, Aufmerksamkeit, Meditation, Hypnose)

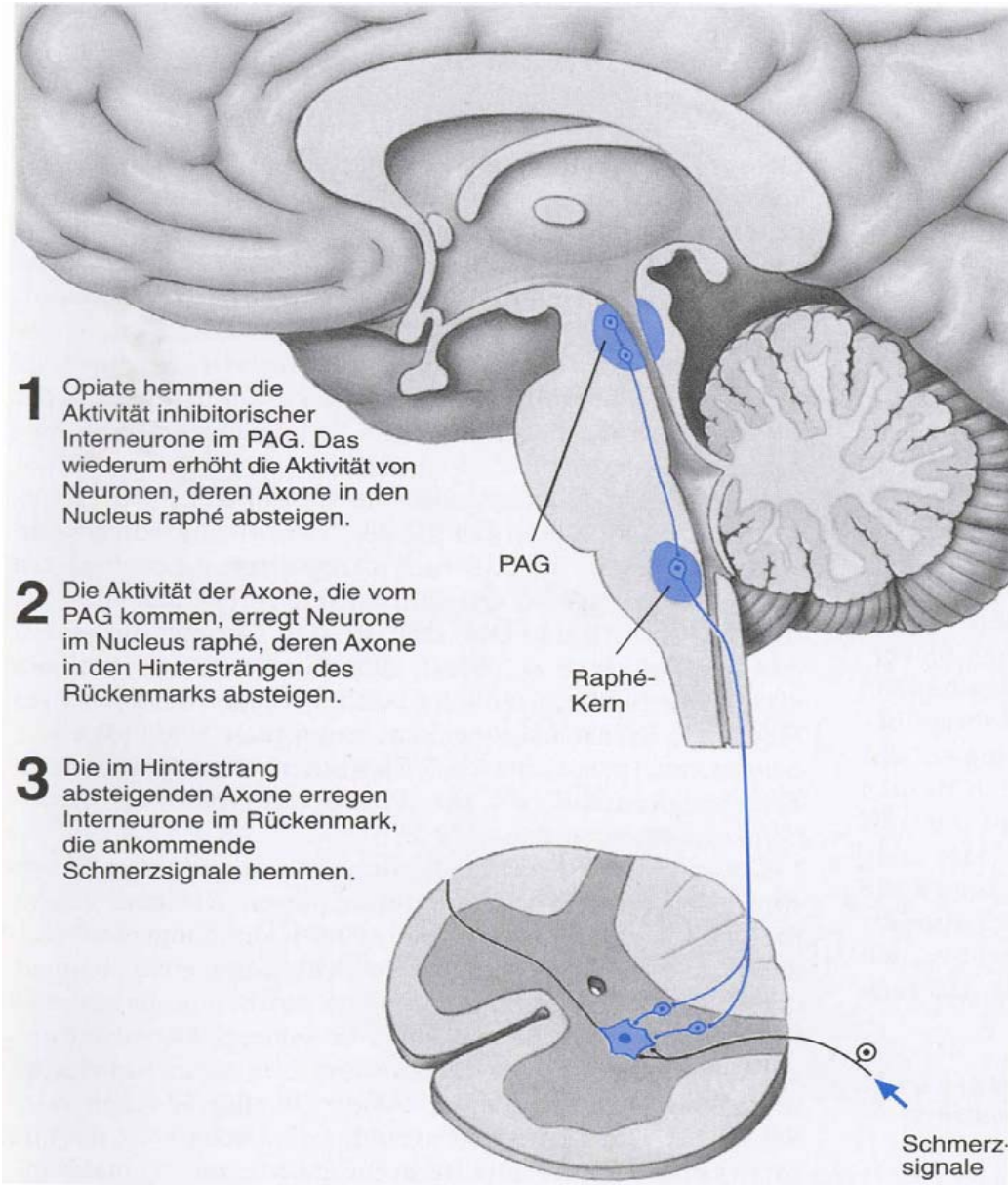
Vorteile von Schmerz

- Kurzer Schmerz veranlasst uns, uns schnell von der Schmerzquelle zu entfernen
- Lang anhaltender Schmerz veranlasst Verhaltensweisen wie Schlaf oder Nahrungsaufnahme (s. „Zooökotrophologie“), die Regeneration fördern (Ausnahme: chronischer Schmerz)
- Der Ausdruck von Schmerz dient als soziales Signal für Hilfeleistung (oder Schadenfreude)

Schmerzbahn: Vorderseitenstrangsystem



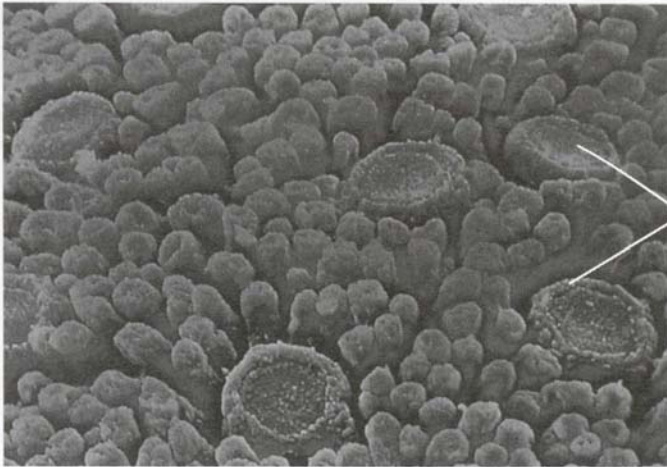
Schmerzhemmung durch Opiate



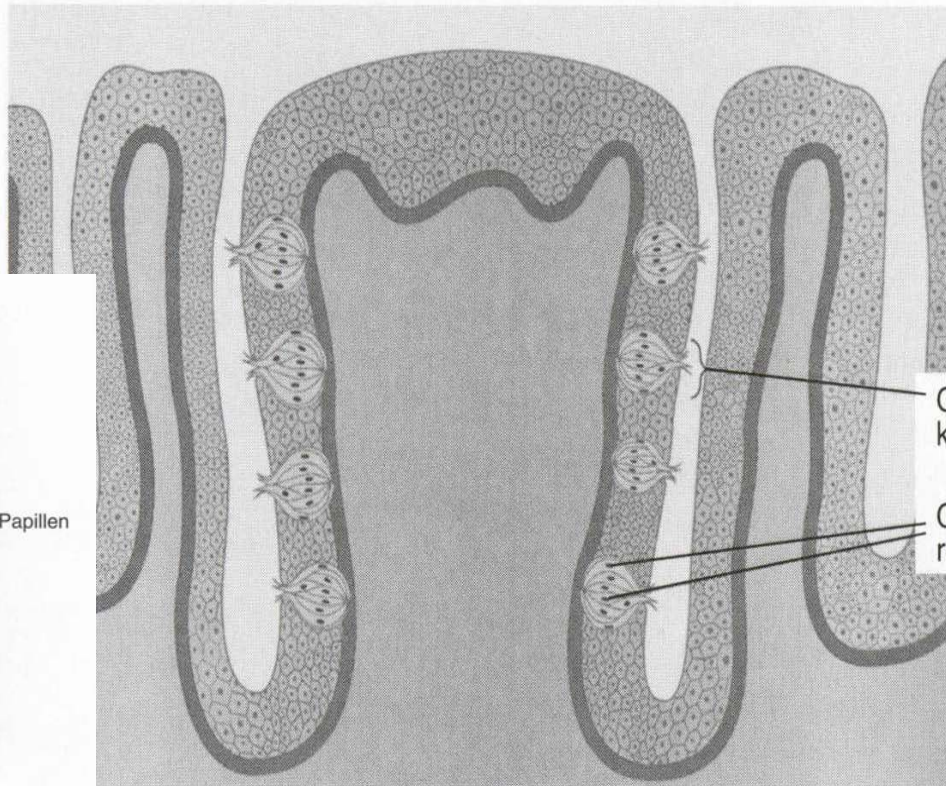
PAG =
peri-aquäduktales Grau

Geschmacksrezeptoren

Zungenoberfläche



Querschnitt durch eine Papille

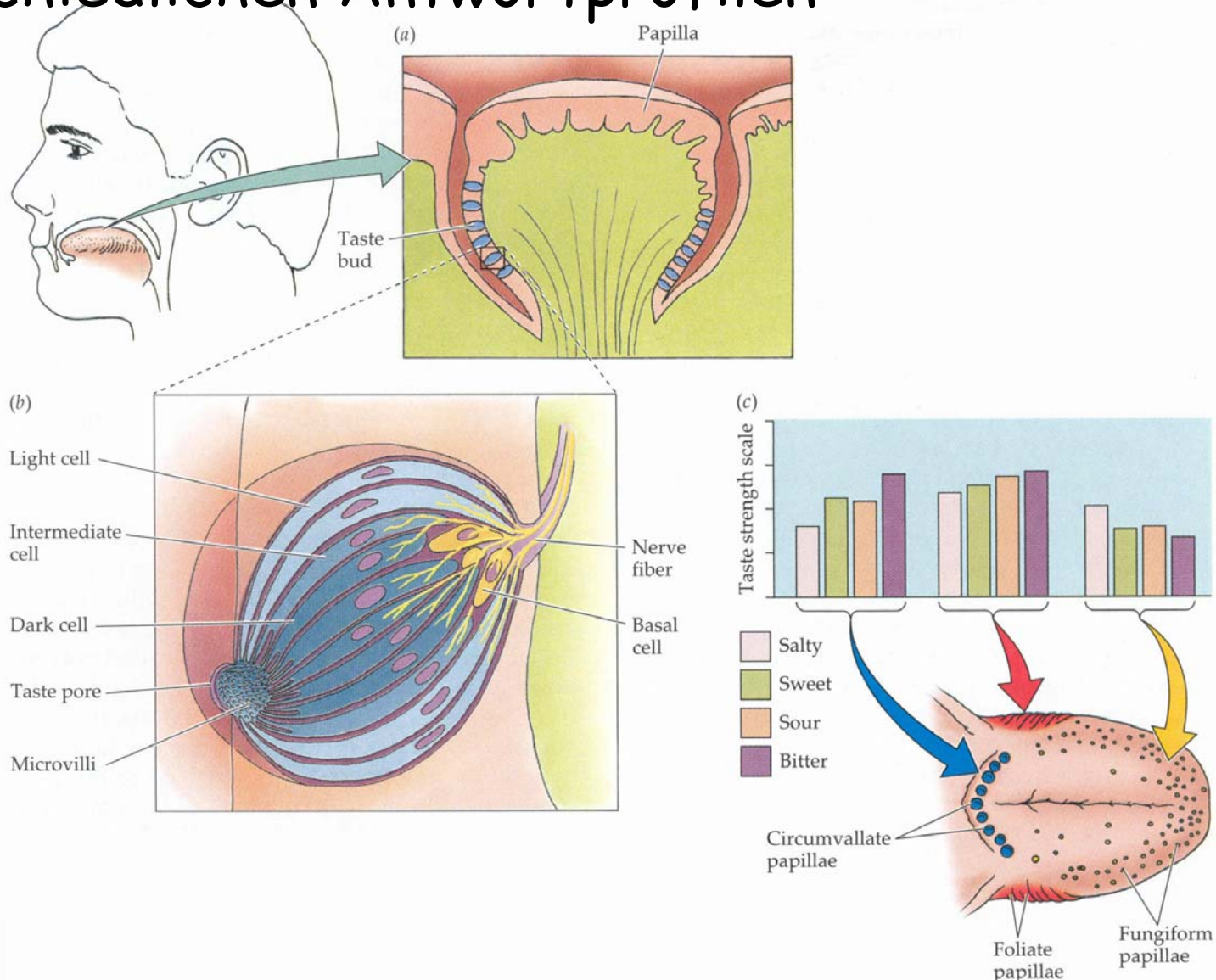


Geschmacks-
knospe

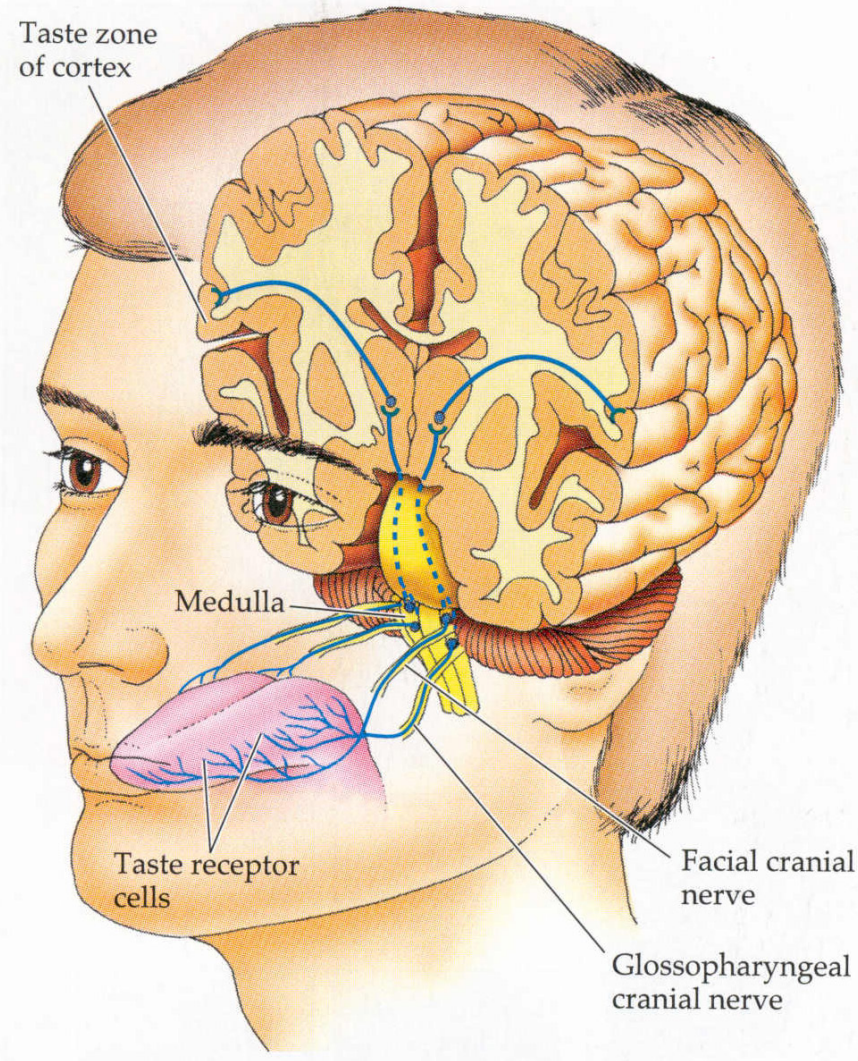
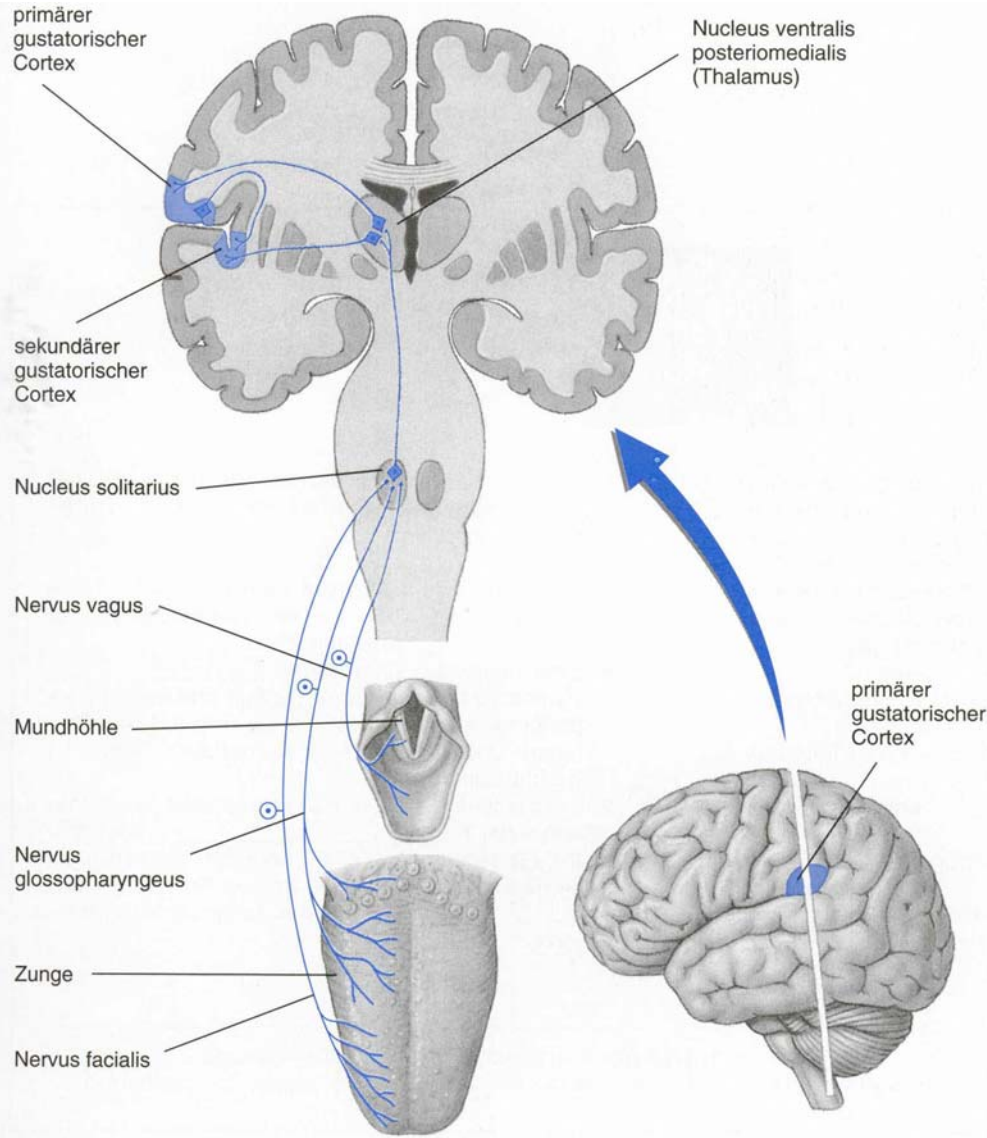
Geschmacks-
rezeptor

Papillen

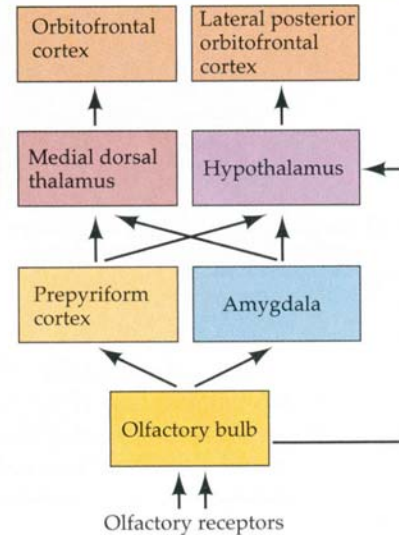
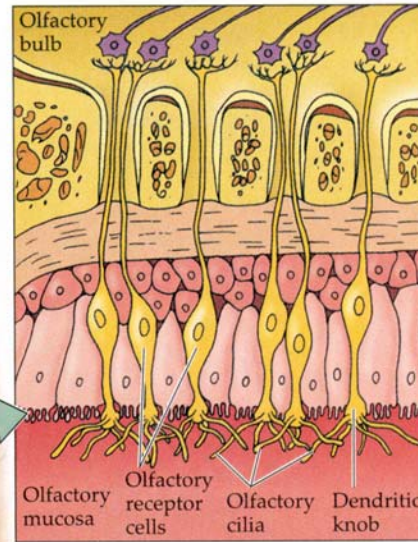
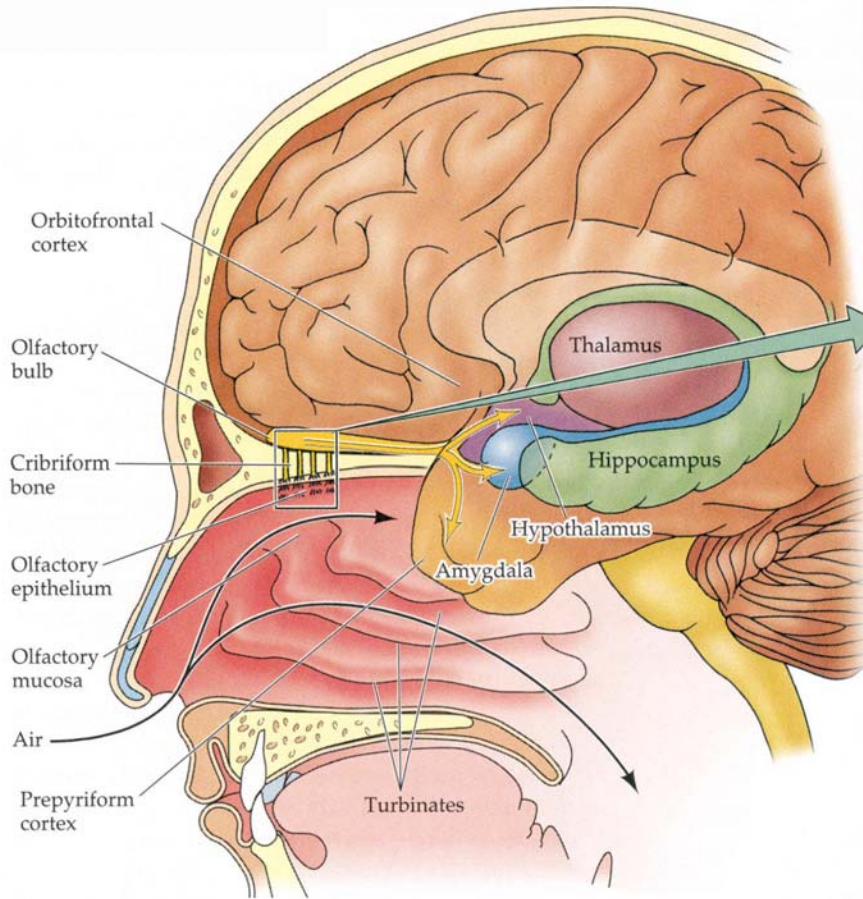
(K)ein Rezeptor für jede Geschmacksqualität: Verschiedene Chemikalien führen zu leicht unterschiedlichen Antwortprofilen



Gustatorisches System



Olfaktorisches System



Schlüssel-Schloss-Prinzip: ca. 350 verschiedene Rezeptoren reagieren auf spezifische Chemikalien

Erlauben die Diskrimination von ca. 5000 chemischen Mischungen

