

Farbensehen

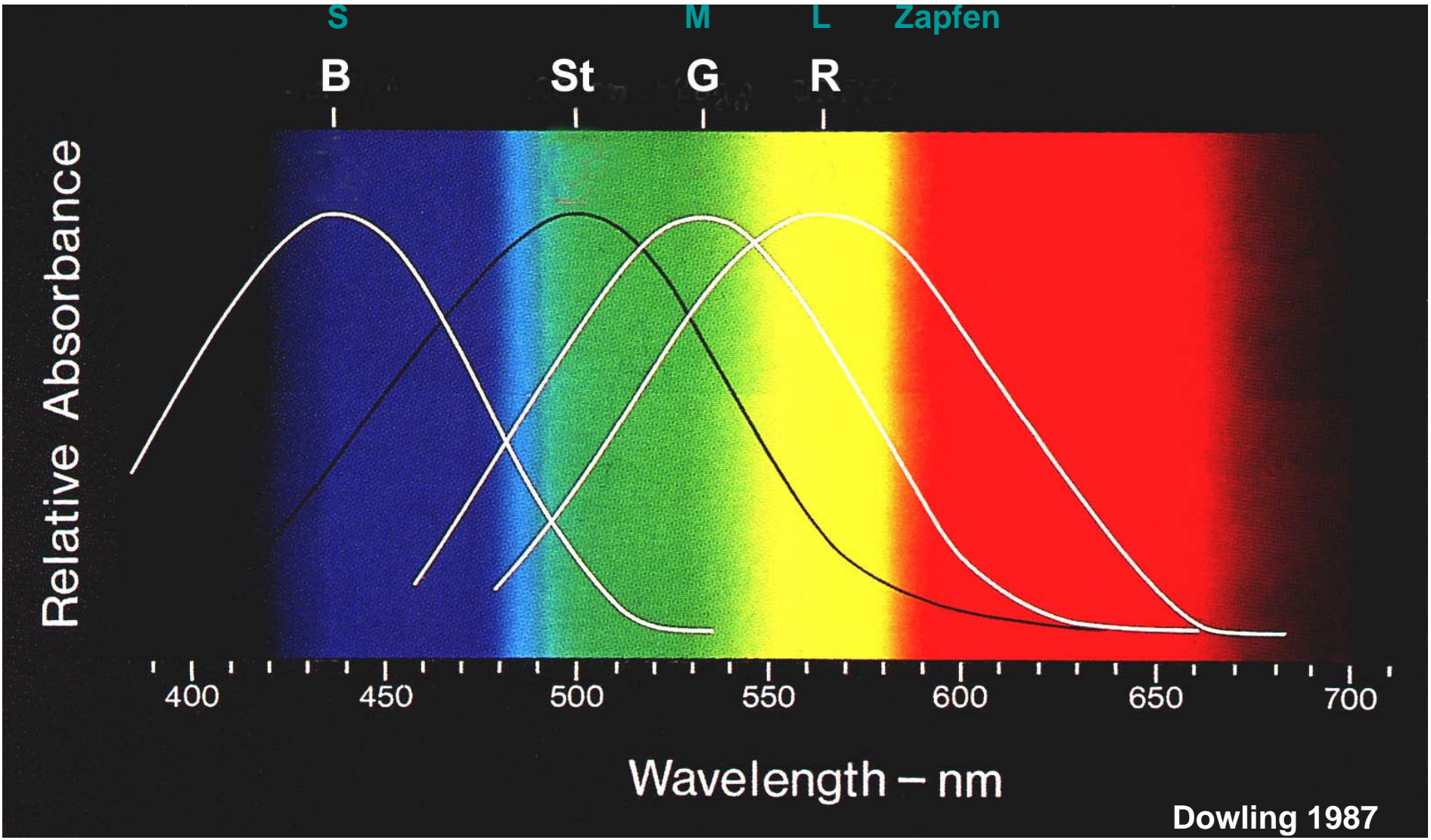
Farbensehen

„Wahrnehmung verschiedener Wellenlängen des Lichtes“



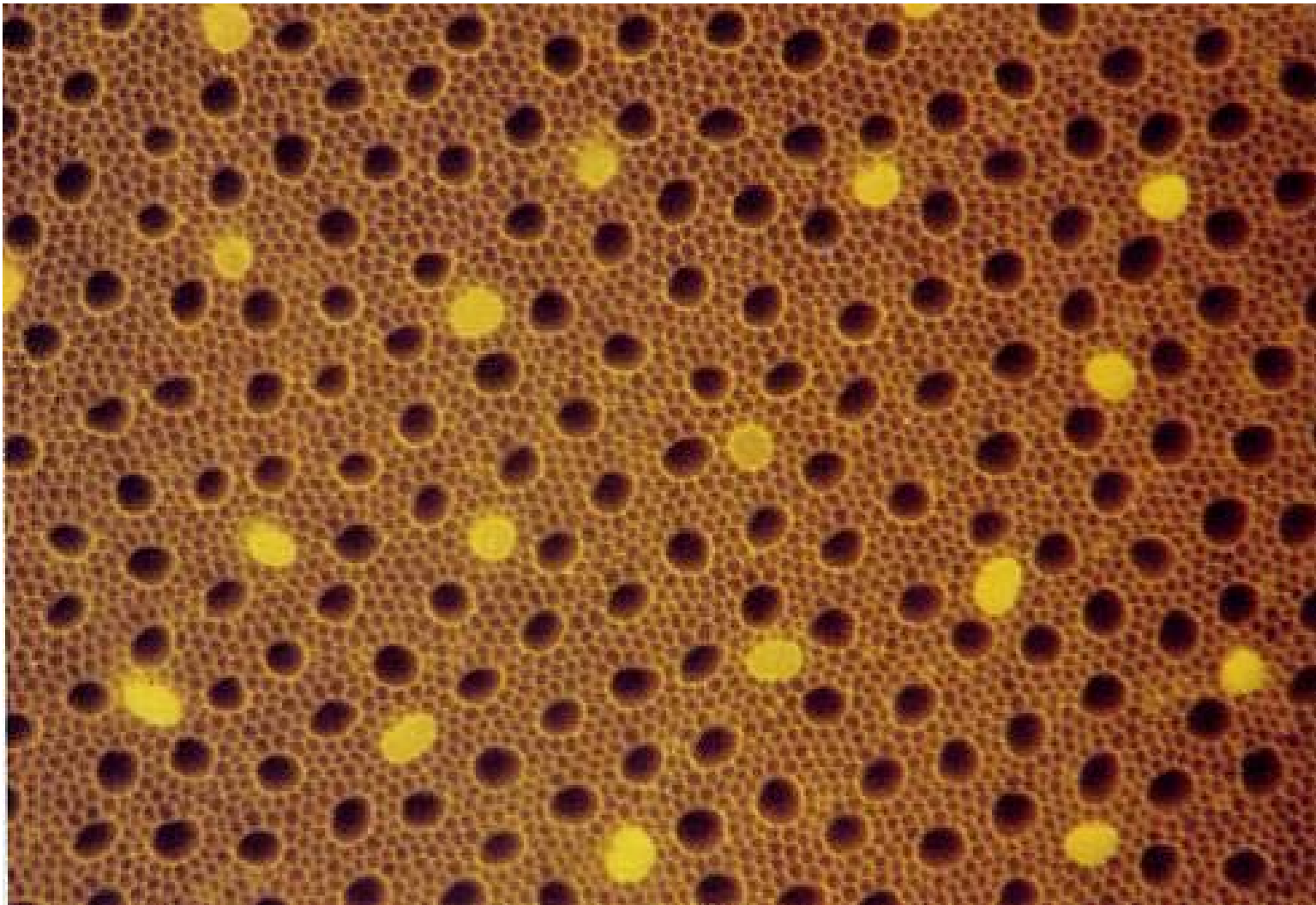
Farben entstehen durch unterschiedliche Absorptions- und Reflektionseigenschaften von Objekten und bieten damit wichtige Information über die Oberflächen von Objekten.

Um Farben wahrnehmen zu können, sind wenigsten zwei Typen von Photorezeptoren mit unterschiedlicher spektraler Empfindlichkeit nötig → Spektrale Empfindlichkeit hängt vor allem von unterschiedlichen Opsin-Komponenten des Sehpigmentes ab

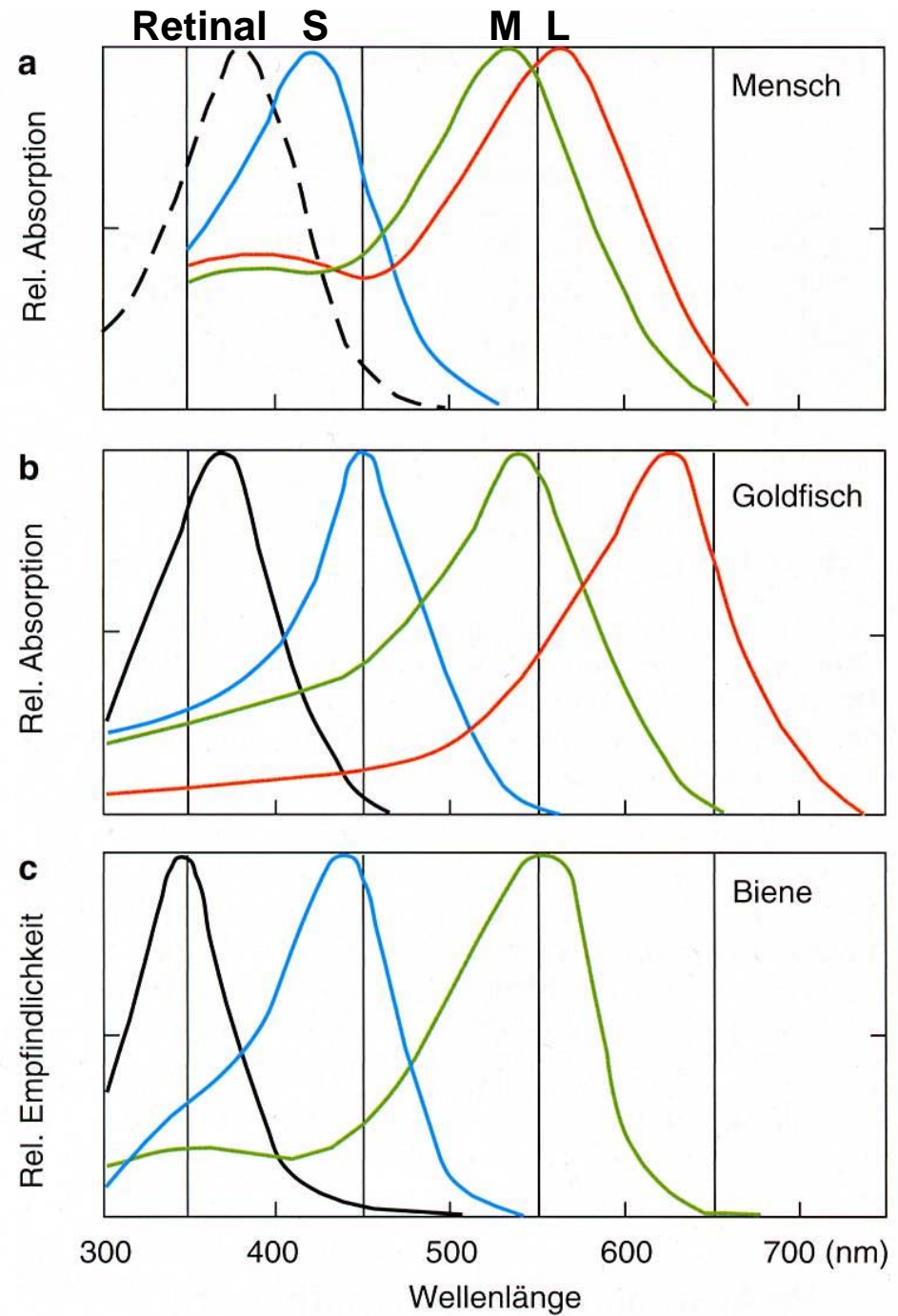


Dowling 1987

Ausblick auf Zapfen und Stäbchen in der Retina



Farb-Sehpigmente verschiedener Tierspecies

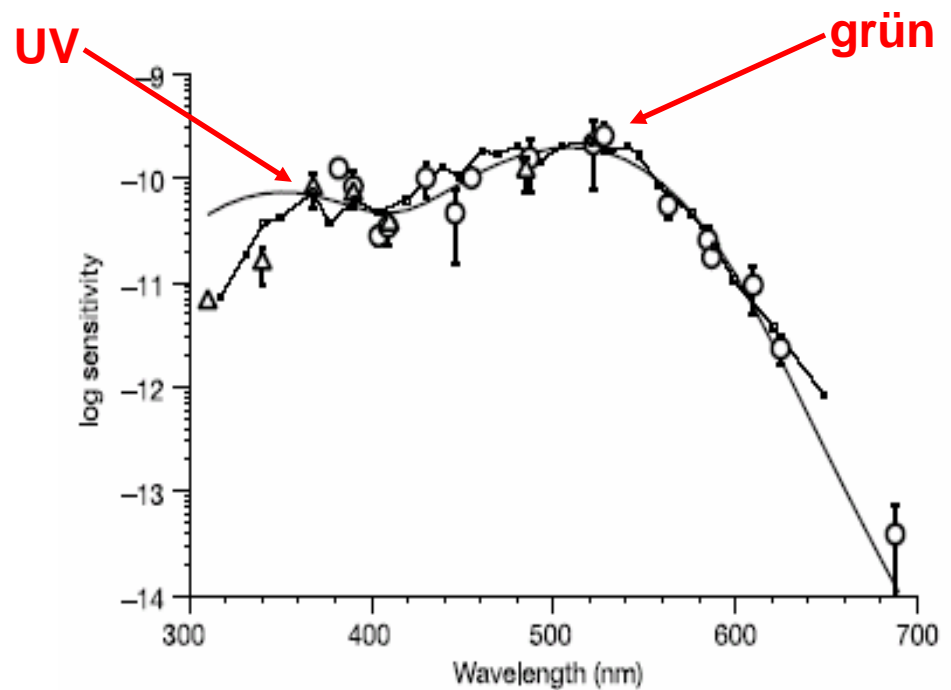


Auch manche Säuger sehen UV

Glossophaga soricina



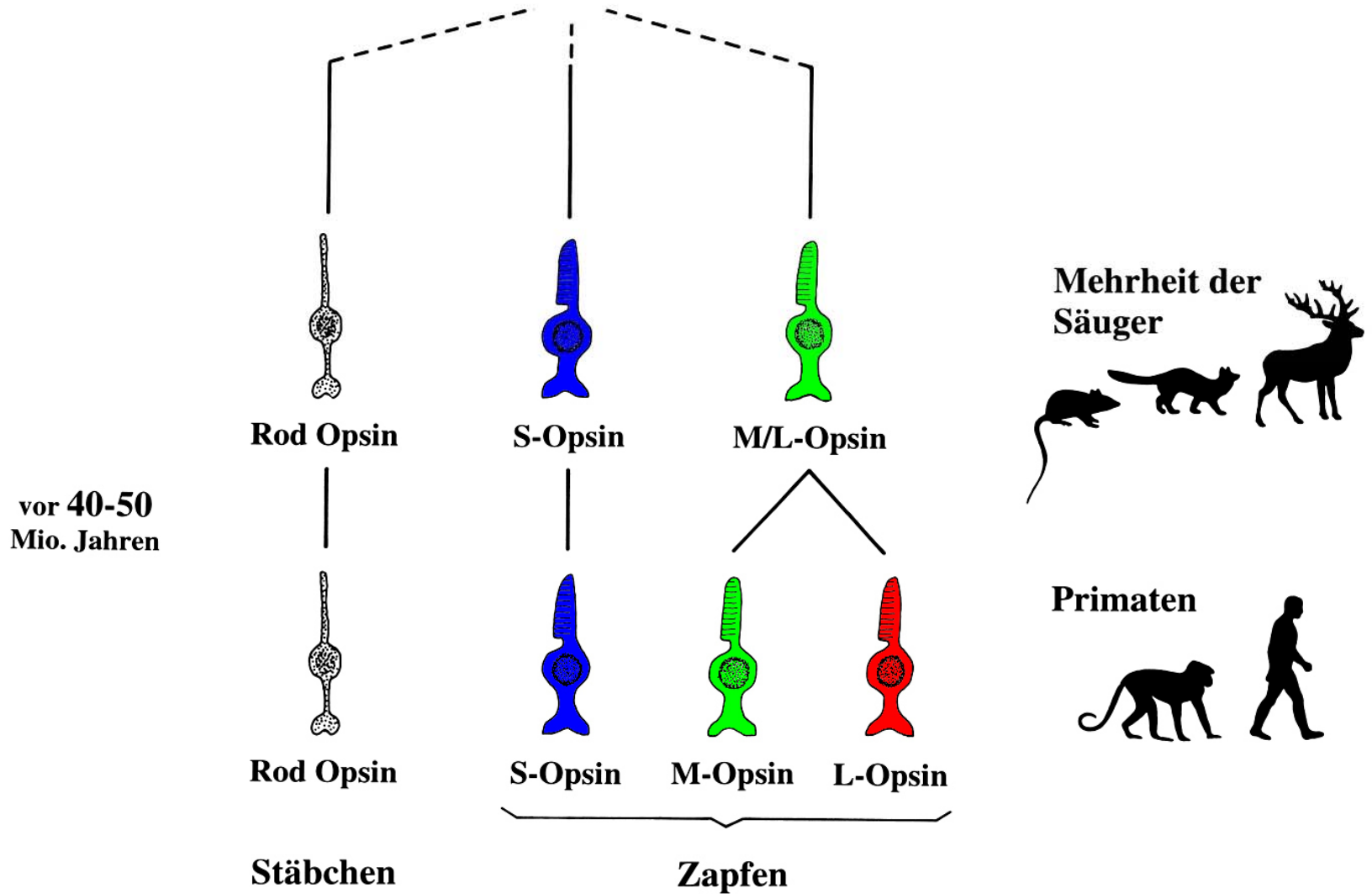
Sensitivität des Photorezeptors



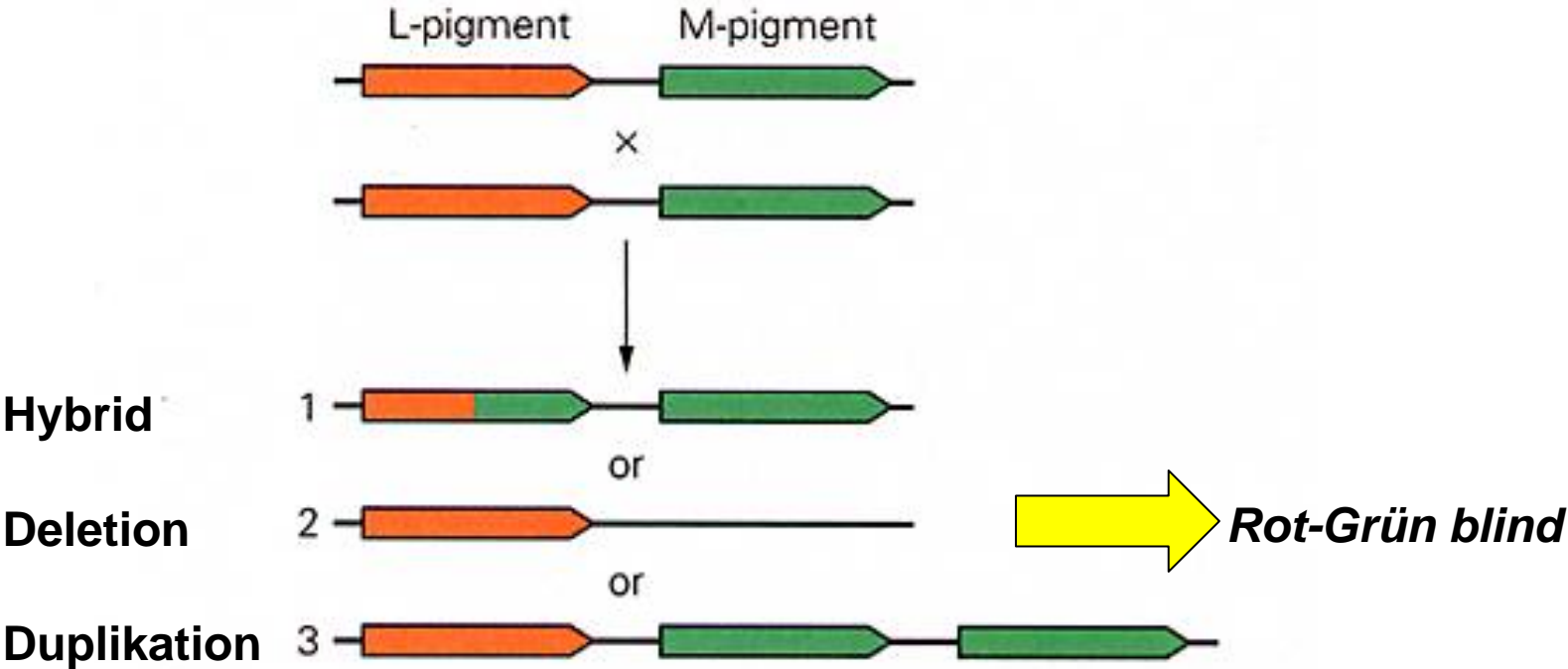
→ UV-Reflektionen von Blüten ?

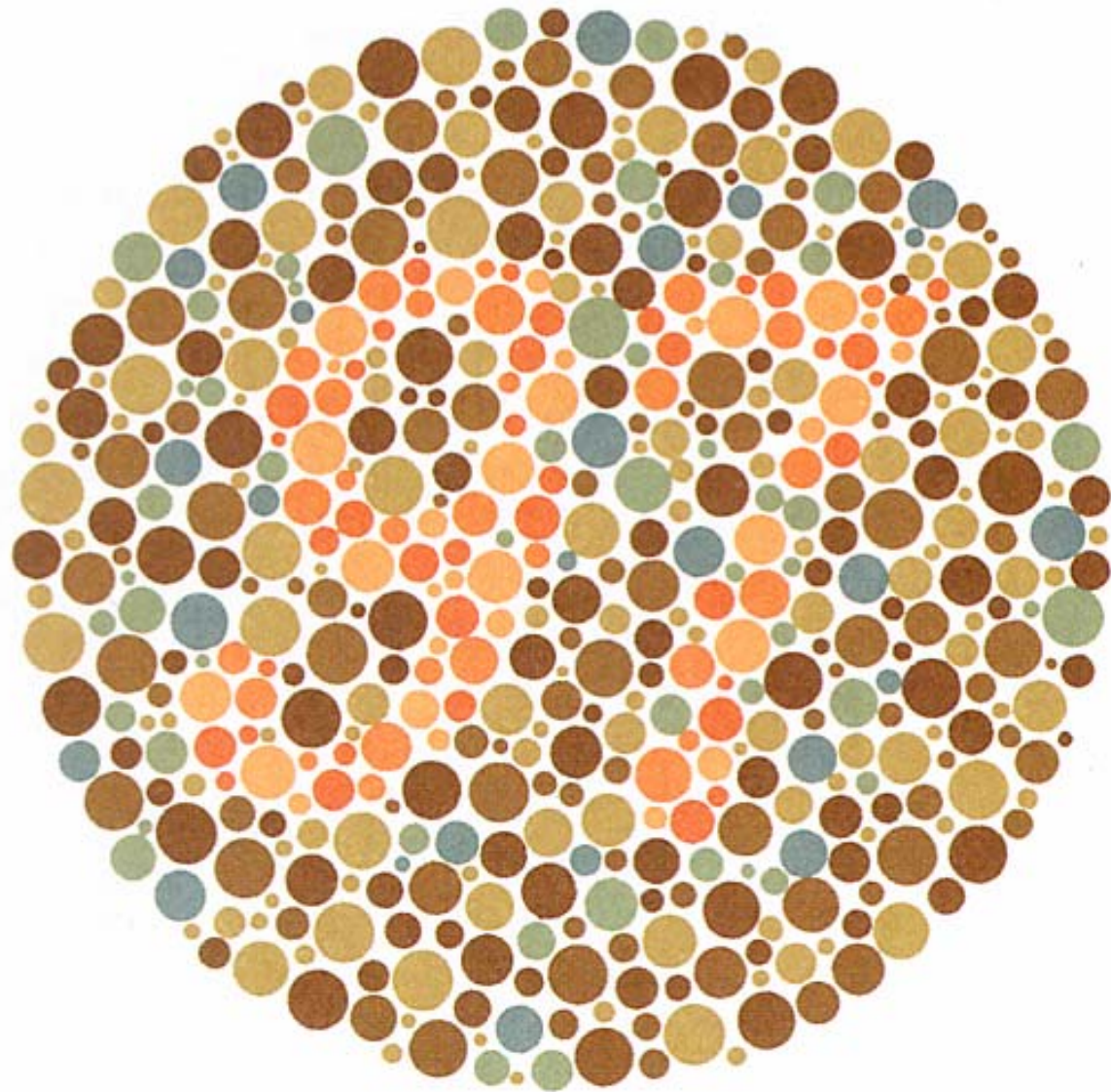
Farbsehen - Evolution

Stammbaum SEHPIGMENTE (OPSINE) DER SÄUGETIERE Eutheria



Primaten: Gene für M und L Pigment auf X-Chromosom



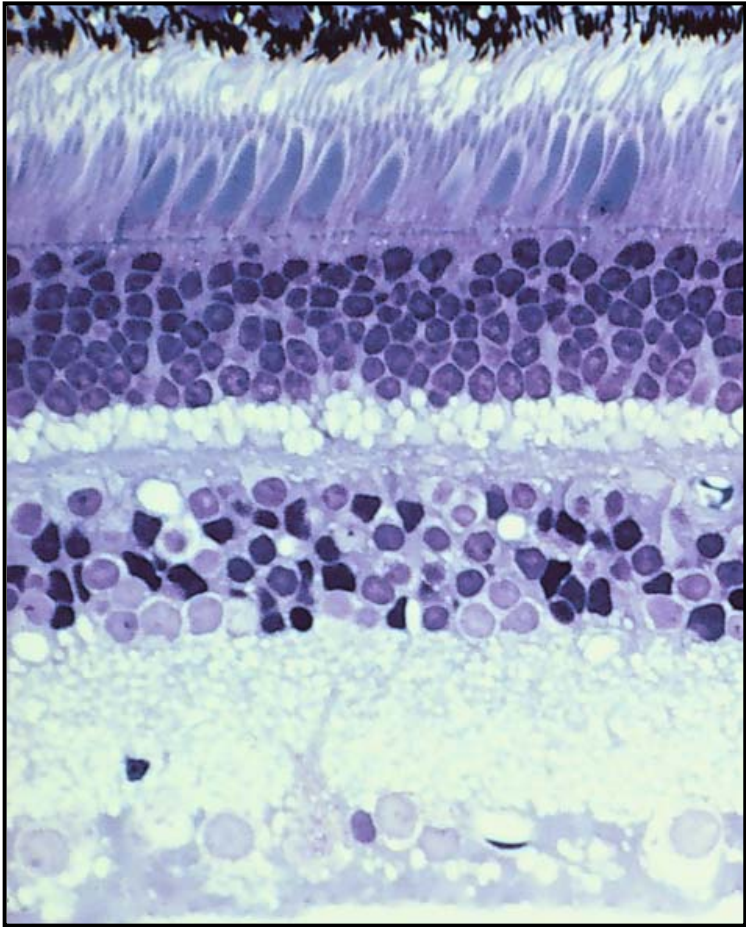


Zusammenfassung: **Farbsehen**

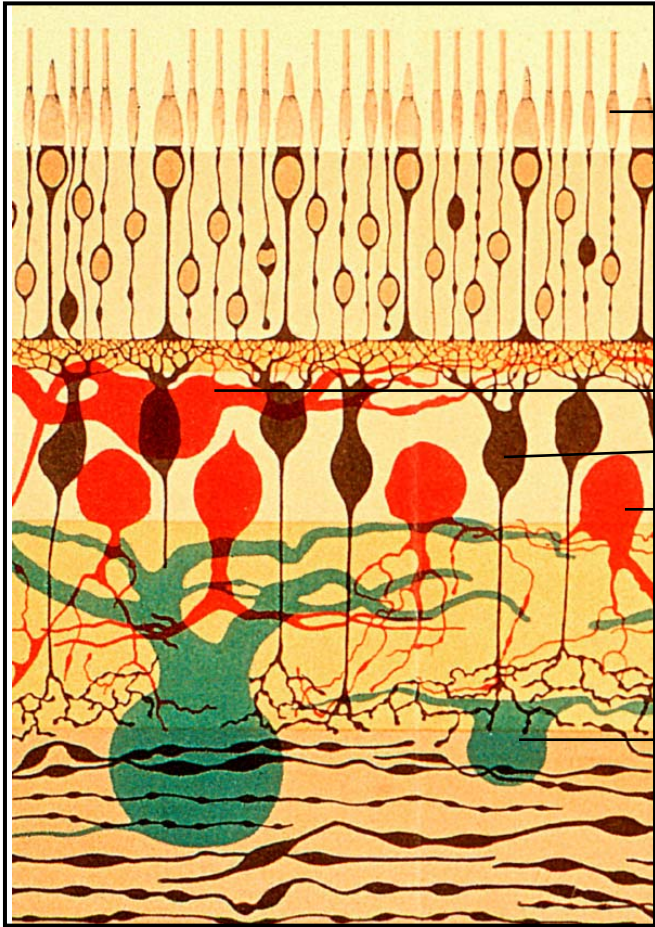
- Licht unterschiedlicher Wellenlänge wird als verschiedene Farben wahrgenommen
- Hierzu werden mindestens 2 Photopigmente mit unterschiedlichen Absorptionsspektren benötigt. Ausserdem muss die Ausgangsaktivität der beiden Photorezeptoren neuronal verglichen werden.
- Mensch hat 3 Zapfentypen: S (blau) M (grün) L (rot) “Trichromatie”

Retina

Retina Morphologie



↑ ↑ ↑ ↑
Licht



Photorezeptoren:

Stäbchen
Zapfen

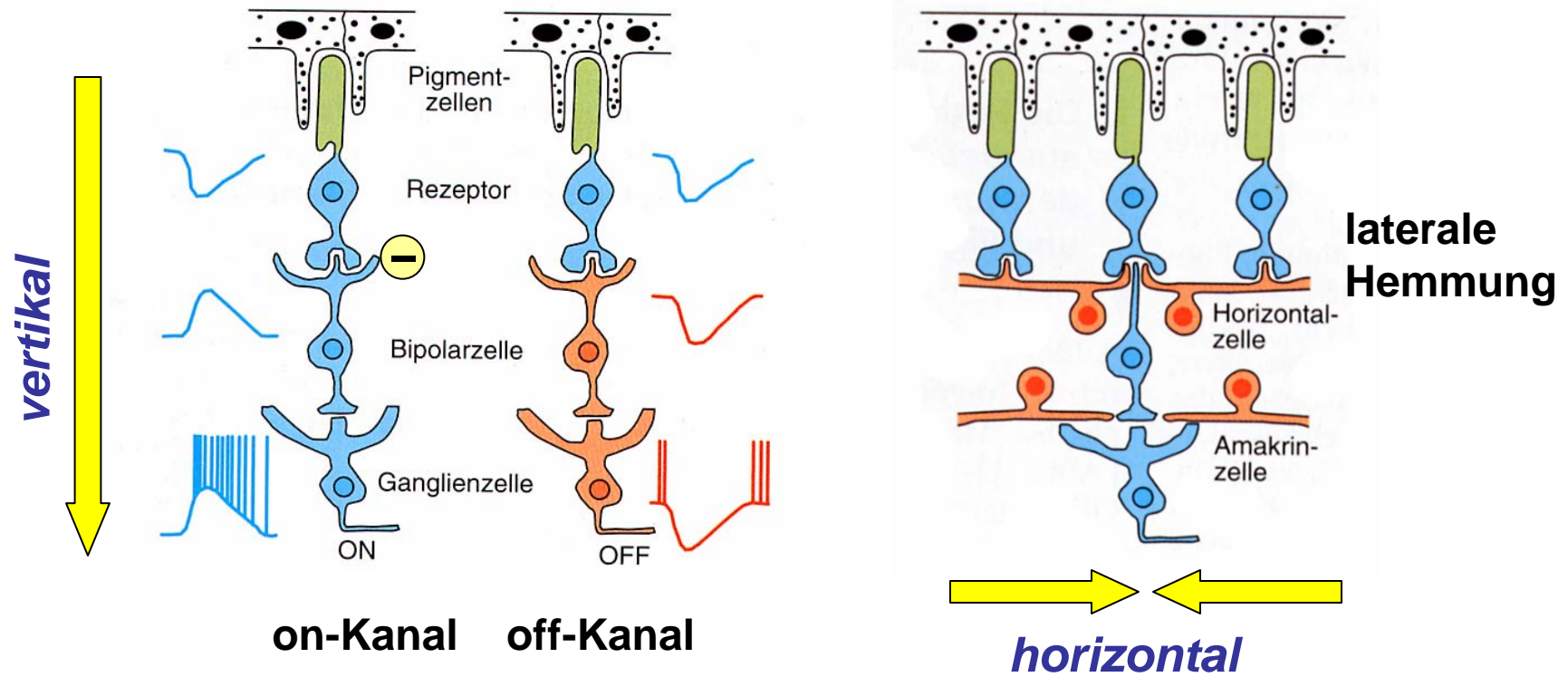
Horizontalzellen
Bipolarzellen
Amakrinzellen

Ganglienzellen

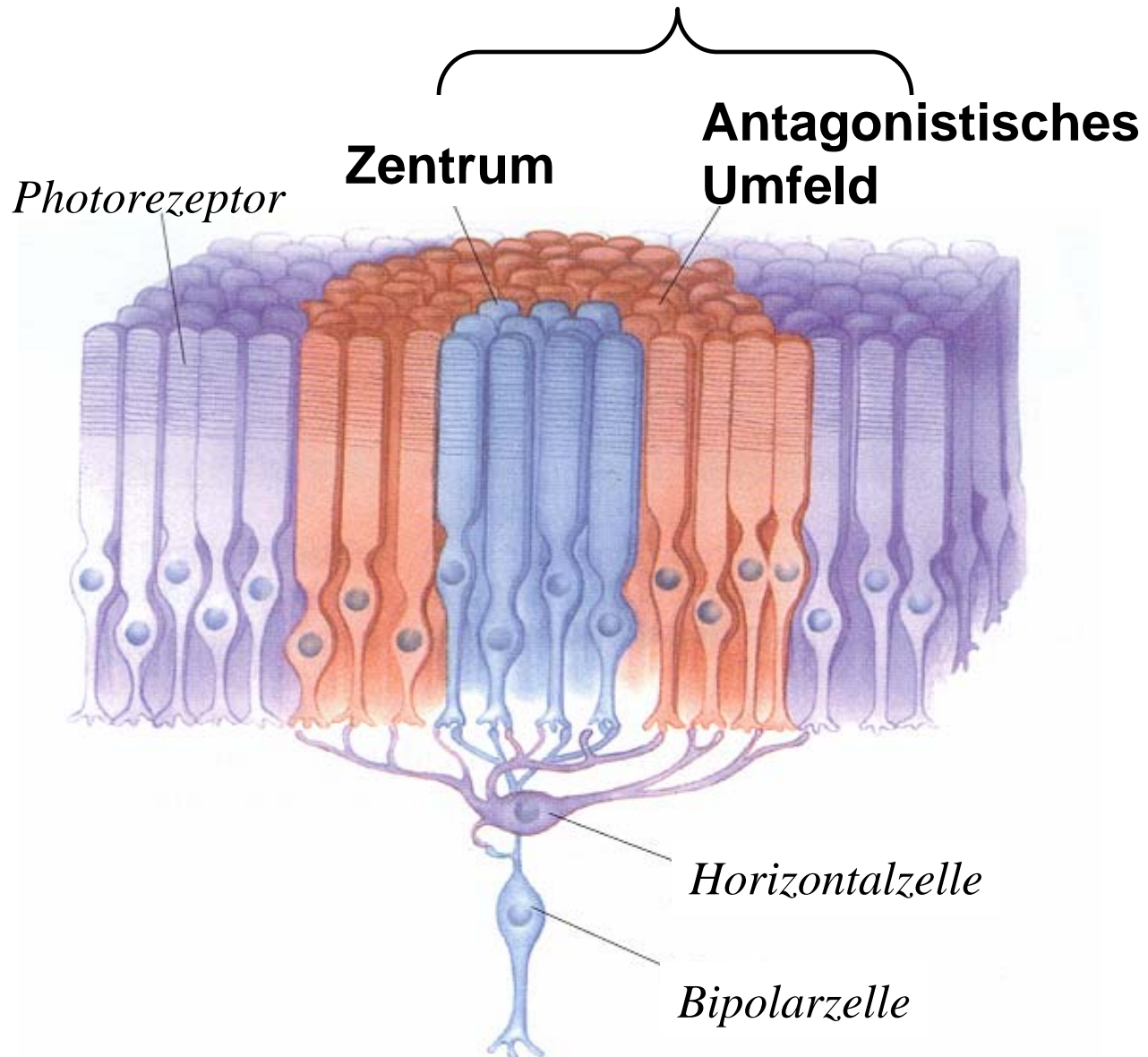
Tartuferi (1887)

Peichl

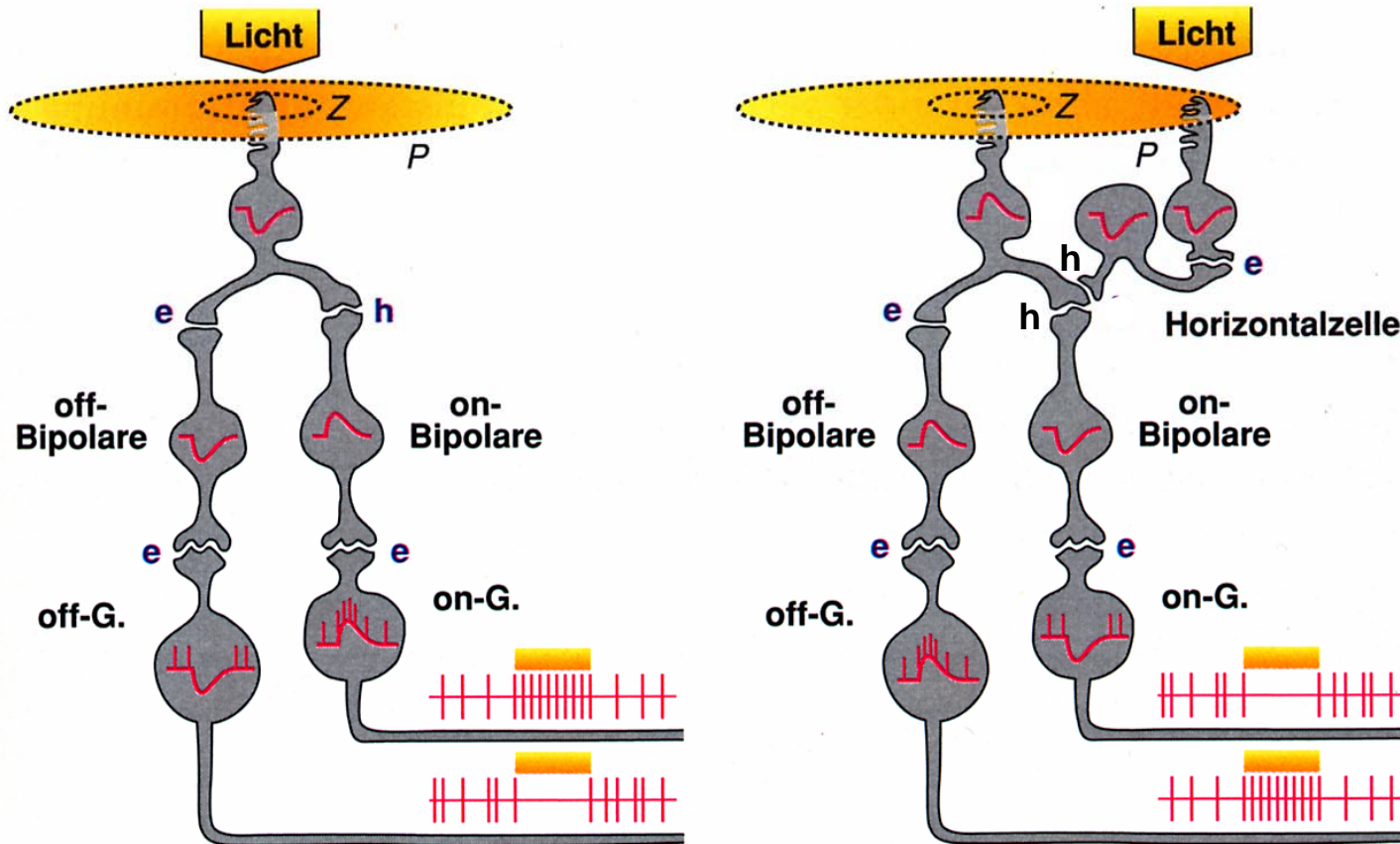
Retina: 2 Verarbeitungsebenen



Rezeptives Feld



Retina: laterale Hemmung



Konzentrische Rezeptive Felder von Ganglienzellen

On-center

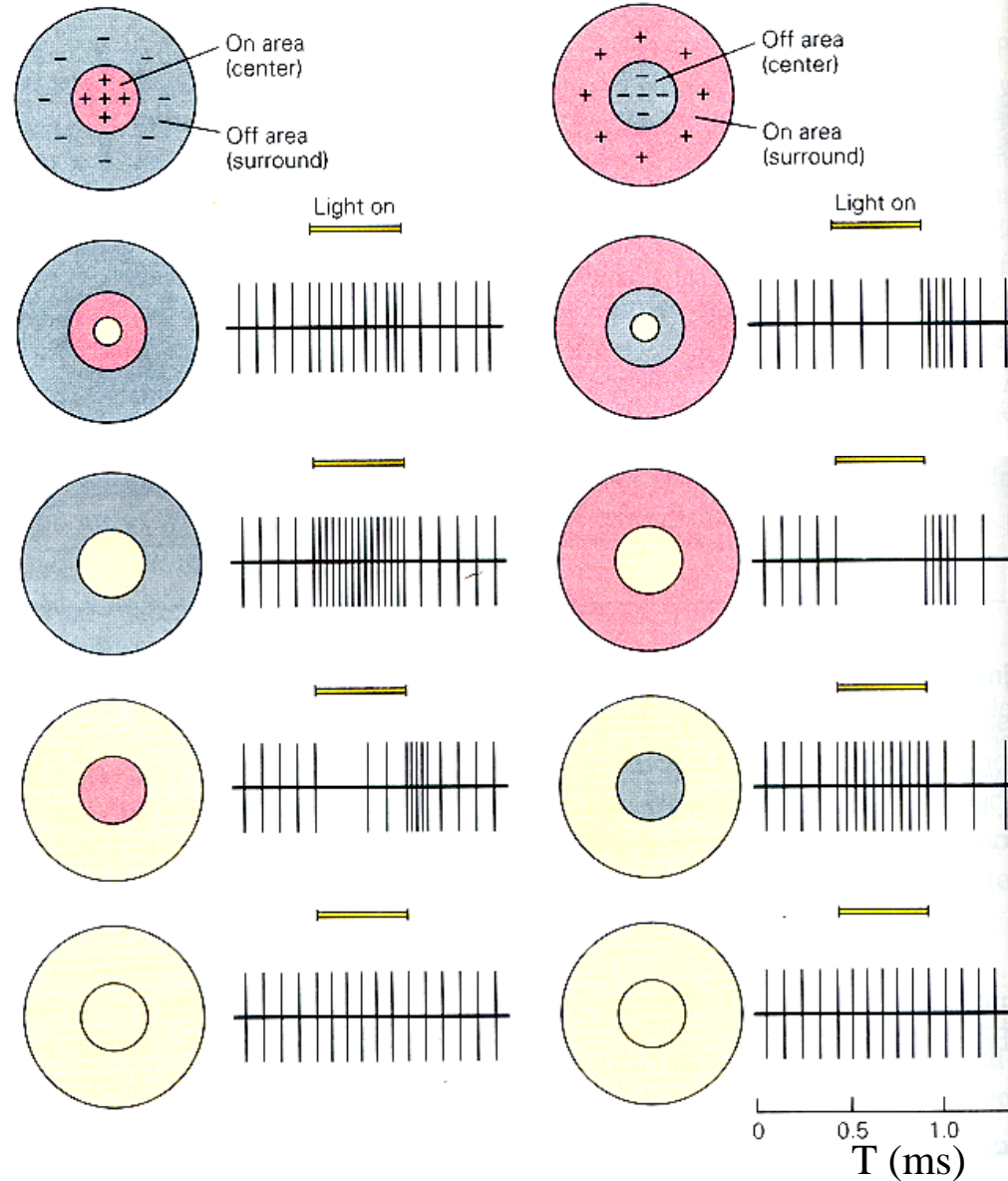
off-center

Lichtpunkt
im Zentrum

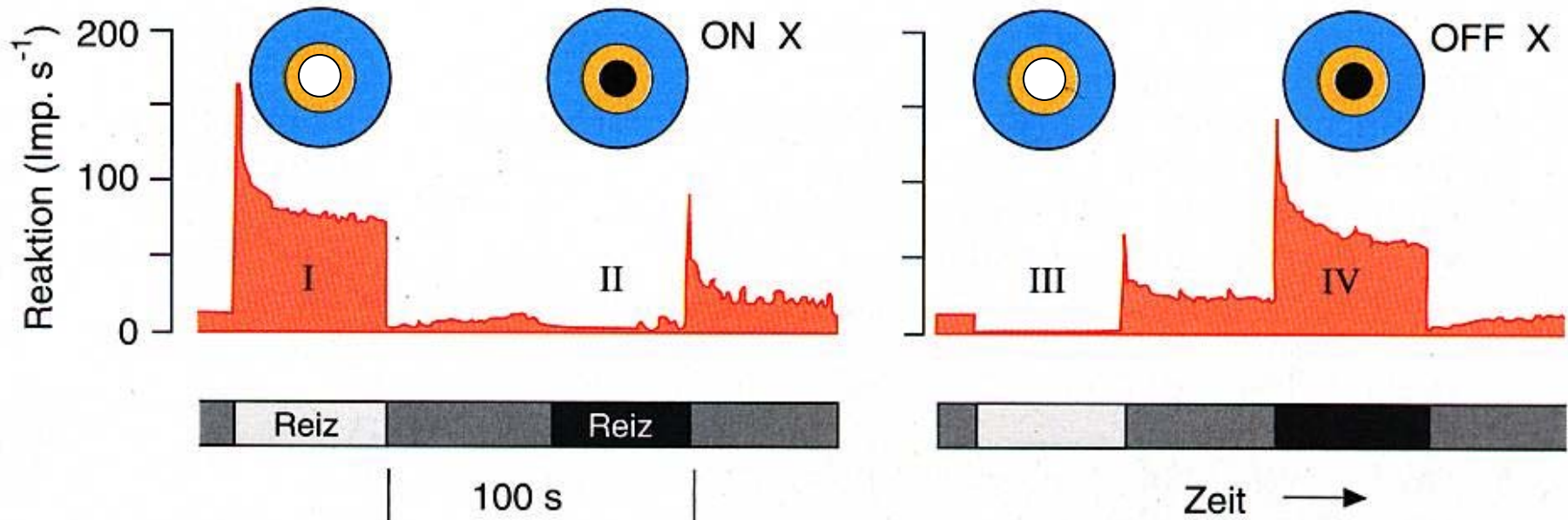
Zentrale
Belichtung

Umfeld
Belichtung

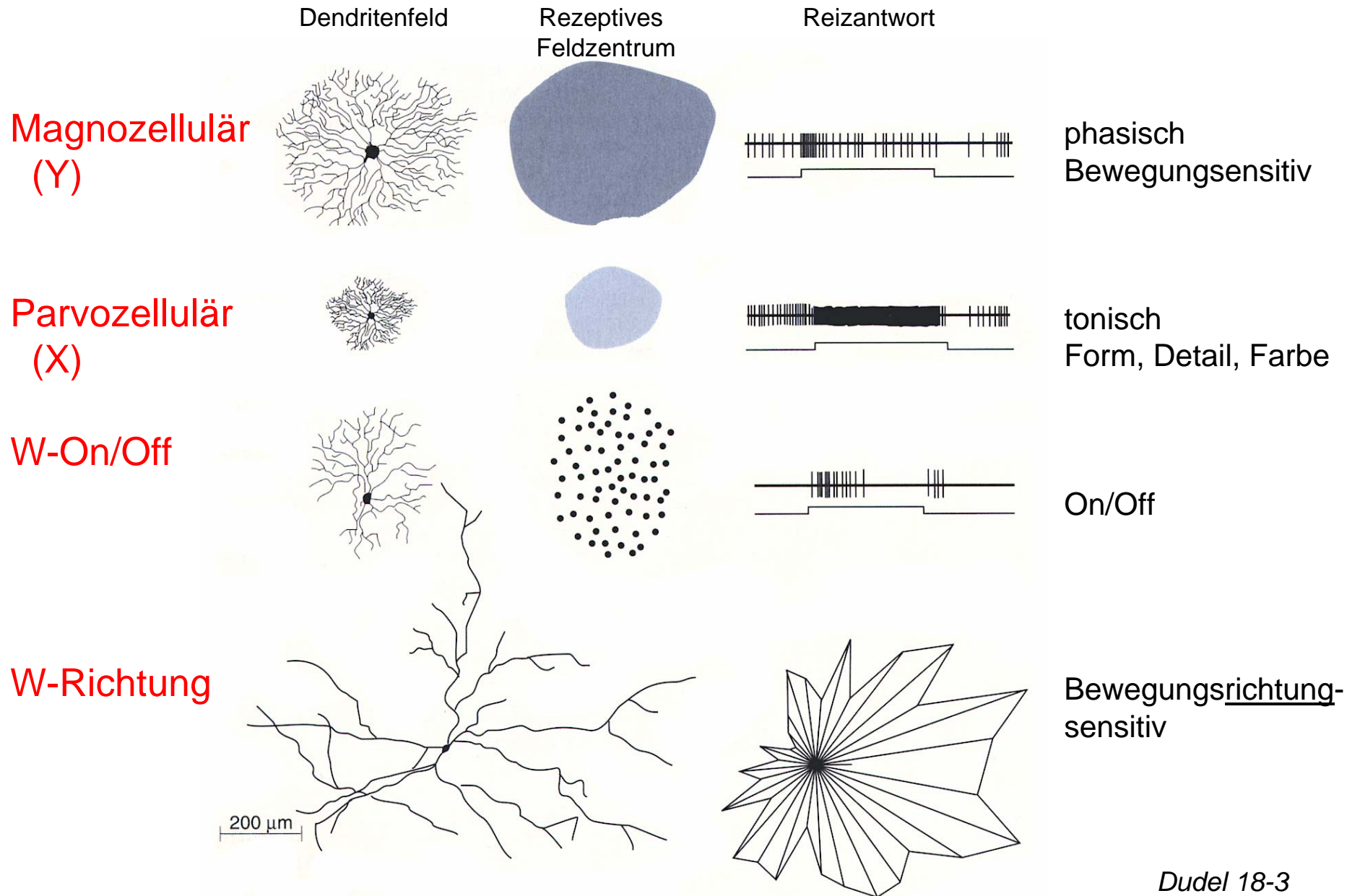
Diffuse
Belichtung



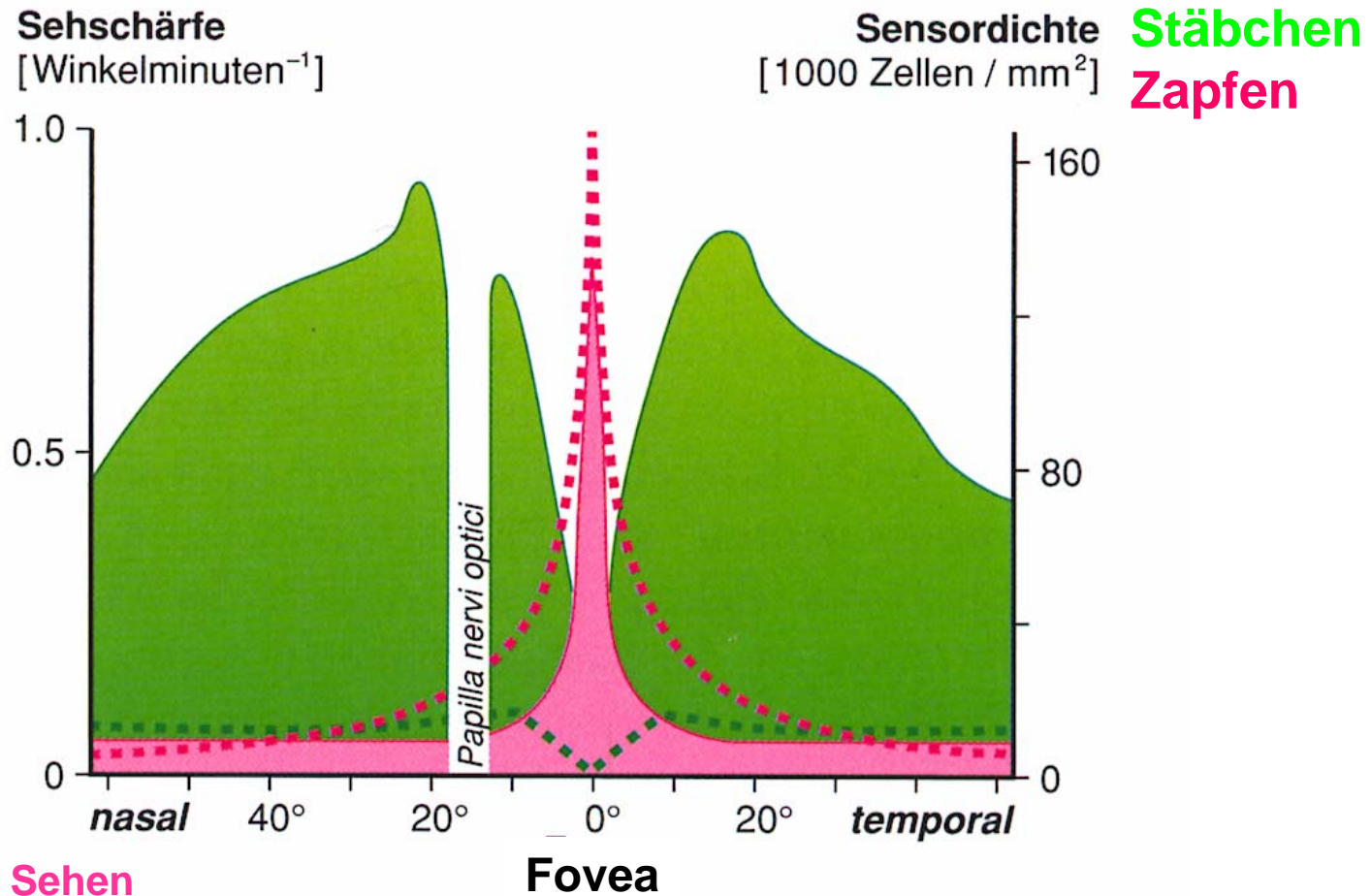
Bessere Kodierung von Ab- und Zunahmen der Helligkeit durch Kombination von ON und OFF Zellen



Unterschiedliche Ganglionzelltypen

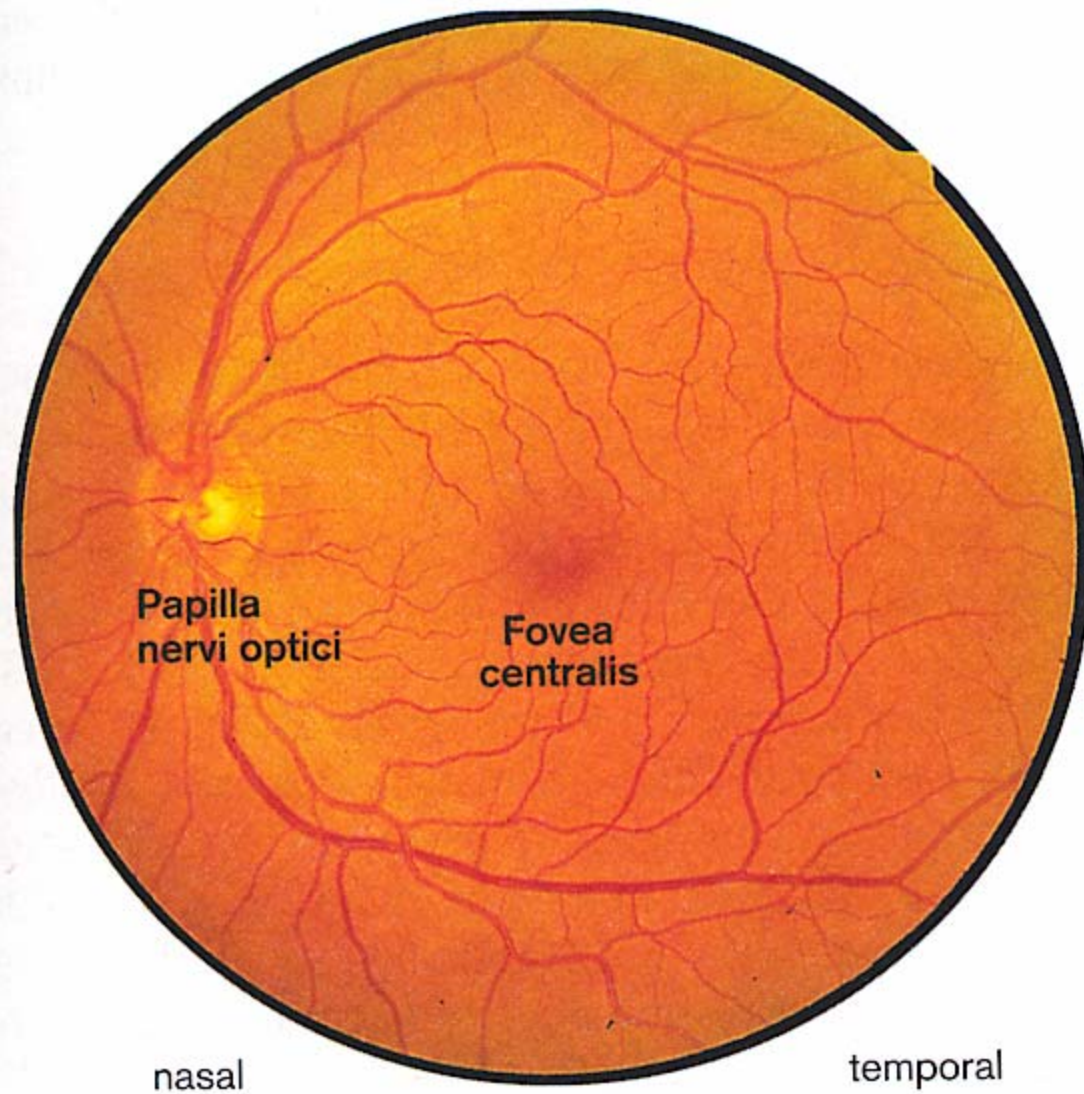


Fovea: Stelle schärfsten Sehens

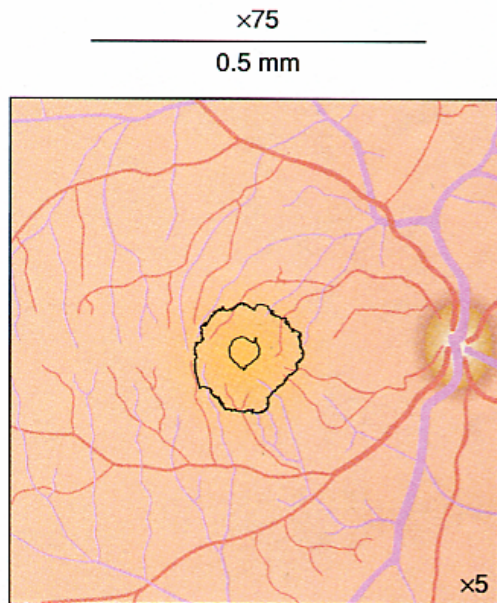


photopisches Sehen
(Tageslicht) - - - -

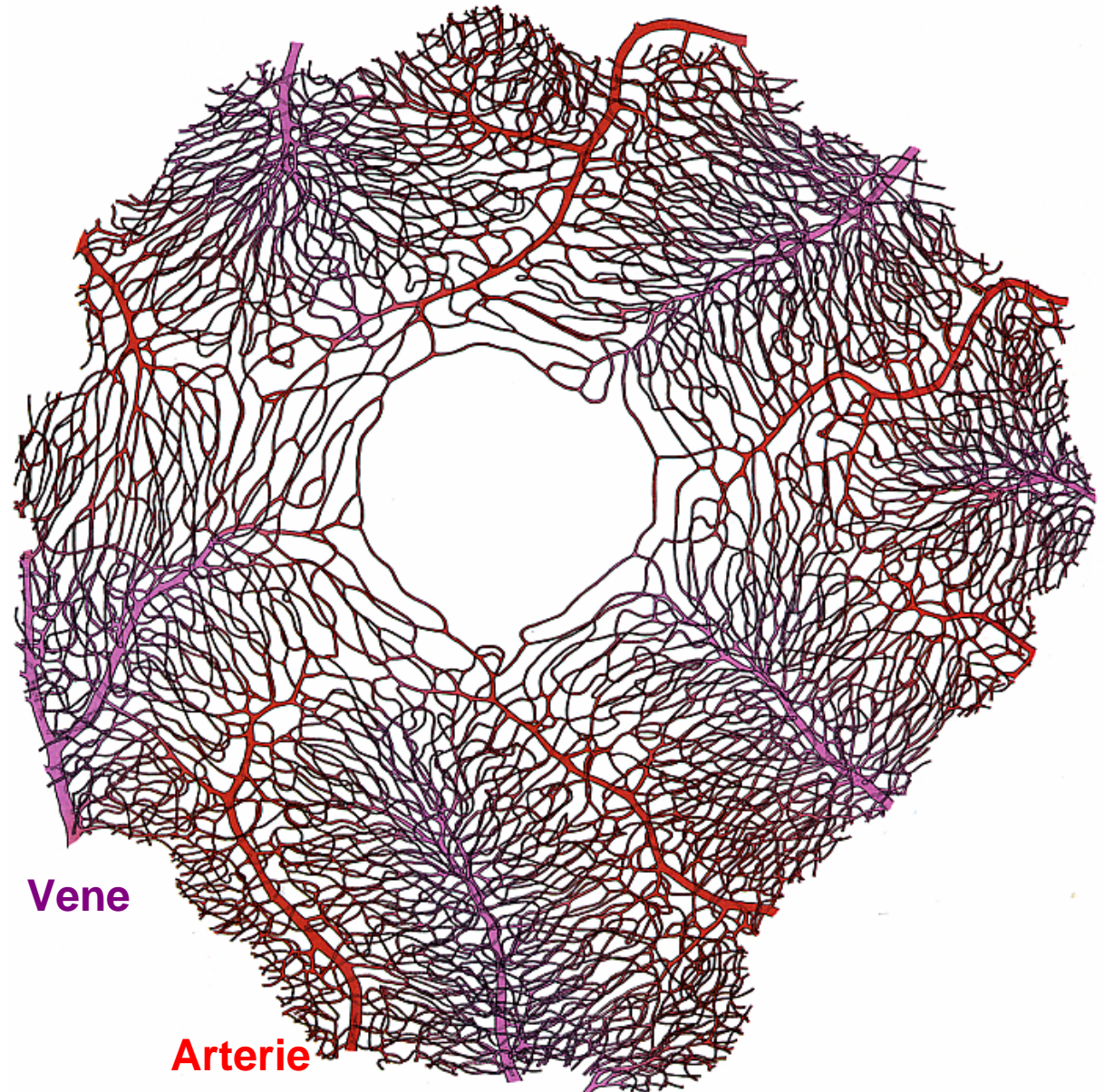
skotopisches Sehen
(Dämmerung) ····



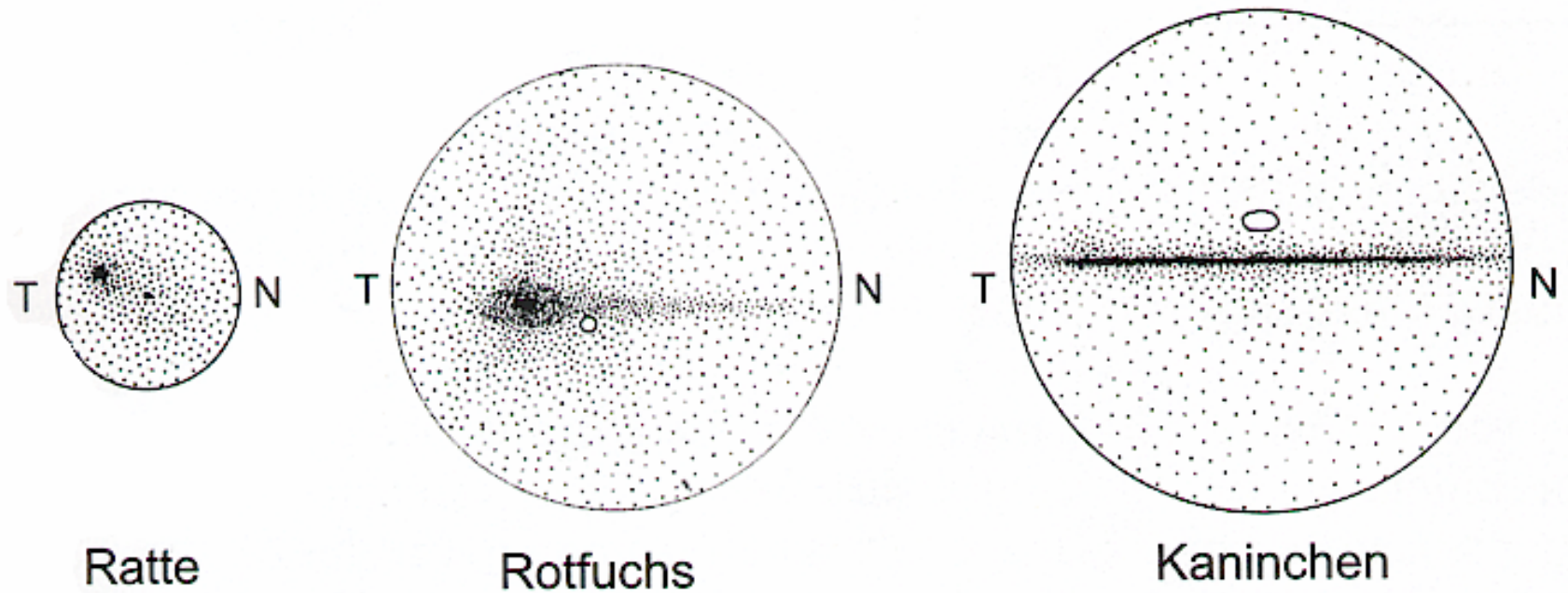
Blutversorgung der Fovea



after Snodderly et al., 1992



Erhöhte Ganglionzellendichte in der Fovea



**area centralis
= Fovea**

Horizontalstreifen

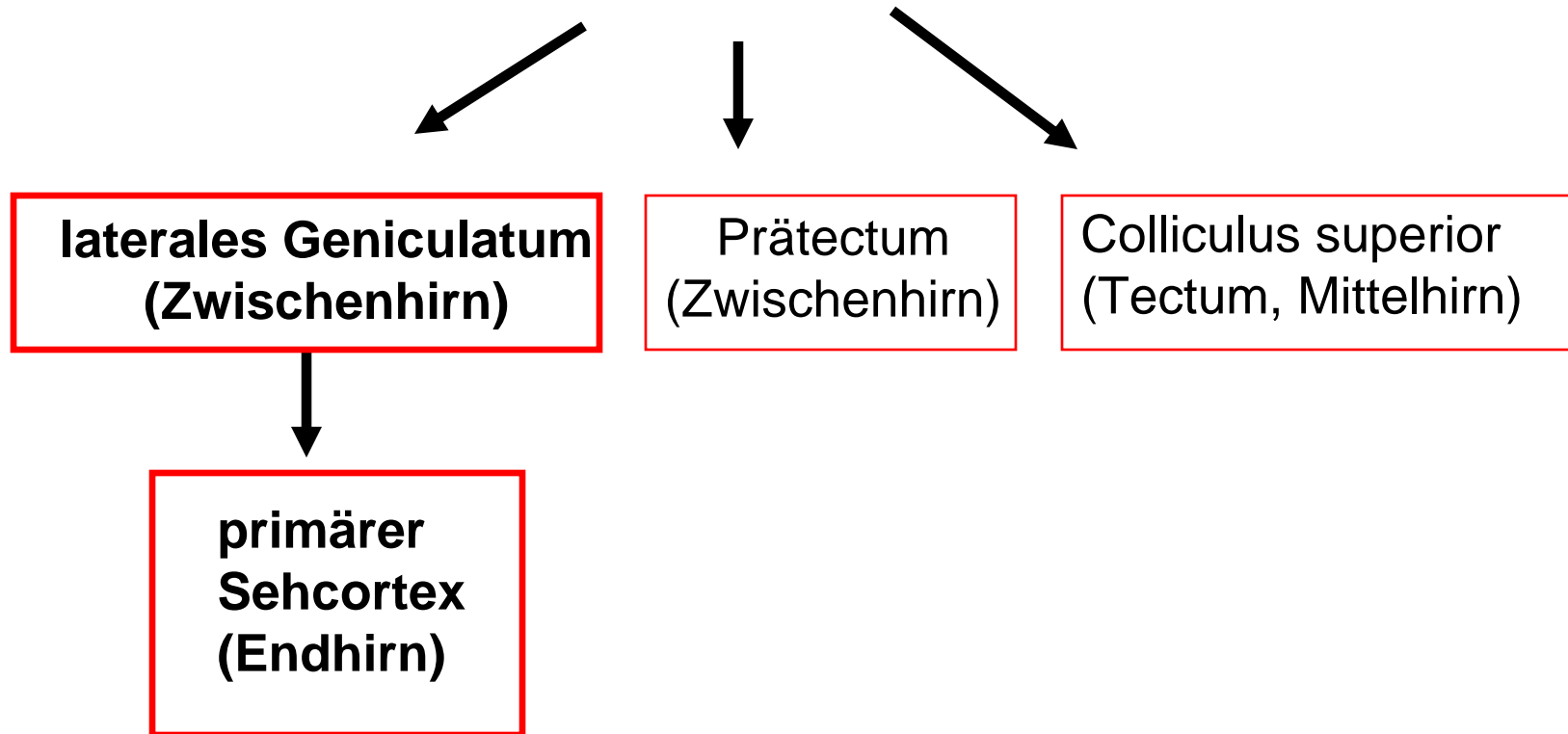
Zusammenfassung: **Retina**

- Vertikale Verschaltung: Rezeptorzelle → Bipolarzelle → Ganglionzelle
Horizontale Verschaltung: Horizontalzellen, Amakrinzellen
- **Off-Kanal** (erregende RZ-BiPol Synapse) **On-Kanal** (Hemmende glutaminerge Synapse, mGluR6)
- Rezeptives Feld mit **antagonistischer** Verschaltung Zentrum/Peripherie (z.B. on/off) aufgrund von Inhibition durch Horizontalzellen
- **X, Y, W** Ganglionzellen
- **Fovea** und Horizontalstreifen

Zentrale Sehverarbeitung

Sehbahn

Retina

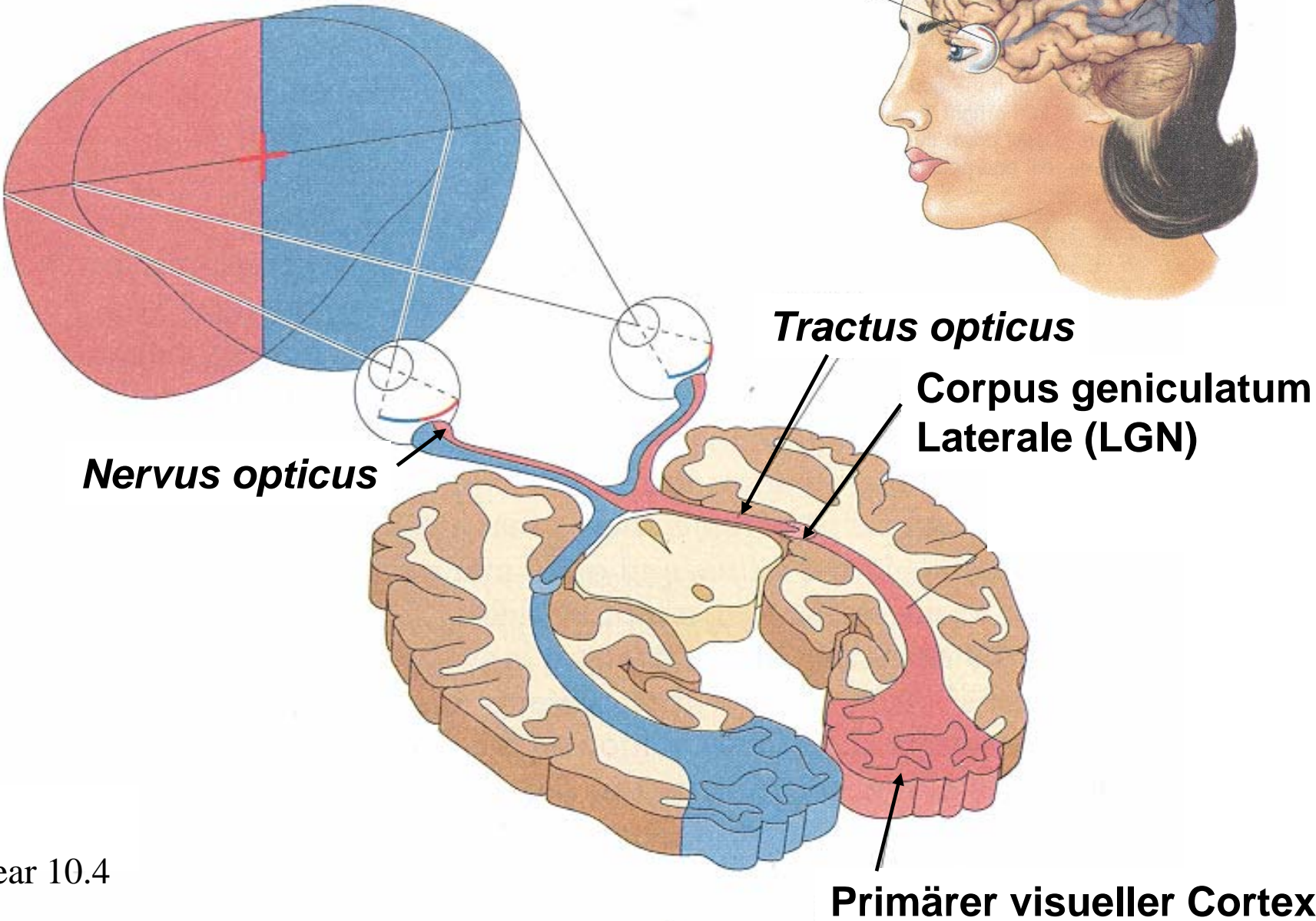


Perzeption

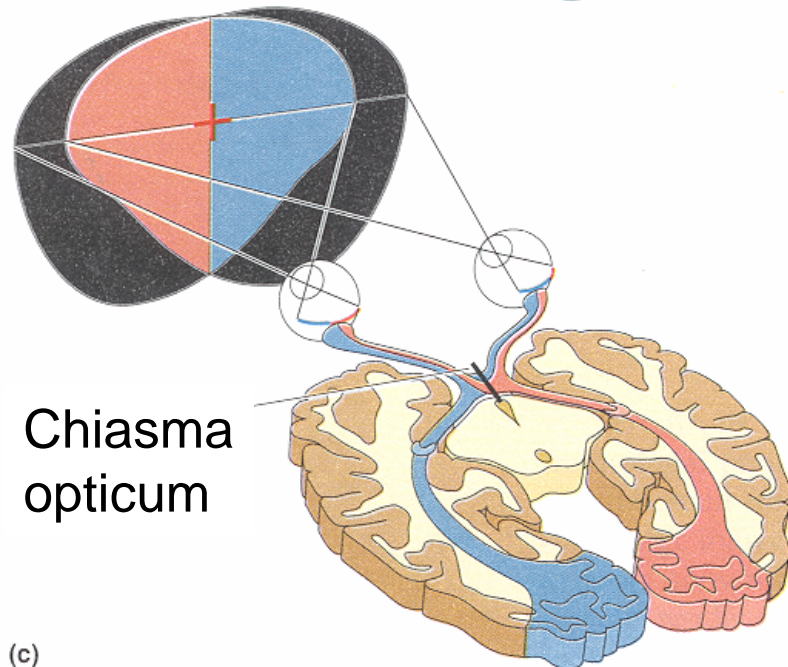
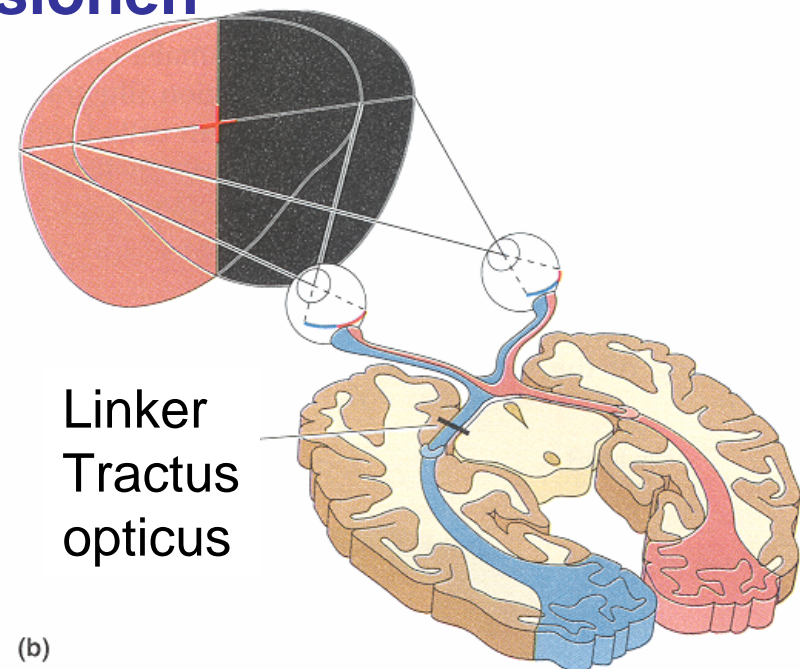
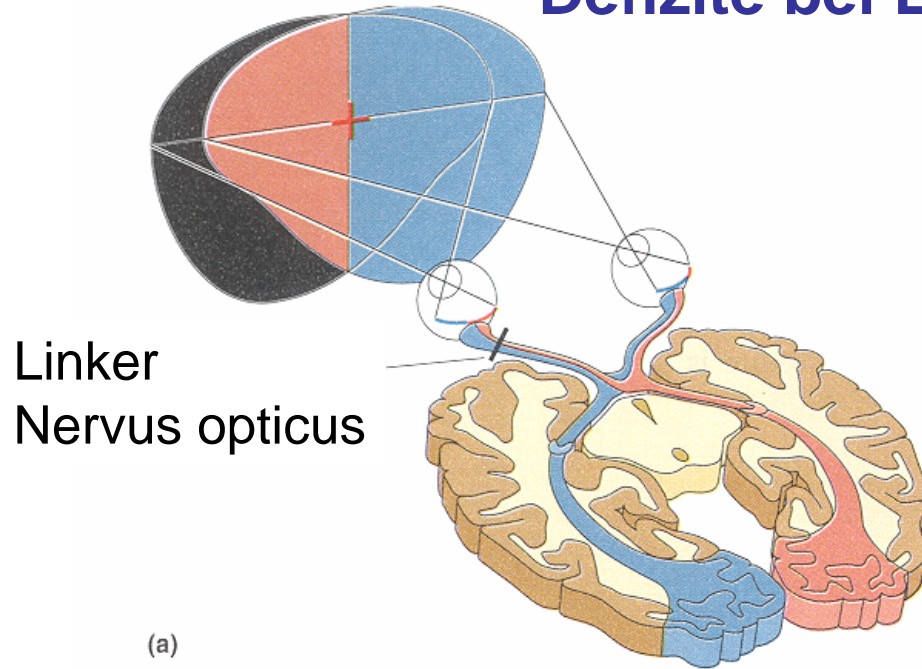
Pupillenreflex
circad. Rhyth.

Augenbewegung

Sehbahn

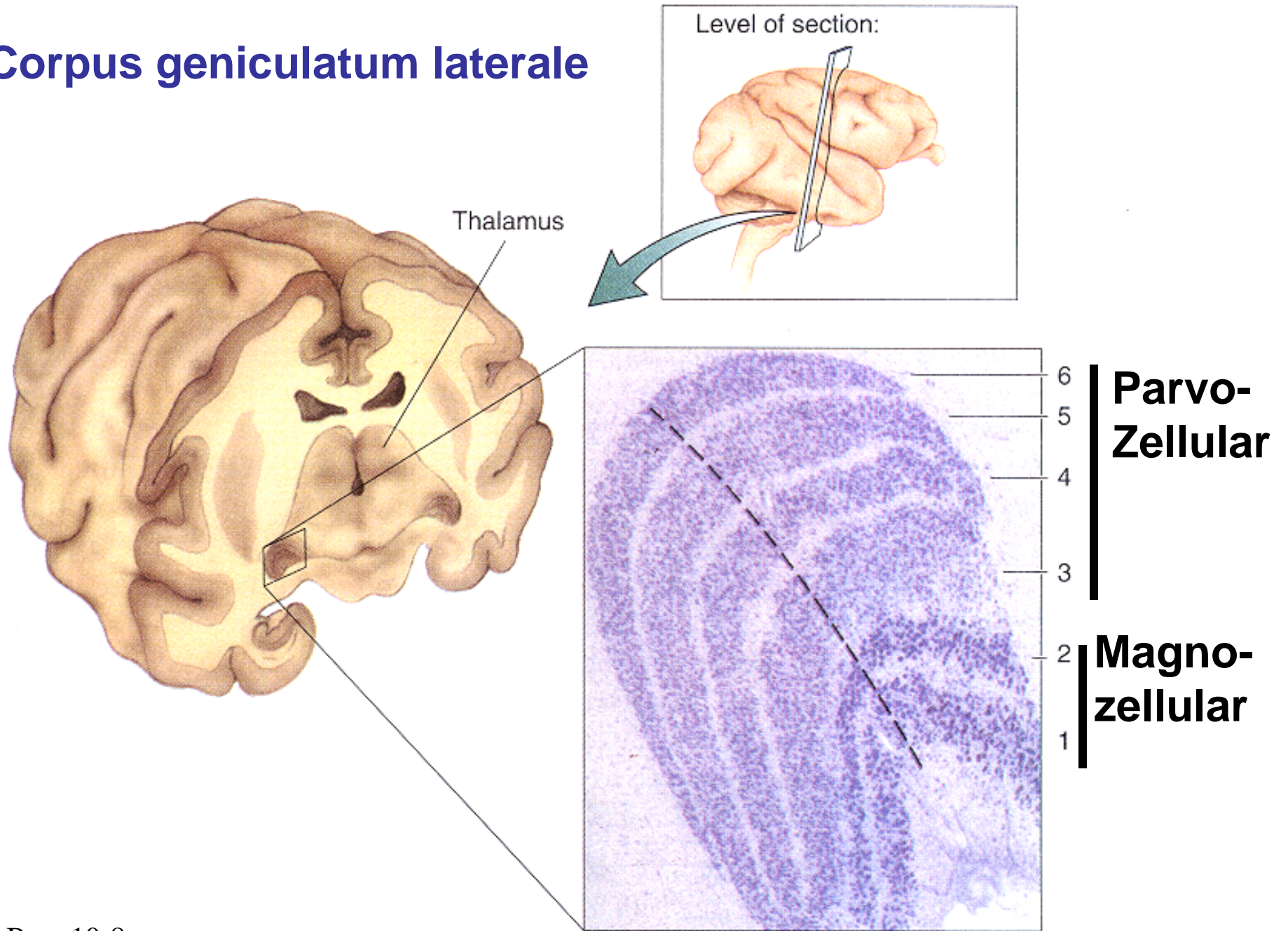


Defizite bei Läsionen

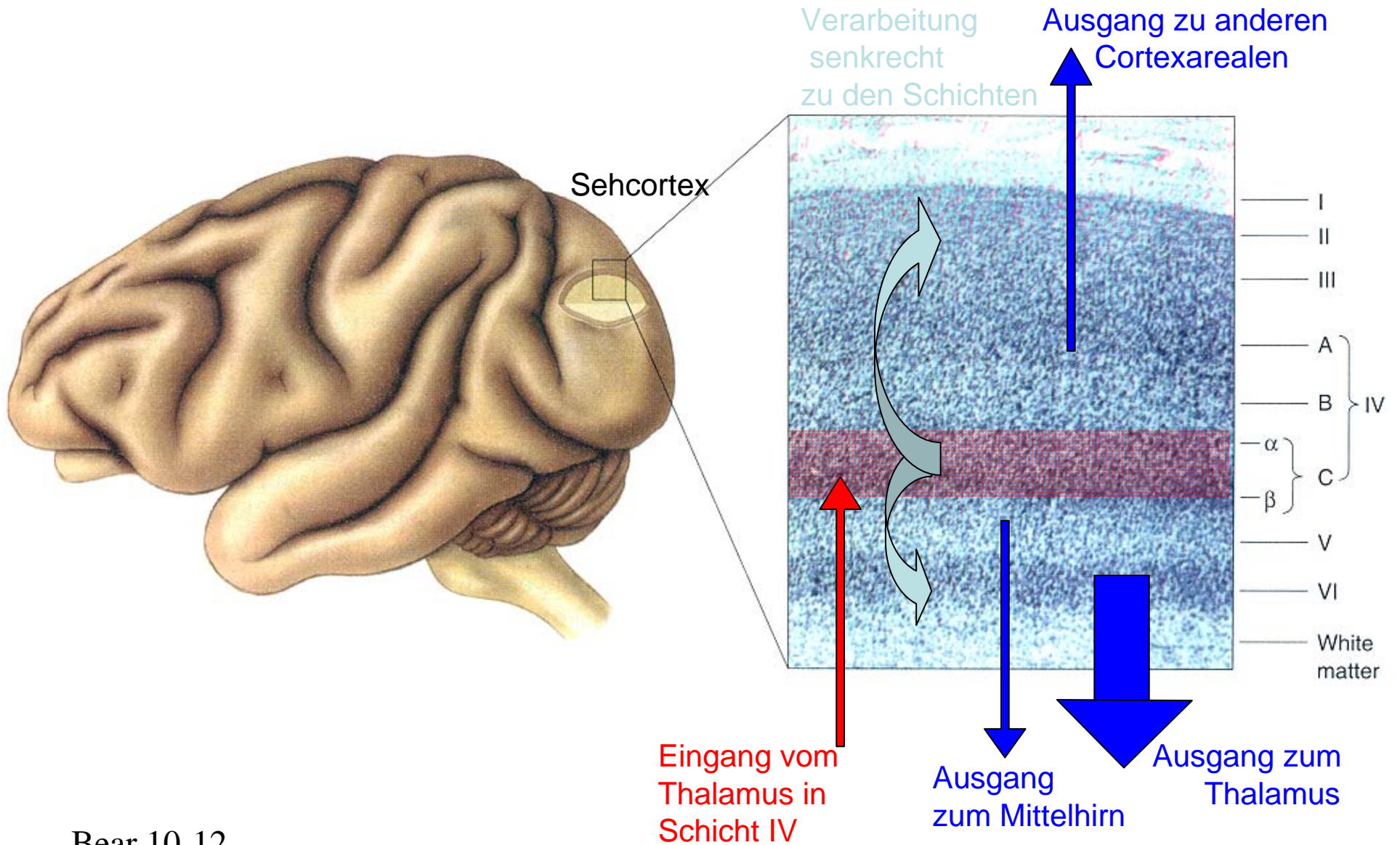


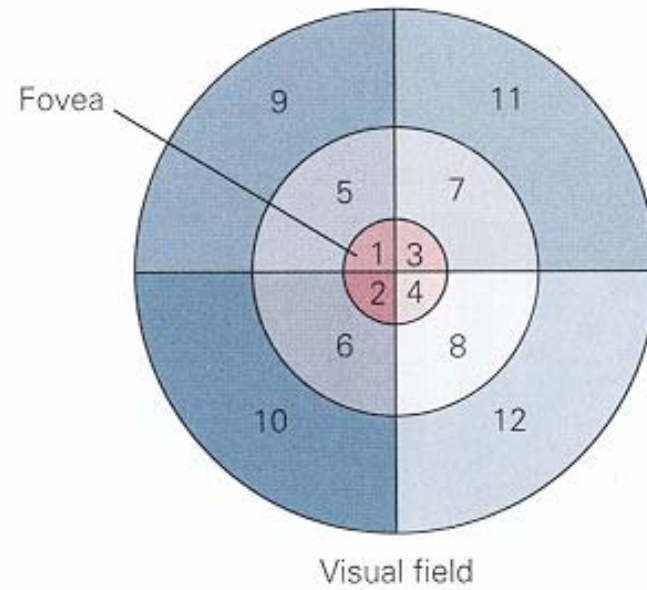
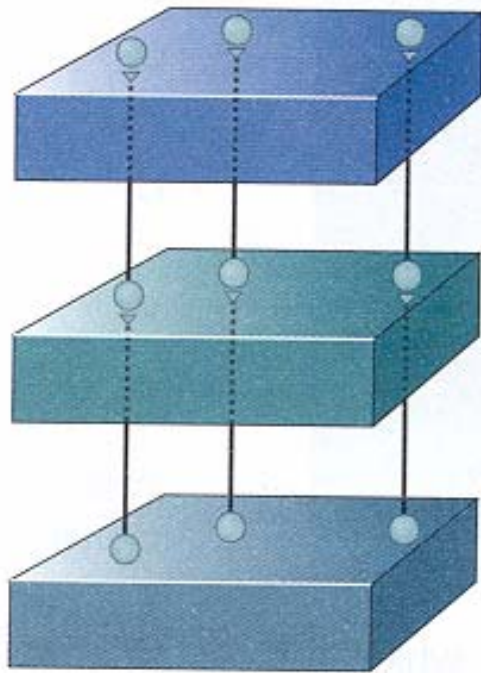
1. **Linker Nervus opticus:** Sehverlust im linken Auge
2. **Linker Tractus opticus:** Ausfall rechtes Gesichtsfeld beider Augen
3. **Chiasma opticum:** kreuzende Fasern, peripheres Gesichtsfeld beider Augen. Tunnelsicht

Corpus geniculatum laterale

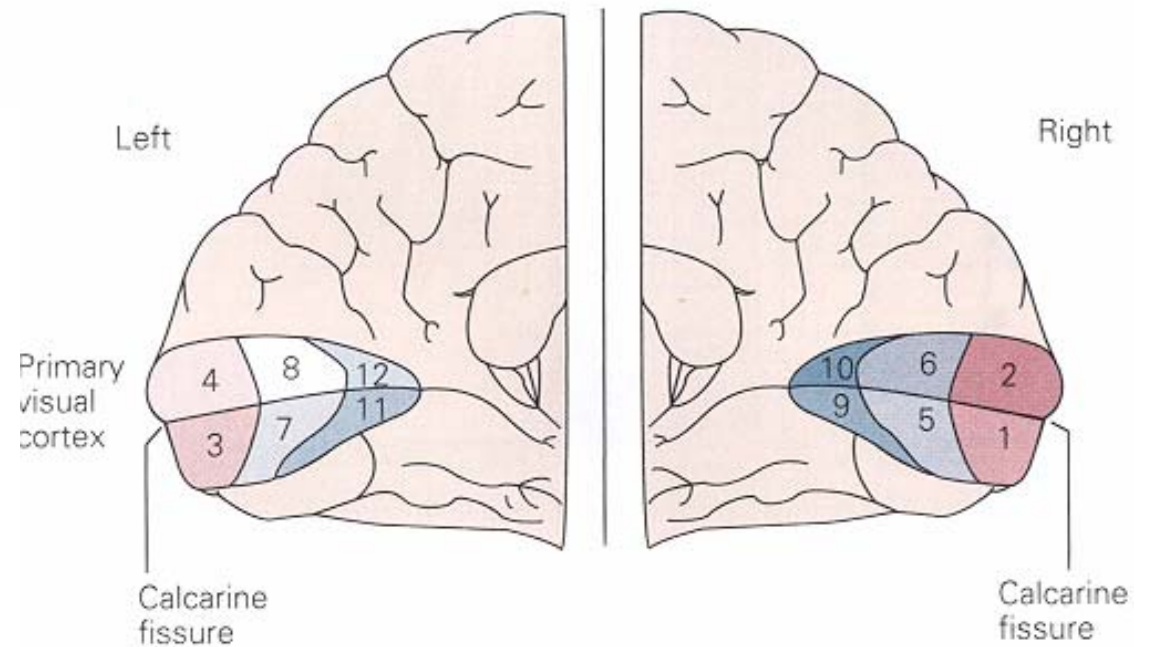


Cortex: 6 Schichten (Neocortex)



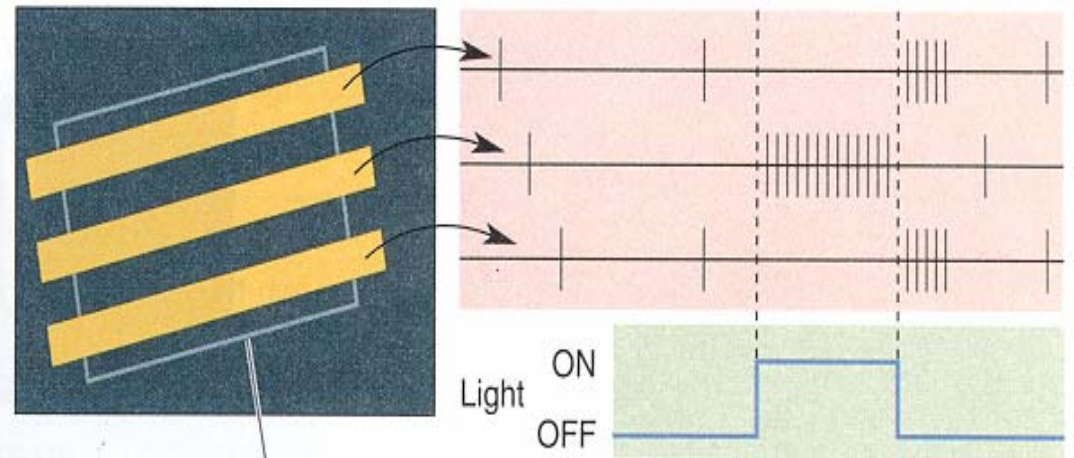
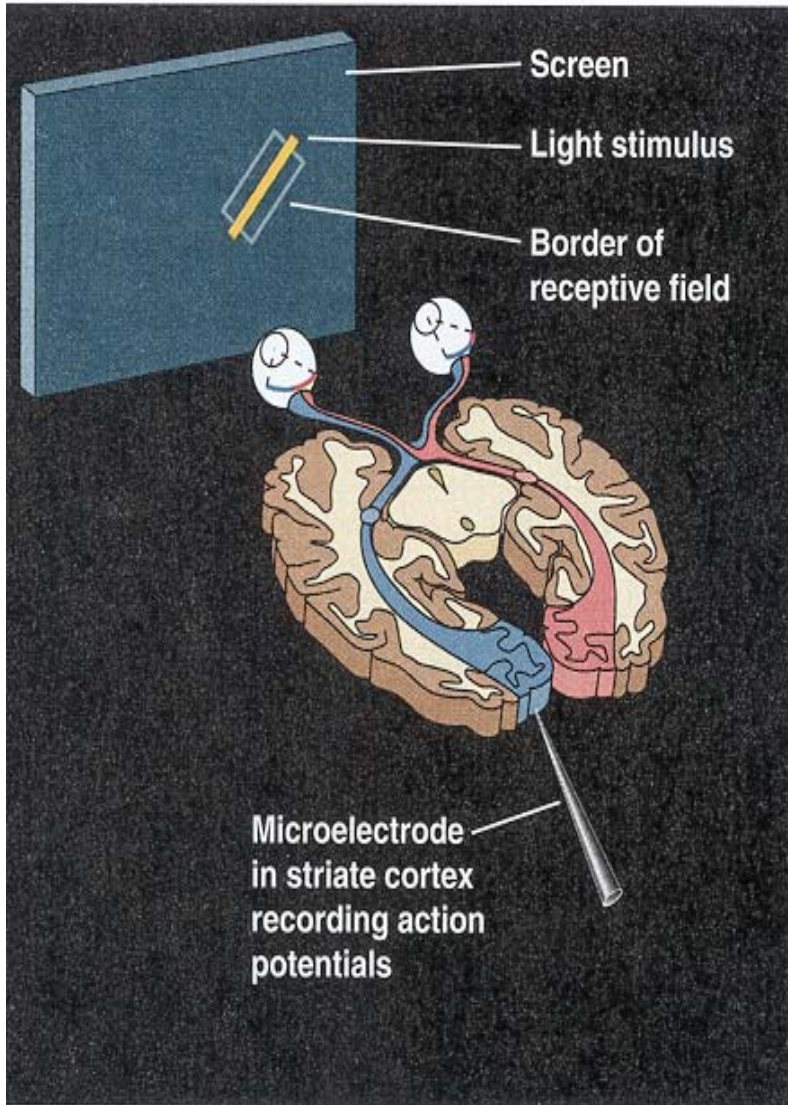


Aufrechterhaltung der Retinotopie

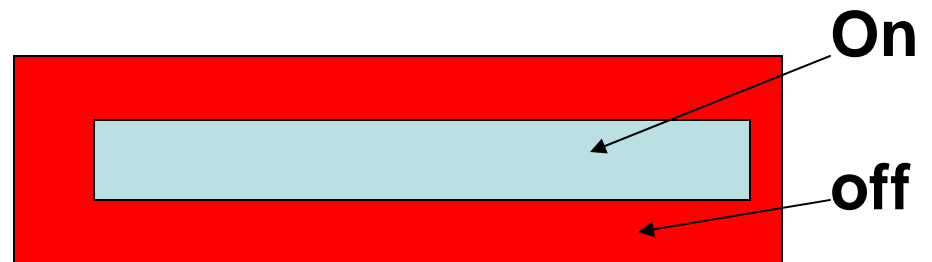


Bear 10.14; Kandel 27-9

Antwortcharakteristik einer „Simple cell“



Rezeptives Feld:

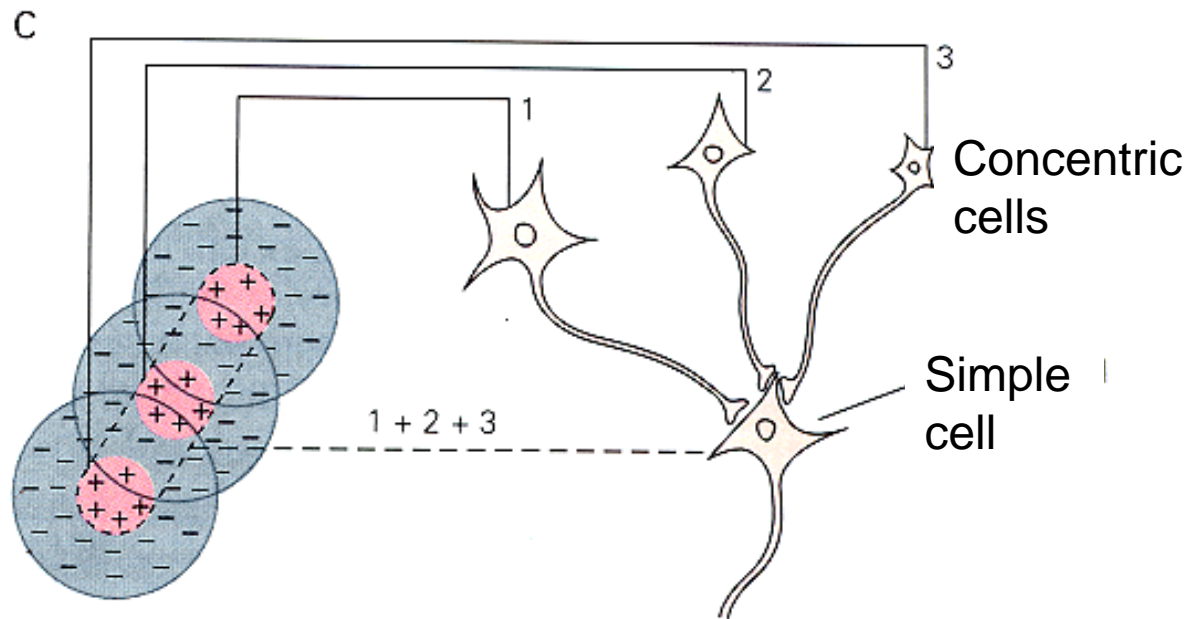
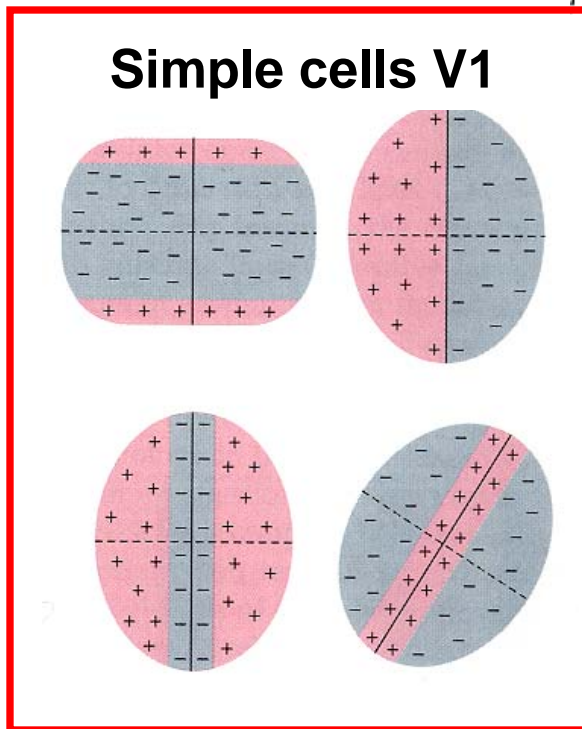
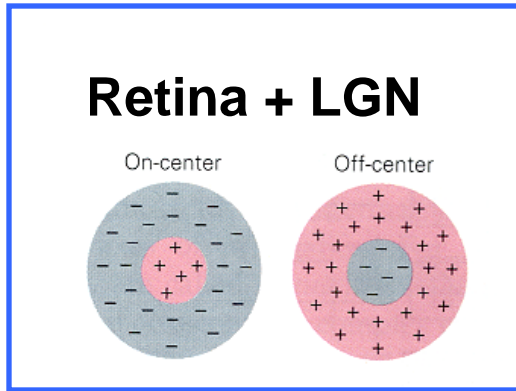


**Bevorzugte Antwort auf Lichtbalken
Bestimmter Orientierung**

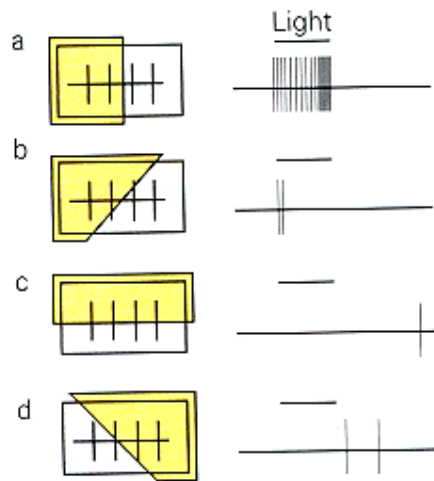
(a)

Bear 10.21

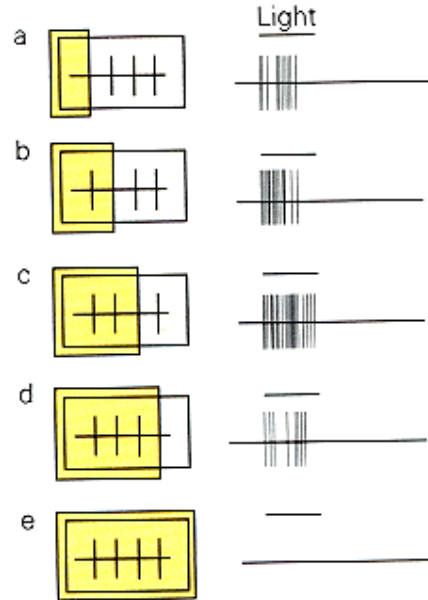
Konstruktion der simple cell rez.Felder durch **Konvergenz** von LGN-eingängen mit konzentrischen rez. Feldern



Orientierungssensitiv

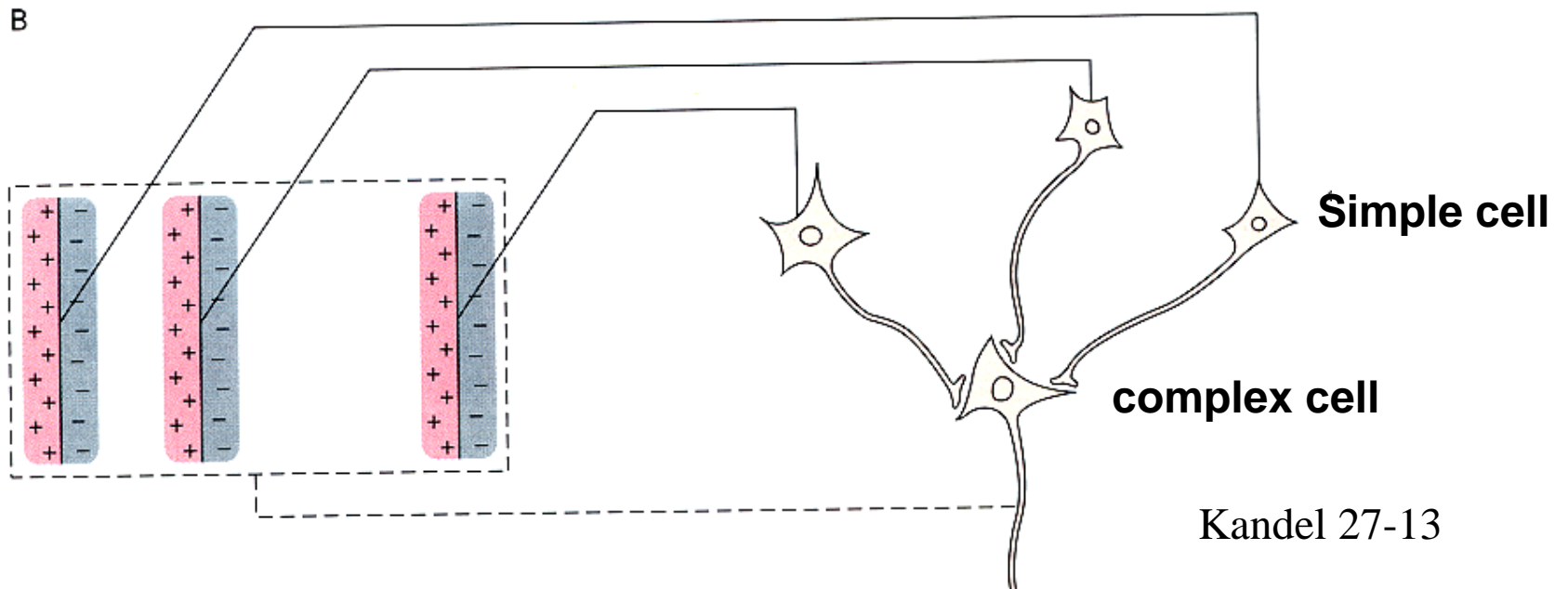


Positionsunabhängig

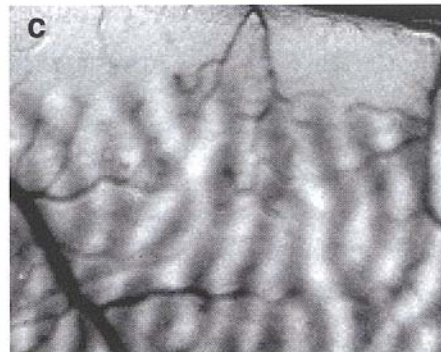
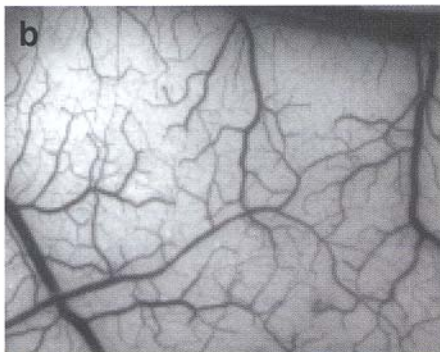
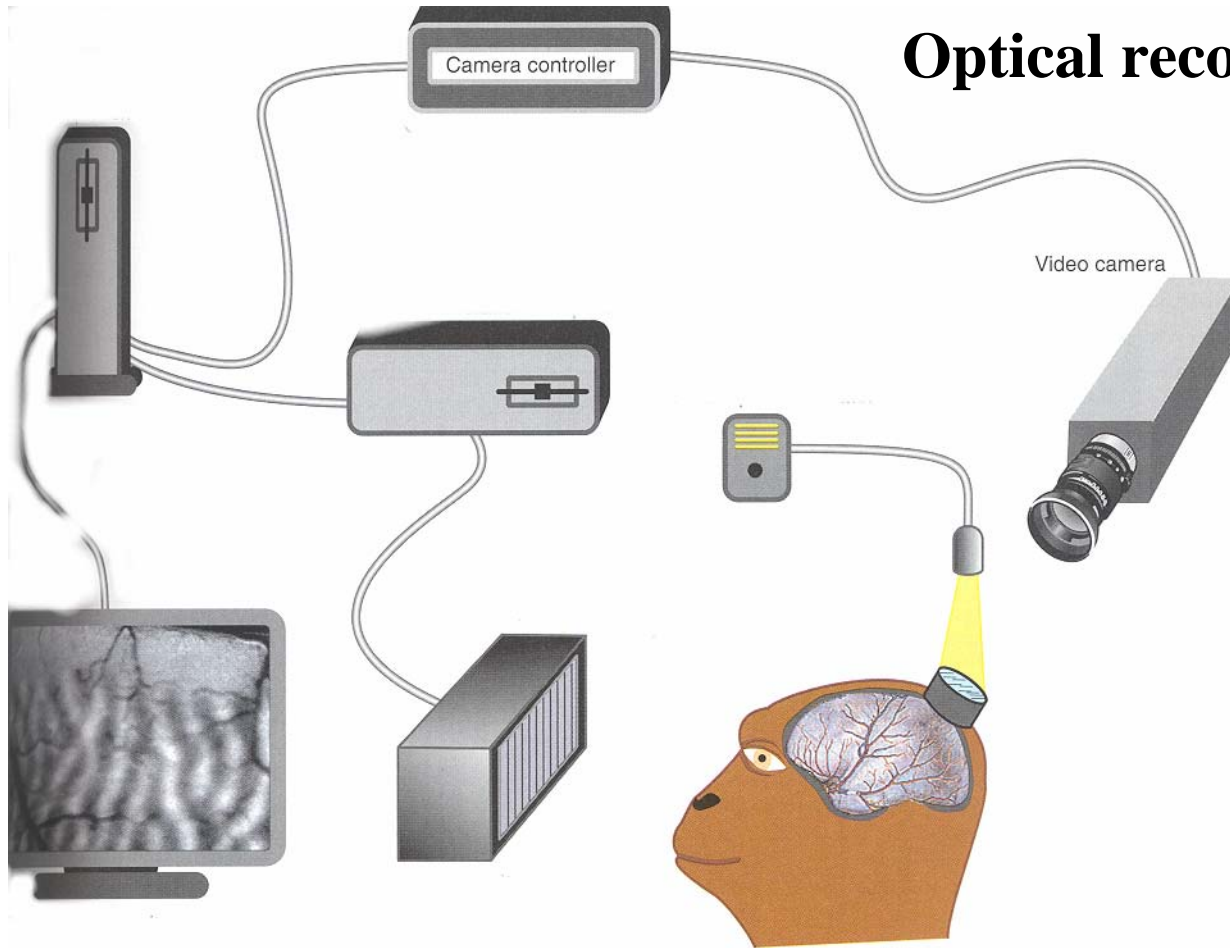


Complex cells:

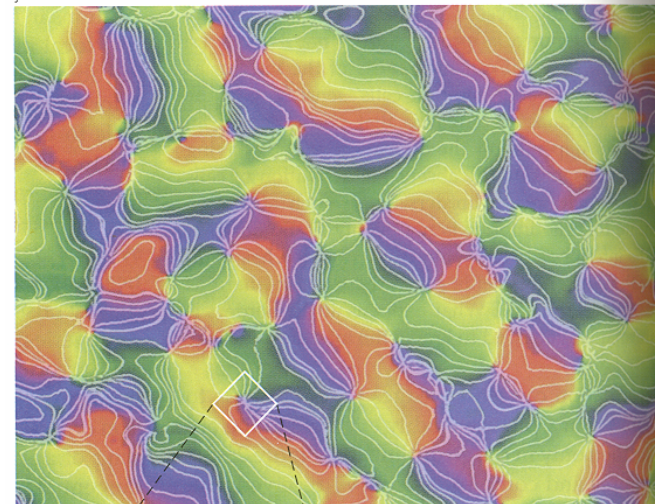
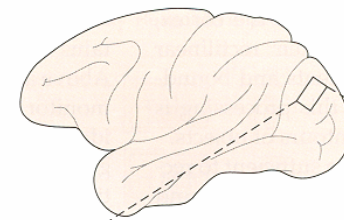
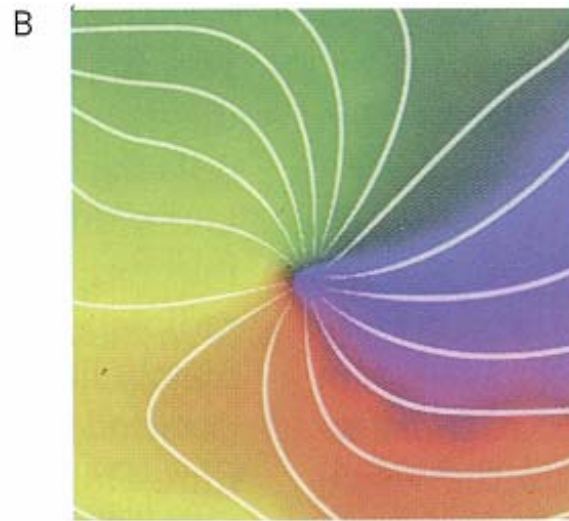
Rez.Felder groß; keine
Klaren On-Off Regionen;
Konvergenz von
Simple cells



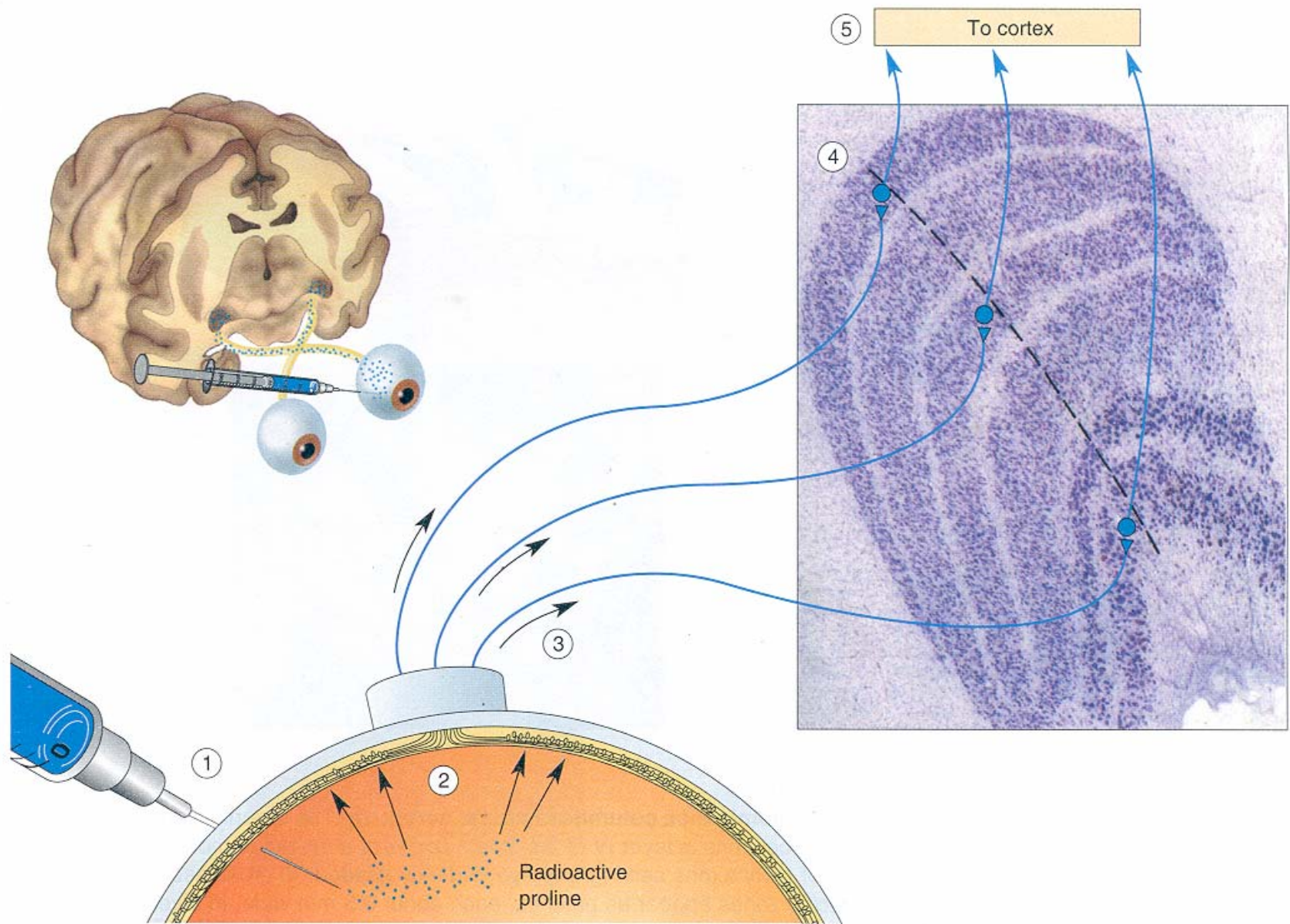
Optical recording



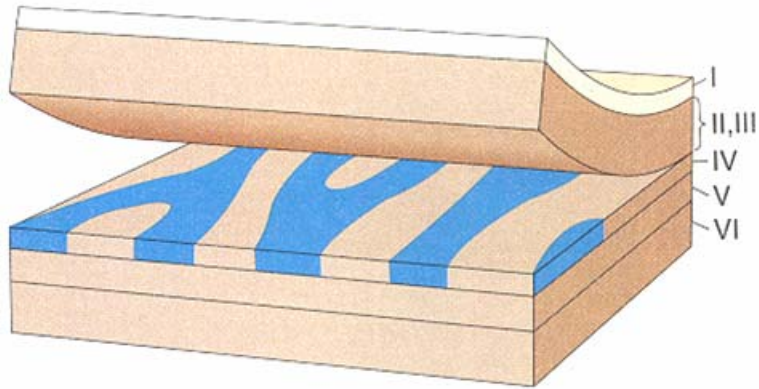
Orientierungssäulen



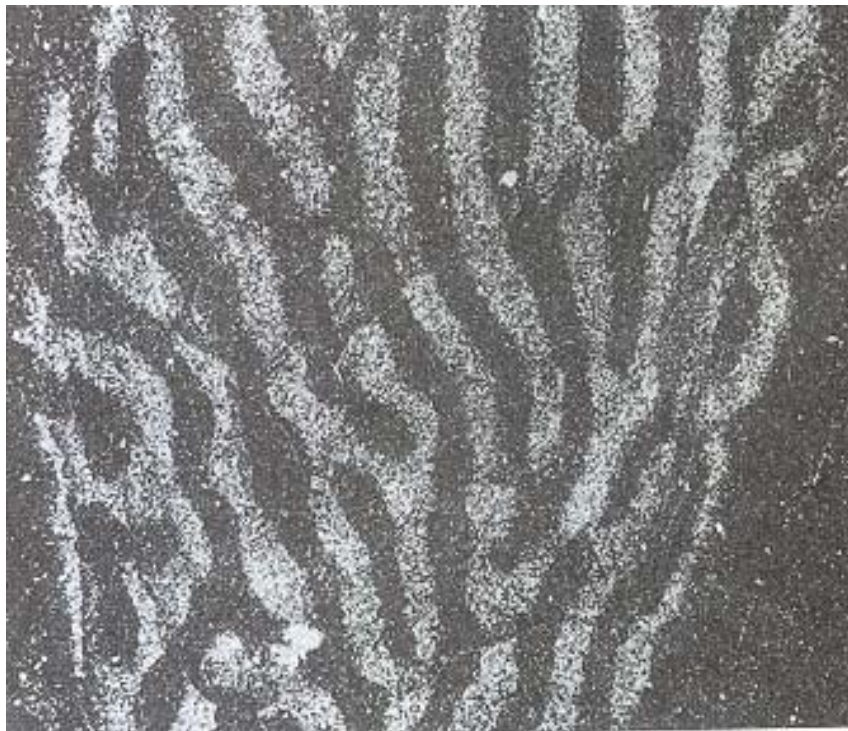
Kandel 27-14



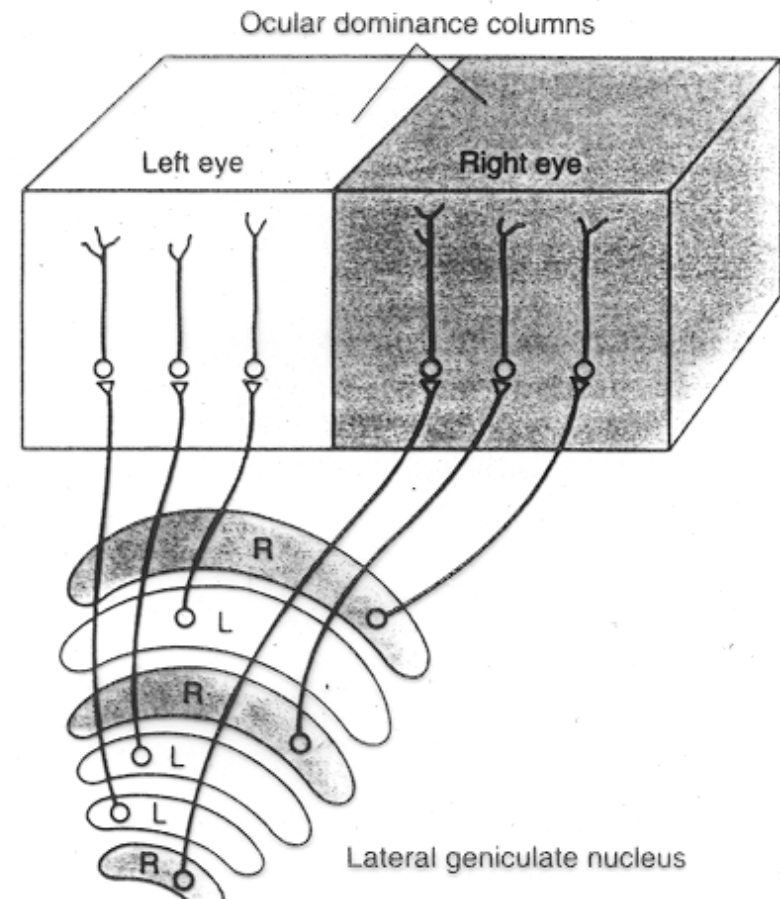
Bear 10.17

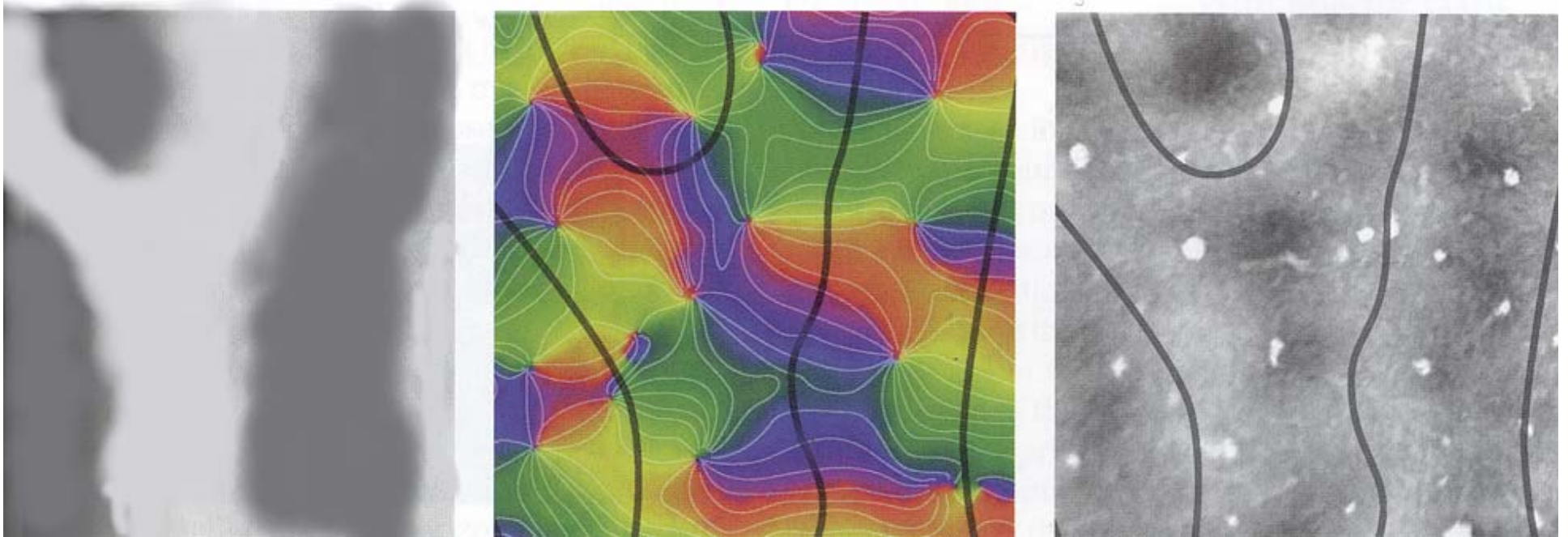


Okulardominanzsäulen im Visuellen Cortex (Autoradiographie)



**Eingänge vom LGN in Schicht
Ivc sind räumlich segregiert**

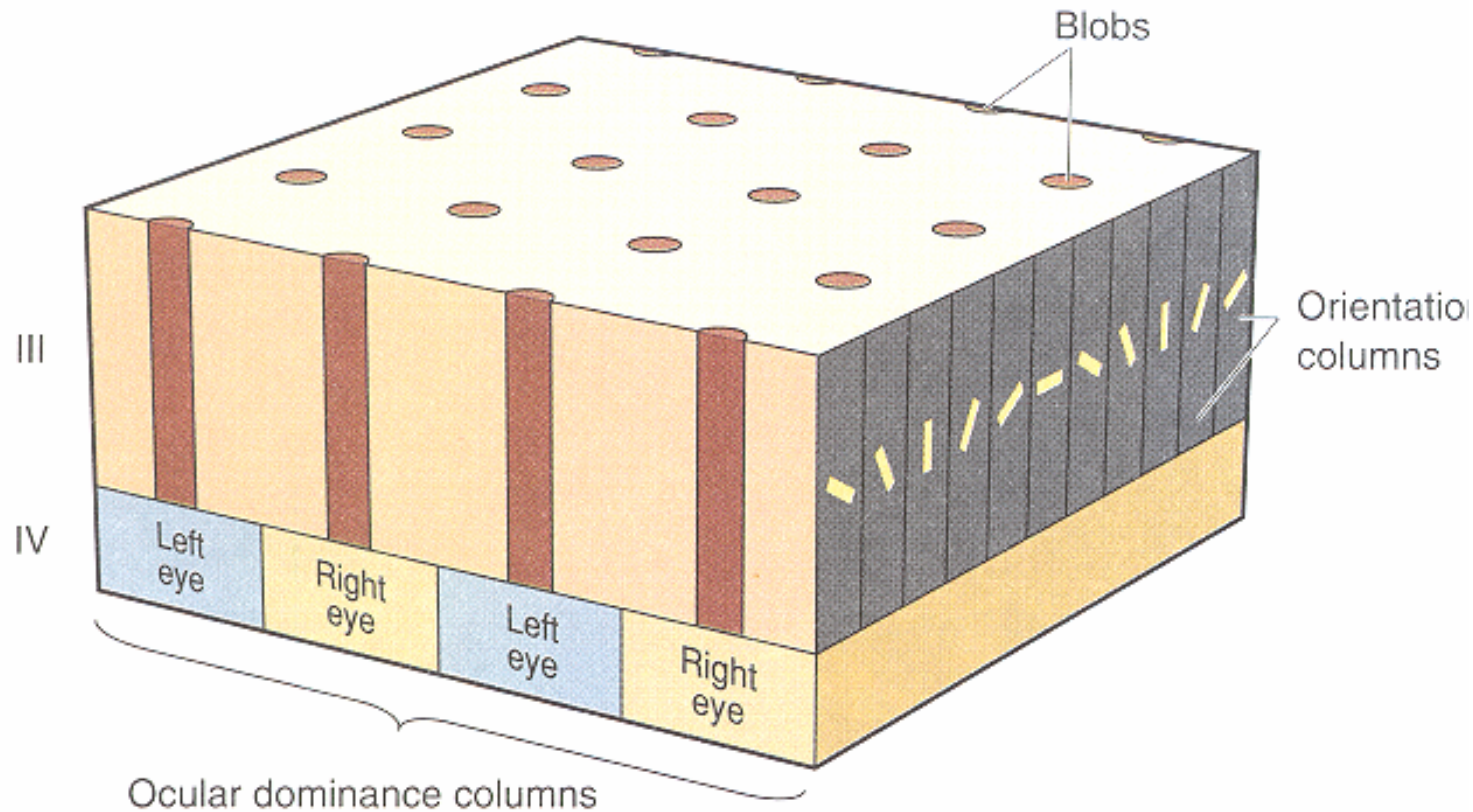




Okulardominanzsäulen, Orientierungssäulen und Blobs

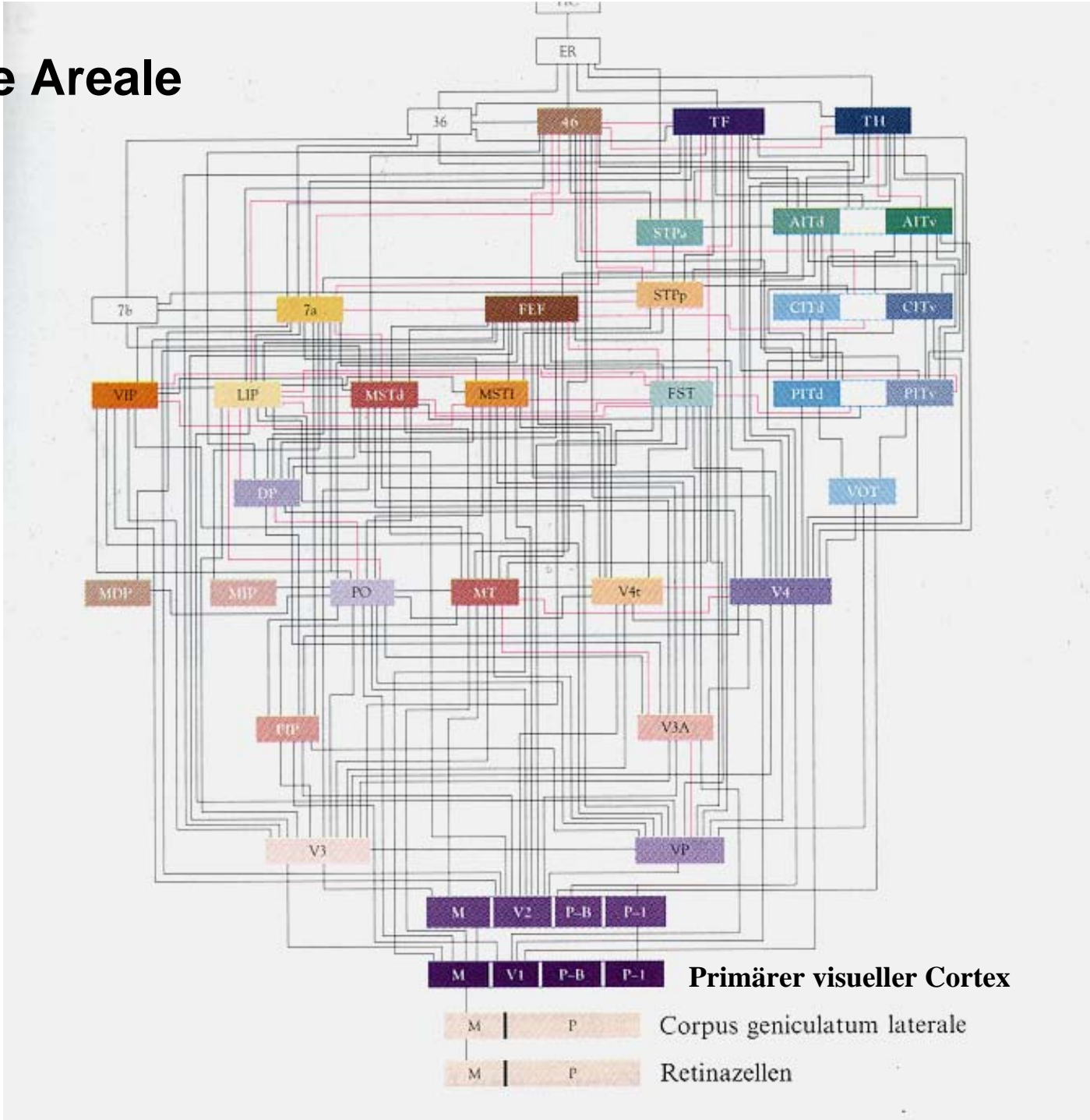
Wie fügt sich das Puzzle zusammen?

Cortikaler Modul (Hypercolumn)

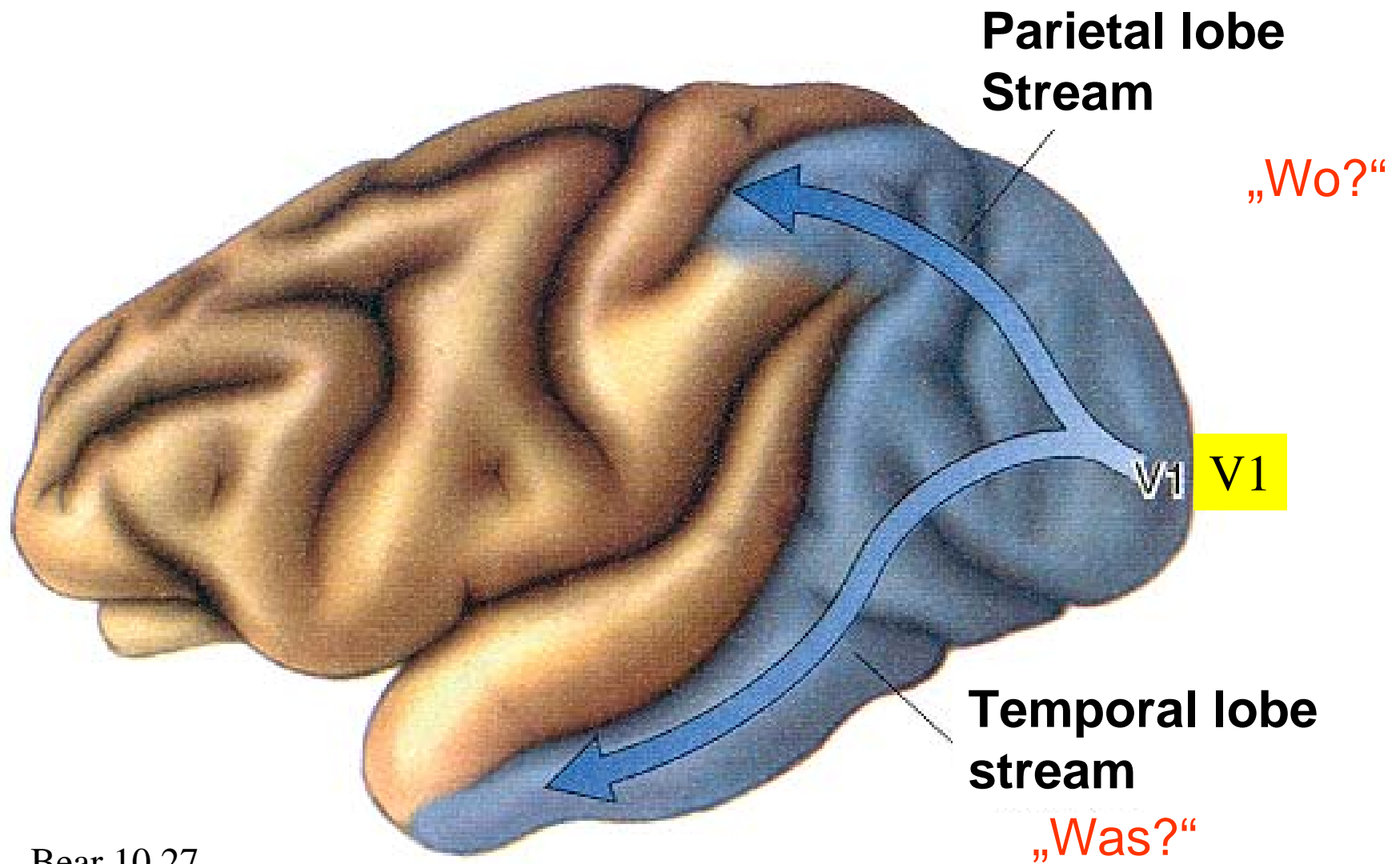


1 mm² Cortexgewebe: Verantwortlich für die Analyse eines kleinen Ausschnitts des Gesichtsfelds = elementarer Verarbeitungsmodul.
2 Sets Okulardominanzsäulen, 16 blobs und komplettes Muster an Orientierungssäulen

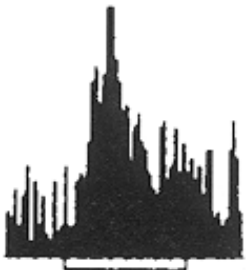
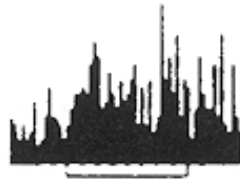
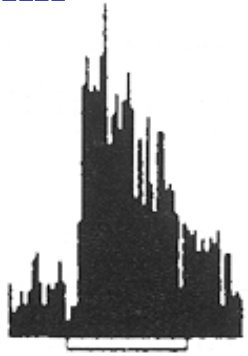
Höhere visuelle Areale



Höhere visuelle Areale



WAS-Bahn



Gesichtsspezifische Neurone im Inferior temporalen Cortex

Kandel 23.19

