

# Farbensehen

# Farbensehen

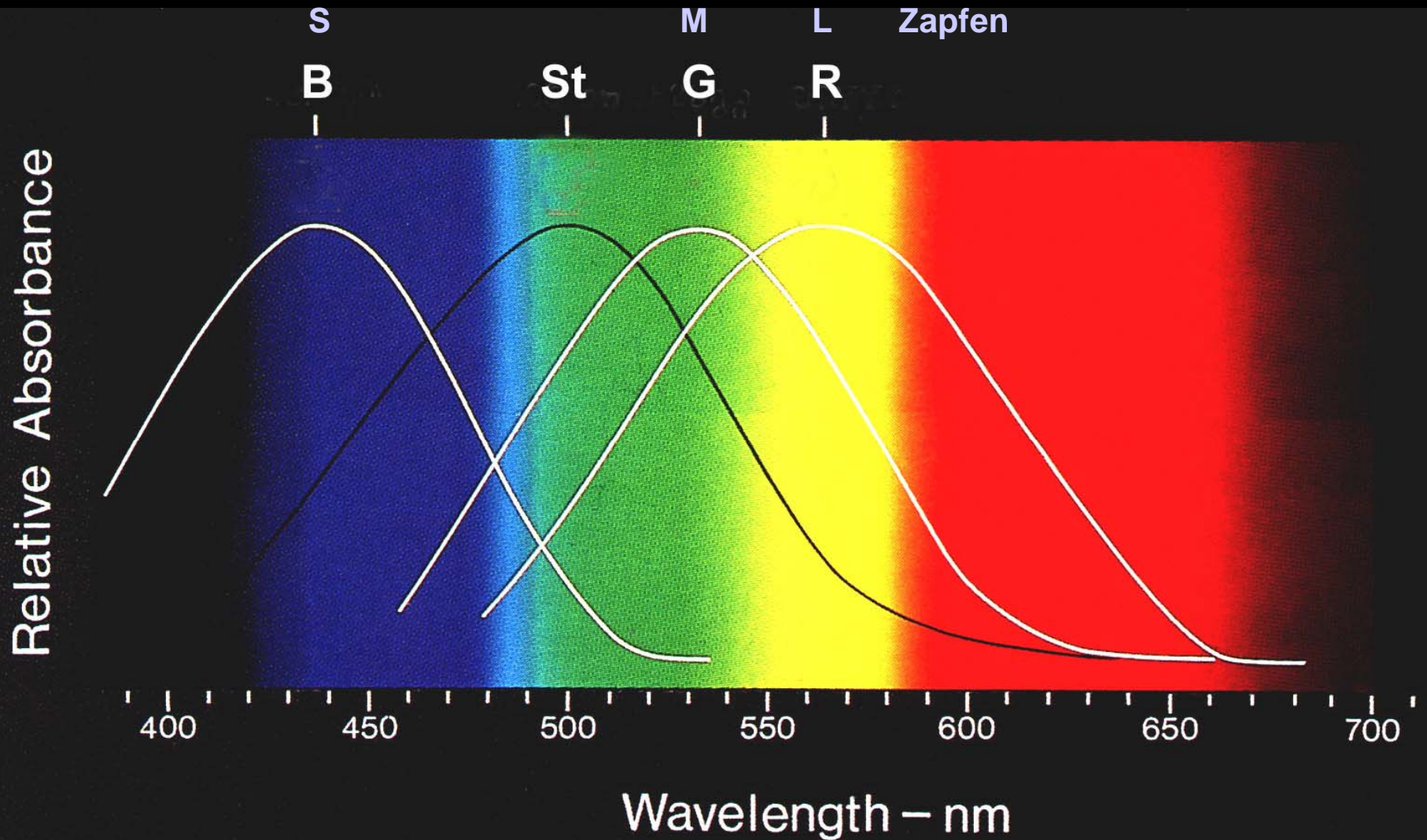
„Wahrnehmung verschiedener Wellenlängen des Lichtes“



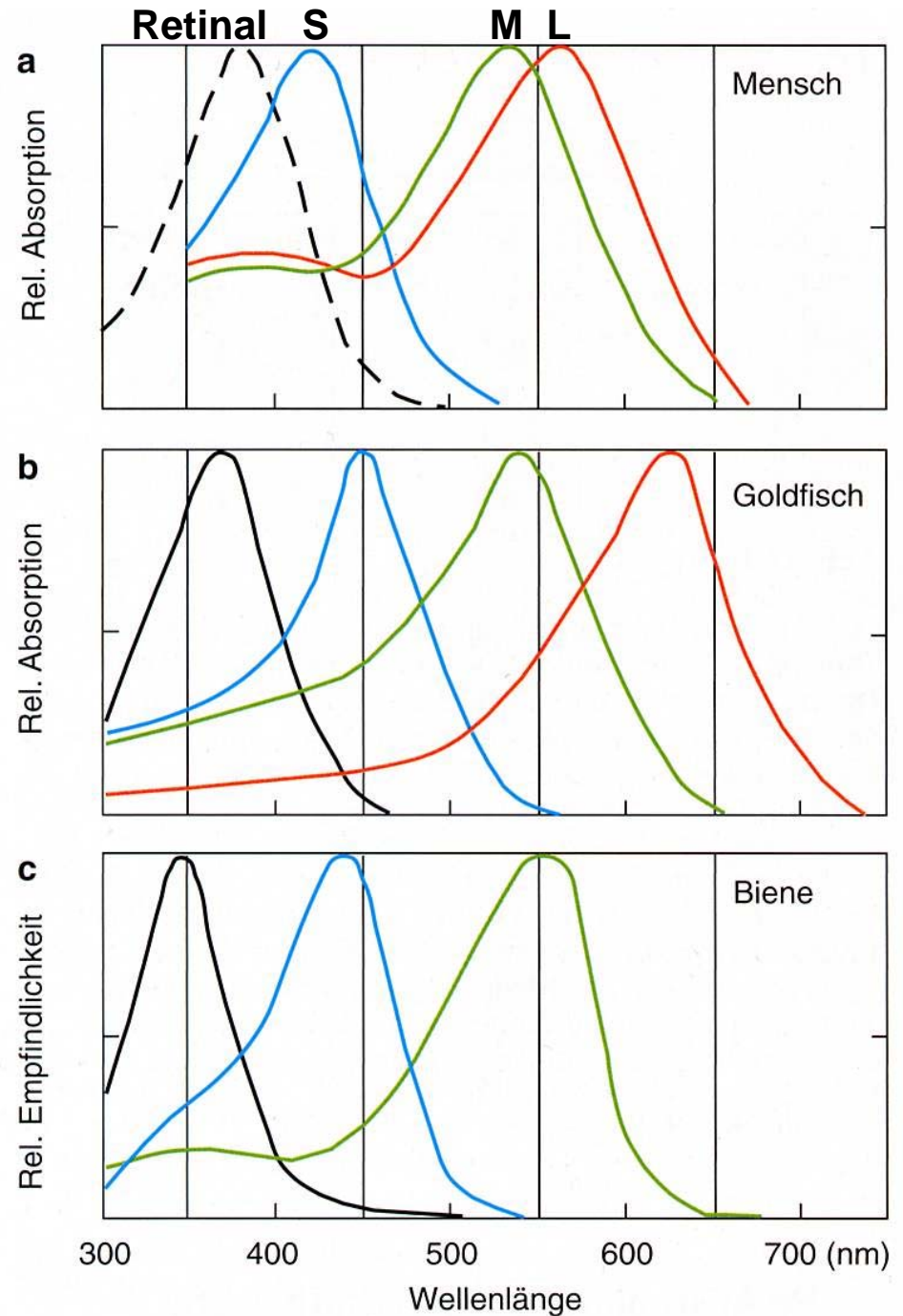
Farben entstehen durch unterschiedliche Absorptions- und Reflektionseigenschaften von Objekten und bieten damit wichtige Information über die Oberflächen von Objekten.

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

# Sehpigmente - Mensch: Spektrale Empfindlichkeitsprofile



# Farb-Sehpigmente verschiedener Tierspecies

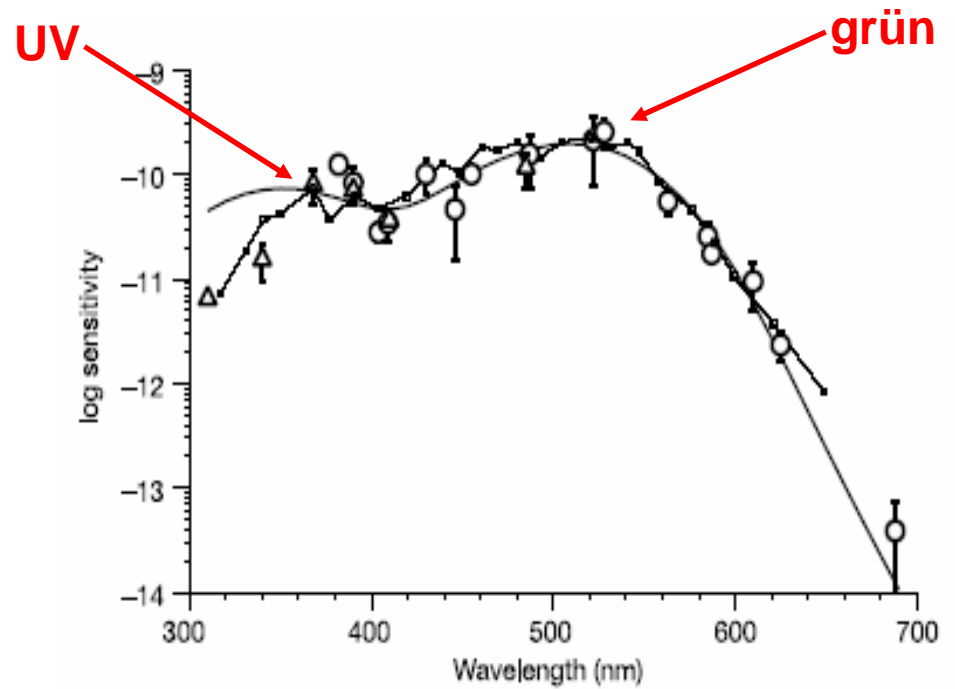


# Auch manche Säuger sehen UV

*Glossophaga soricina*



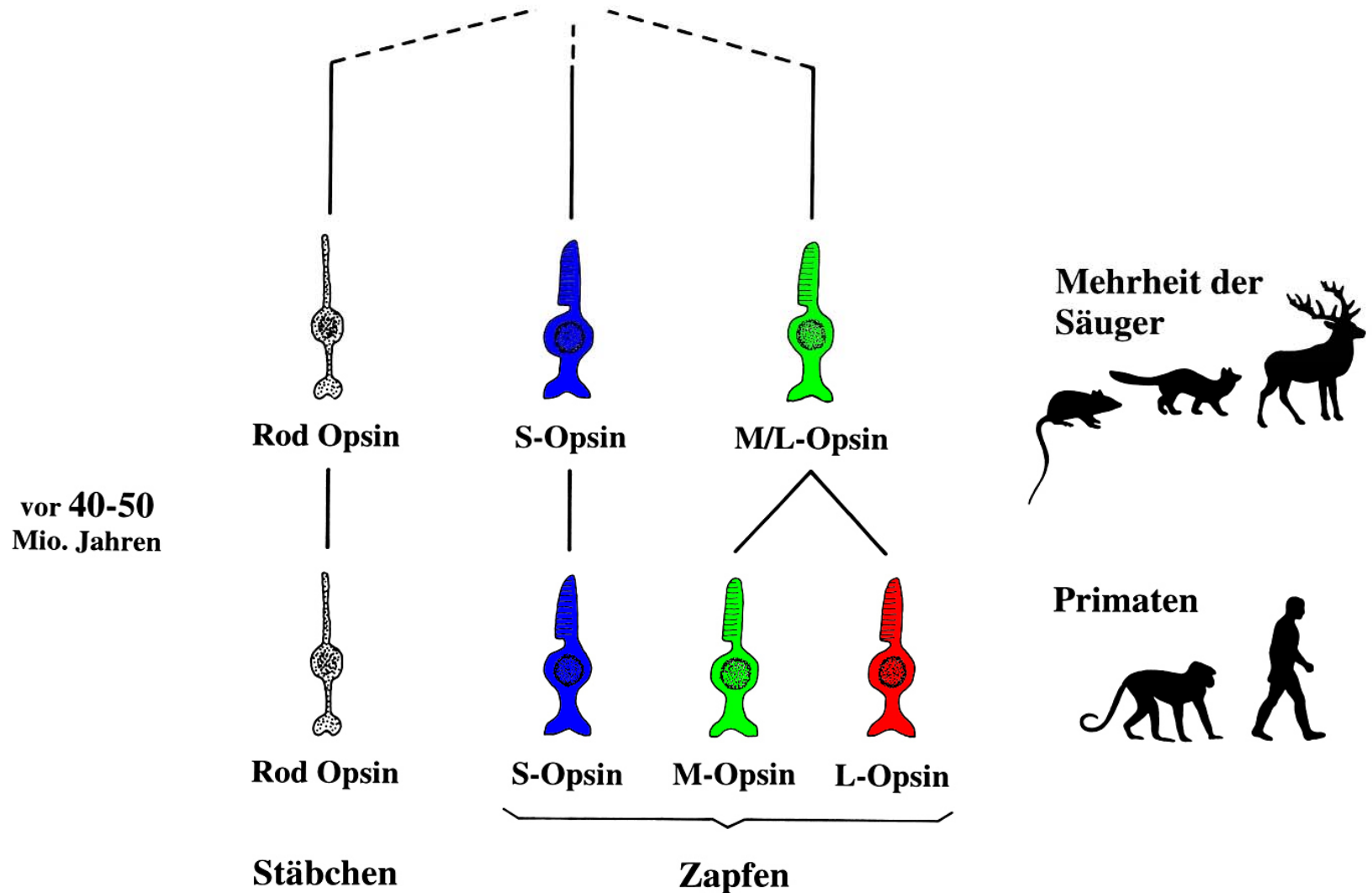
Sensitivität des Photorezeptors



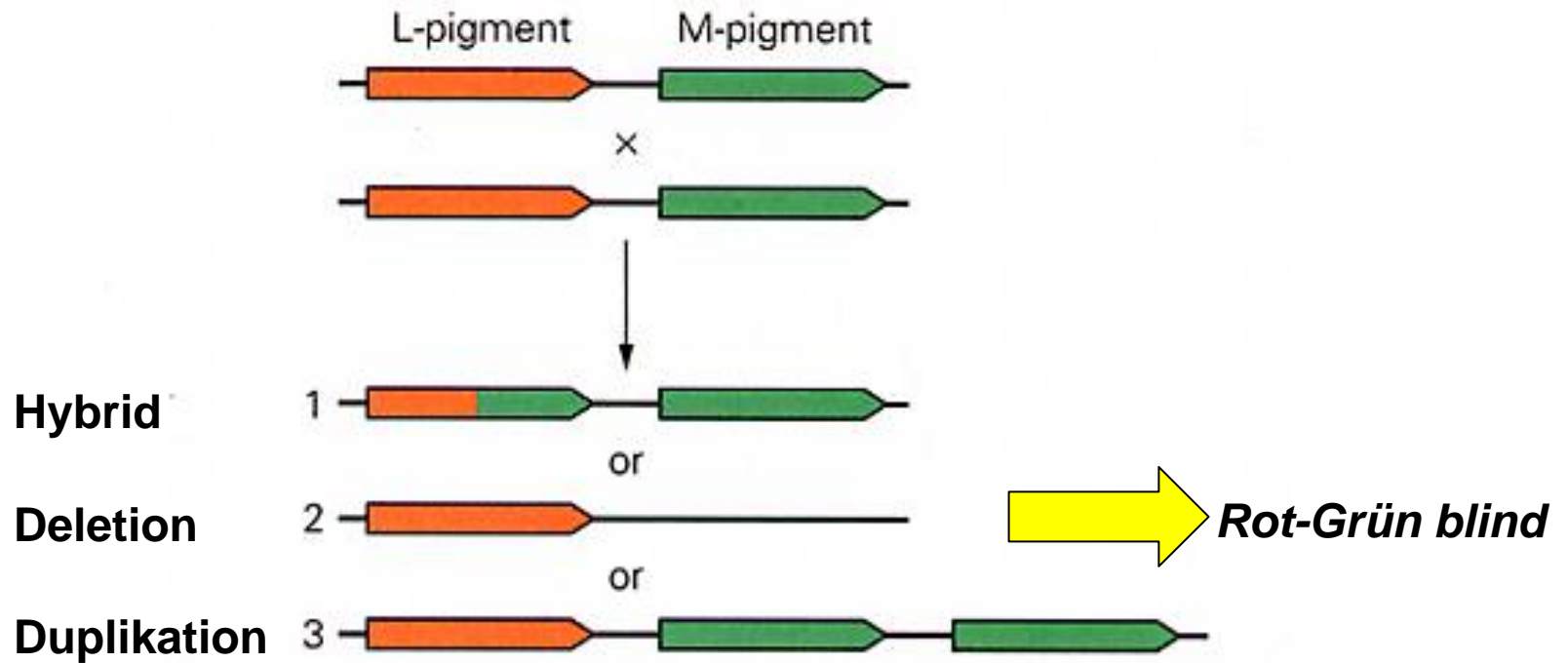
→ UV-Reflexionen von Blüten ?

# Farbensehen - Evolution

## Stammbaum SEHPIGMENTE (OPSINE) DER SÄUGETIERE Eutheria



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



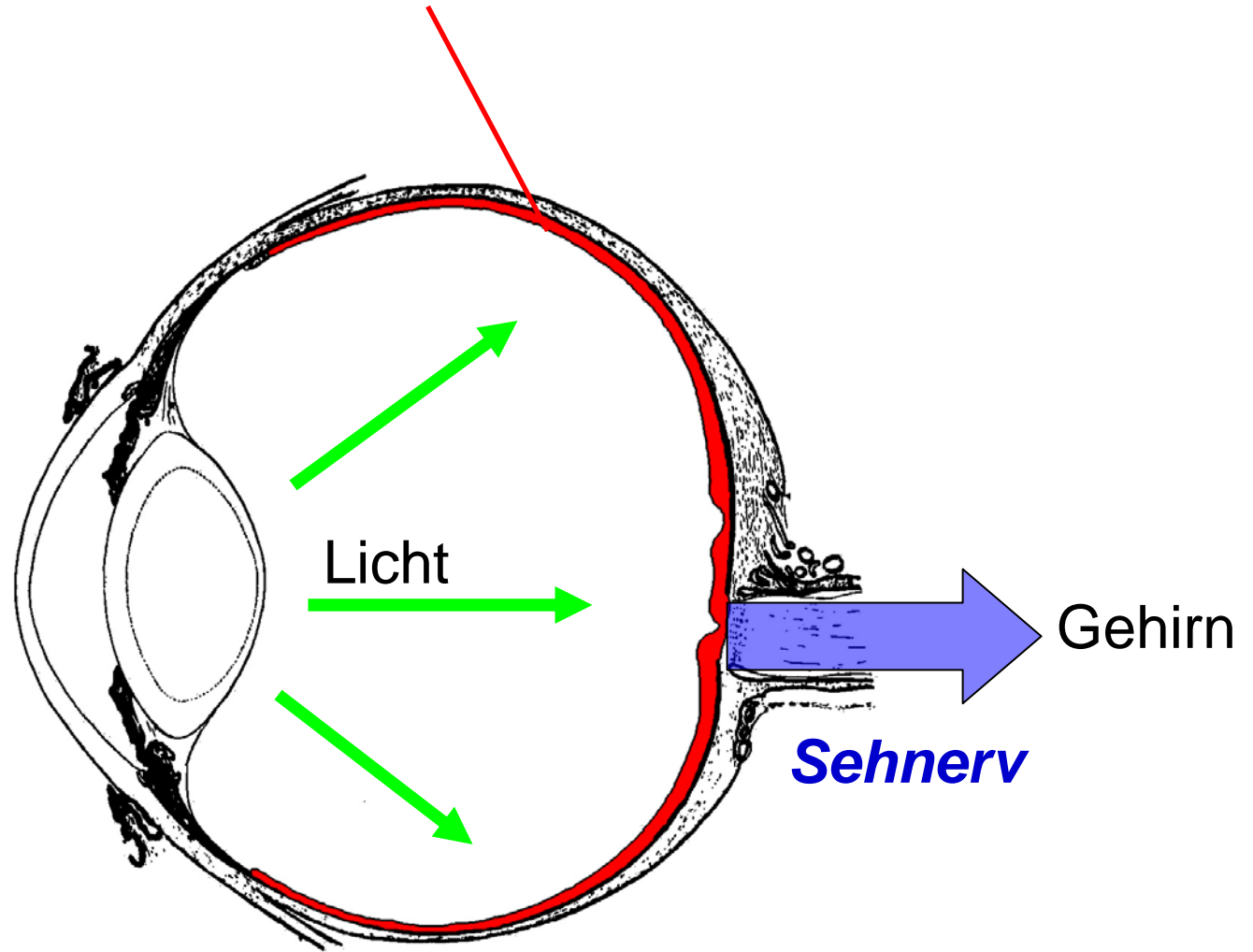
# Zusammenfassung: **Farbsehen**

- 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”

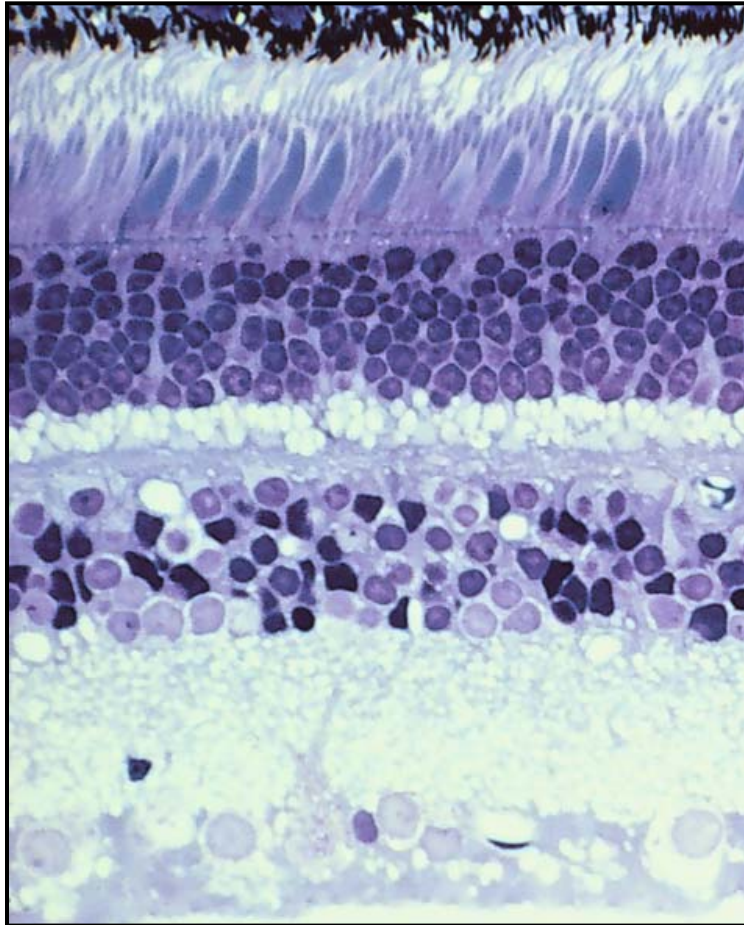


# Retina

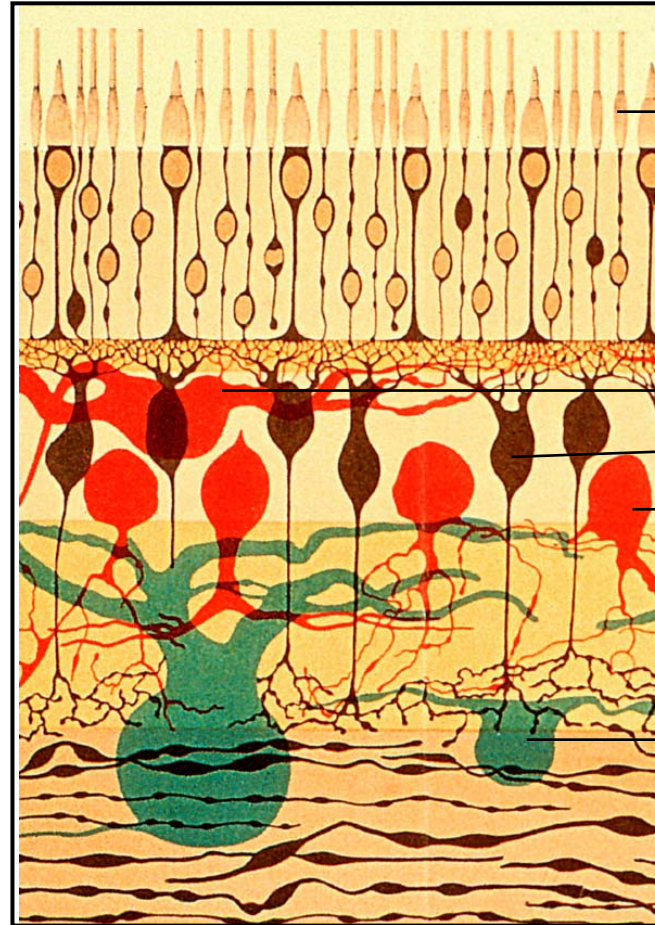
**Netzhaut oder Retina**



# Retina Morphologie



Licht



*Photorezeptoren:*

**Stäbchen**

**Zapfen**

Horizontalzellen

Bipolarzellen

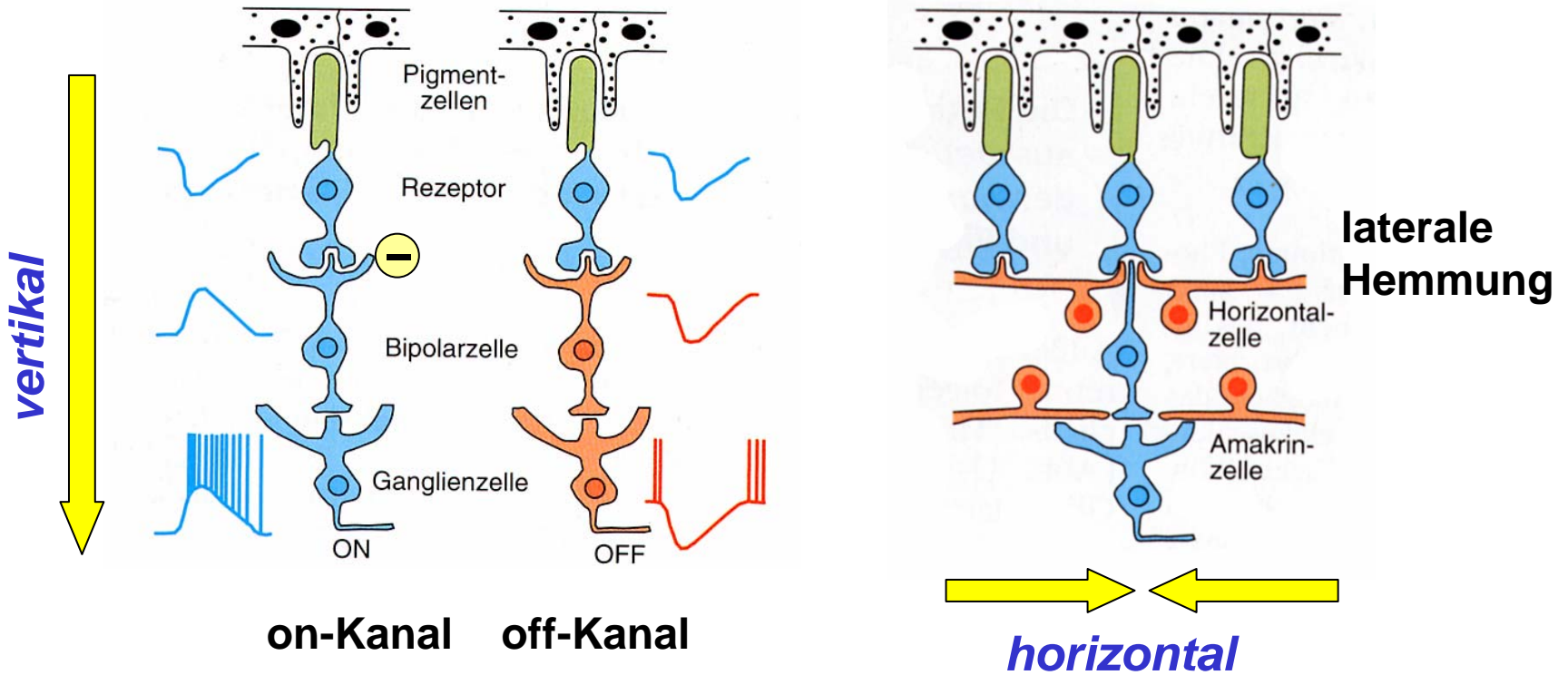
Amakrinzellen

Ganglienzellen

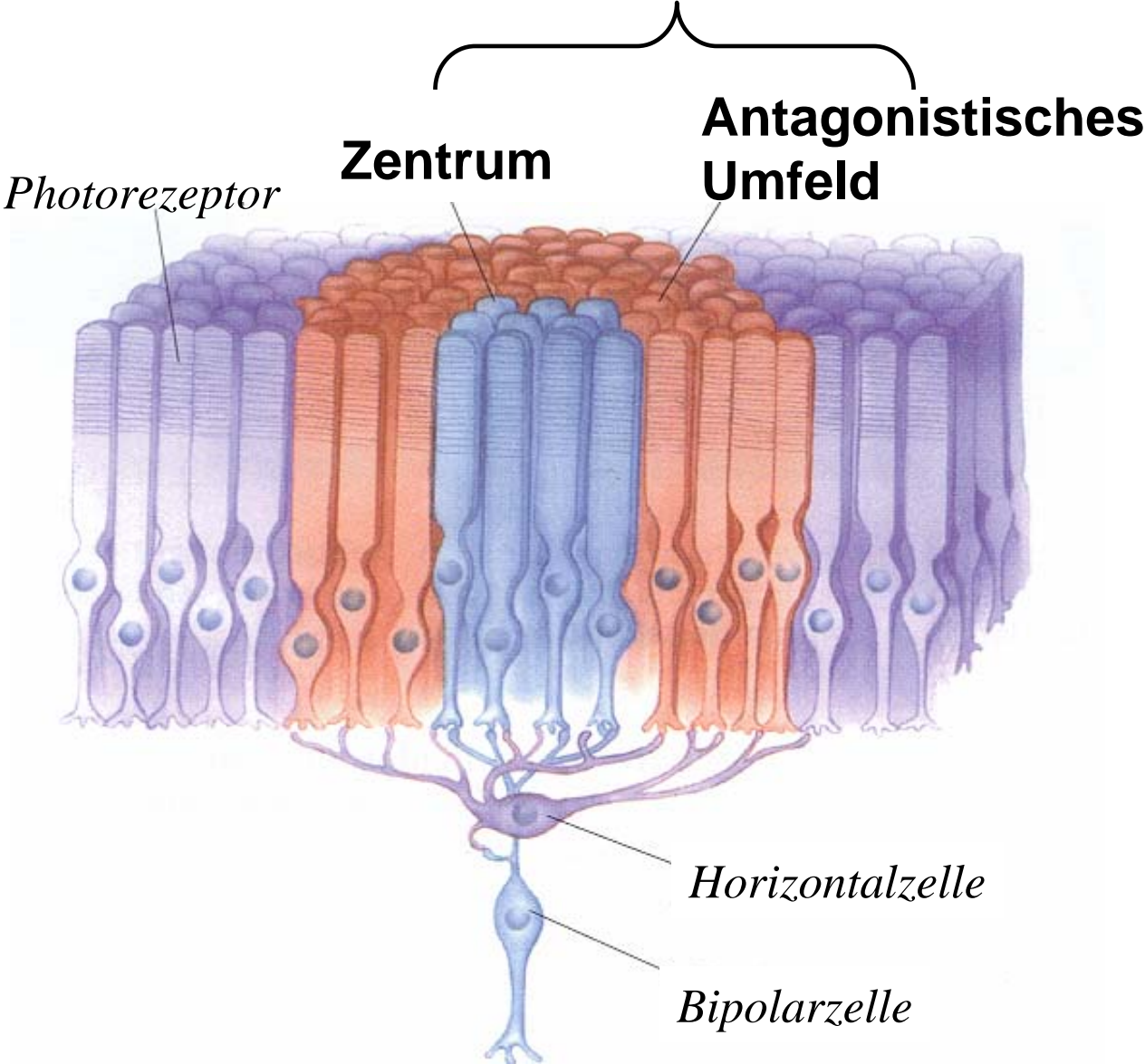
Tartuferi (1887)

Peichl

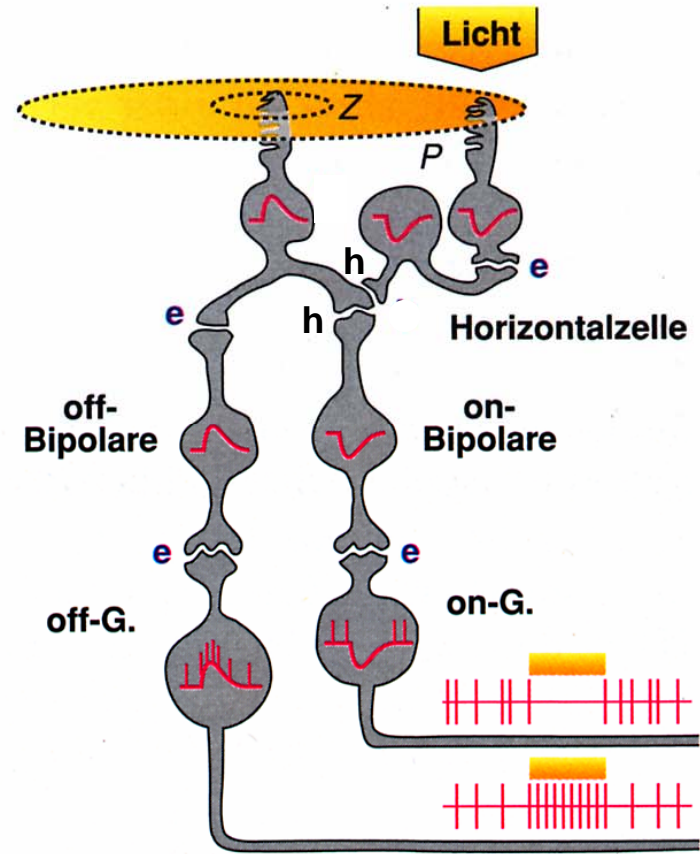
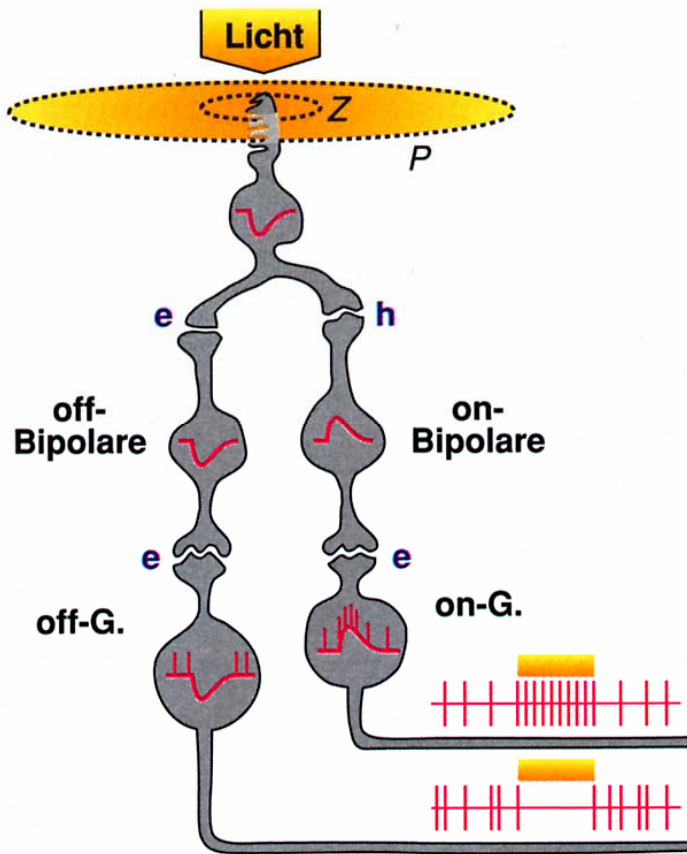
# Retina: 2 Verarbeitungsebenen



# Rezeptives Feld



# Retina: laterale Hemmung



# Konzentrische Rezeptive Felder von Ganglienzellen

## On-center

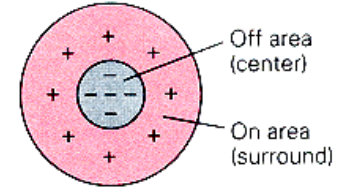
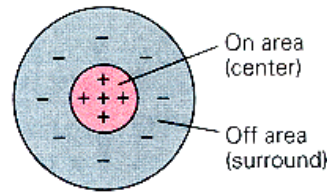
## off-center

Lichtpunkt  
im Zentrum

Zentrale  
Belichtung

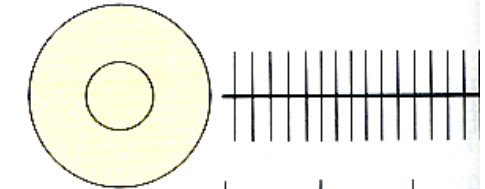
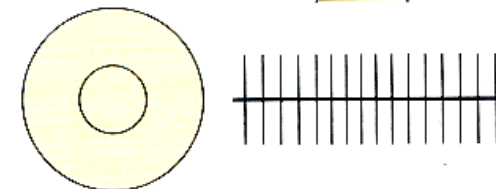
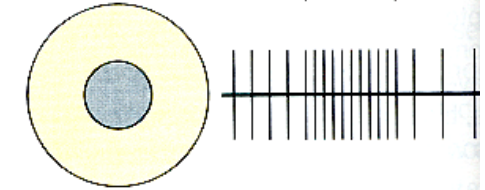
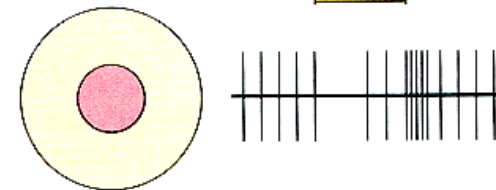
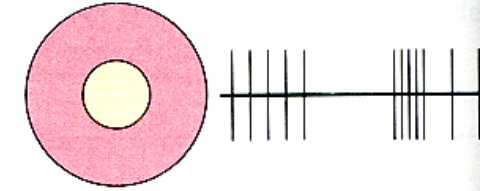
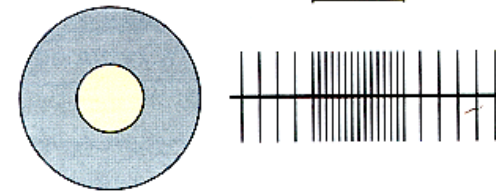
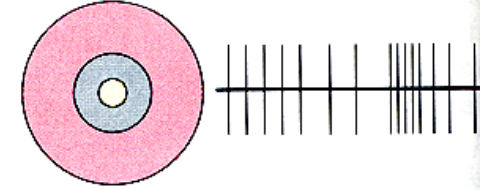
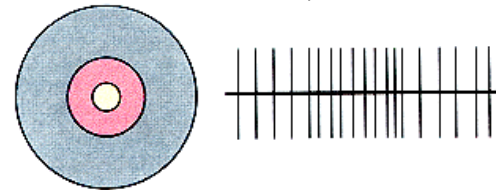
Umfeld  
Belichtung

Diffuse  
Belichtung



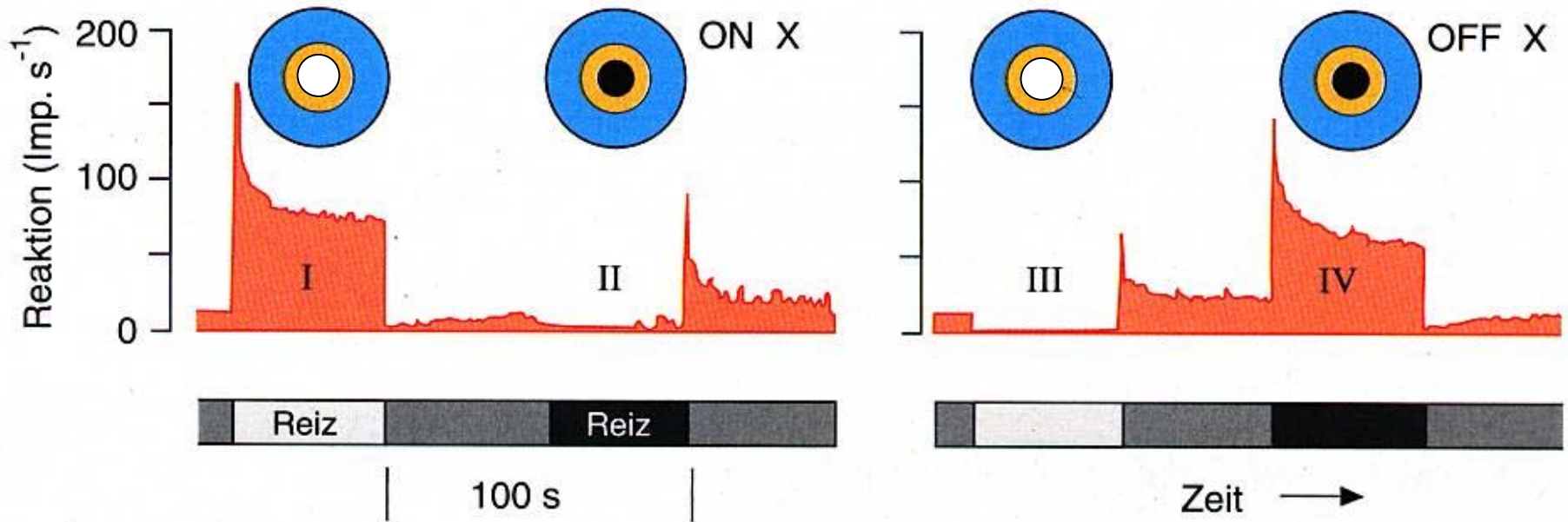
Light on

Light on



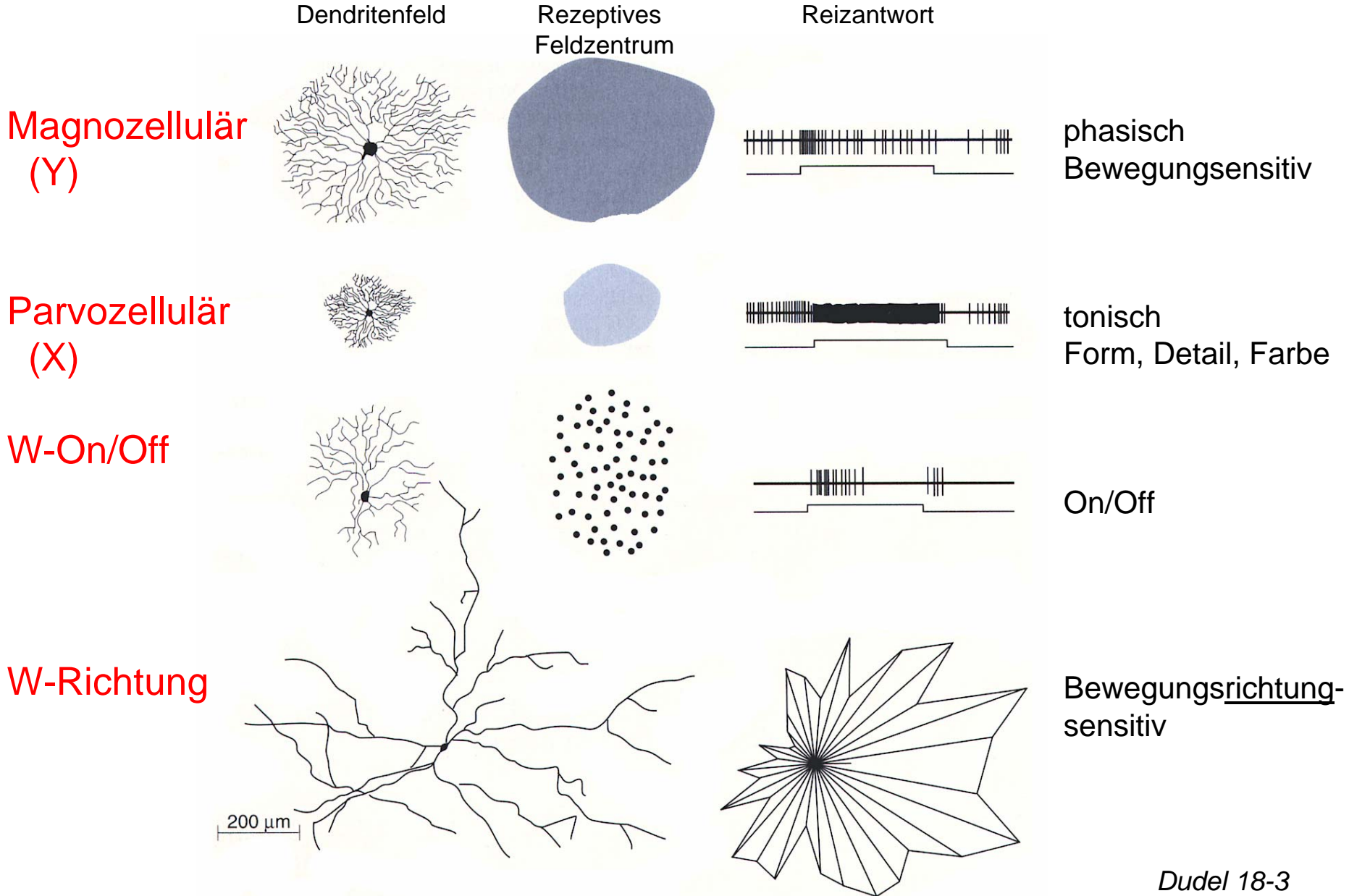
0 0.5 1.0  
T (ms)

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

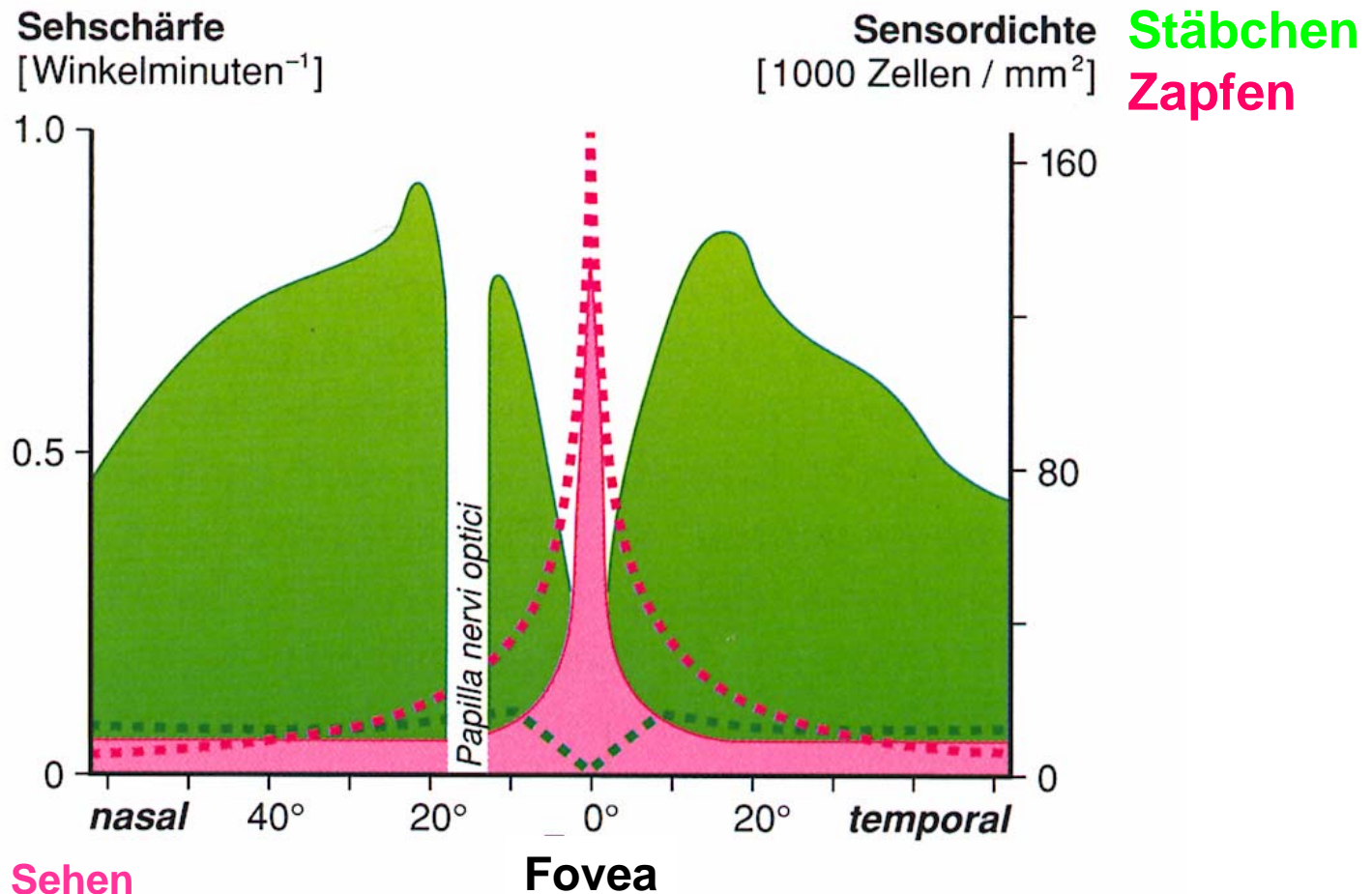




# Unterschiedliche Ganglionzelltypen

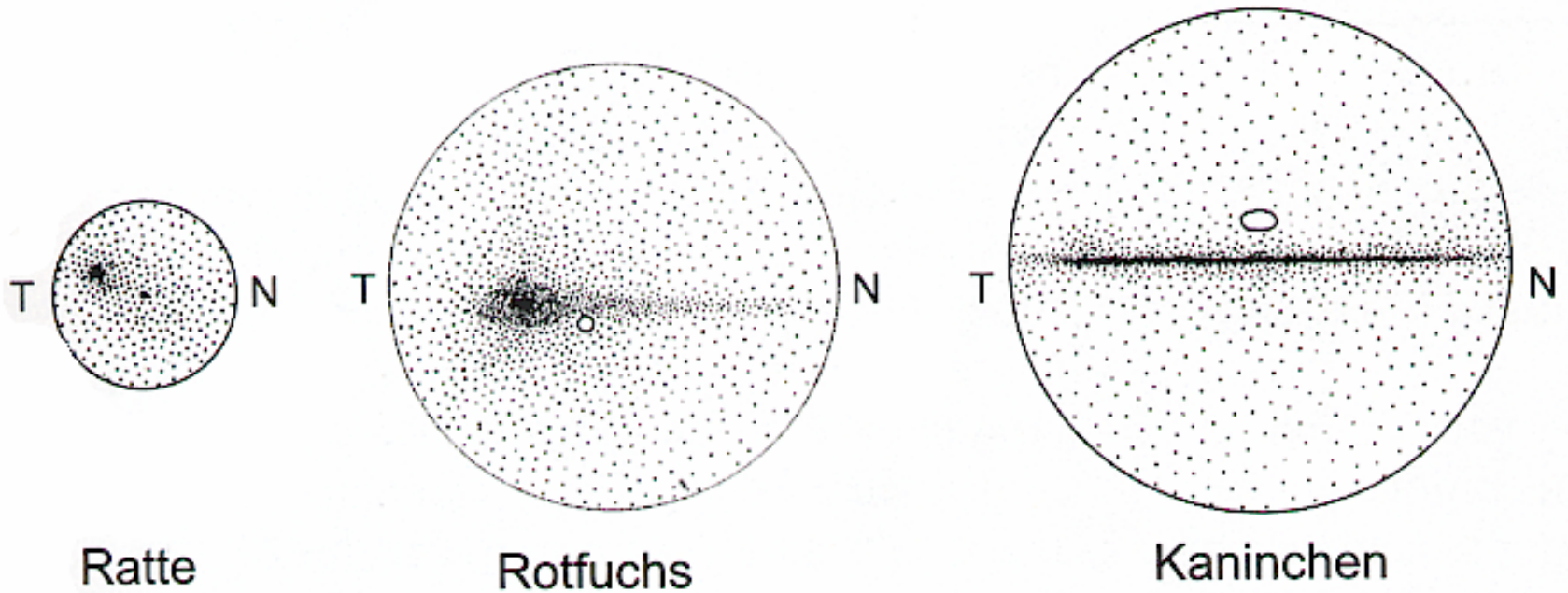


# Fovea: Stelle schärfsten Sehens



photopisches Sehen  
(Tageslicht) - - - -  
skotopisches Sehen  
(Dämmerung) - - -

# Erhöhte Ganglionzellendichte in der Fovea



**area centralis  
= Fovea**

**Horizontalstreifen**

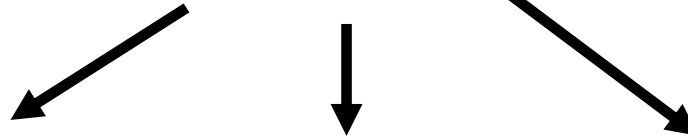
# Zusammenfassung: **Retina**

- 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



**laterales Geniculatum  
(Zwischenhirn)**

**Prätectum  
(Zwischenhirn)**

**Colliculus superior  
(Tectum, Mittelhirn)**

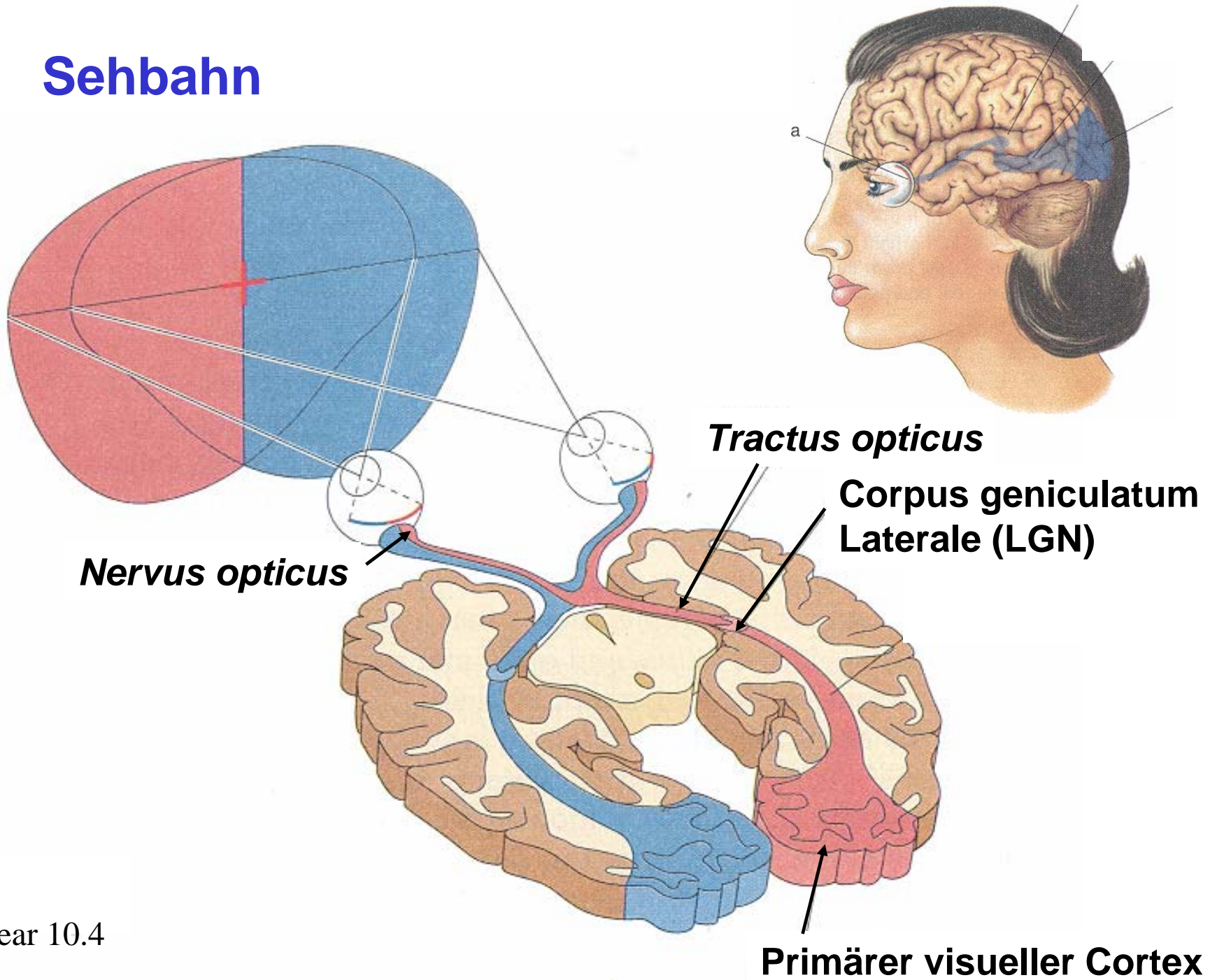
**primärer  
Sehcortex  
(Endhirn)**

**Perzeption**

**Pupillenreflex  
circad. Rhyth.**

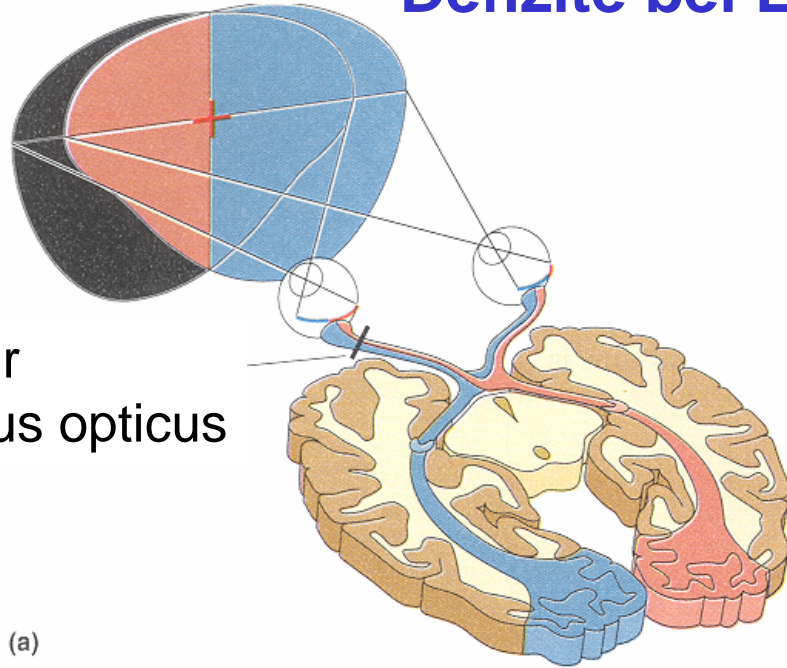
**Augenbewegung**

# Sehbahn

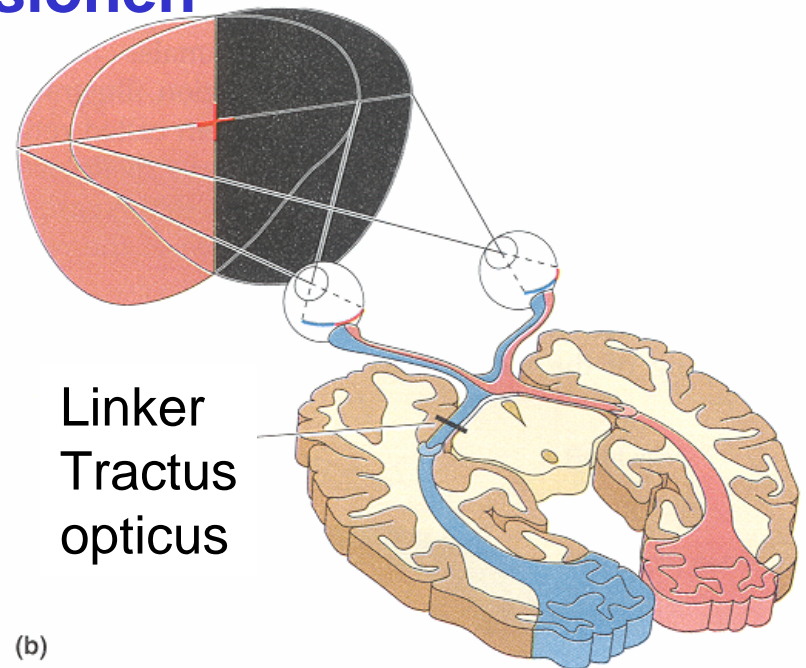


# Defizite bei Läsionen

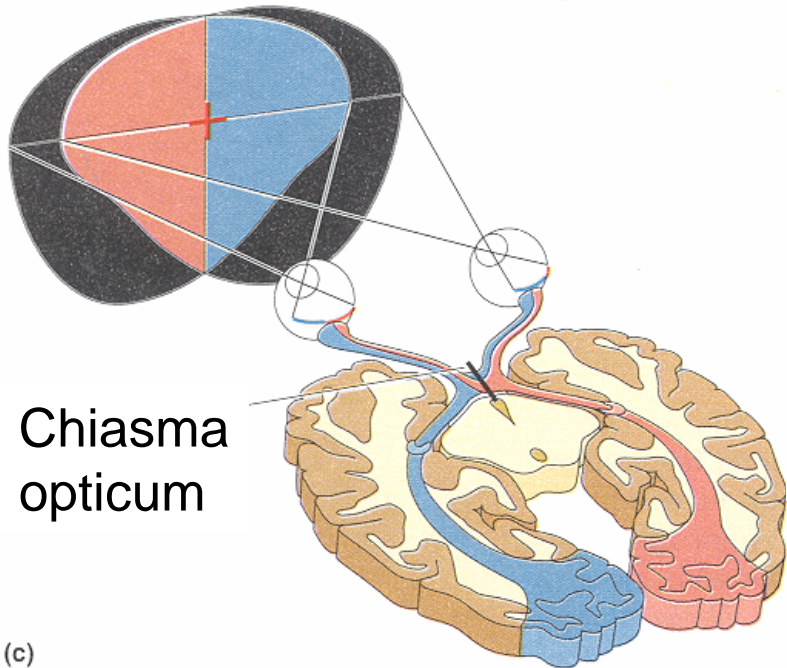
Linker  
Nervus opticus



Linker  
Tractus  
opticus



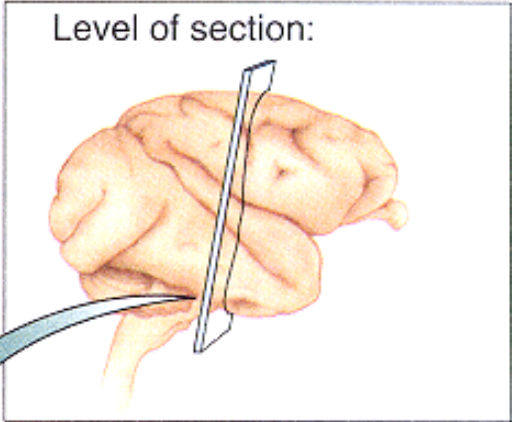
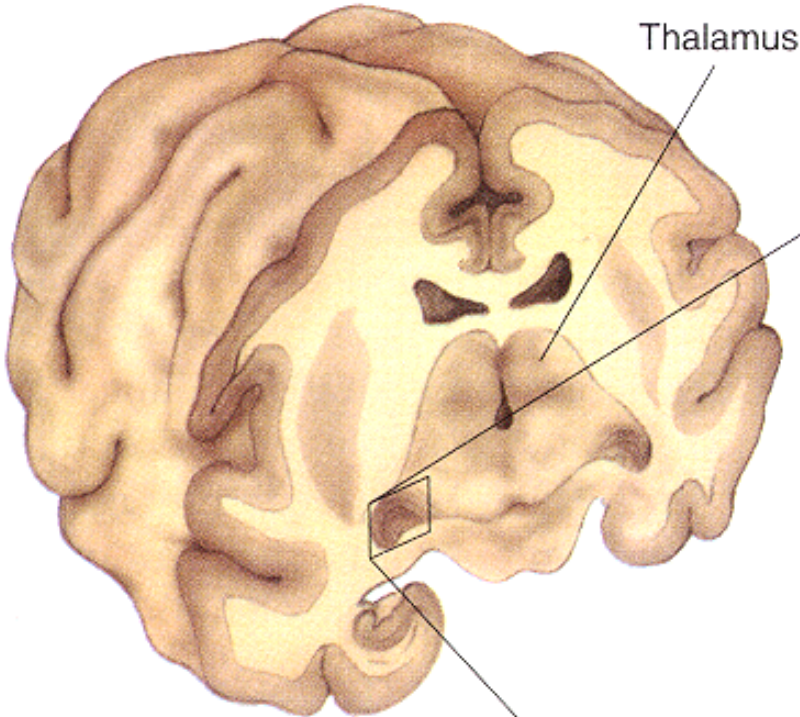
Chiasma  
opticum



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

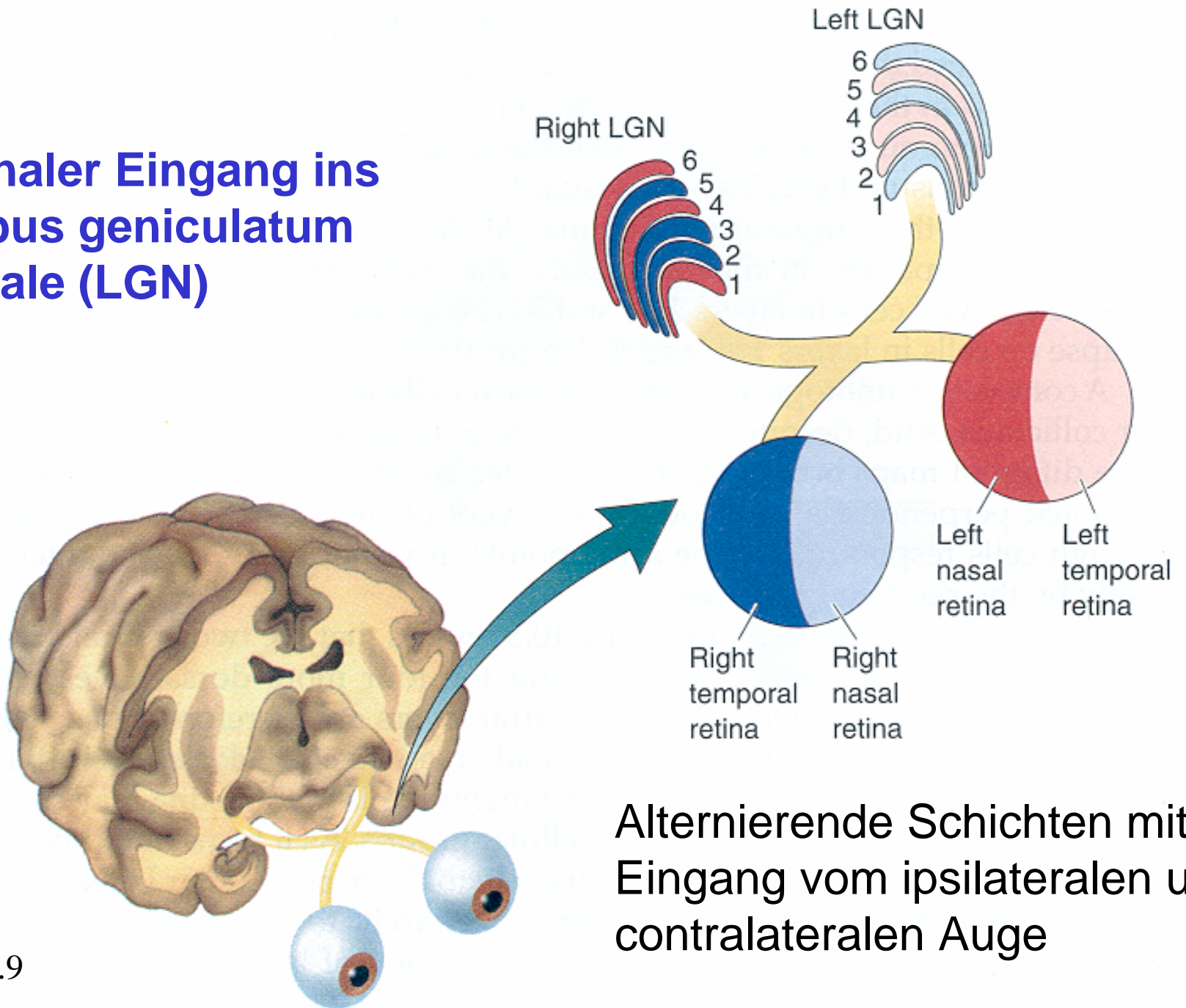


6  
5  
4  
3  
2  
1

**Parvo-Zellular**

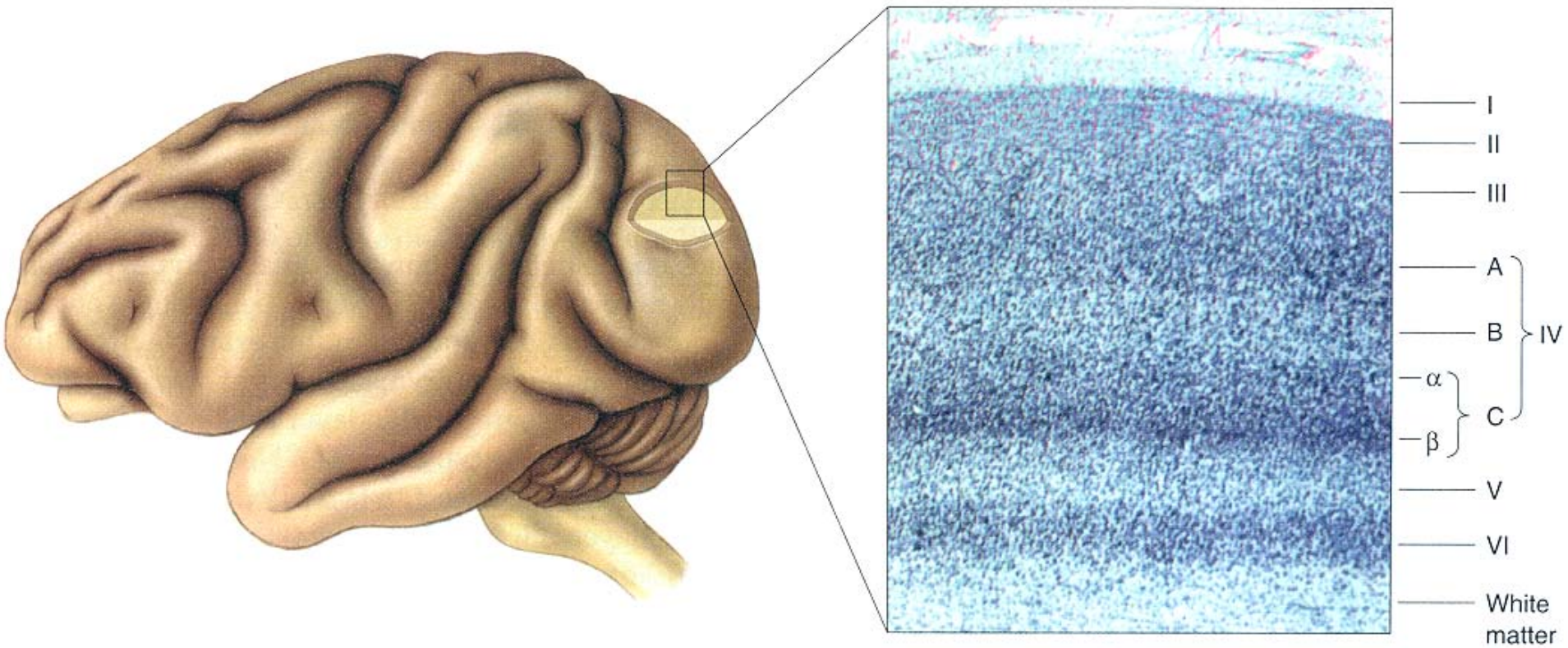
**Magno-zellular**

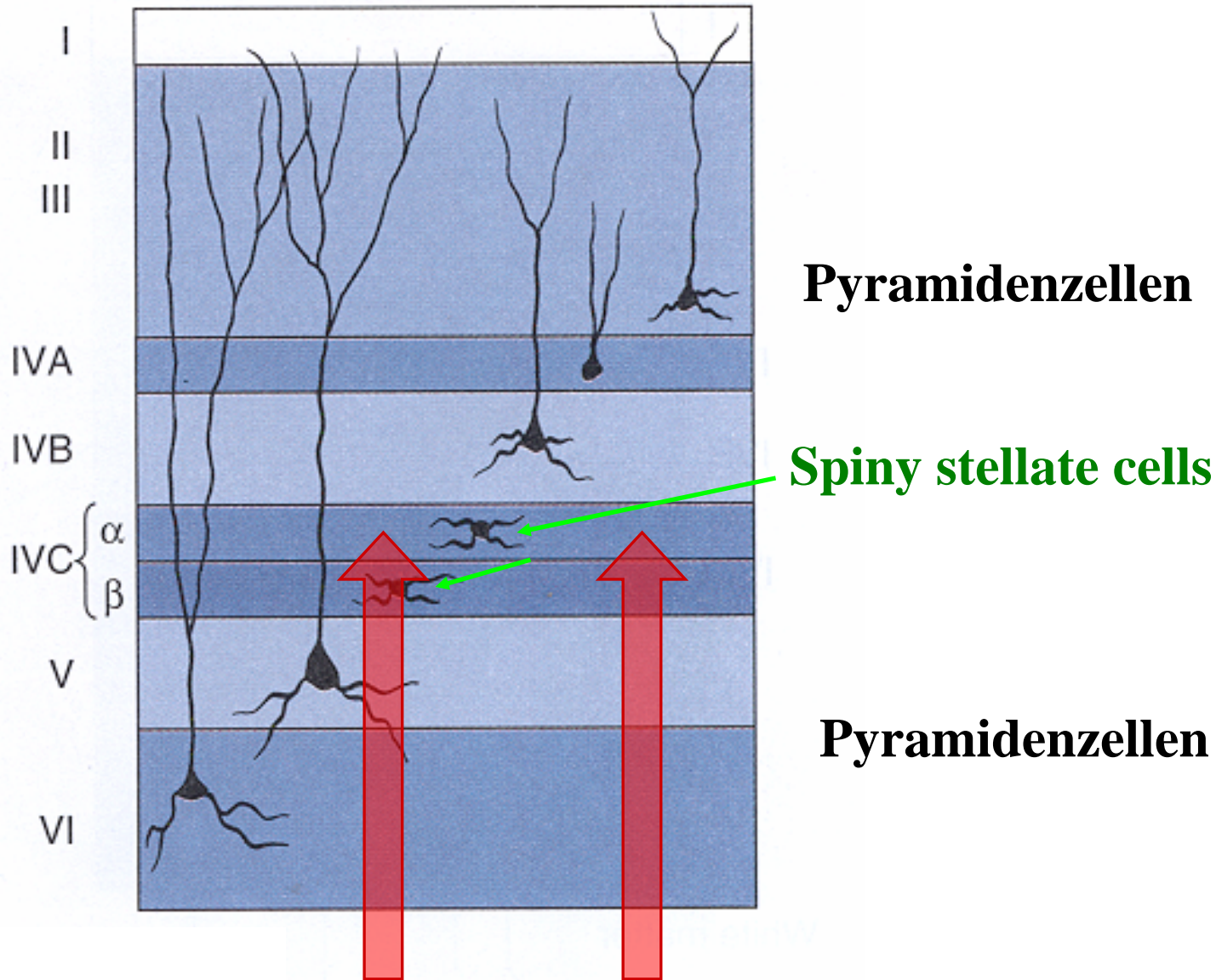
# Retinaler Eingang ins Corpus geniculatum laterale (LGN)



Alternierende Schichten mit  
Eingang vom ipsilateralen und  
contralateralen Auge

# Primärer visueller Cortex (V1)





**Pyramidenzellen**

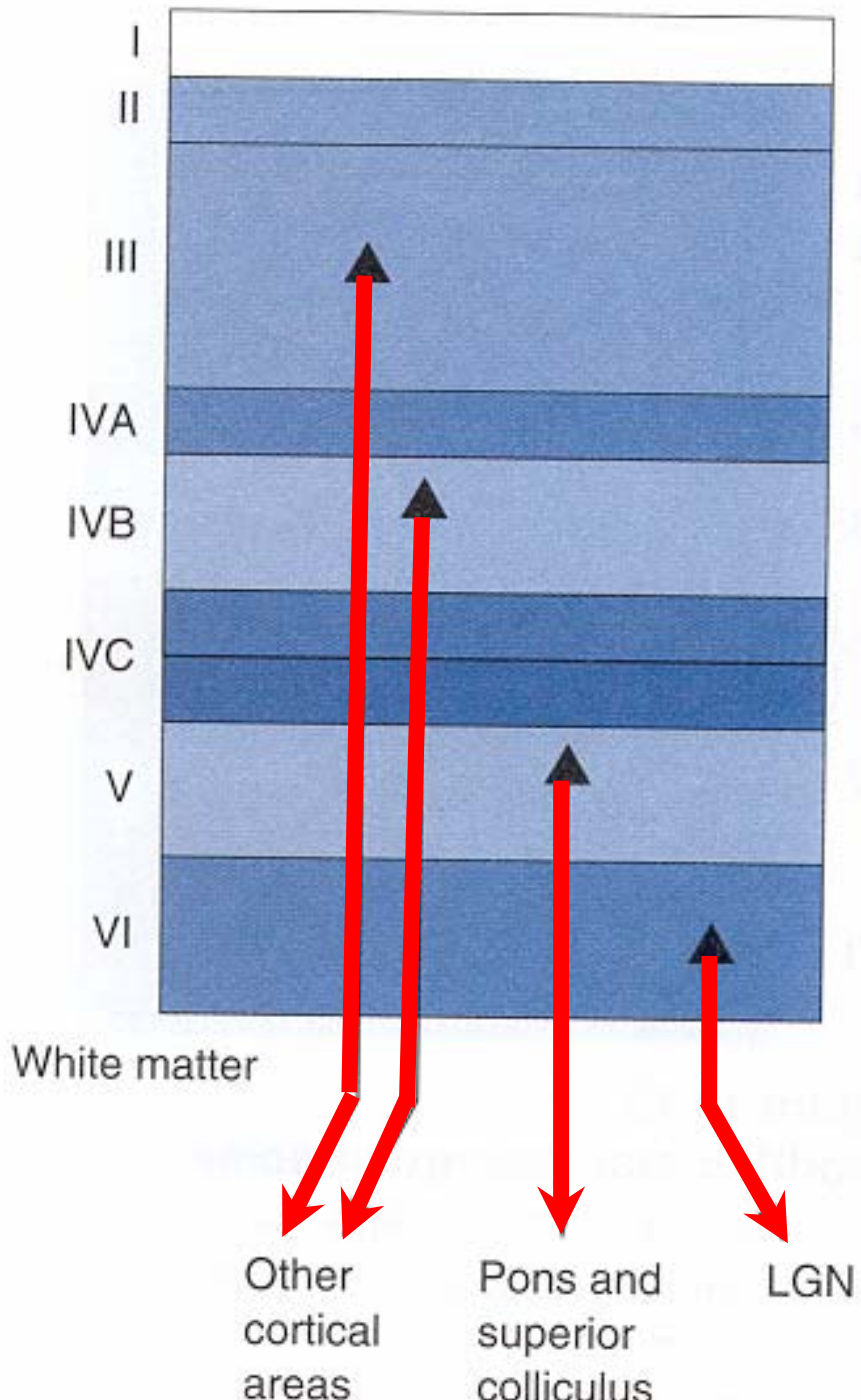
**Spiny stellate cells**

**Pyramidenzellen**

**Corpus geniculatum laterale**

Bear

# Ausgangsprojektionen der Pyramidenzellen



Bear