

Messen optischer Größen, Messen aus Bildern

Übersicht

Optische Strahlung, Sensorik
Geometrie, Photogrammetrie

- Kamerakalibrierung
- Stereo



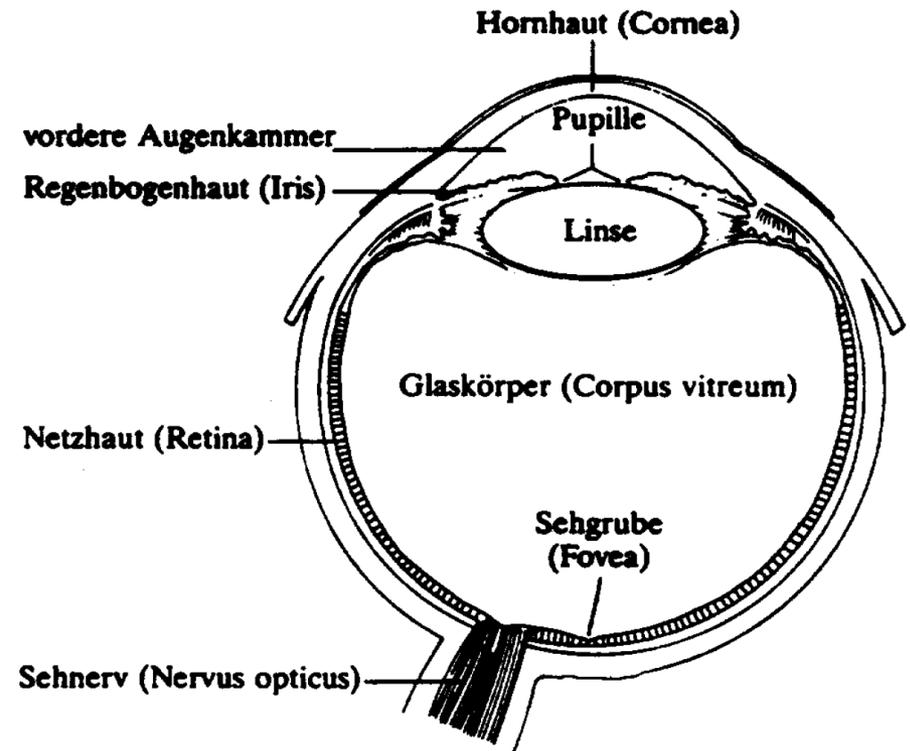
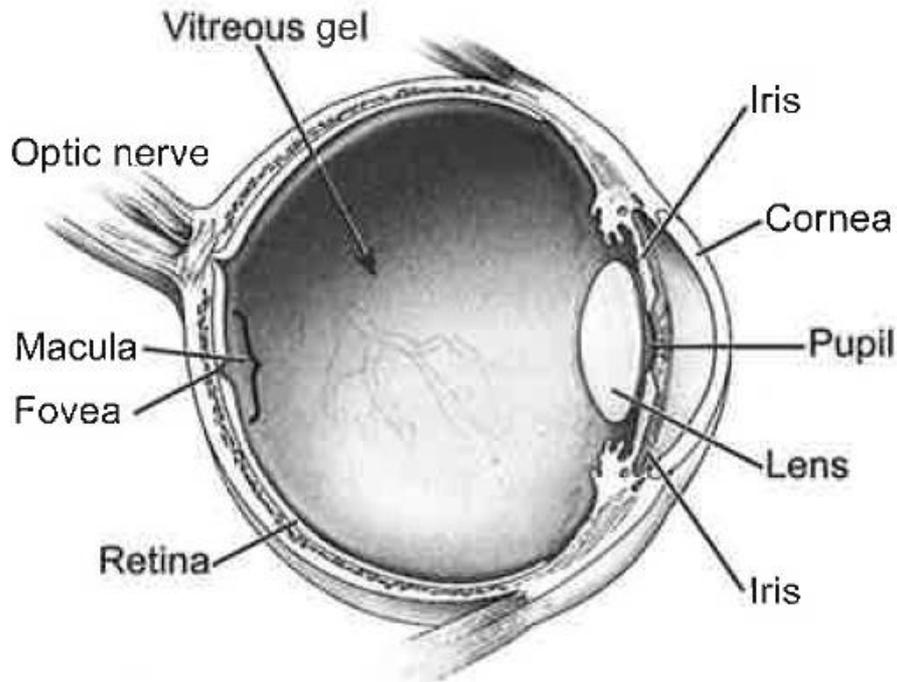
Menschliche Wahrnehmung

- Neurophysiologie
- Kognitive Psychologie

Digitale Bildanalyse

- Digitales Rasterbild, Kenngrößen
- Bildverarbeitungsoperationen, Segmentation
- Salient point detection + description

Das Menschliche Auge (1)



[Stone, Vision and Brain]

Das Menschliche Auge (2)

Fovea: Sehgrube, gelber Fleck, Stelle des schärfsten Sehens

Lichtempfindliche Zellen:

- Zapfen (Farbsehen)
- Stäbchen (monochrom)

Fovea: Nur Zapfen

Makula: Zapfen + Stäbchen, Zapfen nach außen abnehmend

Periphere Retina: V.a. Stäbchen, Dichte nach außen abnehmend

Ganglienzellen der Netzhaut, Axone im blinden Fleck gebündelt

Nervenzelle

Im Gehirn:

~ 10^{11} Nervenzellen

~ 10^{14} Synapsen

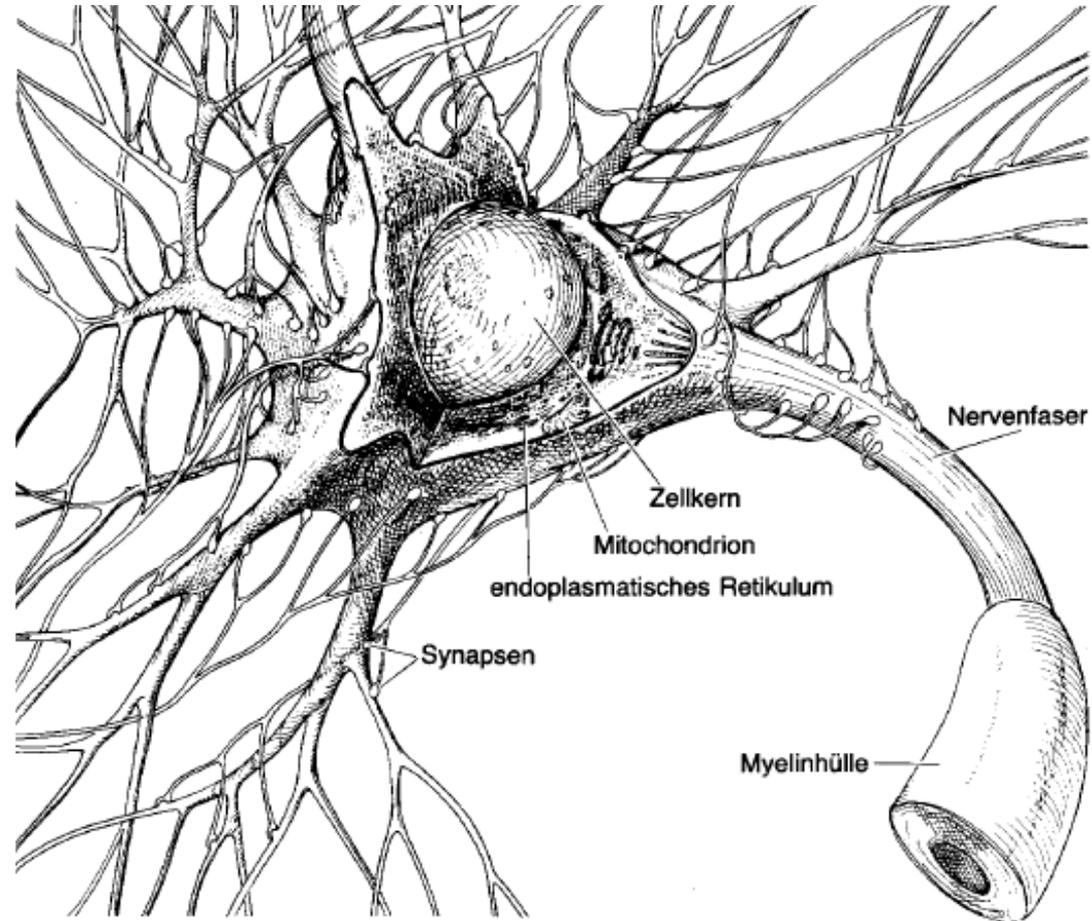
Verarbeitungsgeschwindigkeit

~1kHz

Komplexität: # Synapsen

Nur wenige 100 Verarbeitungsschritte Input → Output

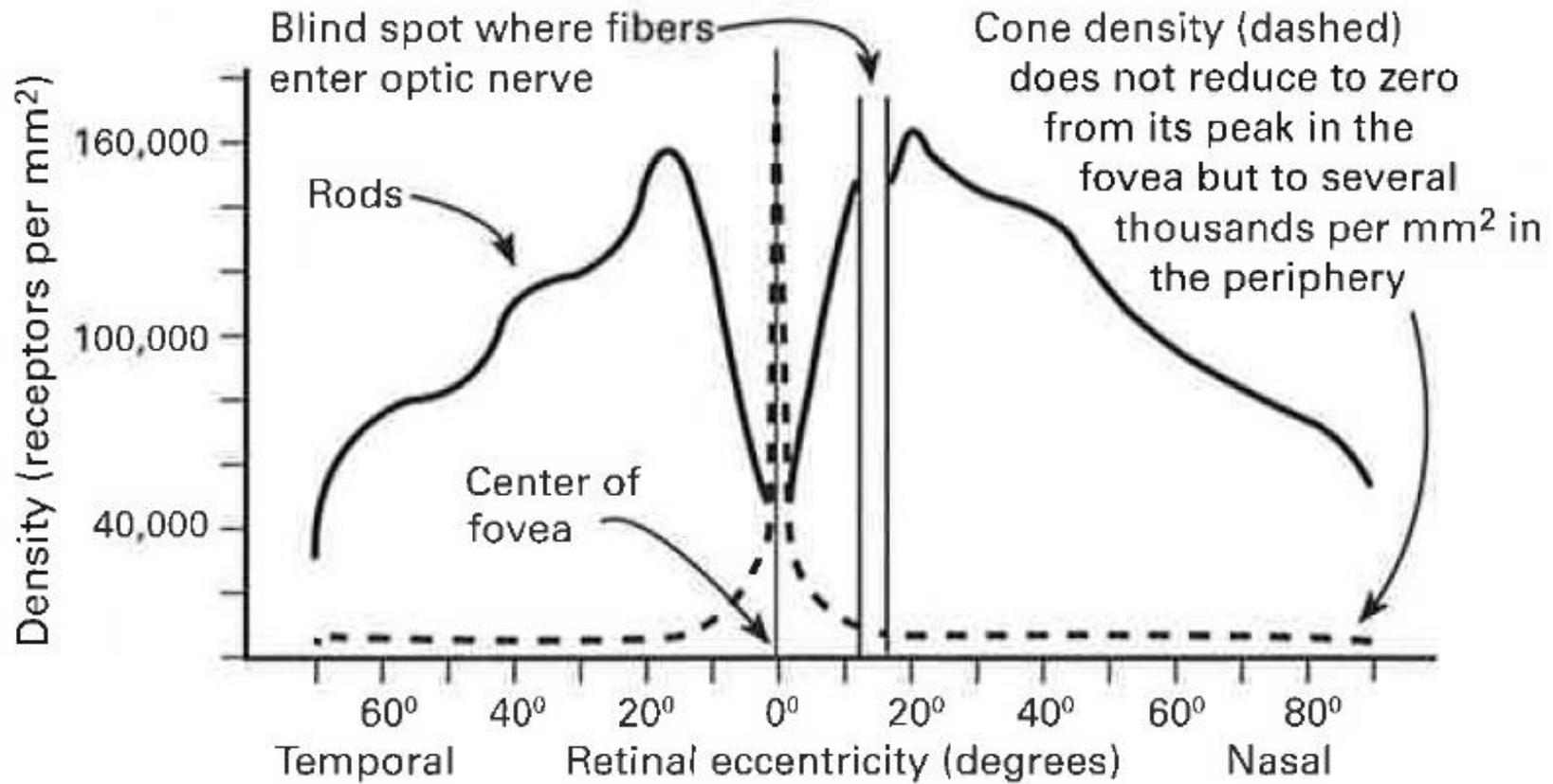
Massive Parallelität!



© Carol Donner

Die Retina

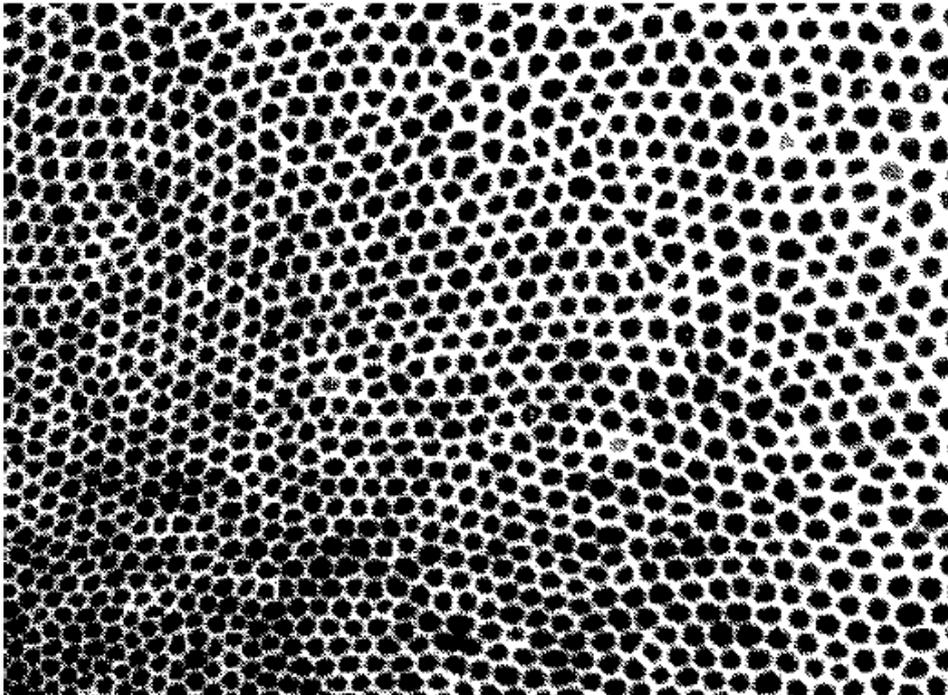
Insges. ~ 126 Mio Photorezeptoren



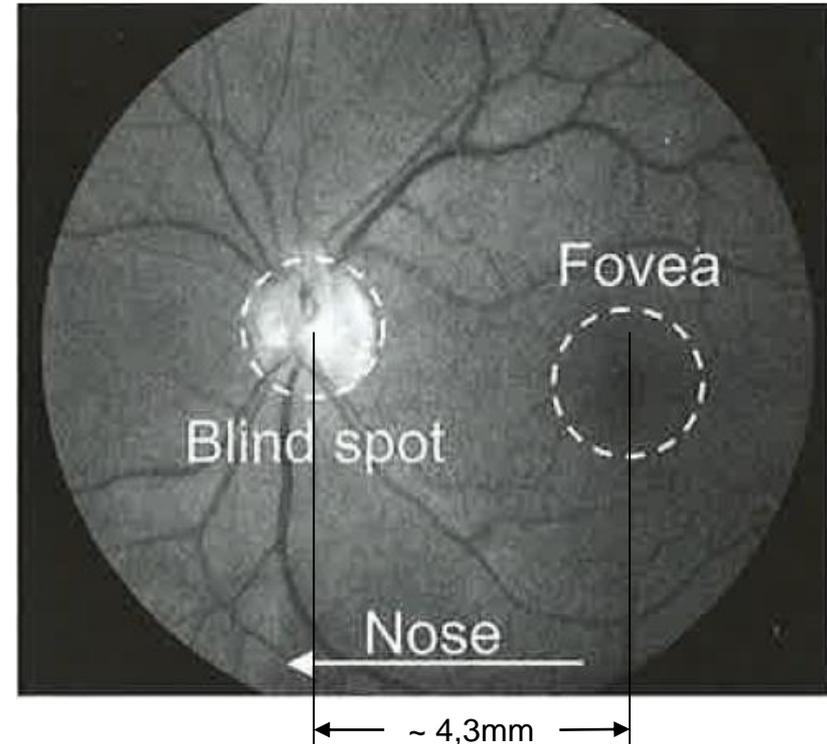
[Stone, Vision and Brain]

Die Fovea

Schnitt durch die Fovea:
 Höchste Packungsdichte →
 Hexagonale „Wabenstruktur“



[Stone, Vision and Brain]



Reizleitung Auge → Visueller Cortex

Sehnervenverkreuzung

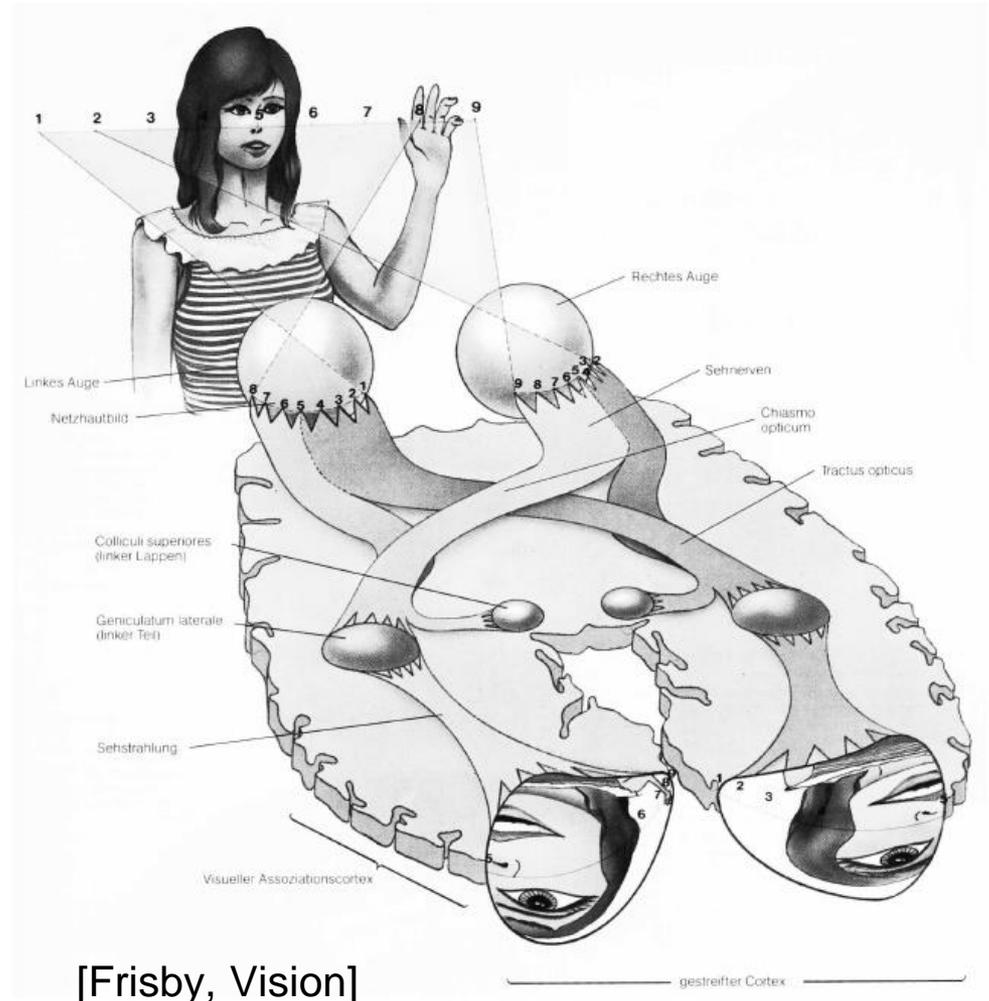
Linke/rechte

Gesichtsfeldhälfte



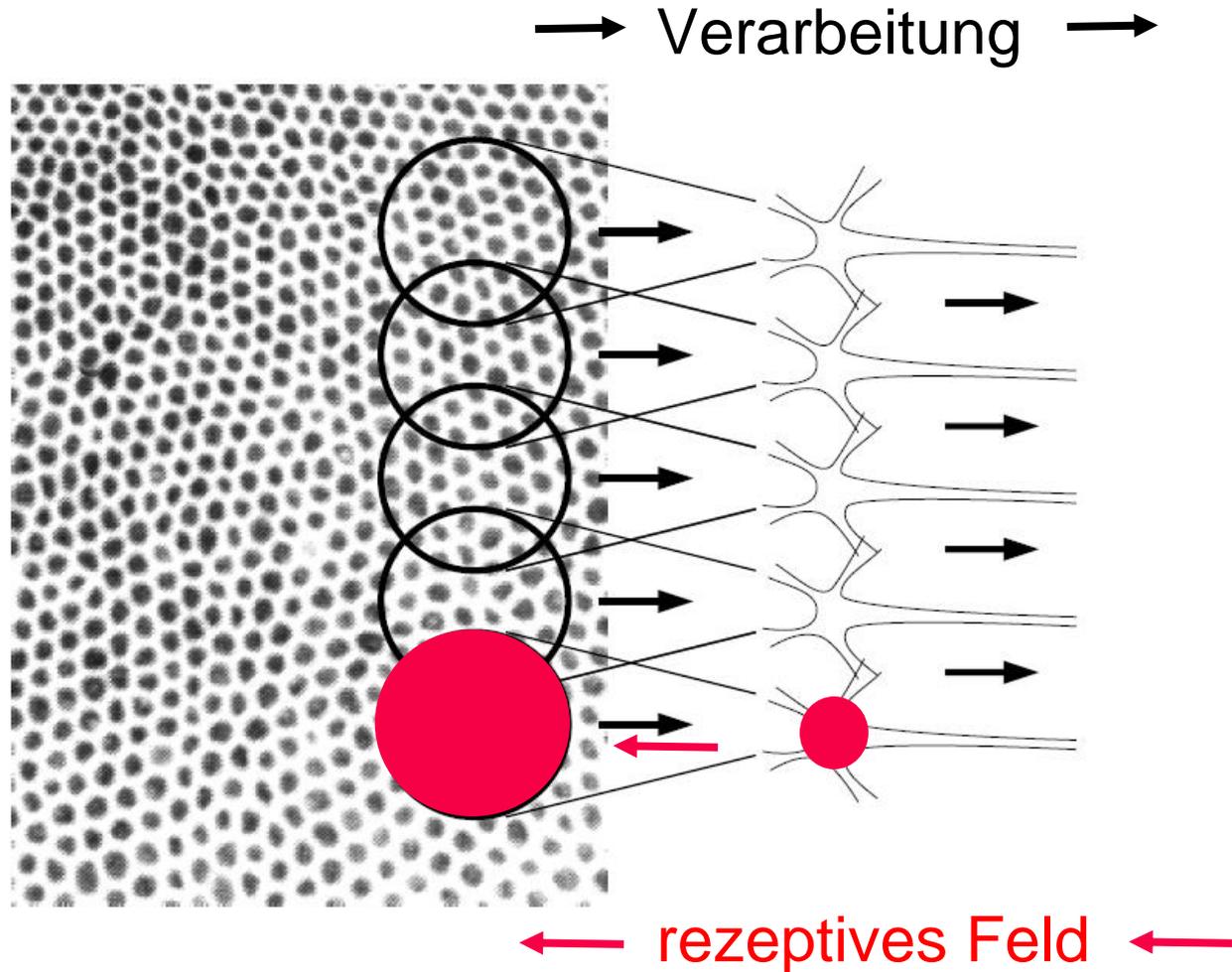
Rechte/linke

Gehirnhälfte!!!



[Frisby, Vision]

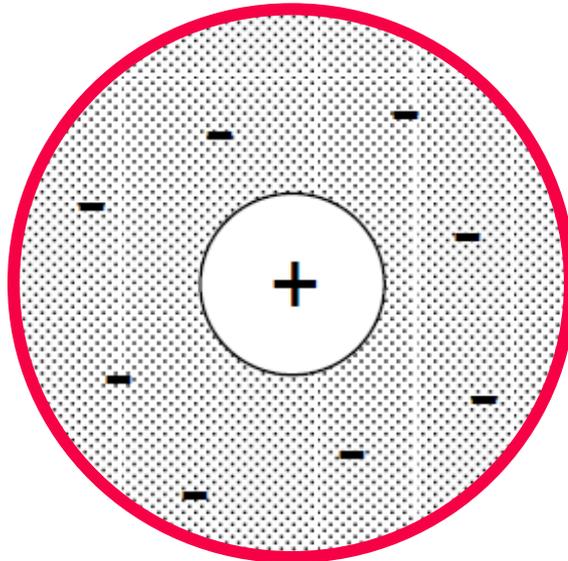
„Rezeptives Feld“ – was „sieht“ eine Nervenzelle?



Rezeptive Felder im Visuellen System

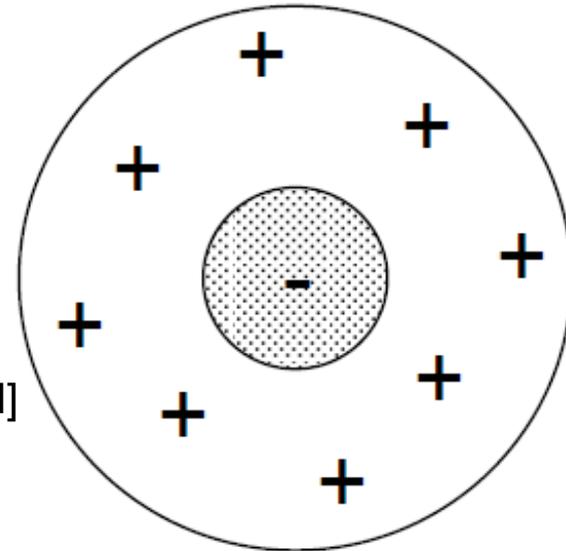
Kreisförmiges rezeptives Feld

On-Off Zellen



[Hubel & Wiesel]

Off-On Zellen



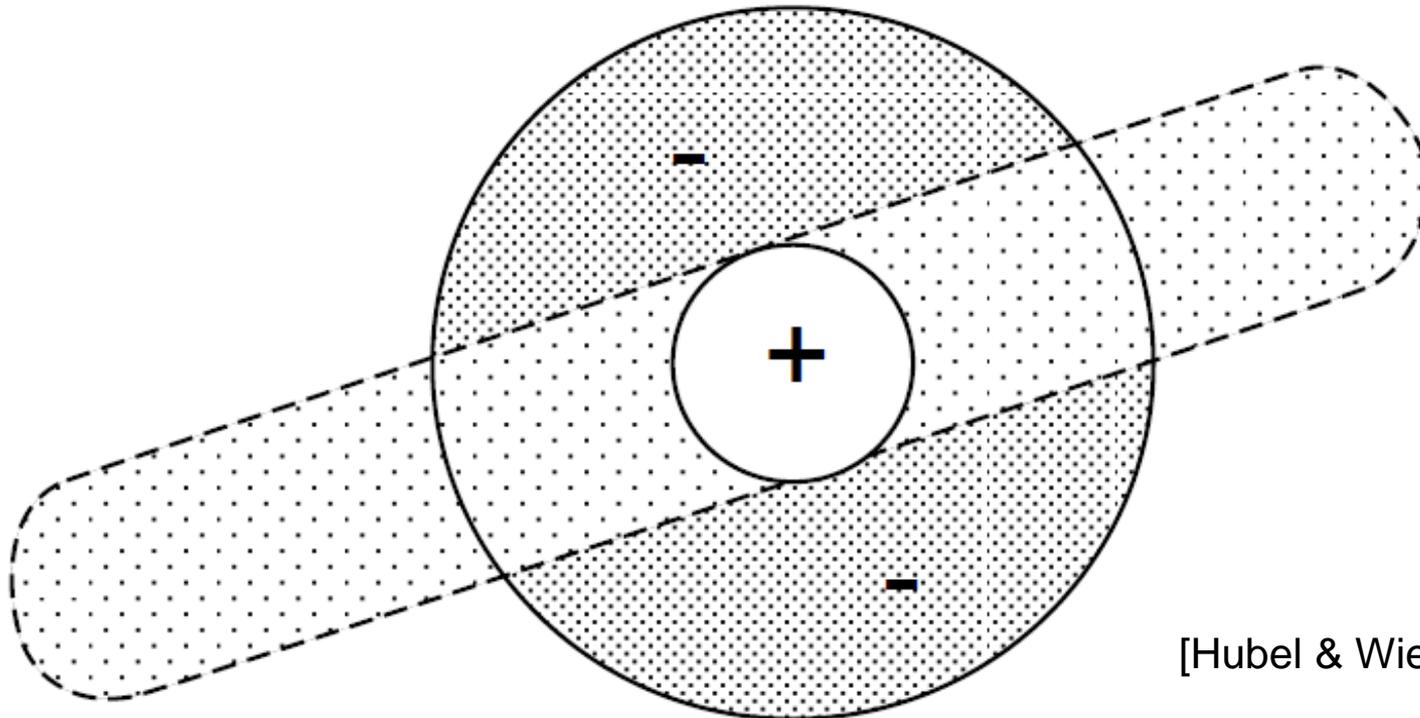
feuern maximal, wenn

helles Zentrum
dunkler Rand

dunkles Zentrum
heller Rand

Reaktion einer On-Off Zelle auf eine helle Linie

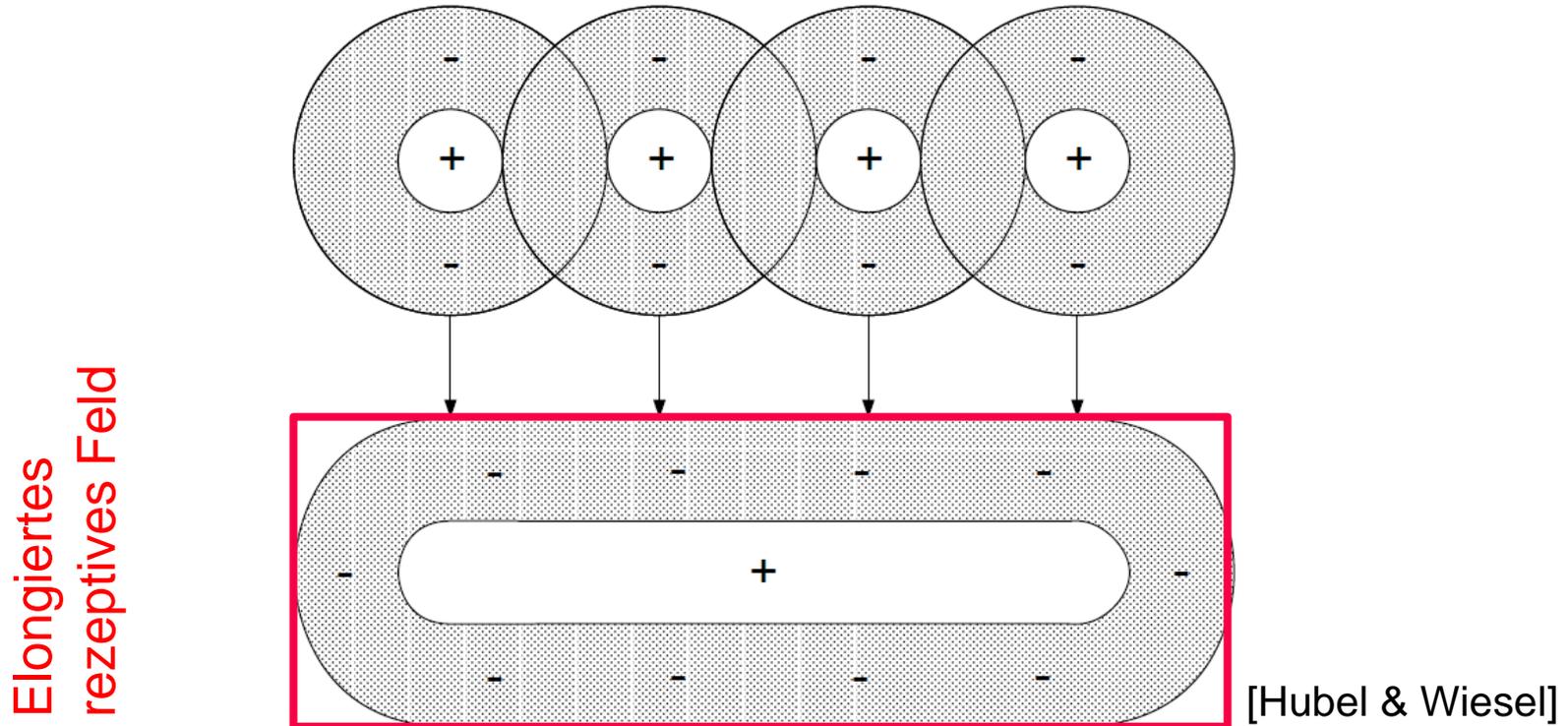
Die Zelle feuert auch, aber nicht maximal



[Hubel & Wiesel]

Einfache Zelle

Verarbeitet Input von mehreren On-Off / Off-On Zellen

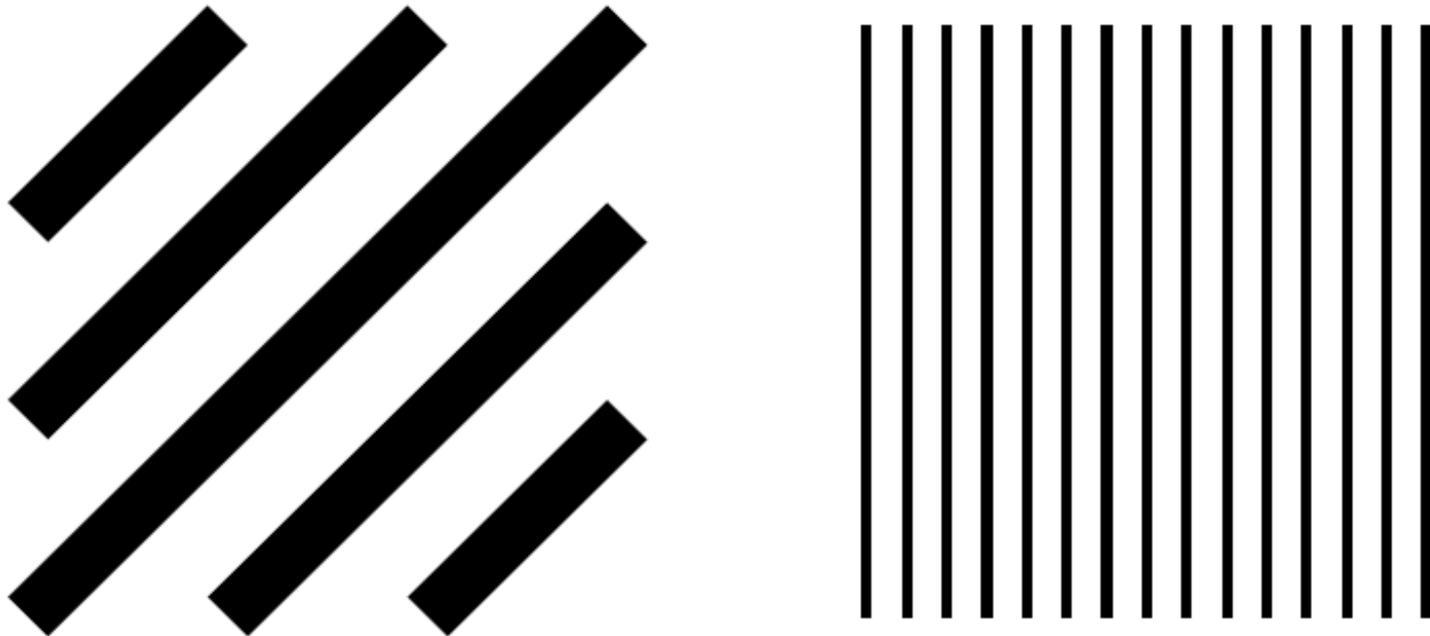


Feuert, wenn eine Linie oder Kante einer bestimmten Orientierung an einer bestimmten Stelle der Retina abgebildet wird

Komplexe Zelle

Verarbeitet Input von mehreren einfachen Zellen

Rezeptives Feld:
Gesamte Retina



Feuert, wenn ein Muster an beliebiger Stelle der Retina abgebildet wird: Ortsfrequenz + Orientierung

Analogie Kamera \leftrightarrow Auge

Bildebene

Kugelförmige Retina

Quadratische/rechteckige
Pixel

Hexagonale Packung
der Photorezeptoren

Konstante räumliche Auflösung

Variable Auflösung

20-40 Mpixel

Fovea \leftrightarrow Peripherie
~126 MRezeptoren

Farbbild

Farbe nur im Zentrum

Zusammenfassung: Erste, neurophysiologisch belegte Verarbeitungsschritte

Bedeutung von:

- Auffälligen Punkten
- Linien-/Kantenstücken
- Orientierung

Gesichtsfeldhälften \leftrightarrow Hemisphären (li/rechte Gehirnhälfte):

- Beide Augen liefern Information in beide Hemisphären
- Lokale Verarbeitung von Stereo-Information

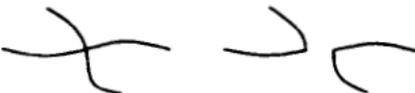
Komplexe weitere Verarbeitung visueller Information → Kognitive Psychologie

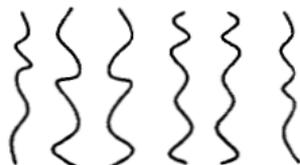
Z.B.: Nachweis von Bottom-Up Gruppierungsmechanismen

a) Proximity

b) Similarity

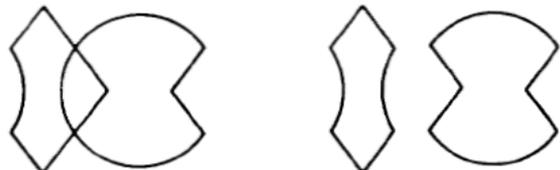
c) [] [] [] [Closure

d)  Continuation

e)  Symmetry

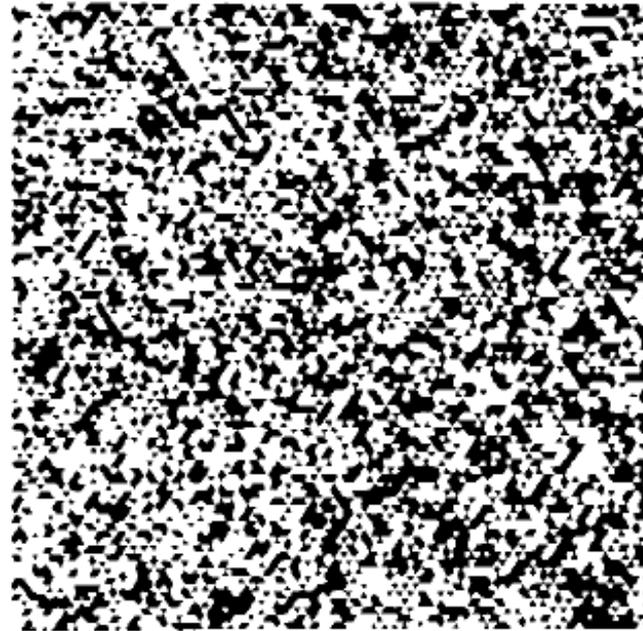
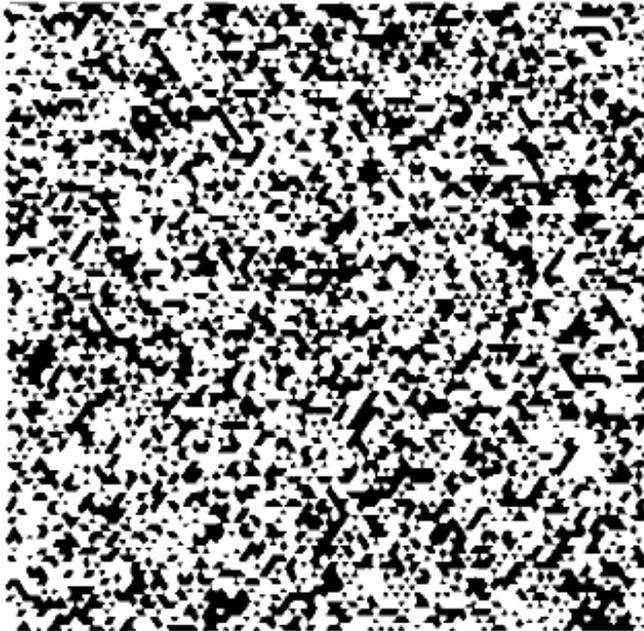
Hierarchie von Gruppierung:

a) > b) > ... > e)

f)  [Lowe]

Nachweis: Stereo ist ein „visueller Modul“

[B. Julesz – random dot stereogram]



Ein Test: Was ist das?



[Lowe]

Ein Test: Was ist das?



[Lowe]

Bottom-Up / Top-Down Gruppierung !

Zur Illustration – Stand des Wissens: Visual Pathways, Funktionen von Arealen, FMRI, ...

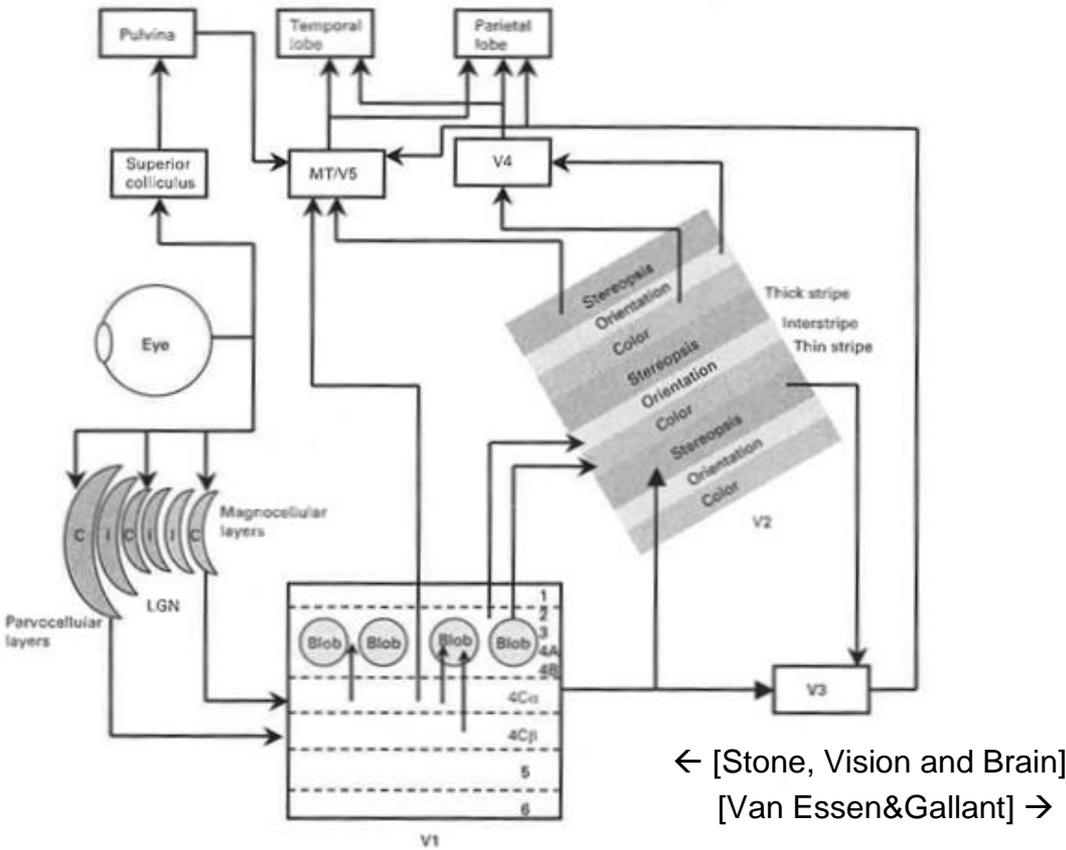


Figure 4.7
Unpacking the striate cortex. The outputs of different ganglion cells in each eye project to specific layers of the LGNs (C = contralateral, I = ipsilateral). These then project to striate cortex (V1), which project to discrete stripes of V2. These project to areas V3-V5, which are specialized for processing different types of information.

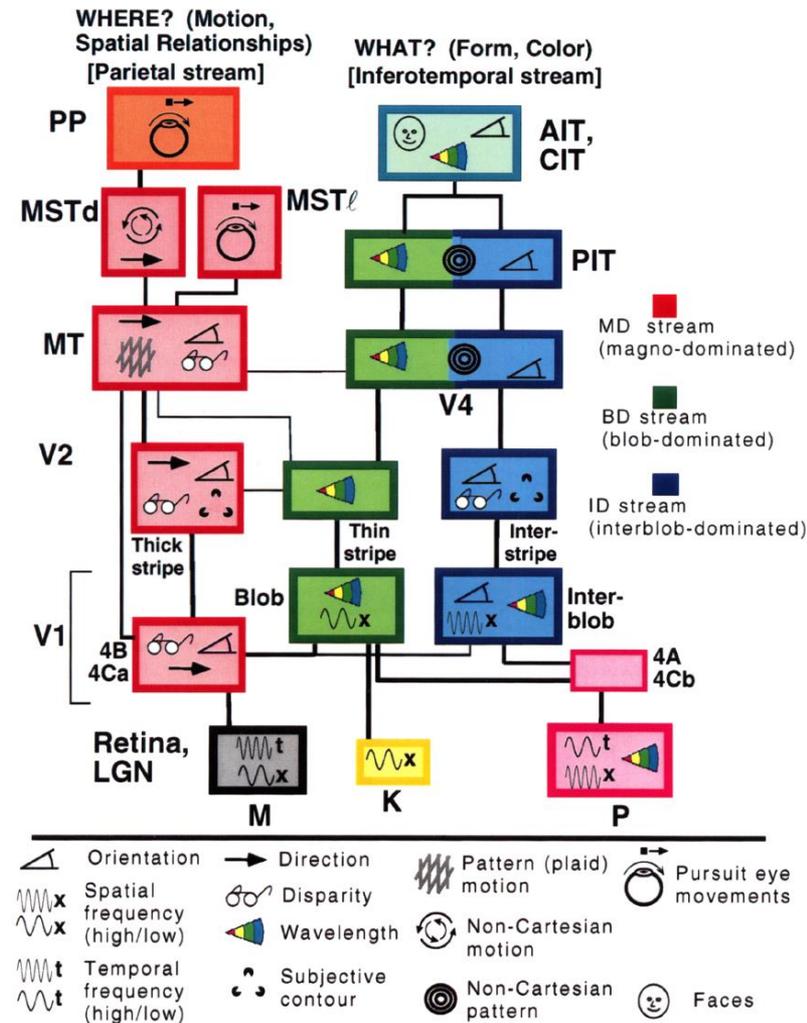


Figure 2. Hierarchical Organization of Concurrent Processing Streams in the Macaque Monkey
Boxes represent visual areas, compartments within an area, and subcortical centers; solid lines represent major connections between structures (usually reciprocal pathways); and icons represent characteristic neurophysiological properties. Subcortical streams in the retina and lateral geniculate nucleus (LGN) include the M, K, and P streams (grey, yellow, and pink, respectively). Cortical streams in early and intermediate stages include the MD, BD, and ID streams (red, green, and blue, respectively). The PP complex is shown in orange. The IT complex includes posterior inferotemporal areas (PIT), which are components of the BD and ID streams, and central and anterior areas (CIT and AIT). Pathways are based on information cited in Felleman and Van Essen, 1991, and Van Essen and DeYoe, 1994. Physiological specializations are based on information cited in Felleman and Van Essen, 1987, DeYoe and Van Essen, 1986, and in the present text.