

Sehen und Erkennen

Prof. Dr. med. Manfred Fahle

Institut für Human-Neurobiologie

Universität Bremen

9-Nov-2006

Einblicke ins menschliche Hirn

- Gehirn ist Sitz des „Ich“
- Untersuchungsmethoden:
 - Wahrnehmungsexperimente/ Läsionsstudien
 - Elektromagnetische Stimulation
 - Ableitung elektromagnetischer Aktivität
 - Bildgebende Verfahren
 - Neuropharmakologie

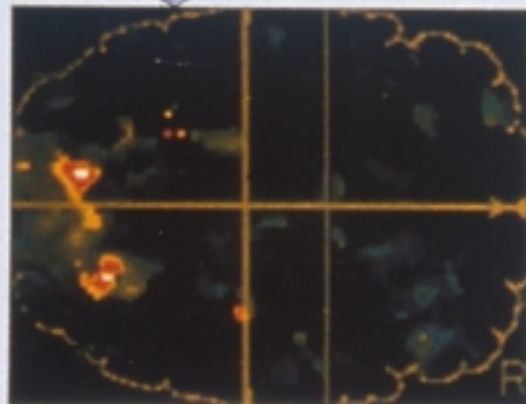
Hard- und Software gegen Wetware:

was ist leistungsfähiger ?

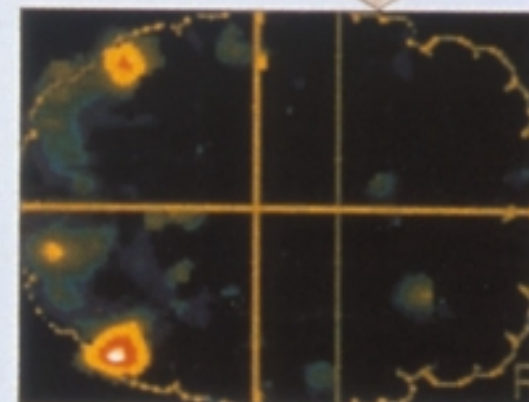
- a) Schach: meistens H.& S.
- b) Arithmetik: H. & S.
- c) Barcodes: H. & S.
- d) Szenen: Wetware

Warum ist das Gehirn bei der Erkennung komplexer visueller Muster überlegen?

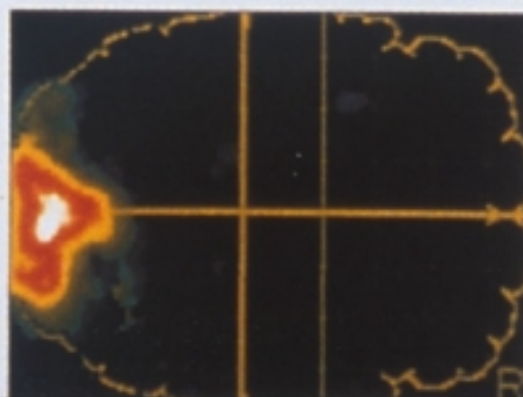
- a) Prozessor-Taktung: ca. 0,010-0,100 kHz versus ca. 2.000.000 kHz
- b) aber: massiv parallele Verarbeitung
- c) und: bessere (algorithmische) Tricks
- d) und: Näherungslösungen (unterdeterminierte Probleme; quick & dirty)
- e) und: nicht-lineare Abtastbasis, verbunden mit „active Vision“
- f) und: vermutlich massive Verwendung von Vorinformation und „top-down“ Einflüssen



(a)



(b)



(c)

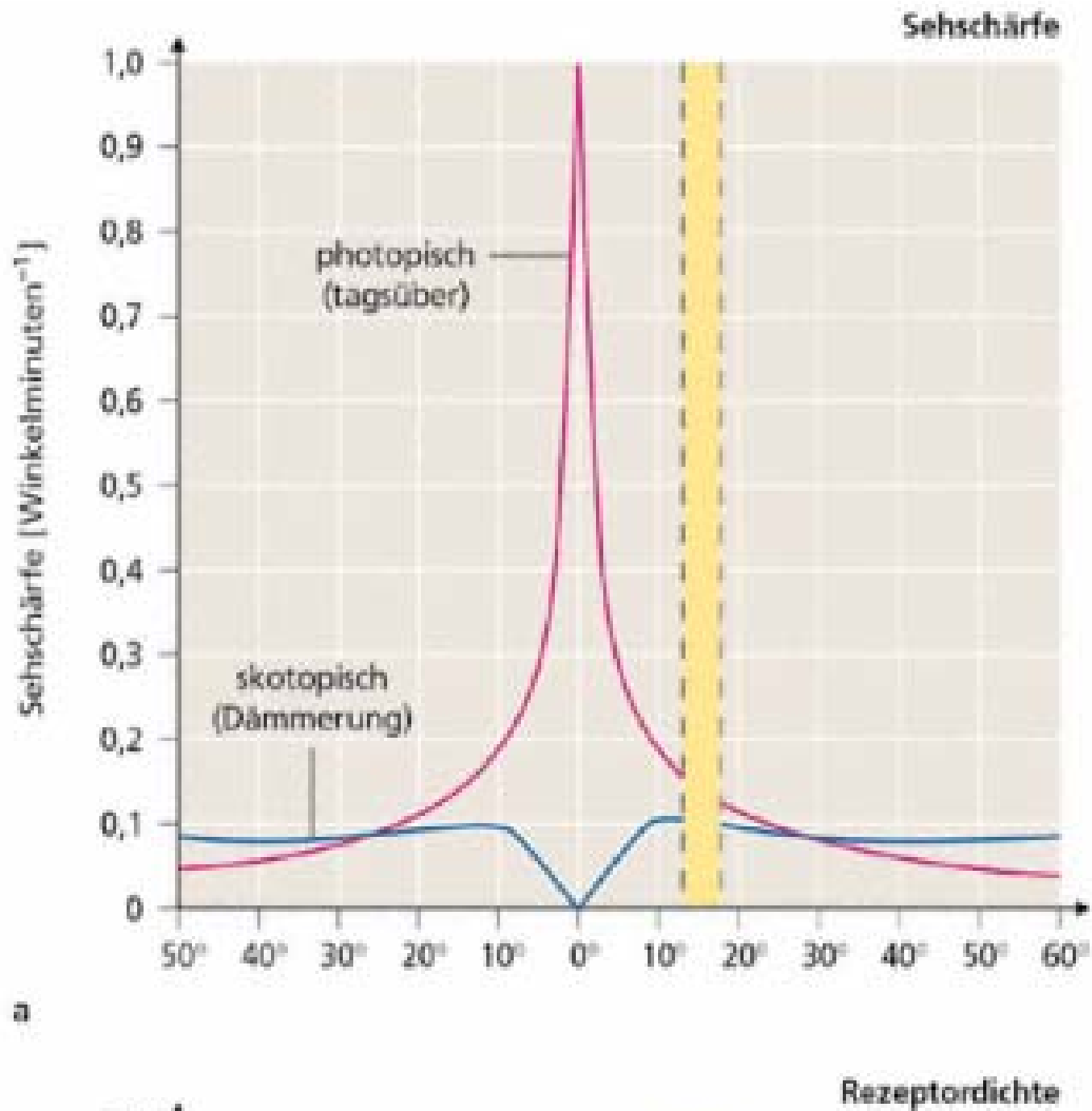
Probleme der Objekterkennung

- a) Änderungen der Beleuchtungs-Intensität
- b) Änderungen der Wellenlängen-Verteilung
- c) Änderungen der Projektionsgröße
- d) Änderungen des Projektionswinkels
- e) Änderungen der Objektorientierung
- f) Geringes Signal-zu-Rausch Verhältnis
- g) Verdeckungen
- h) Schatten
- i) usw.

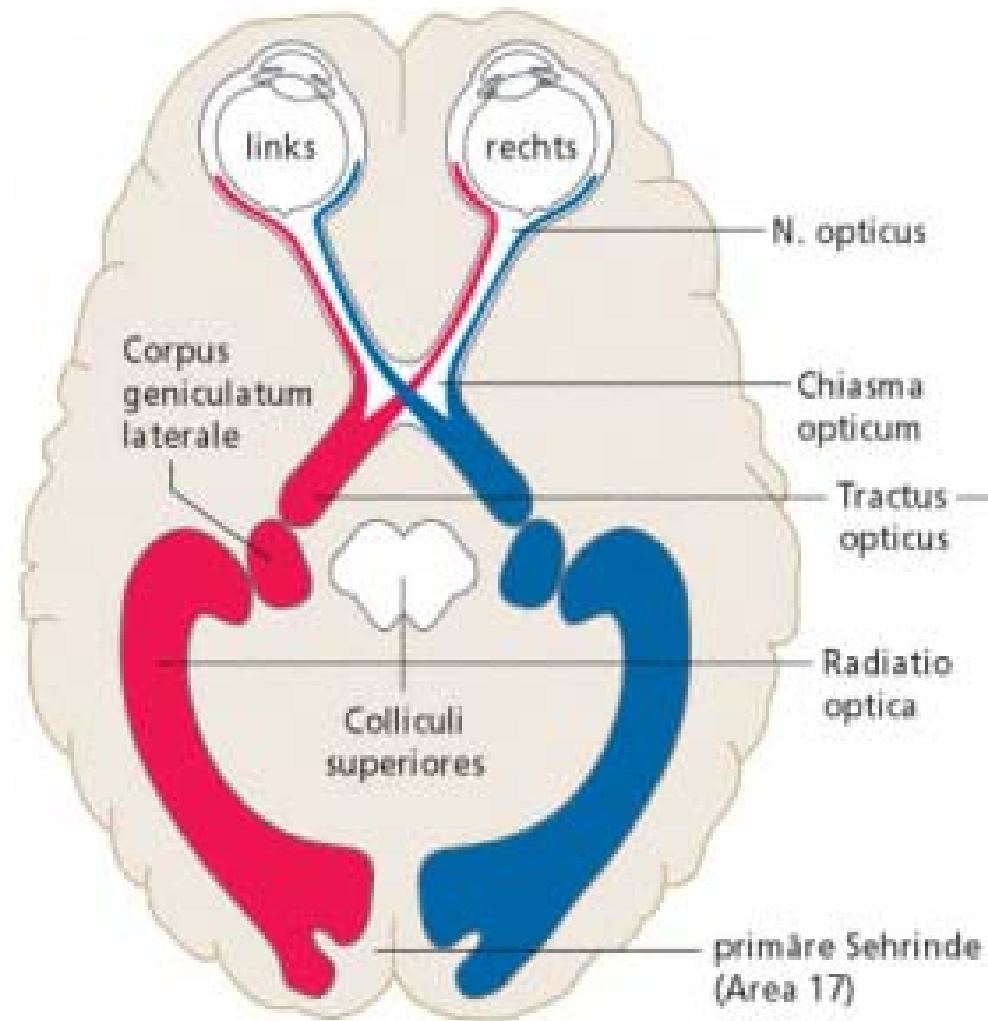
Sieben allgemeine Prinzipien

- 1) Spezialisierung und Parallelverarbeitung, laterale Interaktion
- 2) Ordnung
- 3) Rückkoppelung und vertikale Integration
- 4) Iterative Problemlösung, mit top-down Einflüssen
- 5) ‚Matched filters‘: Hypothesen-gesteuerte top-down Einflüsse
- 6) Fehlertolerant, Defekt-tolerant,
- 7) Lernfähig und plastisch: selbst-reparierend

Nicht-lineare Abtastbasis,
verbunden mit „active Vision“,
z.B. Augenbewegungen,
verbunden mit visuellem Speicher

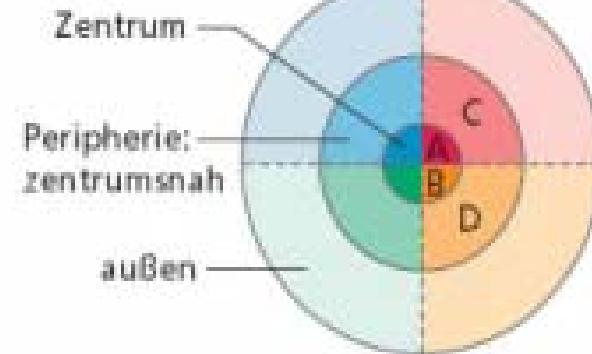


Zentrale Sehbahn

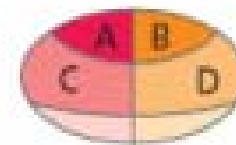


Gesichtsfeld und Projektionen

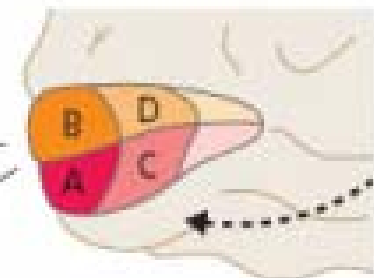
Gesichtsfeld



dorsal



Sulcus calcarinus



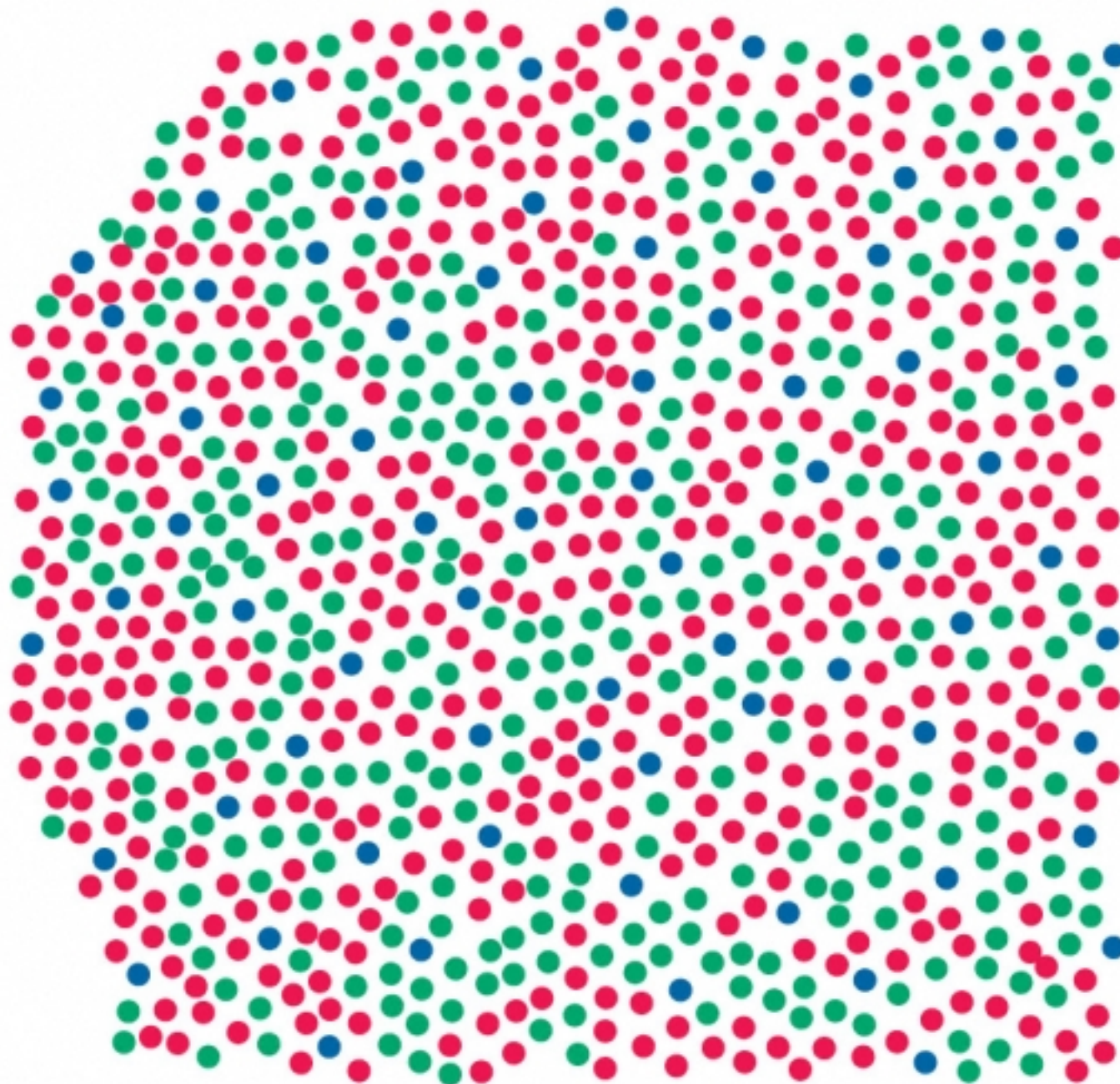
Tricks

z.B. Problem chromatische Aberration

Lösung

Kaum Kurzwellen- Rezeptoren

im Zentrum der Netzhaut



Parallelverarbeitung

Gleichzeitige Verarbeitung von

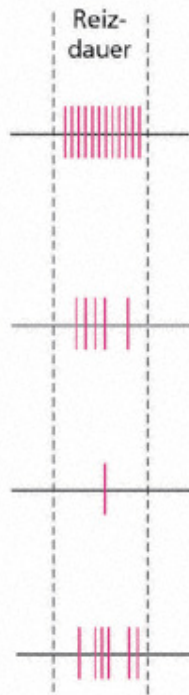
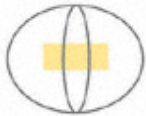
- Orientierung
- Farbe
- Bewegungsrichtung
- Bewegungsgeschwindigkeit
- Entfernung
- ... usw.

Orientierungsspezifität

Reiz

Antwort

optimale Reizorientierung



Längenspezifität

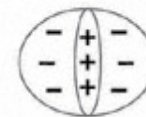
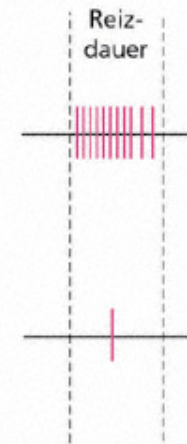
Reiz

Antwort

optimale Reizlänge



längerer Reiz



rezeptives
Feld

Lichtreiz

Richtungsspezifität

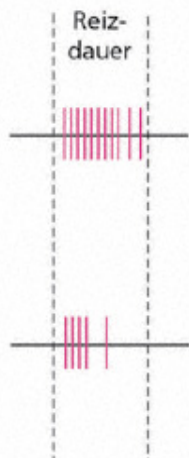
Reiz

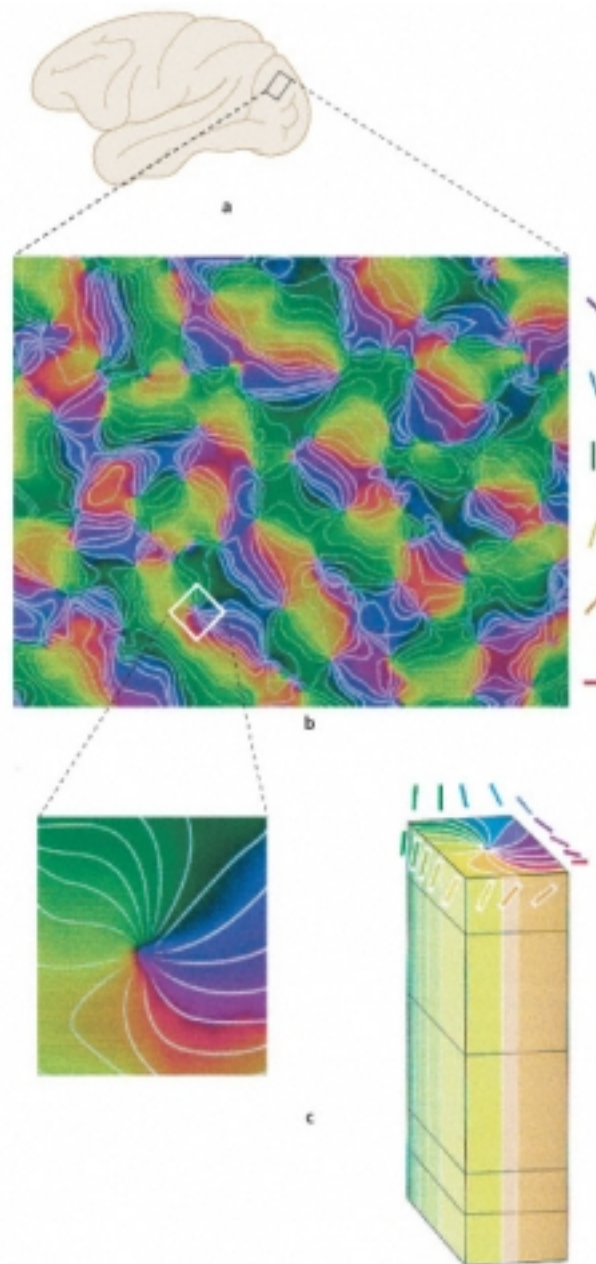
Antwort

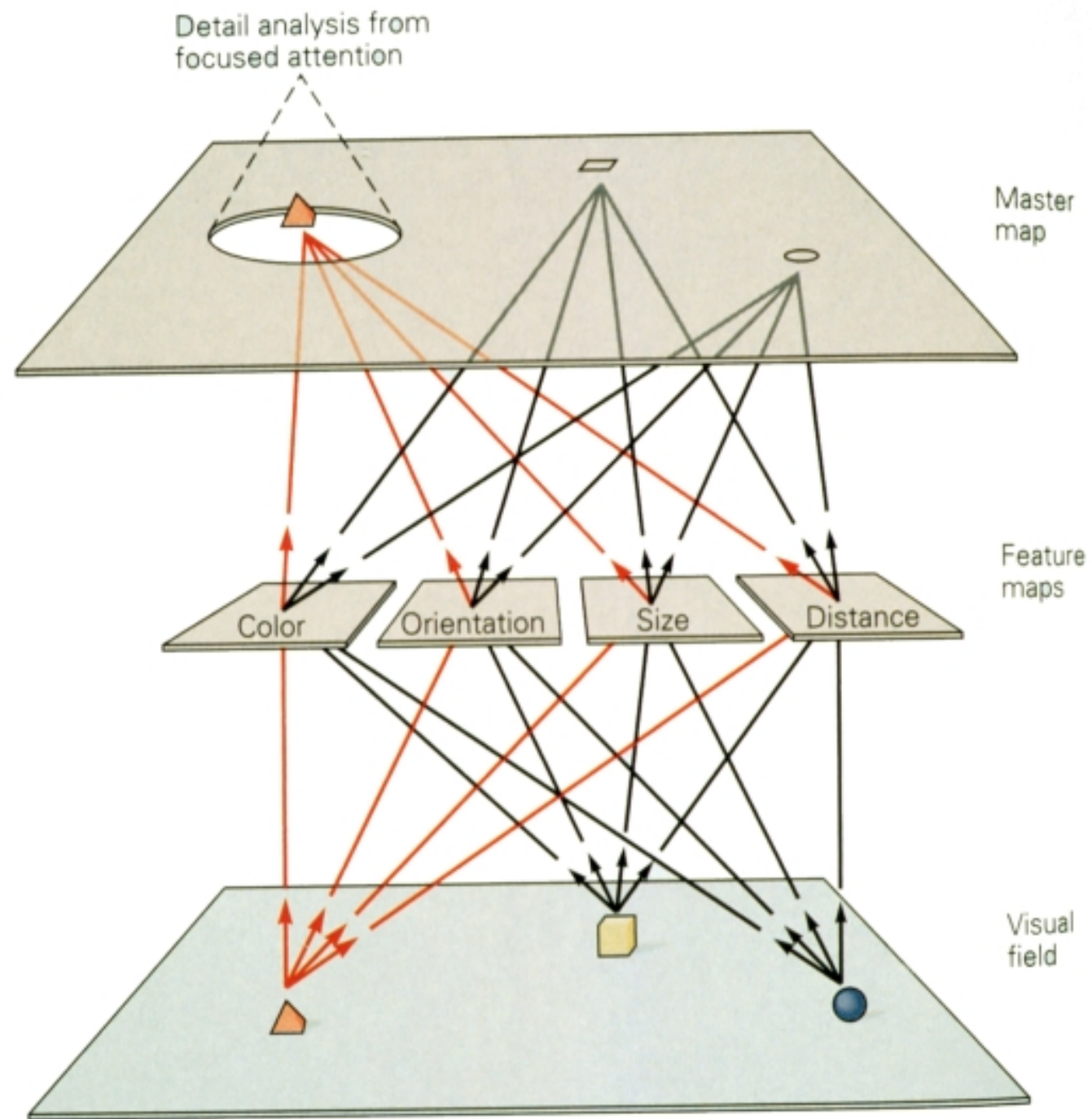
optimale Bewegungsrichtung

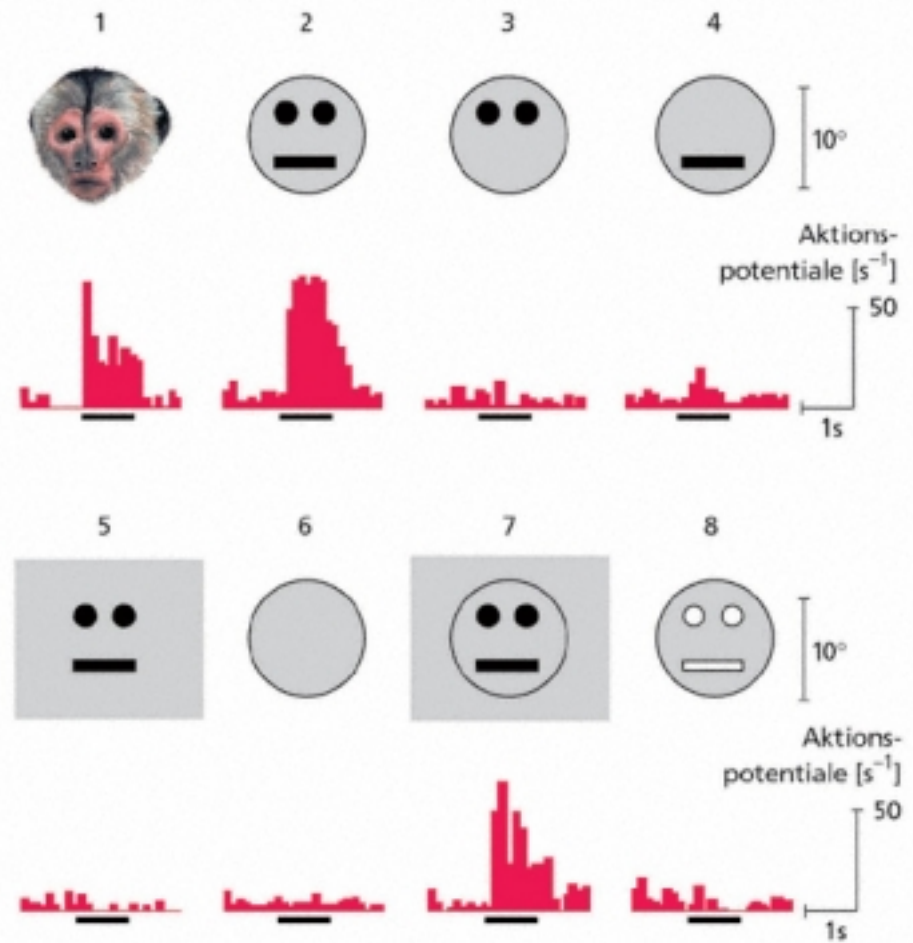
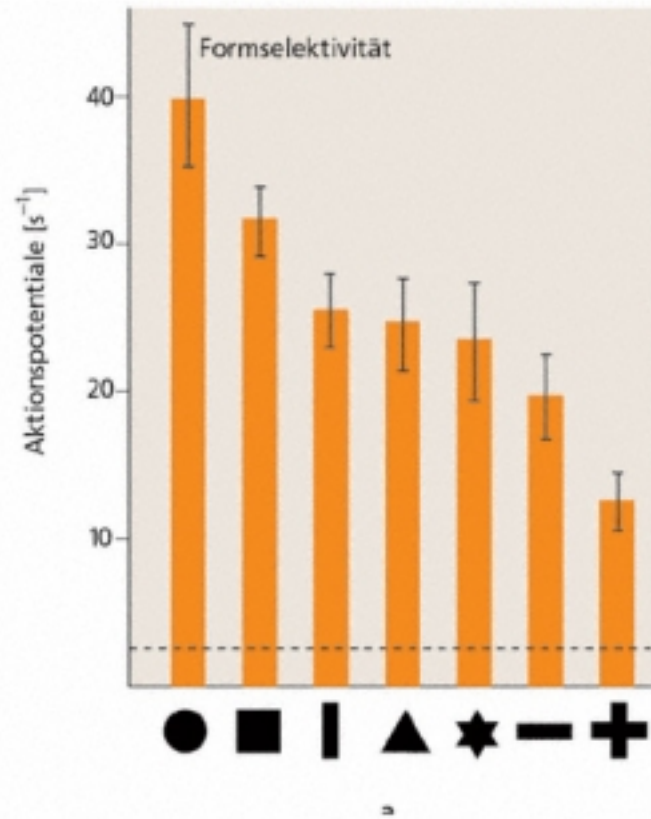


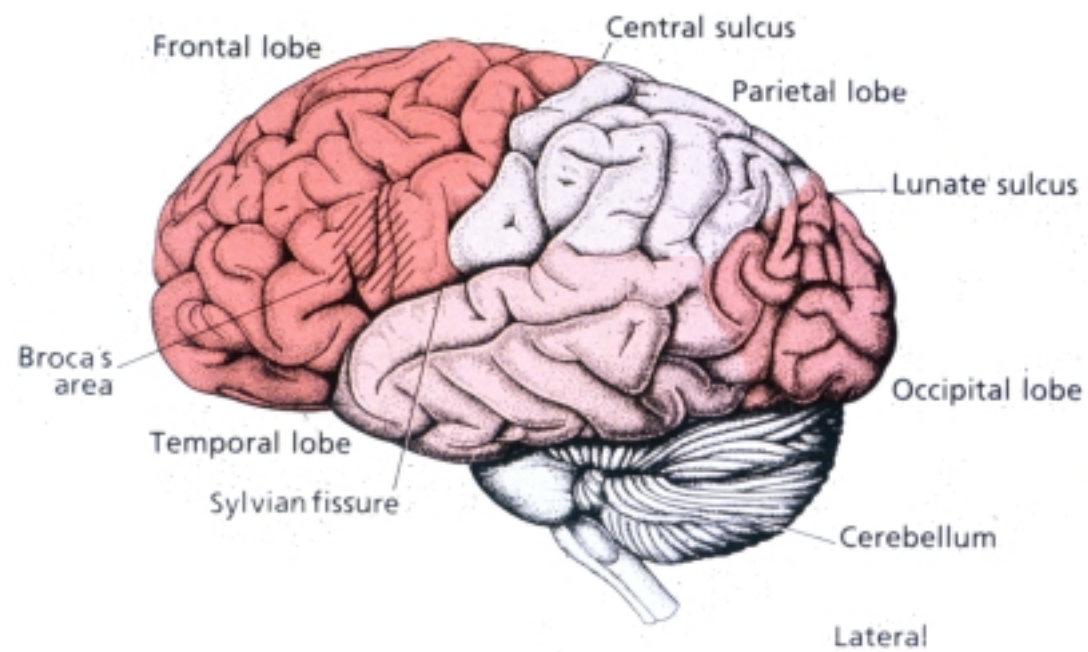
Gegenrichtung



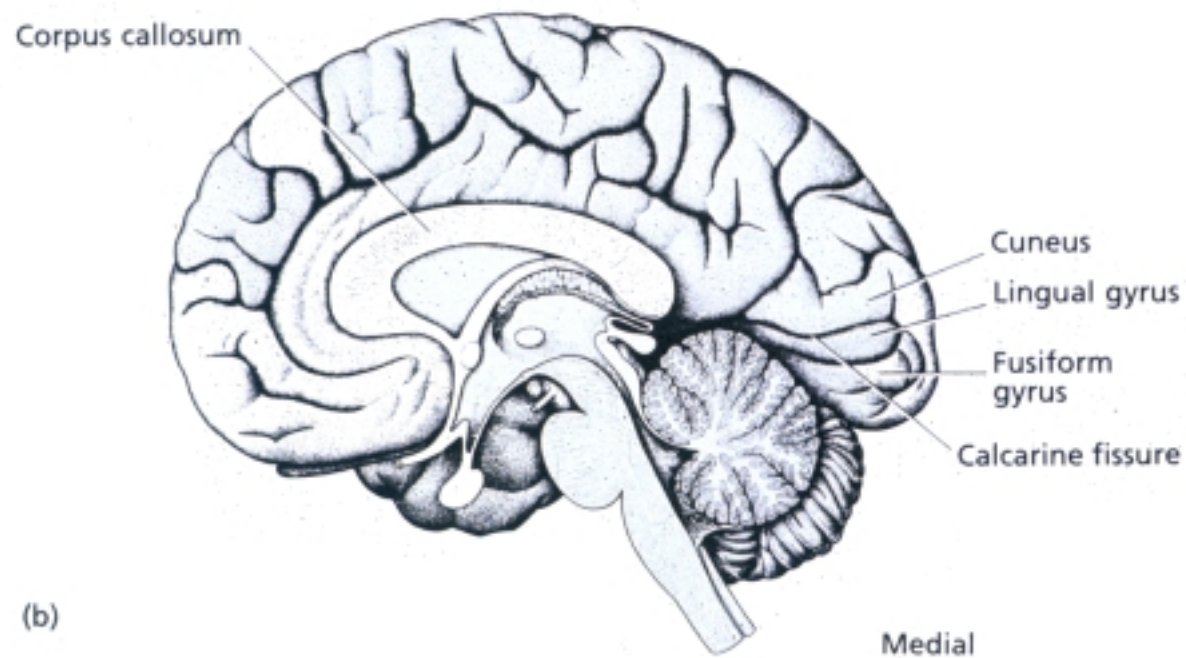








(a)



(b)

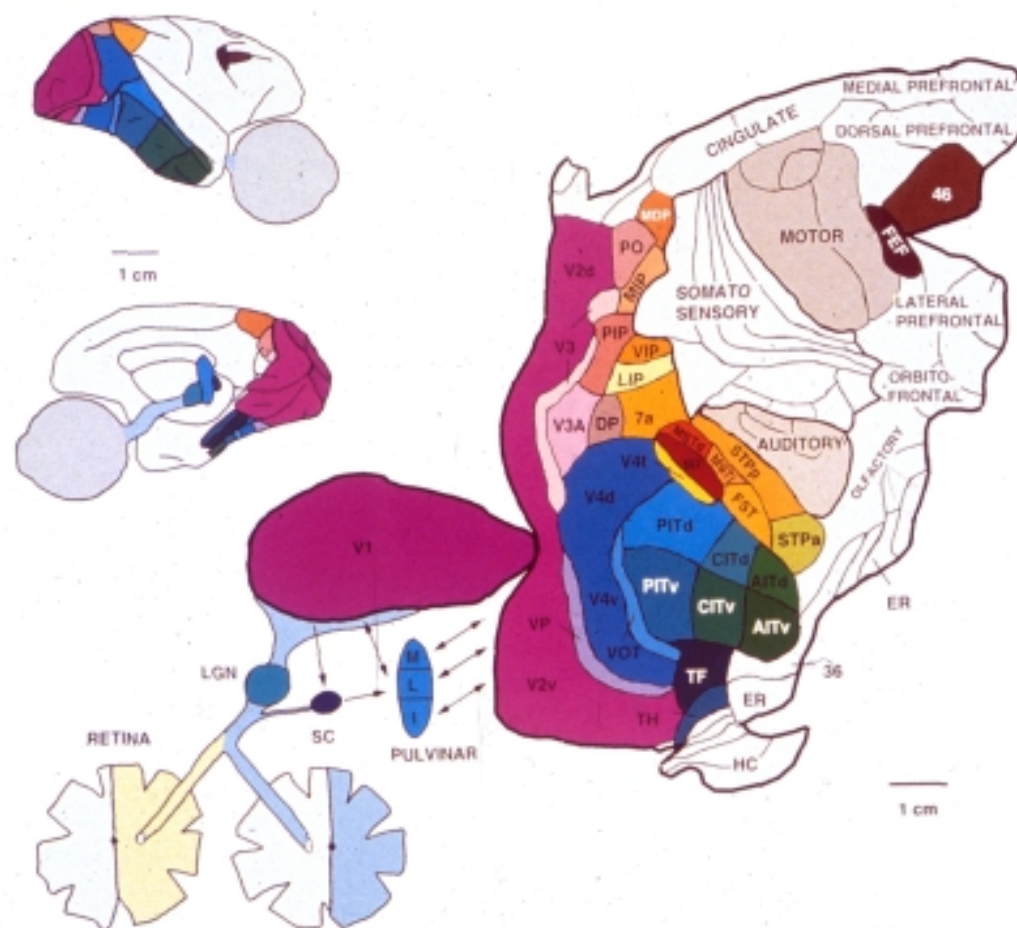
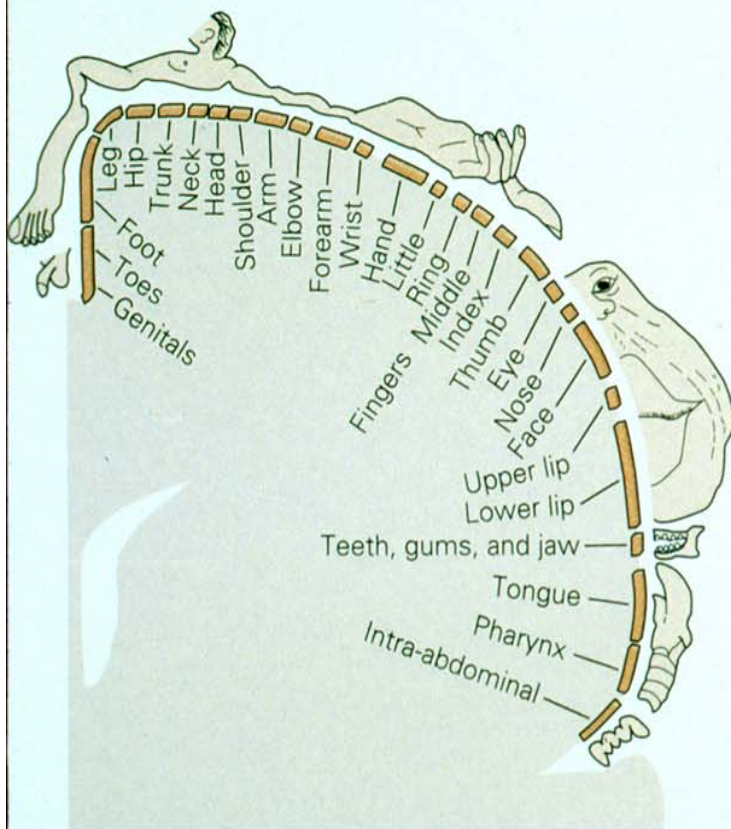


Fig. 1. An overview of the macaque visual system, as seen from lateral and medial views of the right hemisphere and from unfolded representations of the entire cerebral cortex and major subcortical visual structures. The cortical map contains several artificial discontinuities (for example, between V1 and V2). Minor retinal outputs (~10% of ganglion cells) go to the superior colliculus (SC), which projects to the pulvinar complex, a cluster of nuclei having reciprocal connections with many cortical visual areas (37). All structures (except the much thinner retina) are ~1 to 3 mm thick. [Modified, with permission, from (1), with subcortical structures based on (12) and (38).]

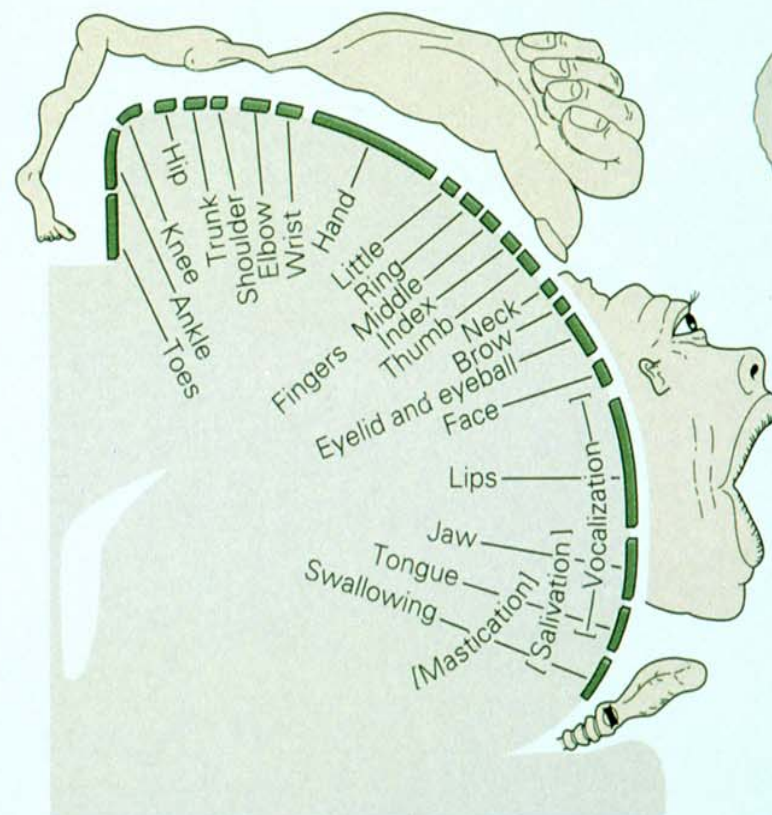
A Sensory homunculus



Medial

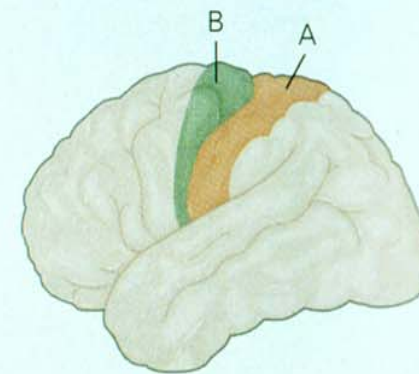
Lateral

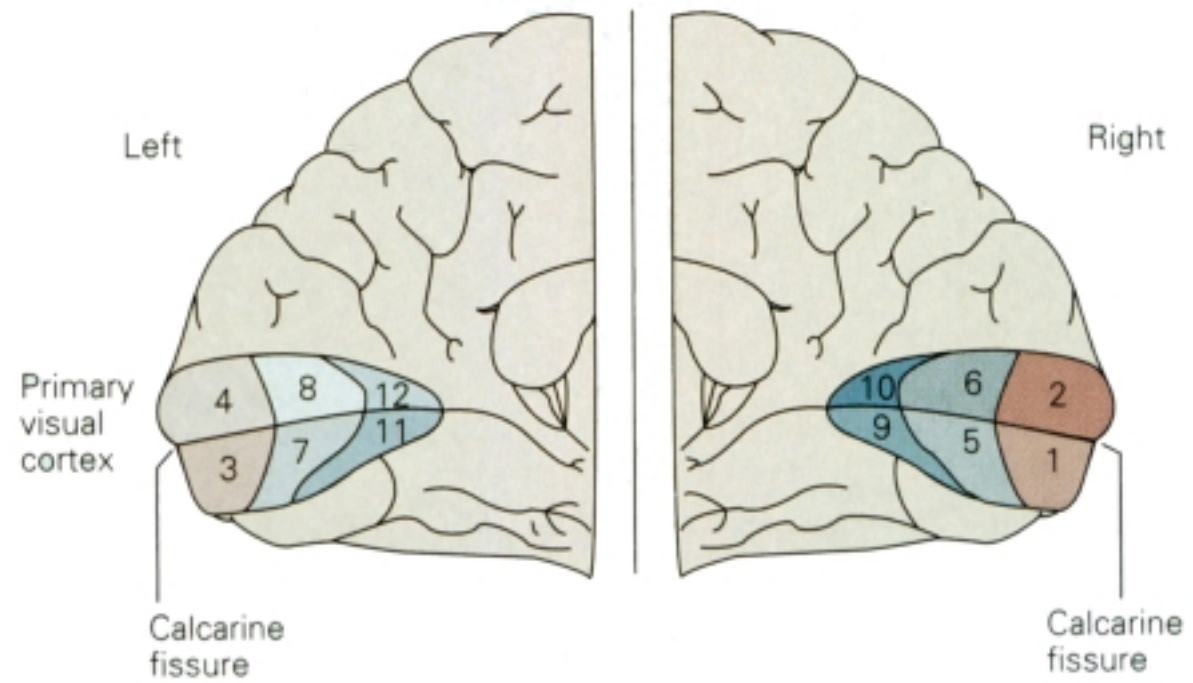
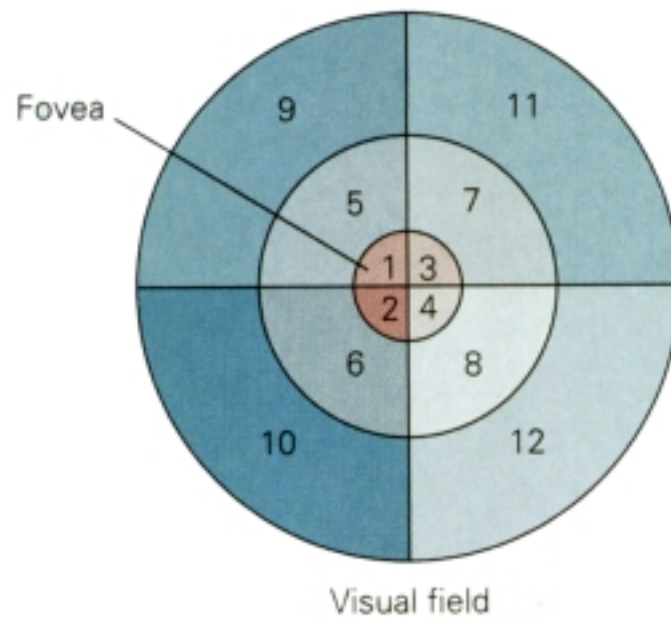
B Motor homunculus



Medial

Lateral

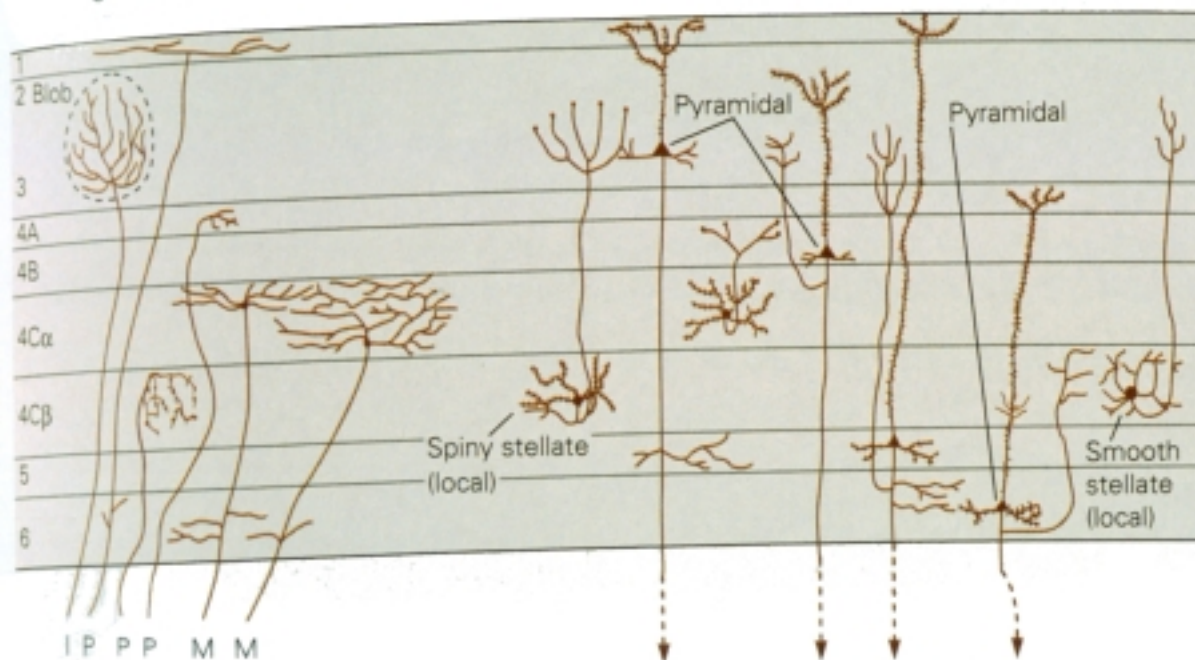




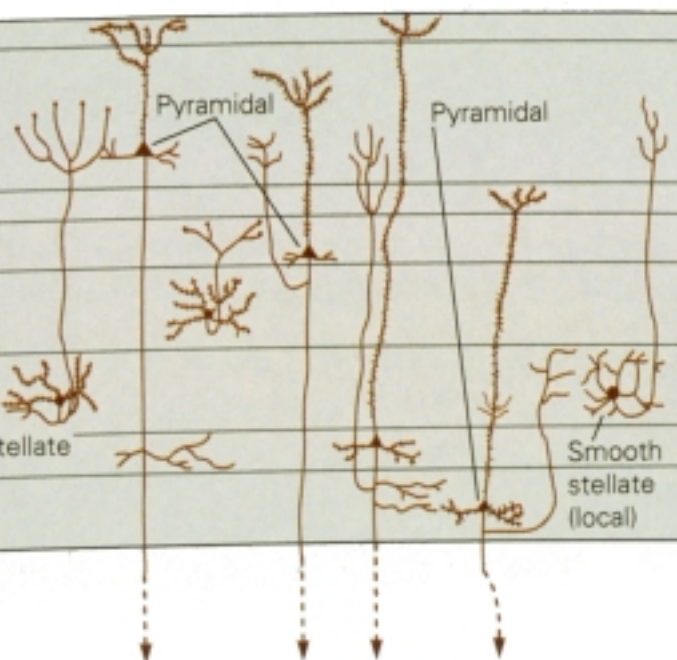
Verteilte Verarbeitung und
laterale Integration

Rückkoppelung und
vertikale Integration

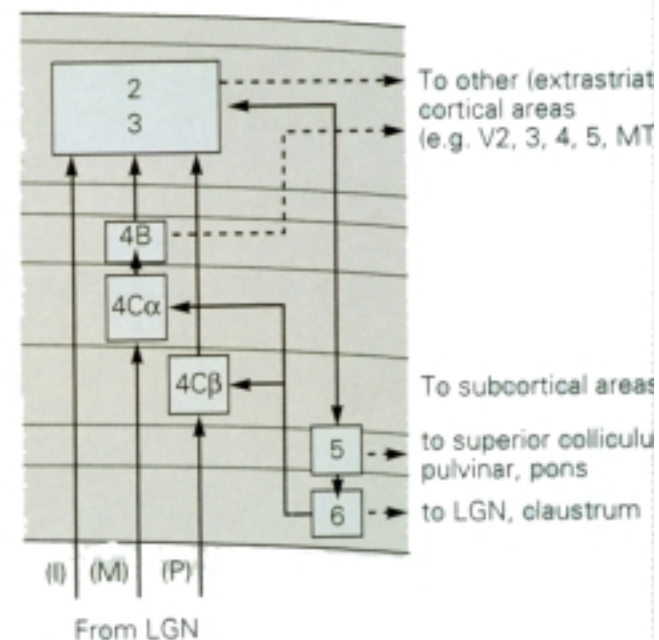
A Inputs from lateral geniculate nucleus



B Resident cells



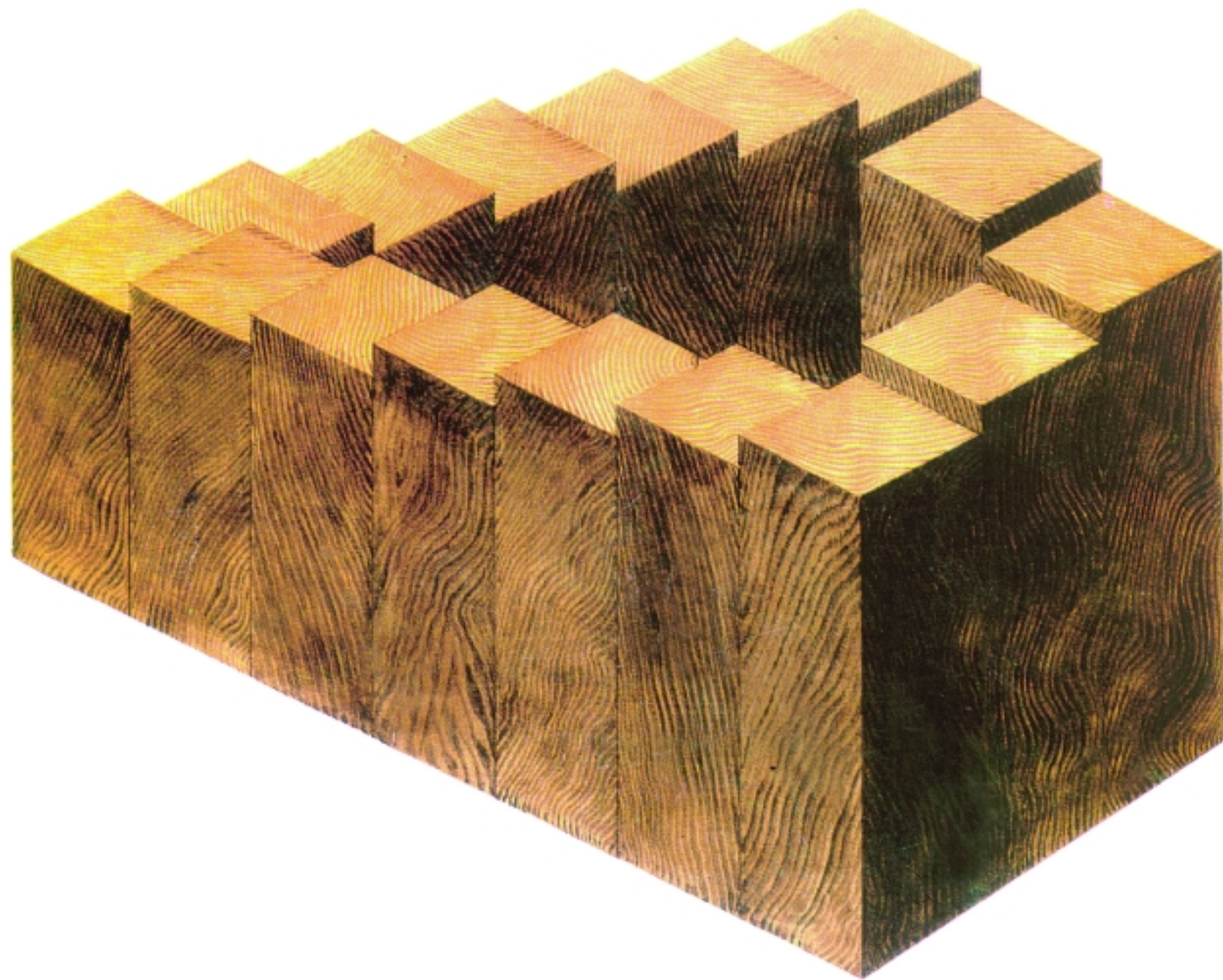
C Information flow

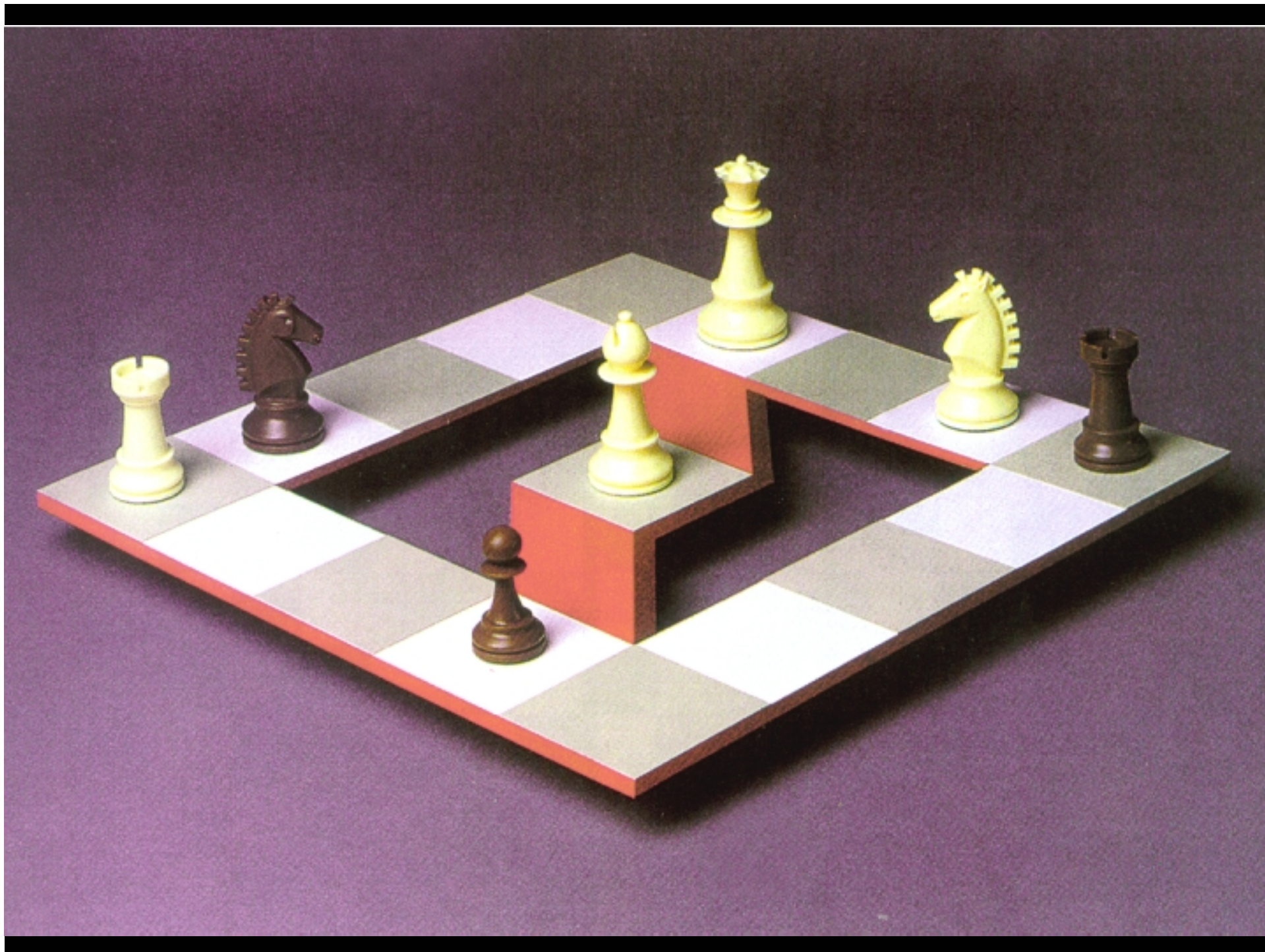


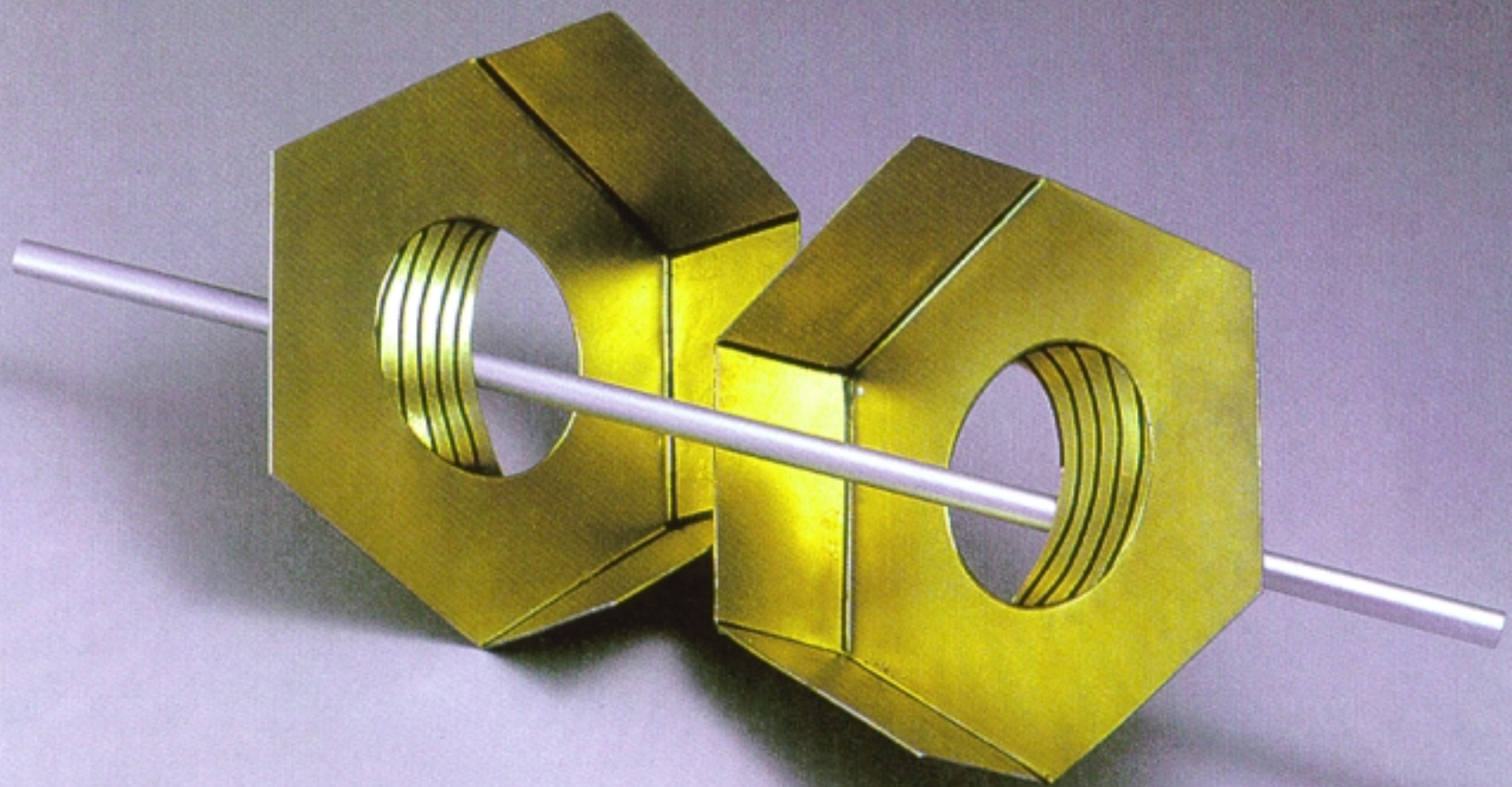
Näherungslösungen

und Datenreduktion

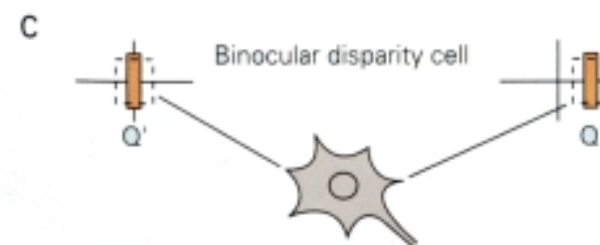
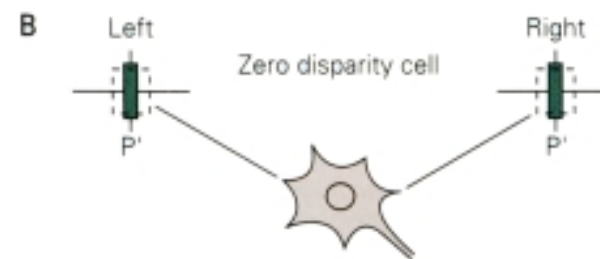
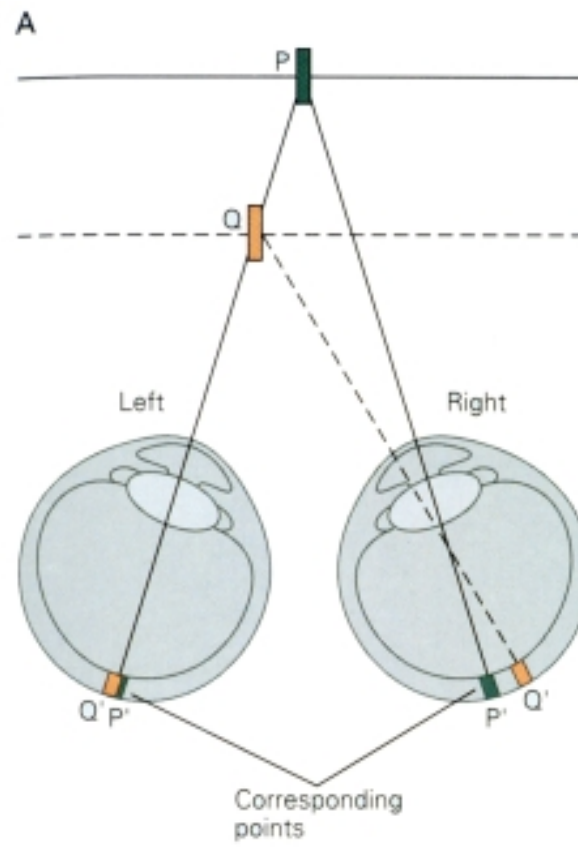
- 3 Dimensionen aus 2×2 Dimensionen
- Gruppierung
- Datenkompression & -Ergänzung
- Fehler: z.B. Wahrnehmungstäuschungen, Erkrankungen

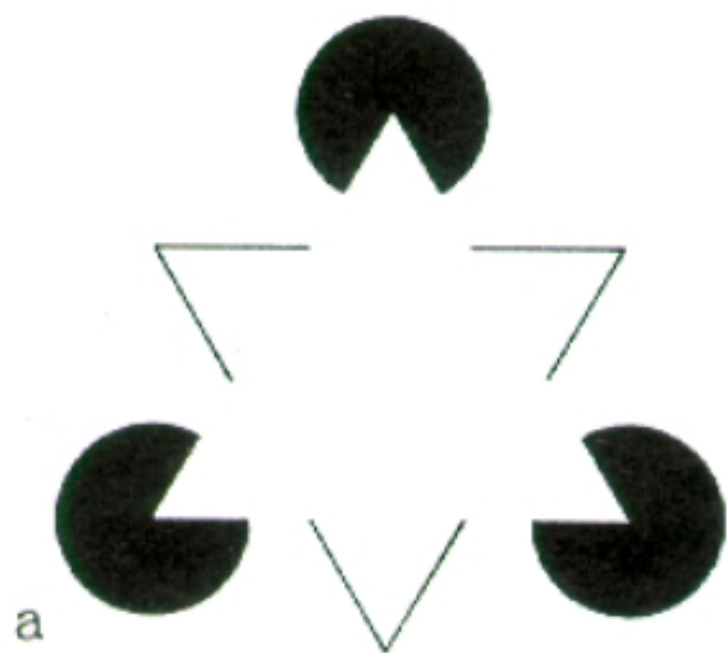




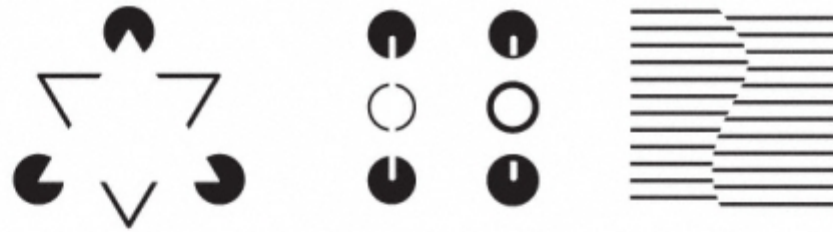




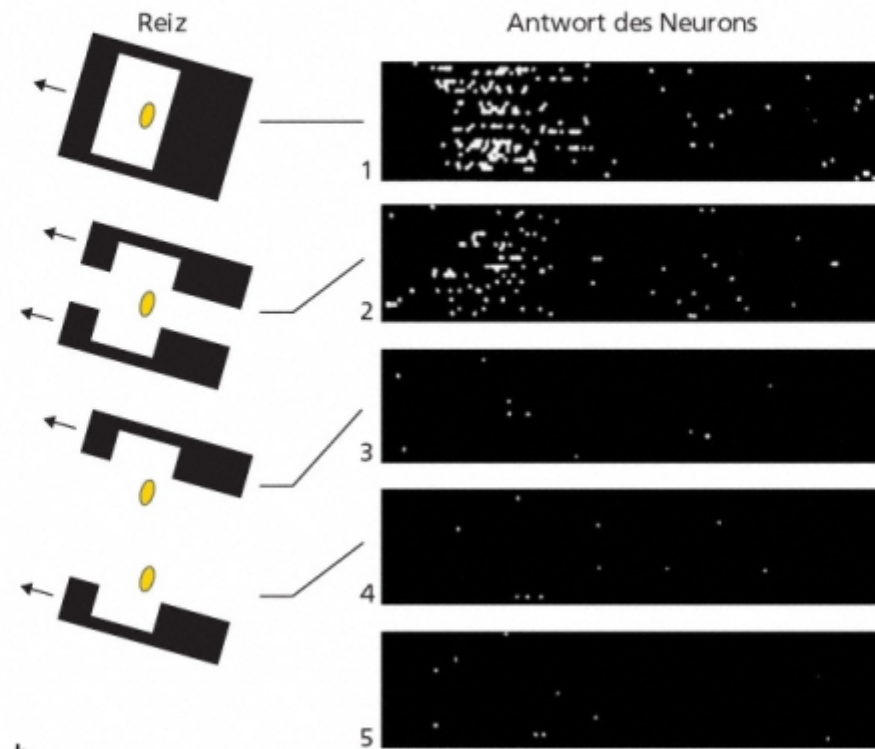




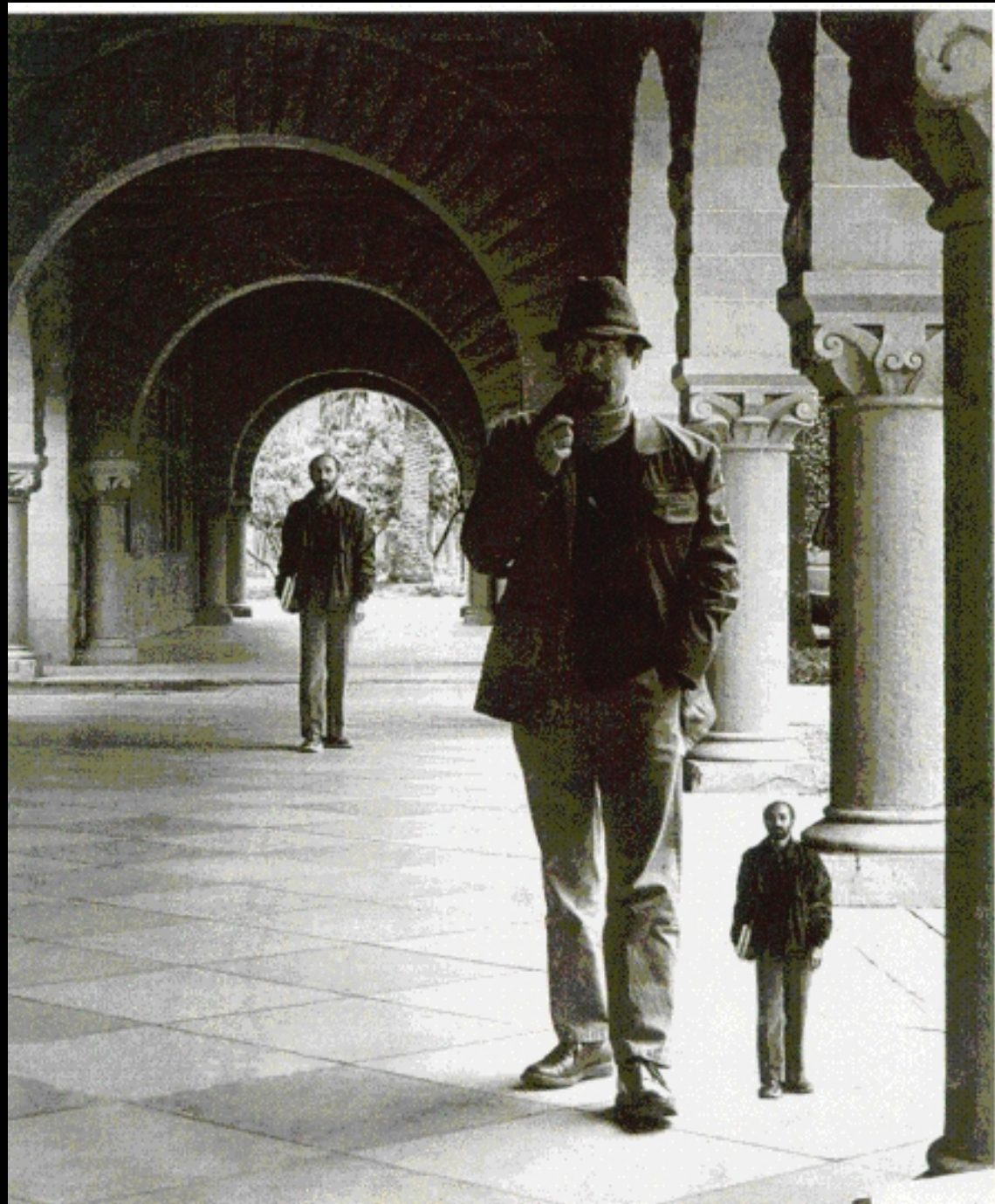


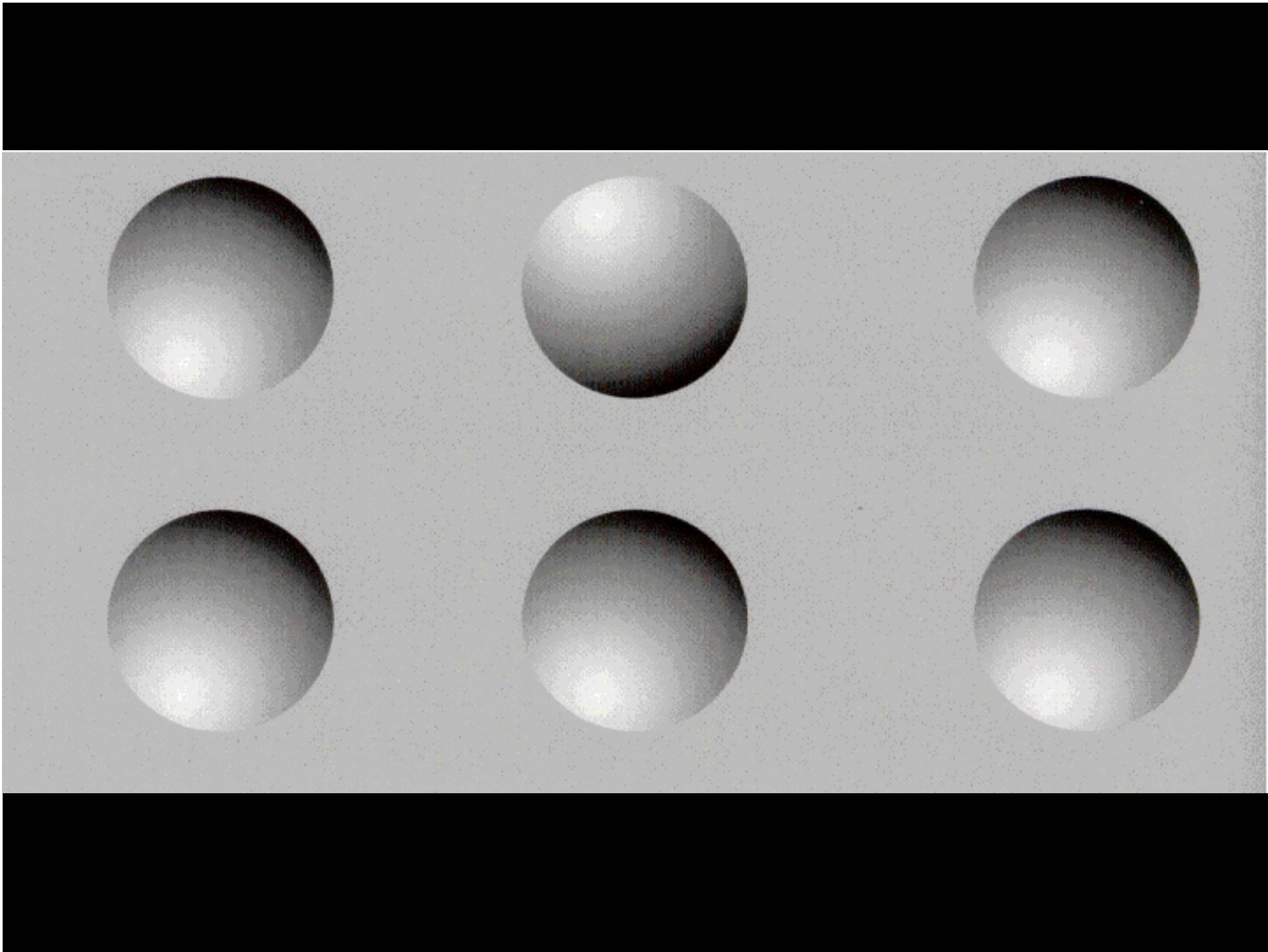


a



b



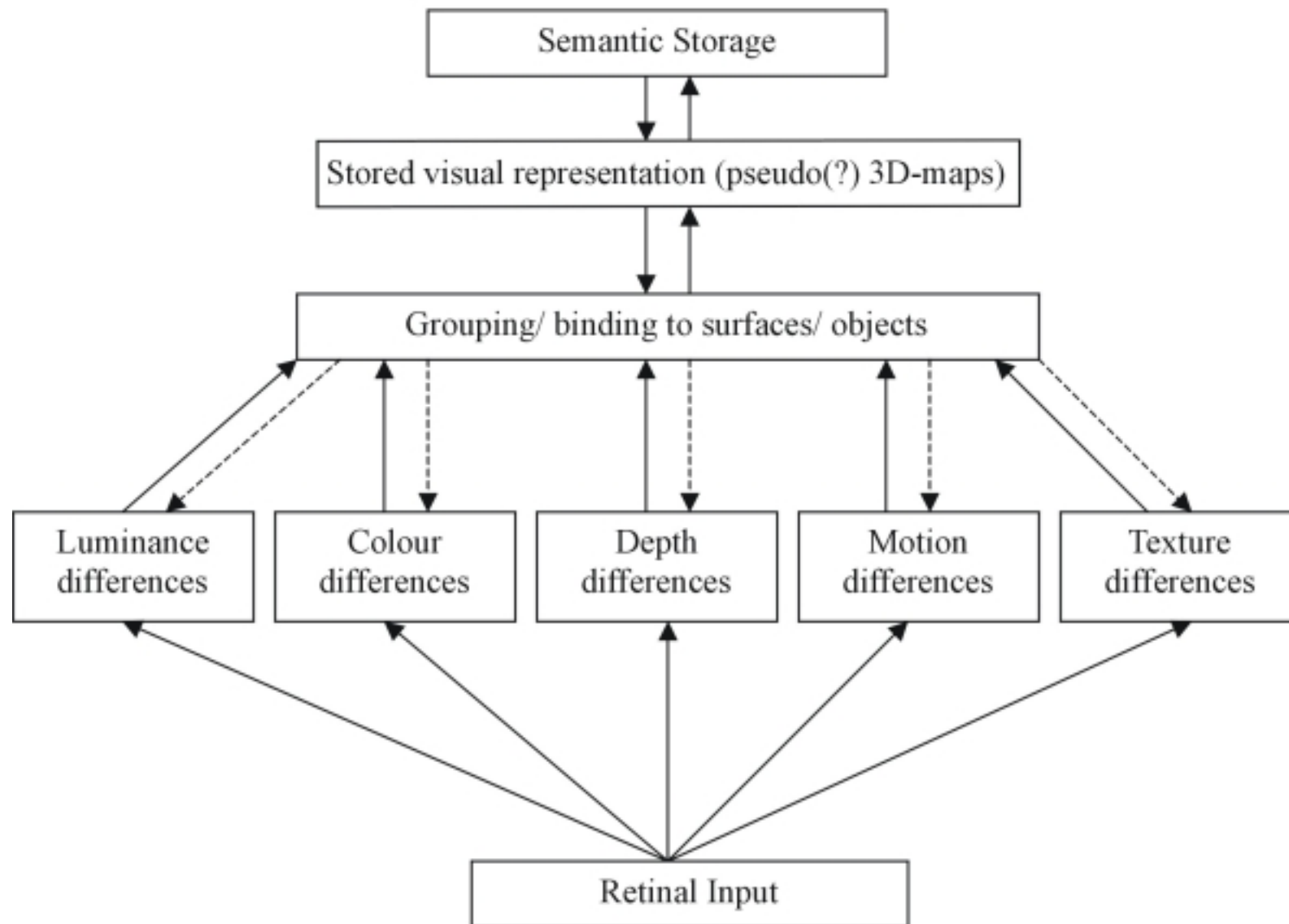


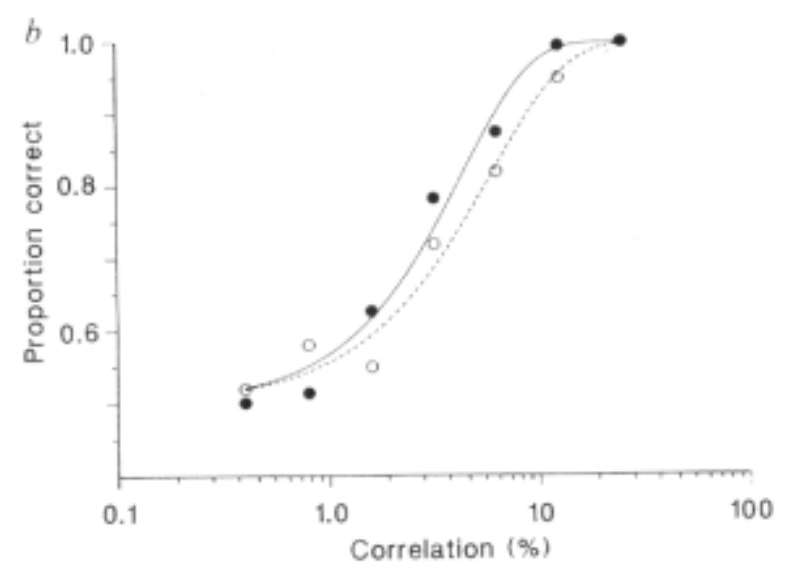
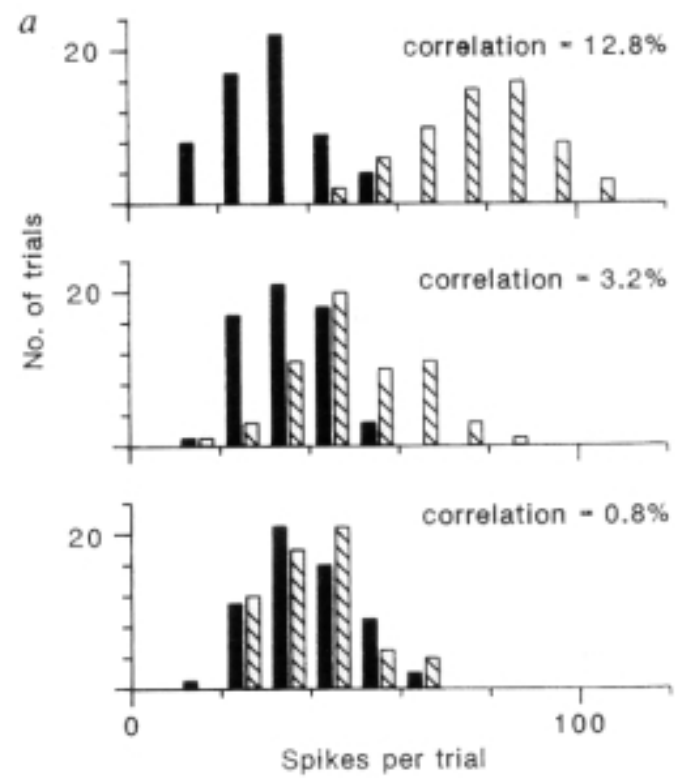


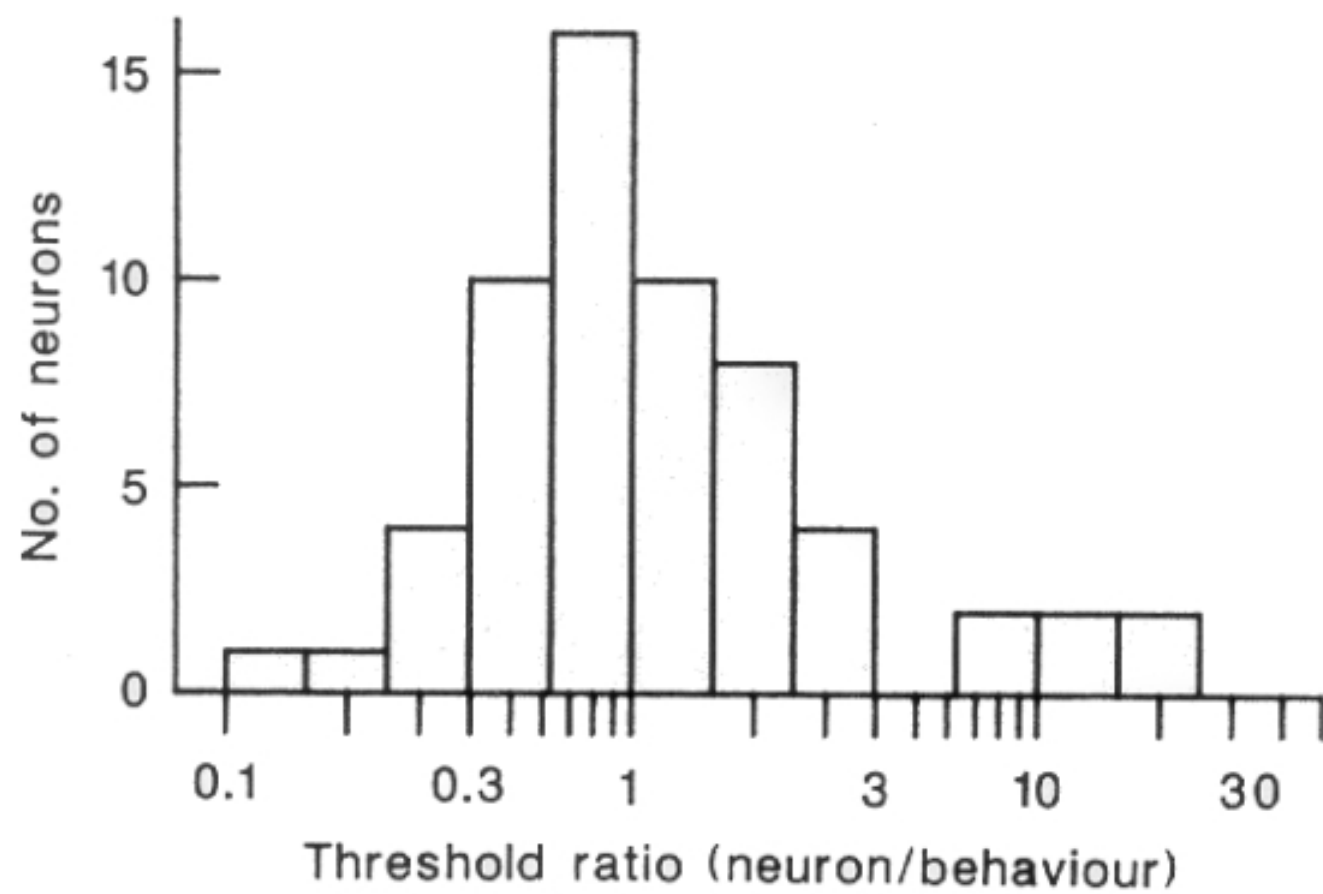




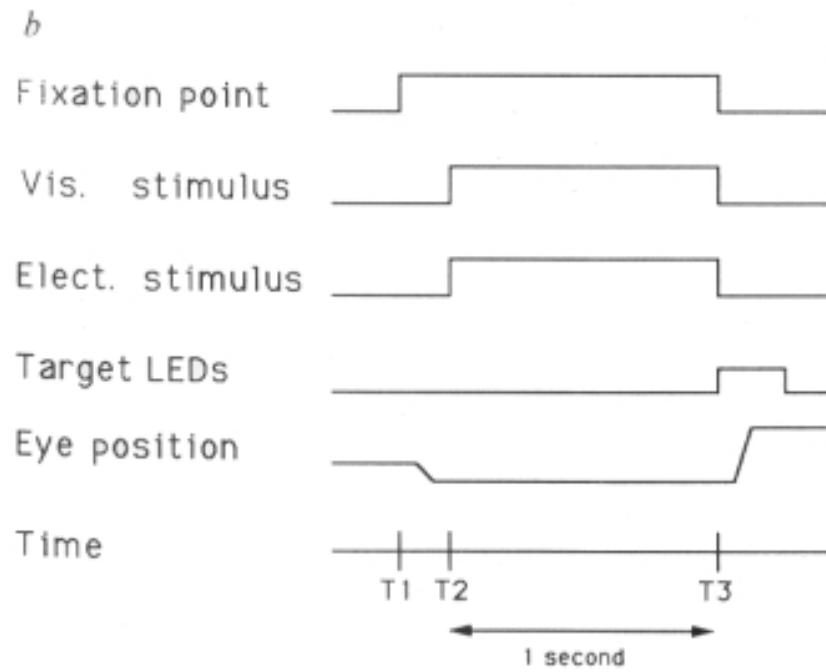
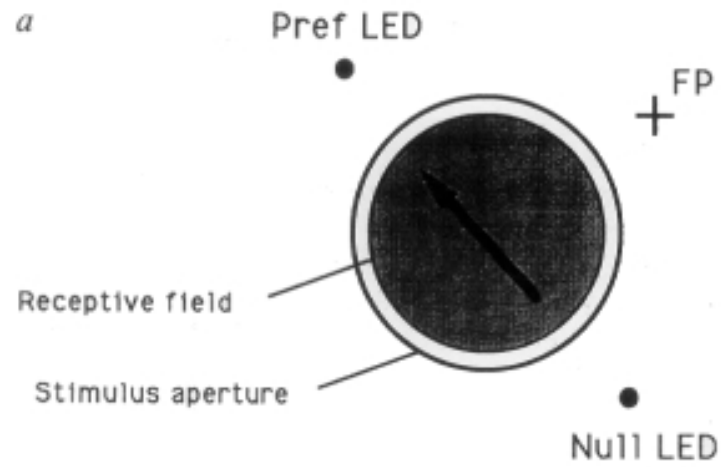


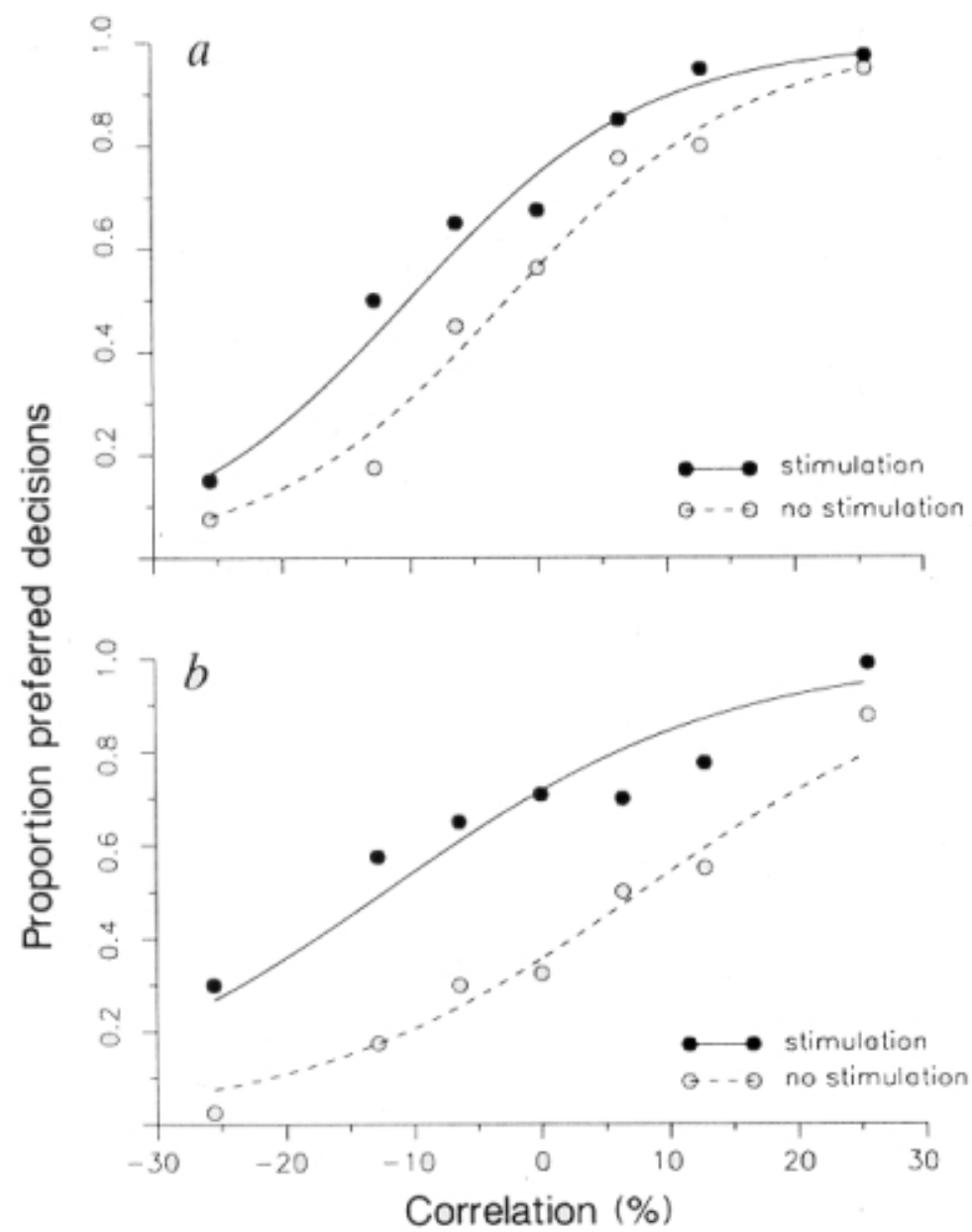






**Einzelne Neurone lösen eine
Wahrnehmungsaufgabe
unter Umständen besser als
das Gesamtgehirn!**





**Elektrische Stimulation
kleiner Cortexbereiche
verändert gezielt die
Wahrnehmung visueller
Reize!**

Sieben allgemeine Prinzipien:

- 1) Spezialisierung
- 2) Ordnung
- 3) Parallelverarbeitung
- 4) Verteilte Verarbeitung und laterale Integration
- 5) Rückkoppelung und vertikale Integration
- 6) Wahrnehmung = Synthese, nicht Analyse
- 7) Wahrgenommene Bilder *sind* neuronale Aktivitätsmuster

**Die Mehrdeutigkeit der
Sinnesinformation erzwingt
die teilweise Synthese der
Repräsentation – eine reine
Analyse ist unmöglich!**

