



Seminar: Sehen
- Vom Photon zum Bewusstsein -

**Von der Retina
zum visuellen Kortex**

Benedikt Gierlichs, 13. Mai 2004

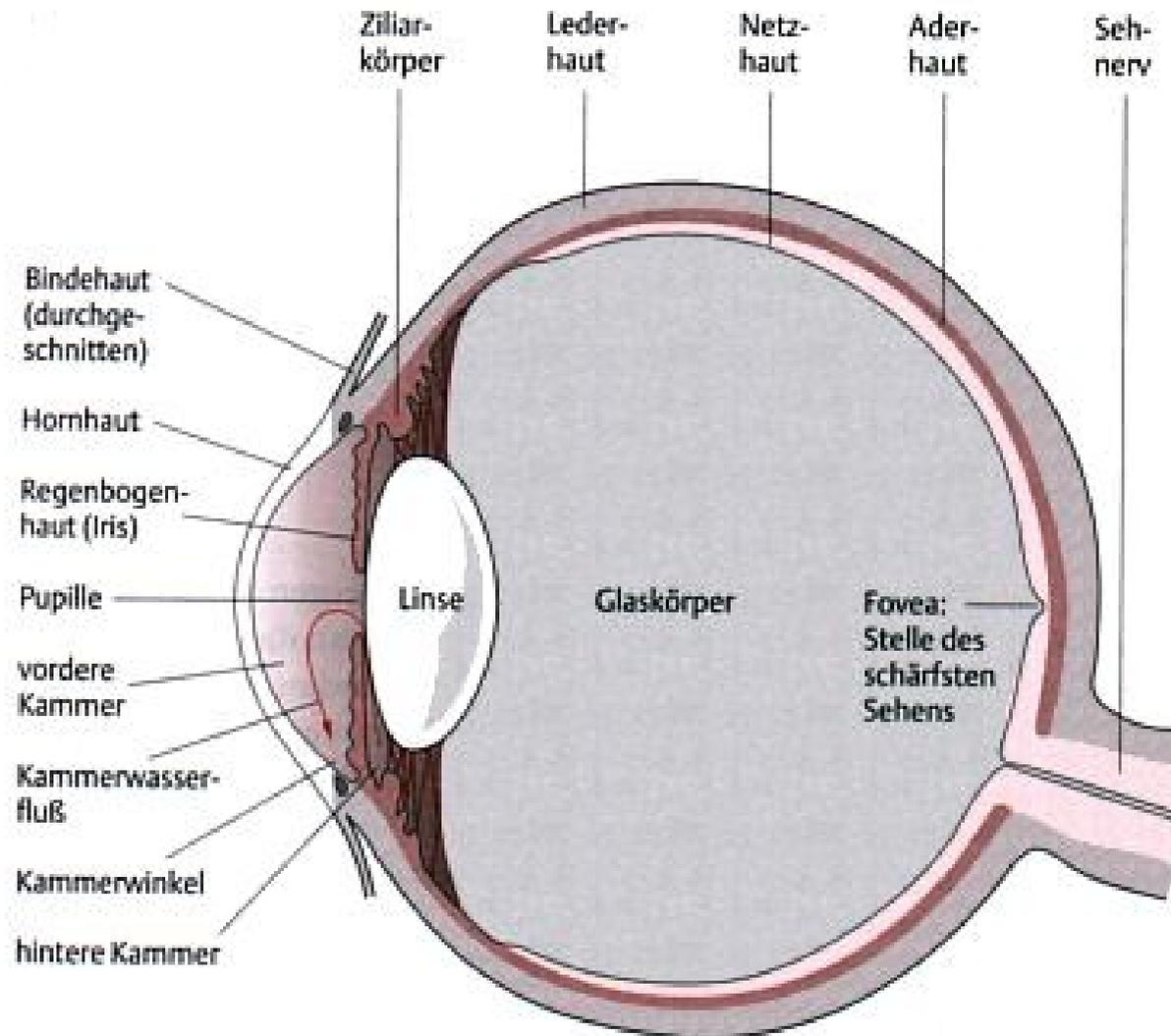
Gliederung

- Wiederholung
- Die Hauptsehbahn
- Das Gesichtsfeld
- Chiasma Opticum
- Corpus Geniculatum Laterale
- Visueller Kortex

Wiederholung

- Das Auge
- Die Retina
 - Bildverarbeitung in der Retina
 - Rezeptive Felder
 - Seitliche Hemmung

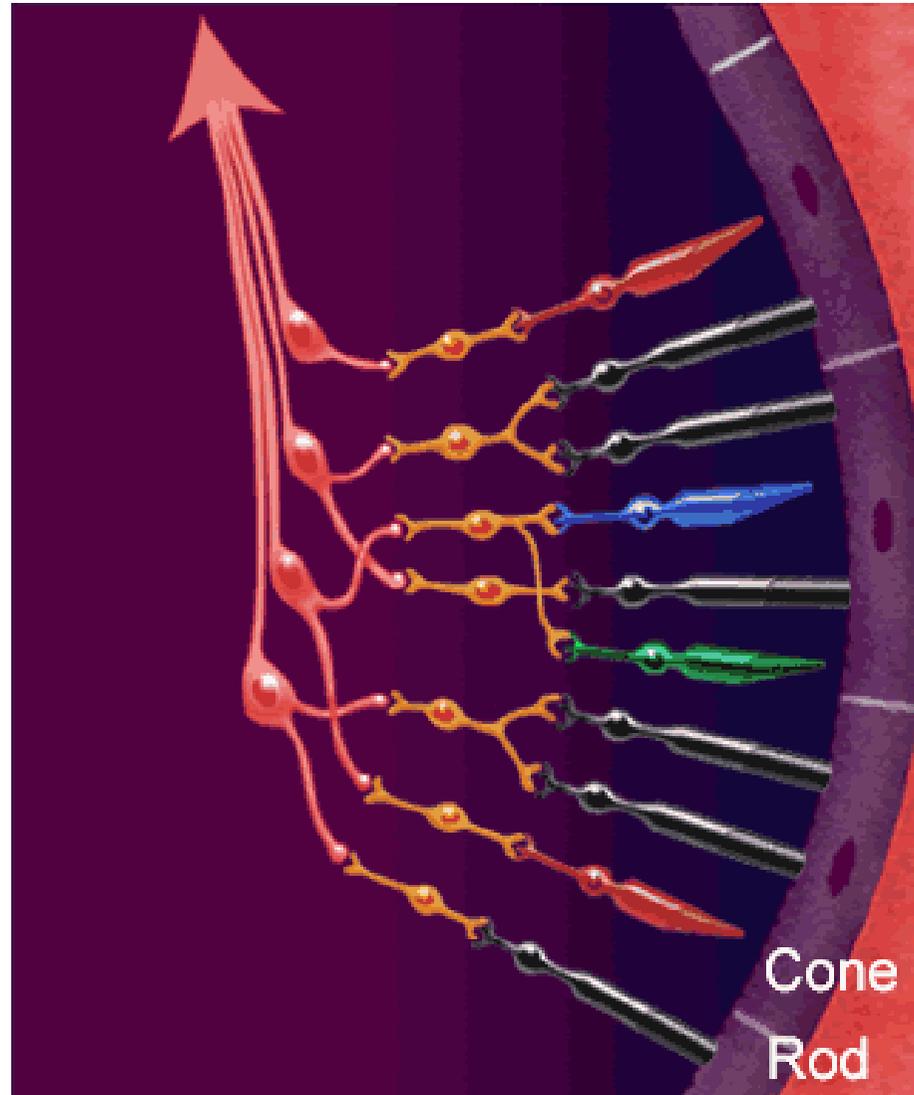
Wiederholung – das Auge



[1]

Wiederholung – die Retina

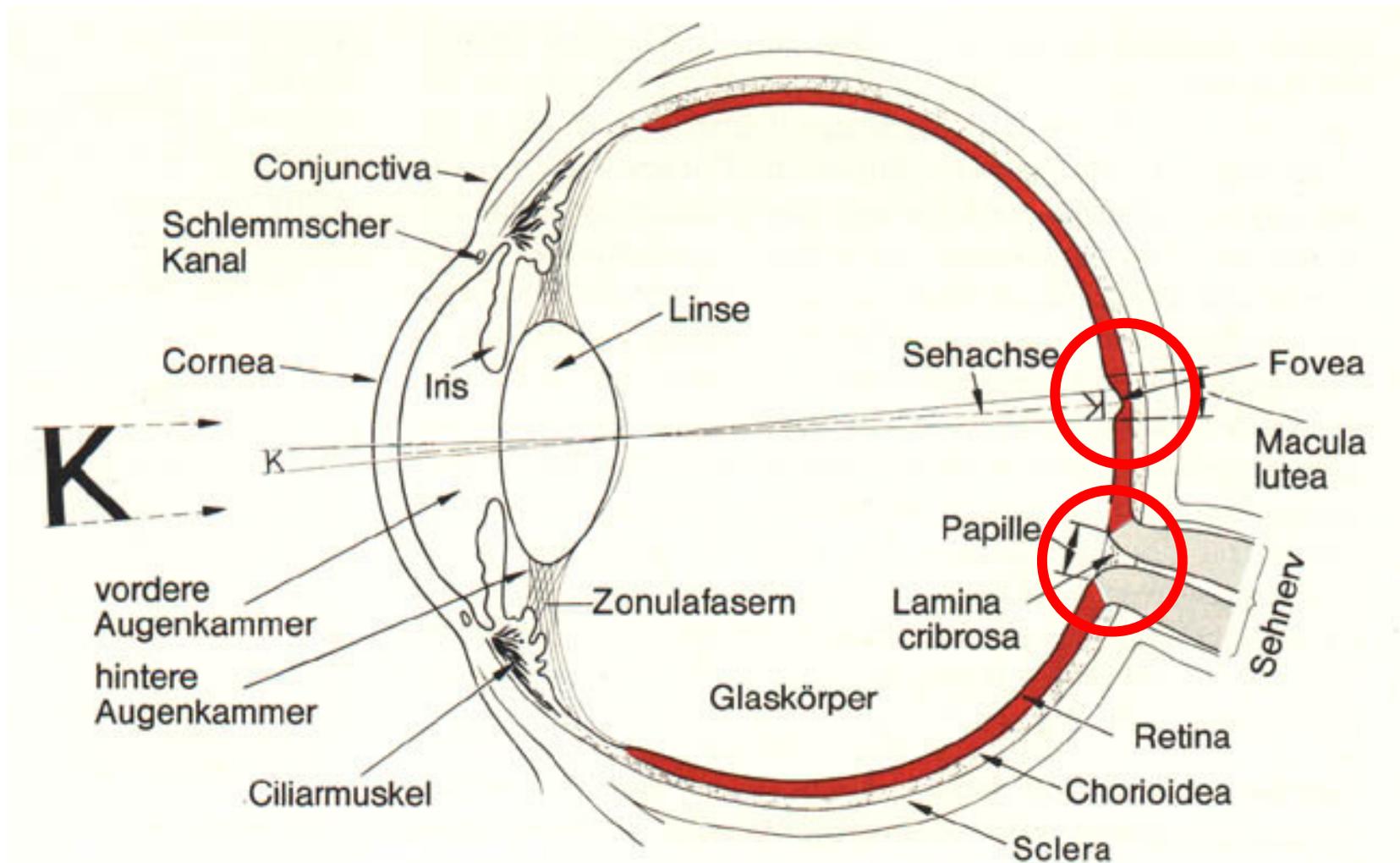
benedikt.gierlichs@rub.de



[2]

Wiederholung – die Retina

benedikt.gierlichs@rub.de



[3]

Wiederholung – die Retina

- 2 Bildverarbeitungseffekte in der Retina
 - 1) Rezeptive Felder
 - Rezeptives Feld ~ Menge der Photorezeptoren, die auf eine Ganglienzelle abbilden, beinahe kreisrund, überlappend
 - ~130 Mio. Photorezeptoren bilden auf ~1 Mio. Ganglienzellen ab → Signalkonvergenz
 - Fovea Centralis: besonders scharfes Sehen möglich (Peripherie: eher unscharf)

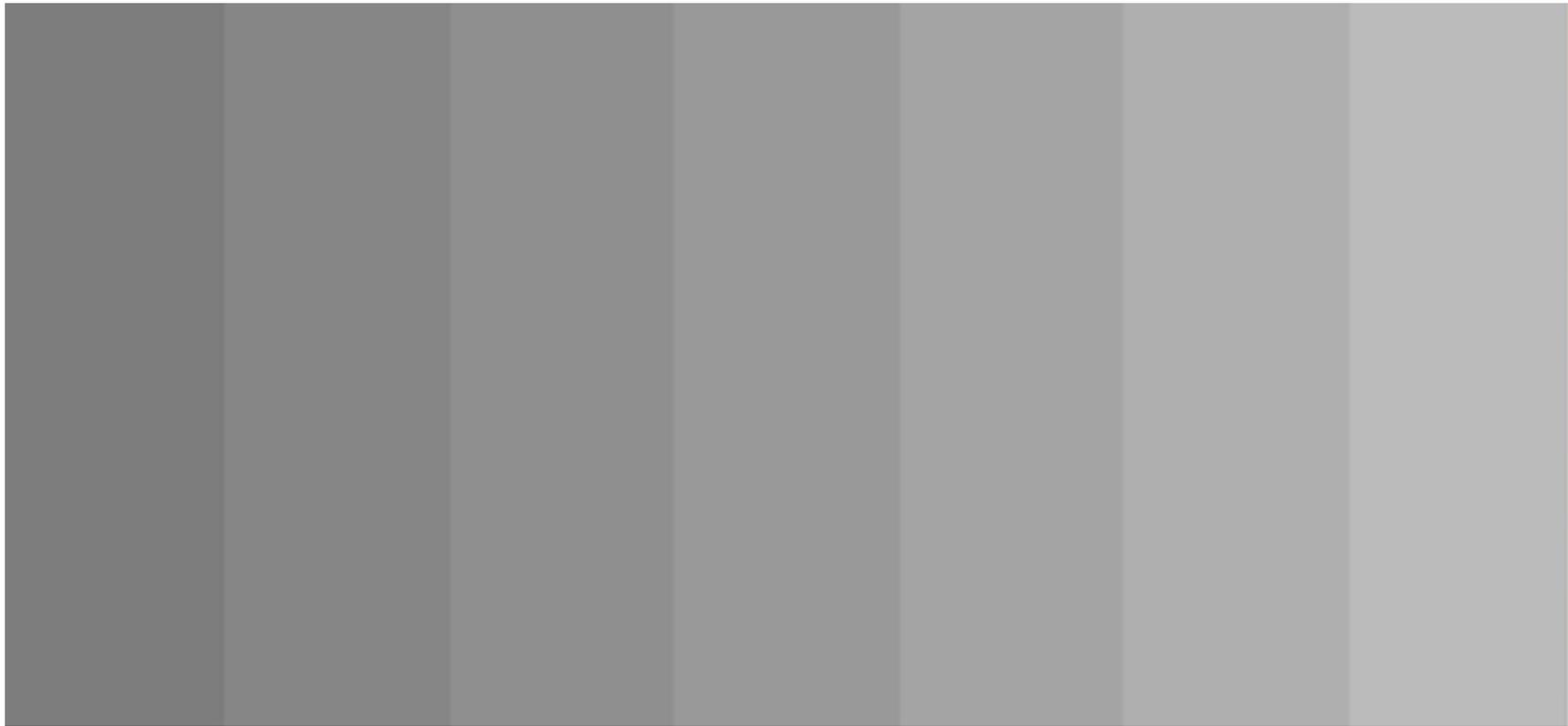
Wiederholung – die Retina

- 2 Bildverarbeitungseffekte in der Retina
 - 2) Seitliche Hemmung
 - Seitliche Verschaltung der retinalen Nervenzellen
 - Ein erregtes Neuron hemmt über hemmende Synapsen die Erregung benachbarter Zellen
 - → Kontrastverstärkung
 - „Schwarz ist nirgends so schwarz - und Weiß nirgends so weiß, wie an der Schwarz-Weiß-Grenze“

Wiederholung – Bildverarbeitung in der Retina

2) Seitliche Hemmung

benedikt.gierlichs@rub.de

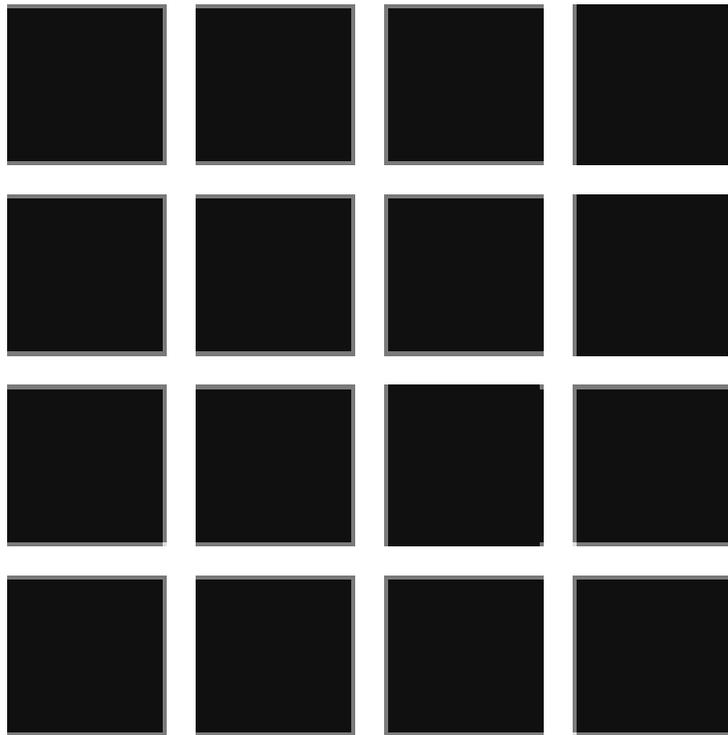


[6]

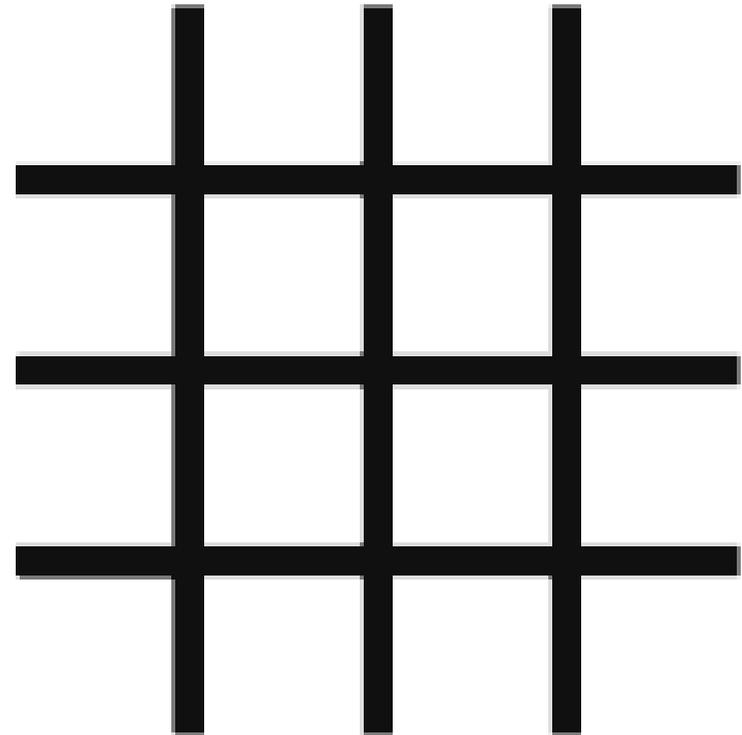
Wiederholung – Bildverarbeitung in der Retina

2) Seitliche Hemmung

benedikt.gierlichs@rub.de



Hermann Gitter (1870)



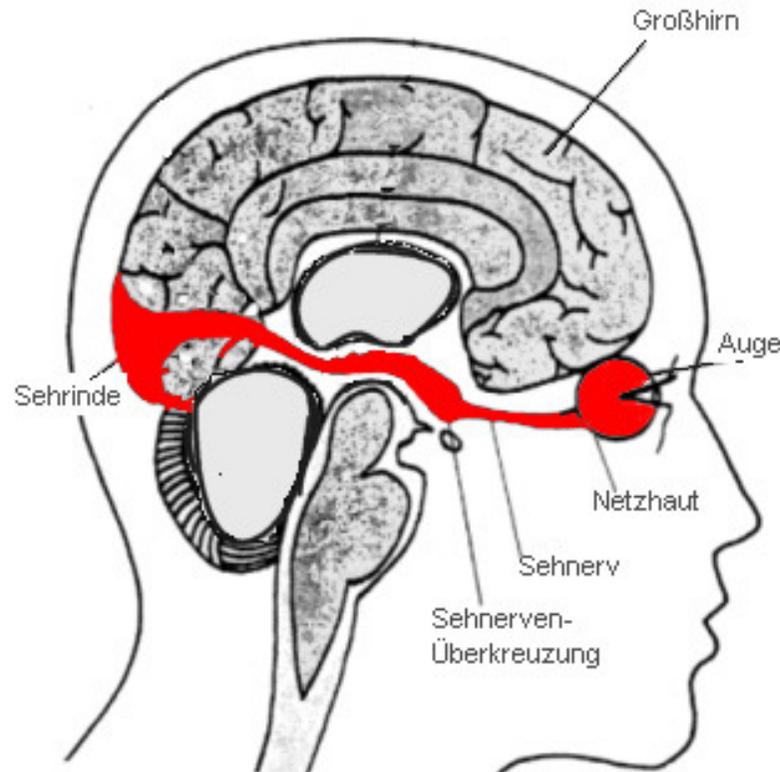
[5]

Gliederung

- Wiederholung
- Die Hauptsehbahn
- Das Gesichtsfeld
- Chiasma Opticum
- Corpus Geniculatum Laterale
- Visueller Kortex

Die Hauptsehbahn

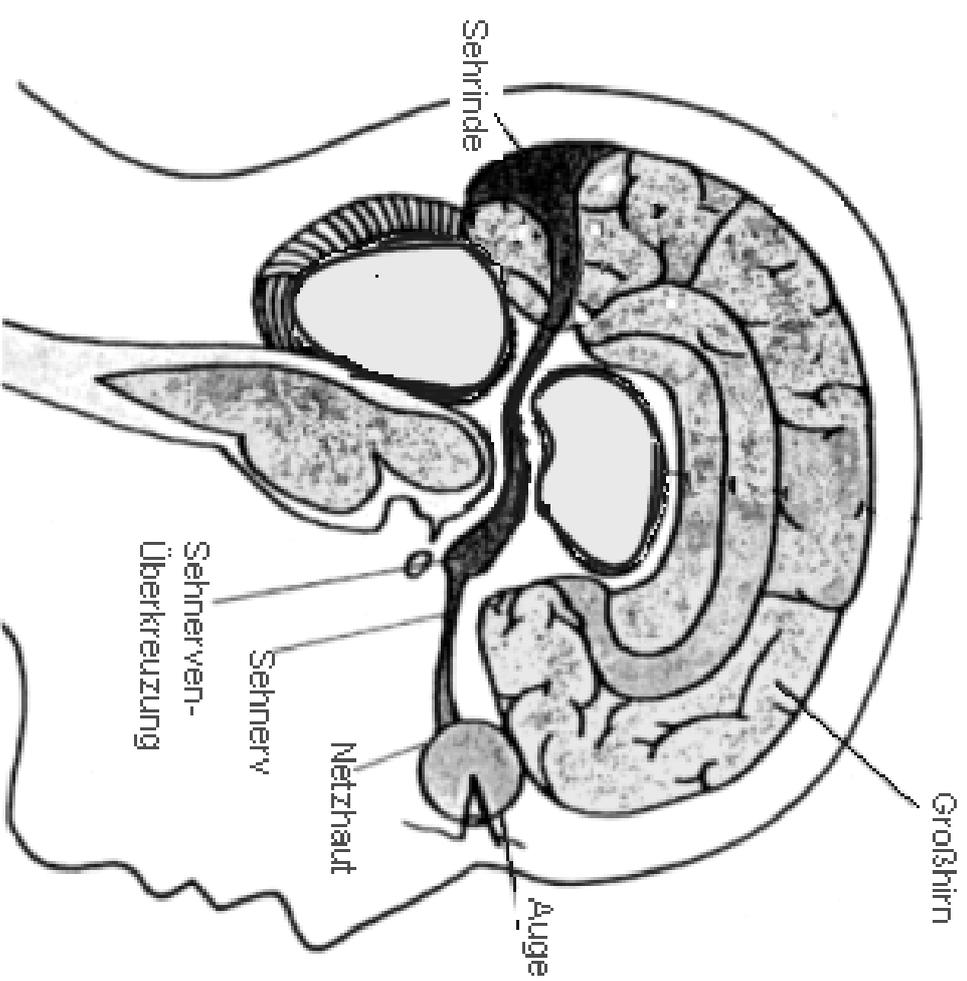
Weg, auf dem die visuellen Informationen aufgenommen, weitergeleitet und verarbeitet werden



Gliederung

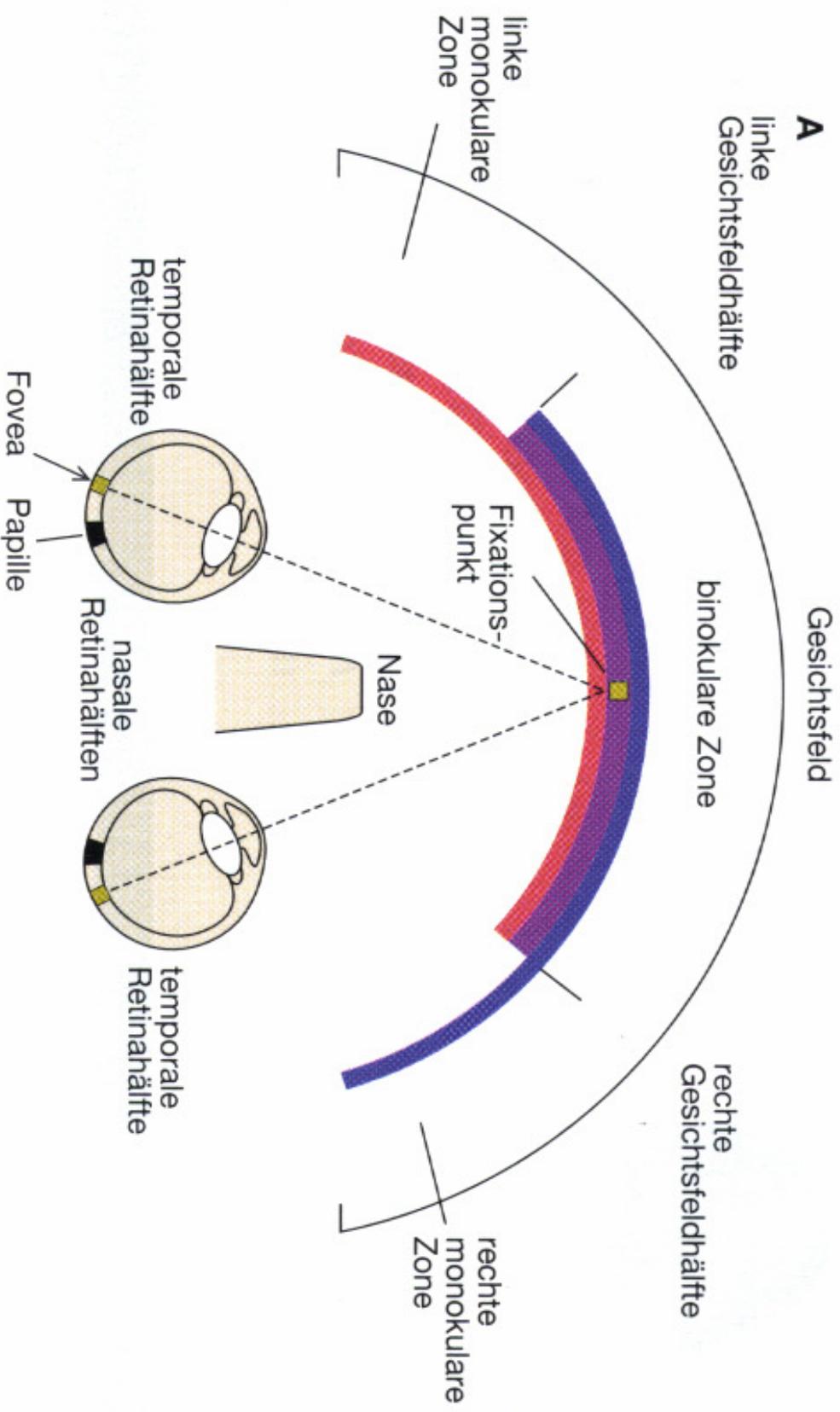
- Wiederholung
- Die Hauptsehbahn
- Das Gesichtsfeld
- Chiasma Opticum
- Corpus Geniculatum Laterale
- Visueller Kortex

Das Gesichtsfeld



benedikt.gierlichs@rub.de

Das Gesichtsfeld

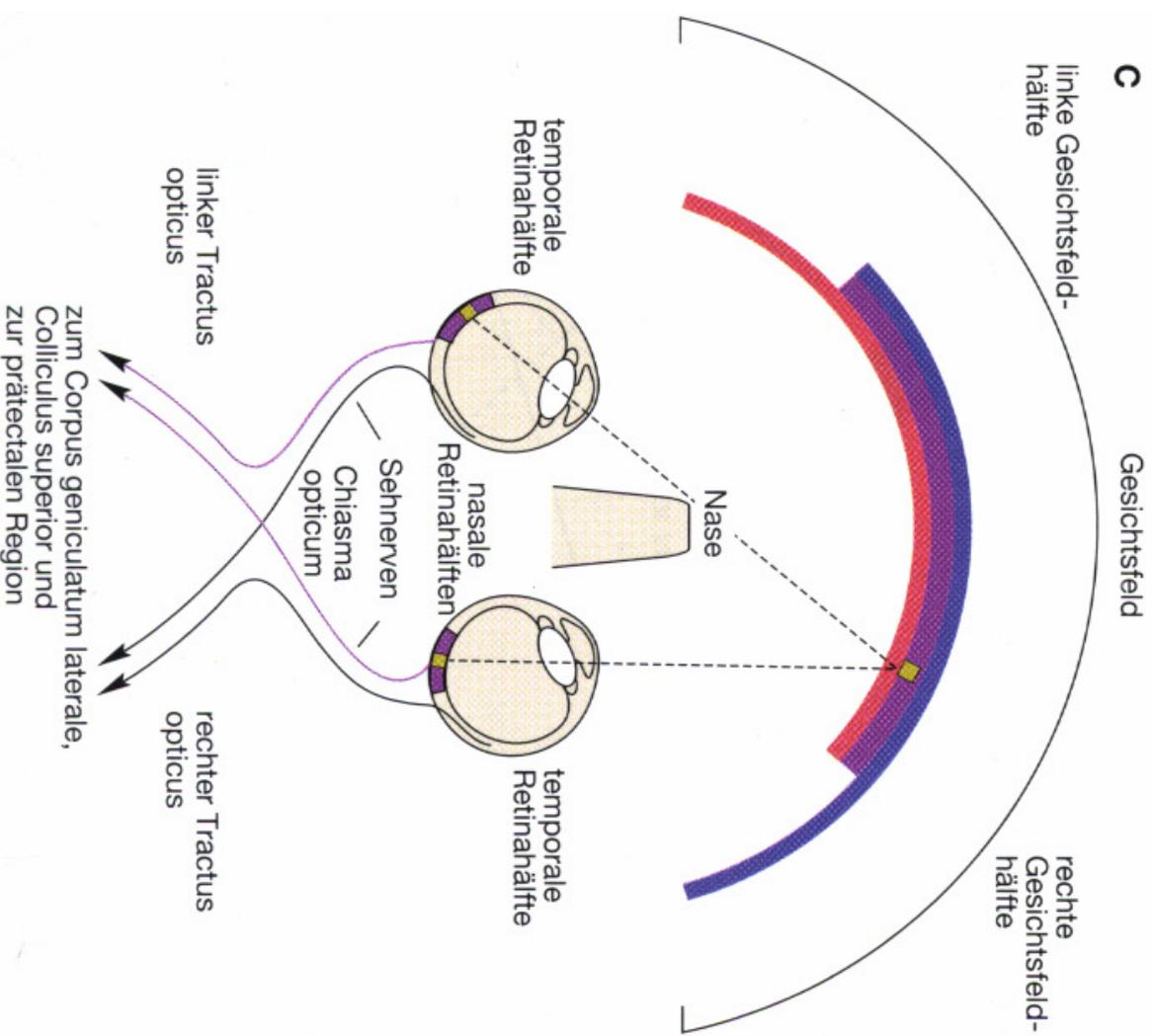


benedikt.gierlichs@rub.de

Gliederung

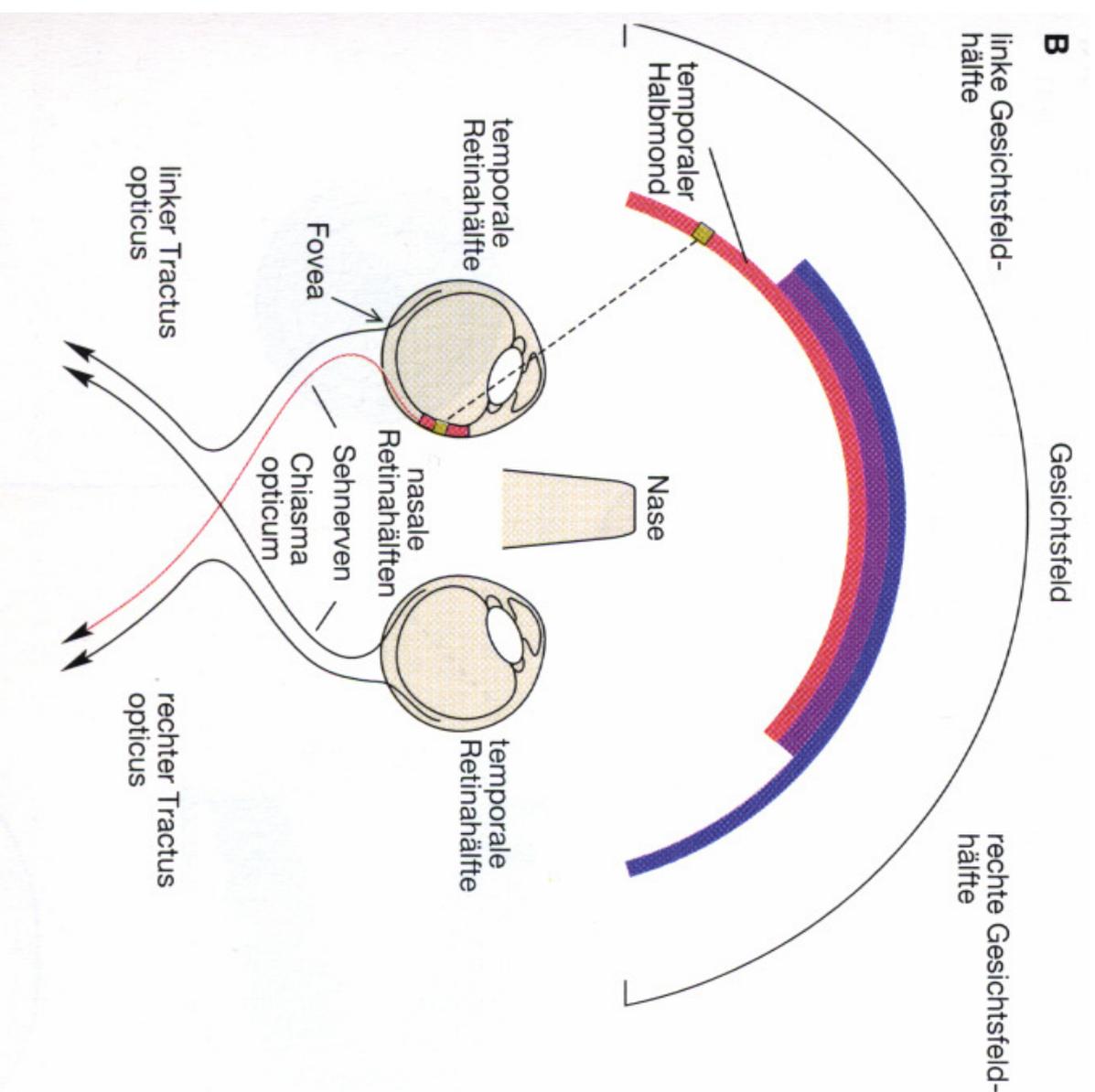
- Wiederholung
- Die Hauptsehbahn
- Das Gesichtsfeld
- Chiasma Opticum
- Corpus Geniculatum Laterale
- Visueller Kortex

Chiasma Opticum



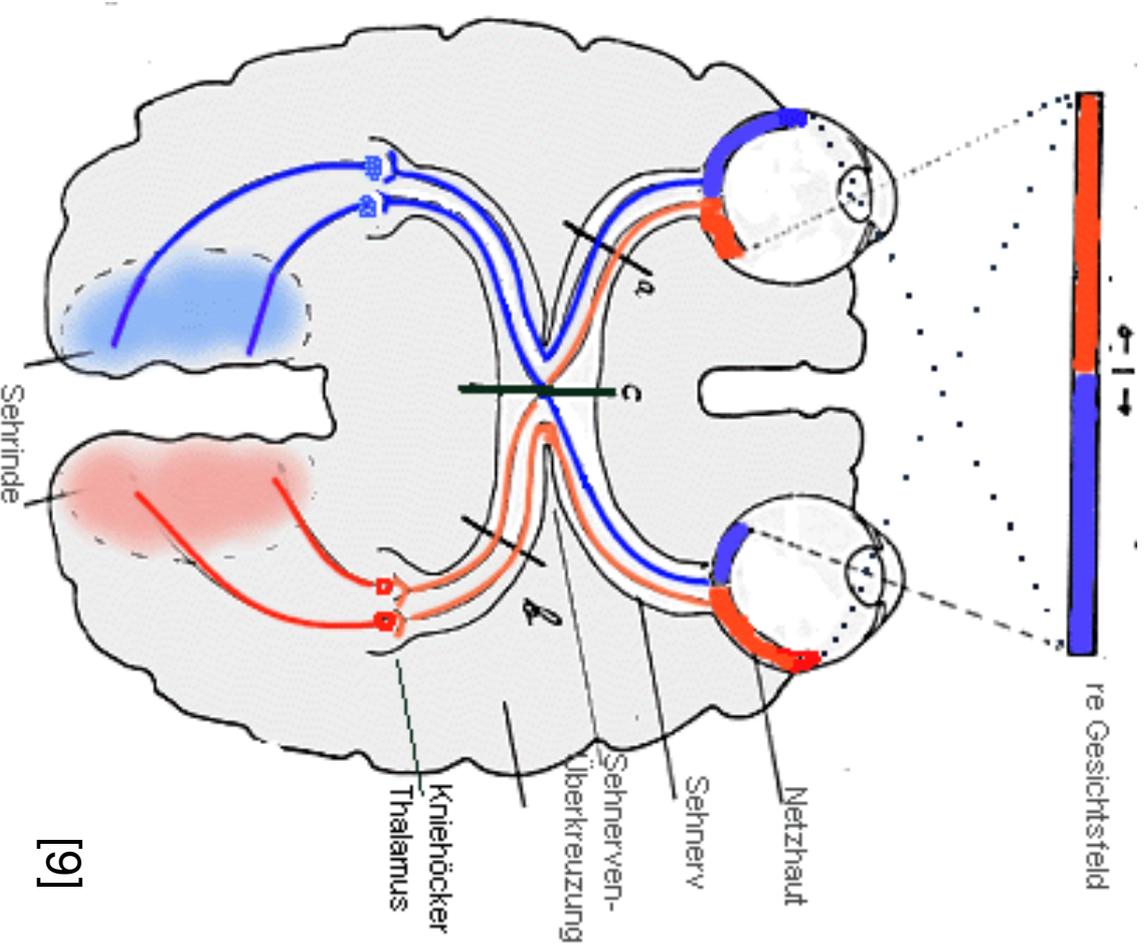
benedikt.gierlichs@rub.de

Chiasma Opticum



benedikt.gierlichs@rub.de

Chiasma Opticum



benedikt.gierlichs@rub.de

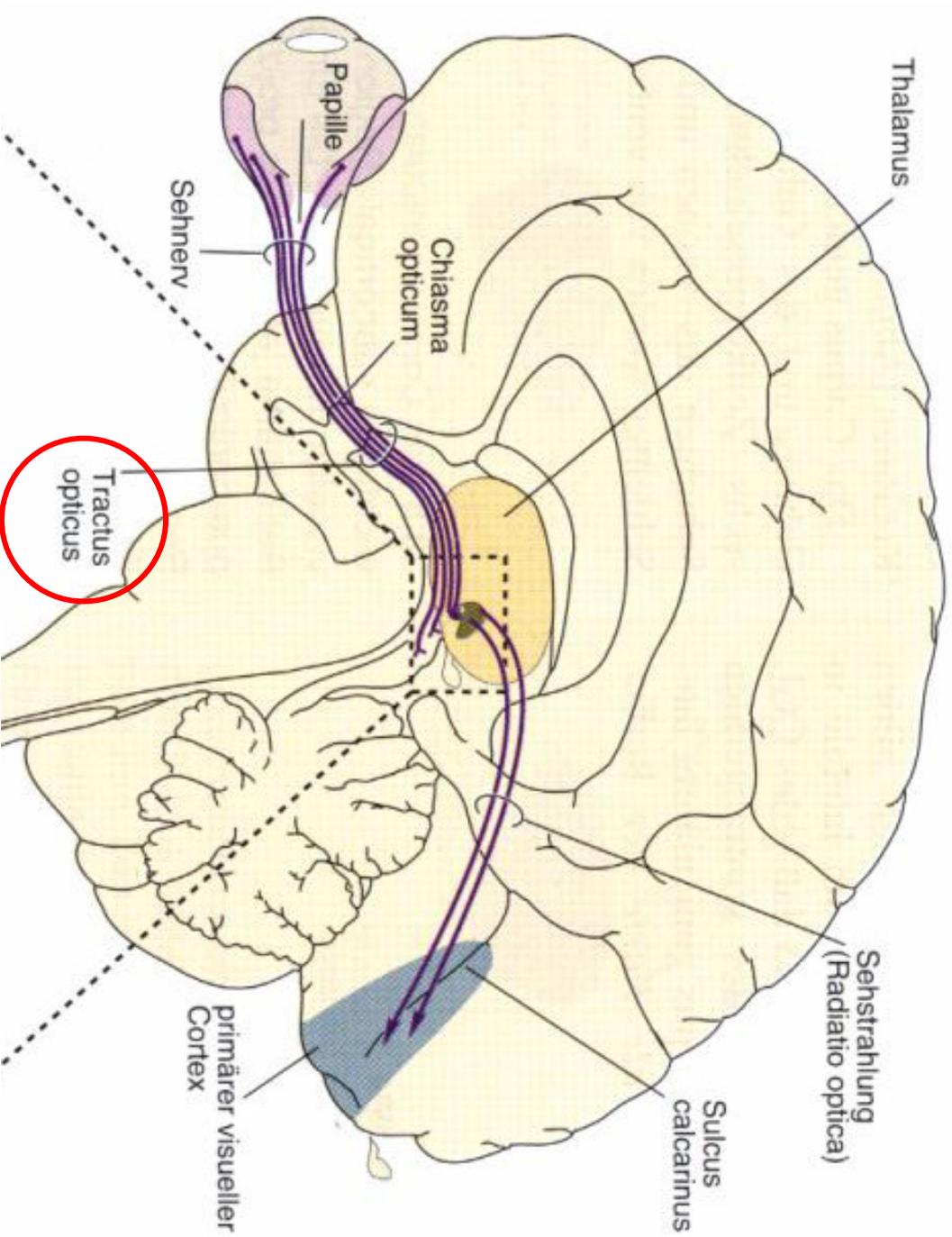
[9]

Chiasma Opticum

- Rekombination der visuellen Informationen:
- Nervenfasern der nasalen Retinahälften kreuzen
- Rechtes Sehfeld (nicht Auge) = linke Retinahälfte beider Augen → linke Hirnhälfte, Linkes Sehfeld entsprechend
- Aus der erneuten Trennung der Fasern resultieren der rechte und der linke Tractus Opticus

Tractus Opticus

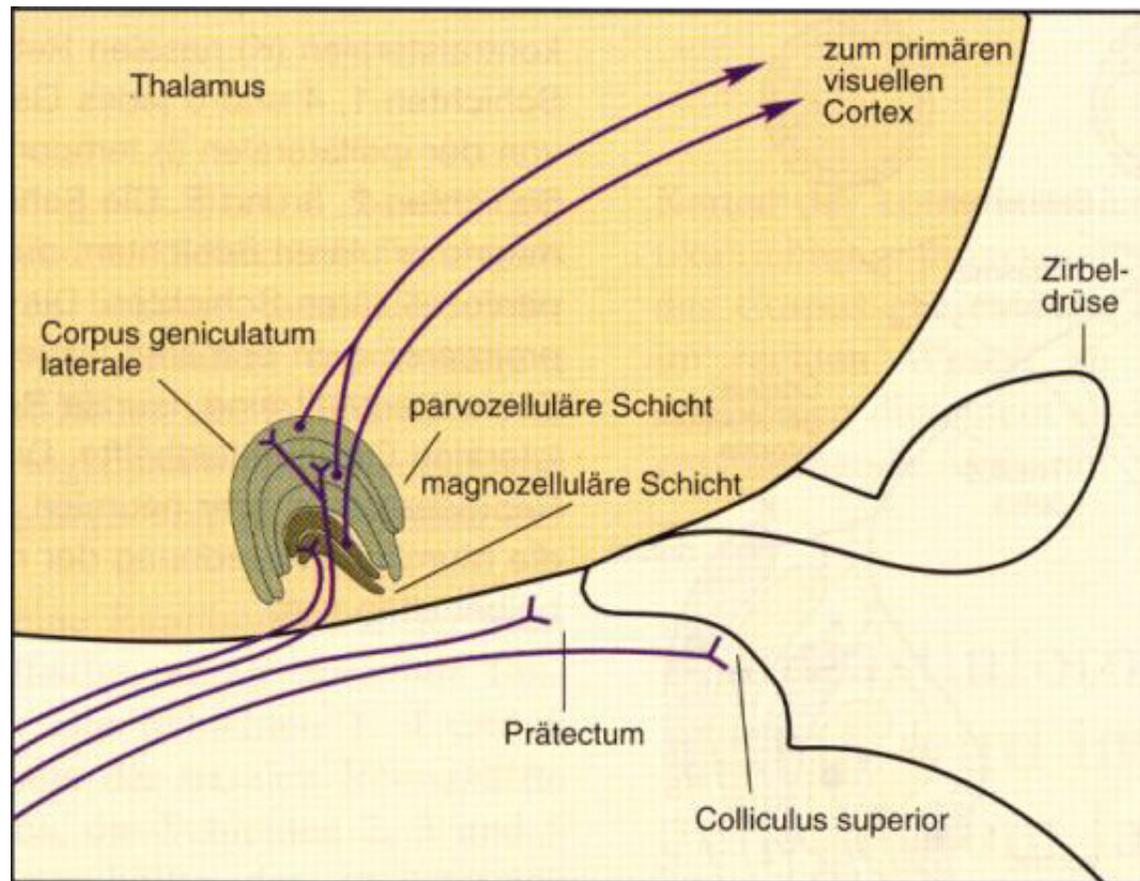
benedikt.gierlichs@rub.de



[10]

Tractus Opticus

- Linker und rechter Tractus Opticus projizieren zu drei subcorticalen Zielen:



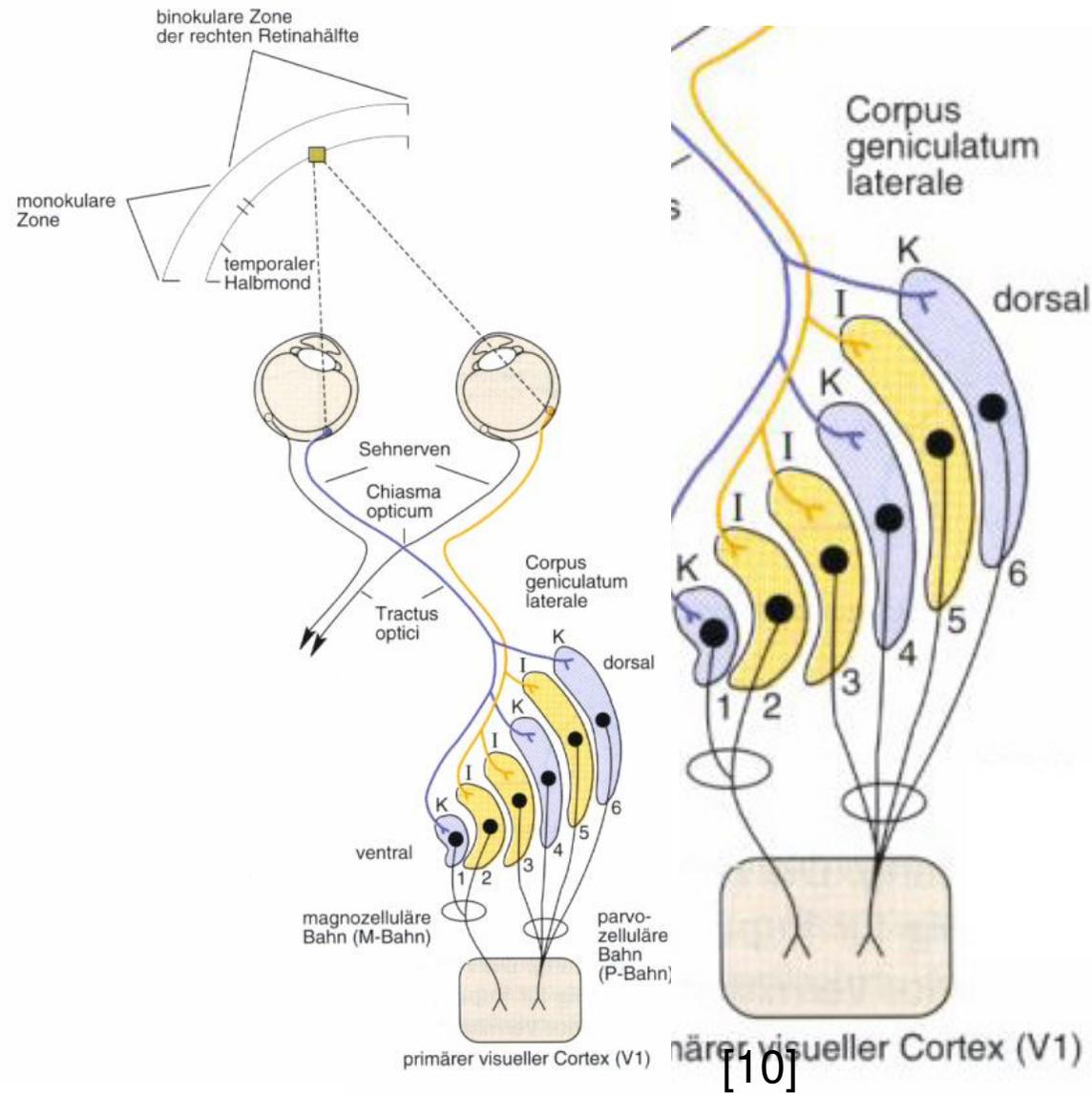
[10]

Gliederung

- Wiederholung
- Die Hauptsehbahn
- Das Gesichtsfeld
- Chiasma Opticum
- Corpus Geniculatum Laterale
- Visueller Kortex

Corpus geniculatum laterale

benedikt.gierlichs@rub.de



[10]

Gliederung

- Wiederholung
- Die Hauptsehbahn
- Das Gesichtsfeld
- Chiasma Opticum
- Corpus Geniculatum Laterale
- **Visueller Kortex**

Primärer visueller Kortex

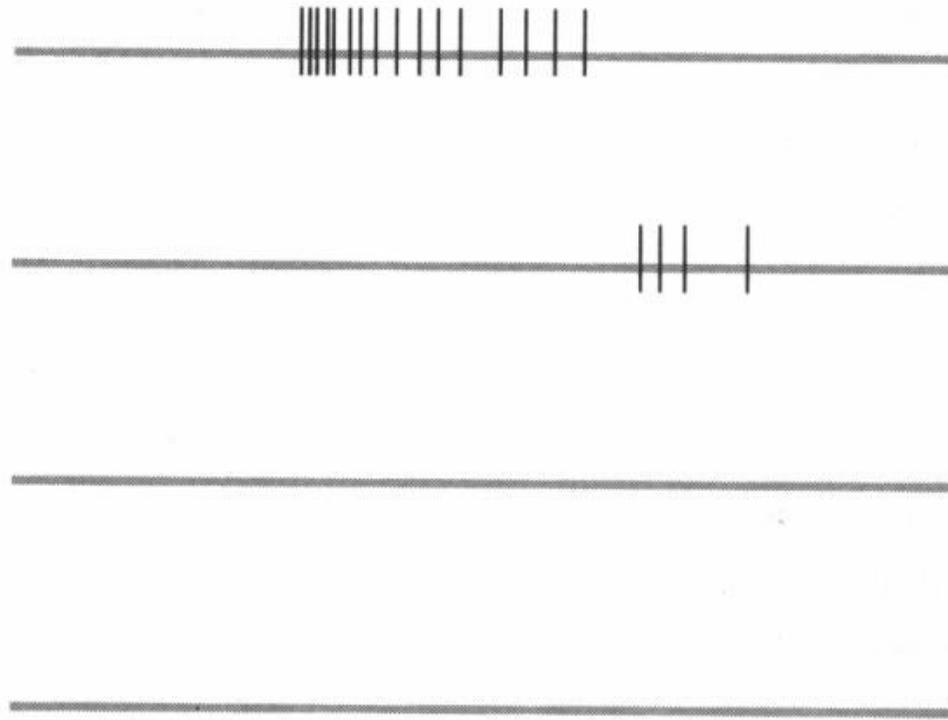
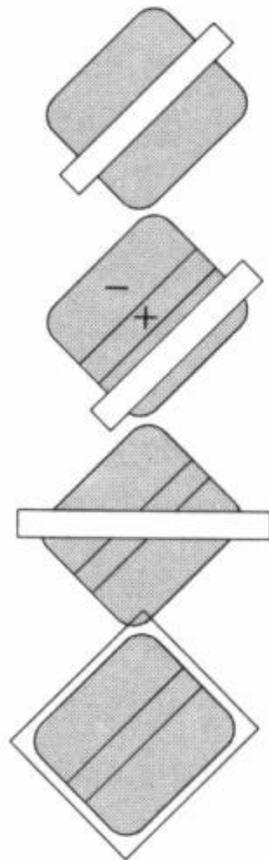
(auch: Area Striata, V1)

- besteht wie CGL aus 6 Zellschichten
- ist ebenfalls retinotop organisiert
- kortikale Repräsentation ist stark verzerrt, Fovea centralis nimmt Großteil der Sehrinde in Anspruch
- Schicht 4 ist die Haupteingangsschicht der Axone vom CGL
 - sie besteht aus einfachen Zellen
 - von dort wird auf die anderen Schichten (komplexe Zellen) bzw. in andere Hirnregionen weiterverteilt

Primärer visueller Kortex

Einfache Zellen

benedikt.gierlichs@rub.de



Stimulus:

ein

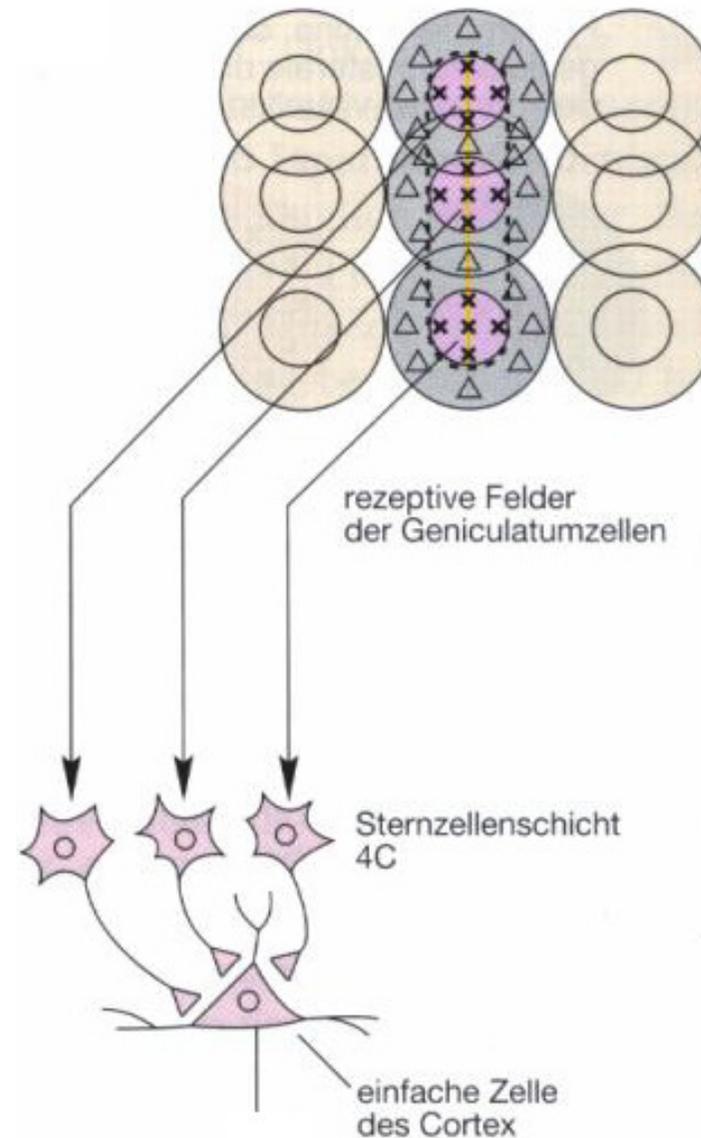
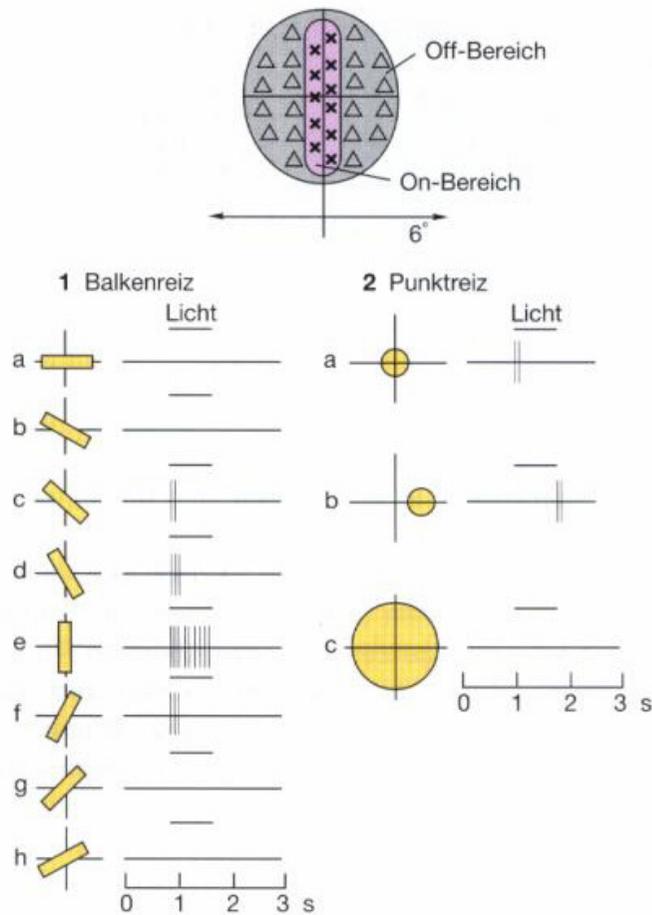
aus

[11]

Primärer visueller Kortex

Einfache Zellen

benedikt.gierlichs@rub.de



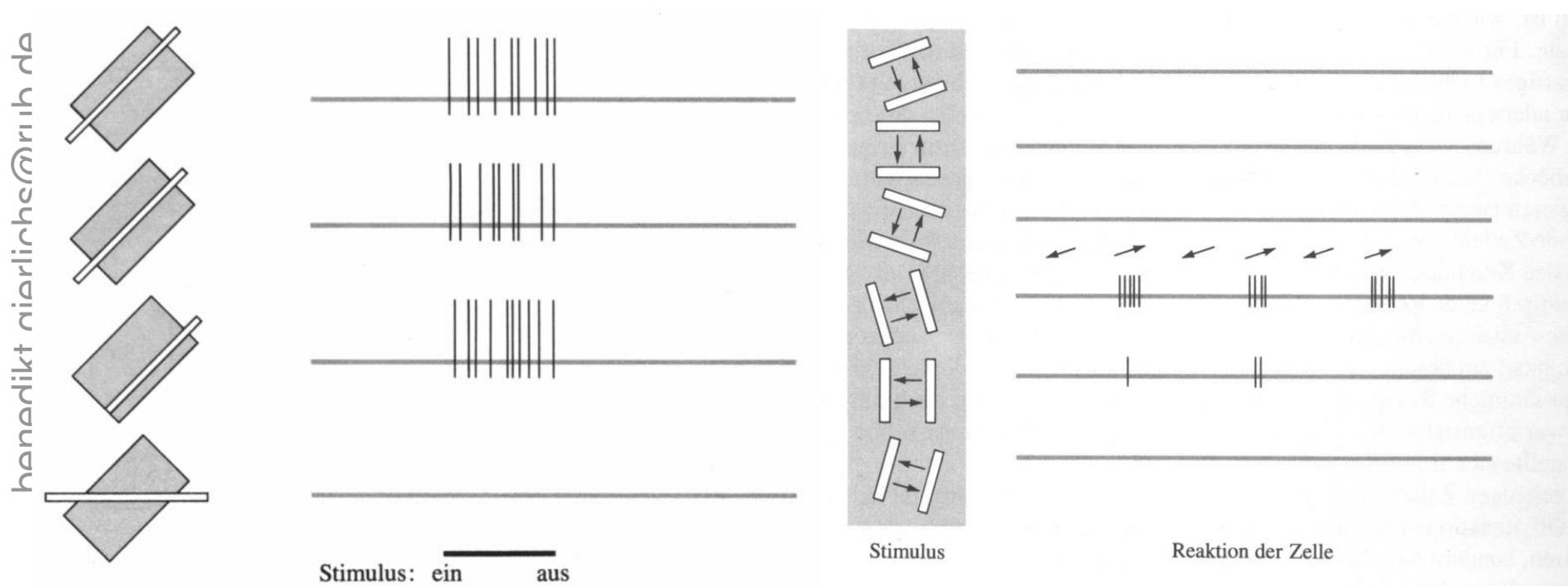
[10]

Primärer visueller Kortex

- Einfache Zellen
 - Reagieren am stärksten auf balkenförmige Lichtreize bestimmter Orientierung auf die Retina (Linien, Spalten, Kanten)
 - Reiz muss orientiert und plaziert sein!
 - Haben klar abgegrenztes rezeptives Feld und klar definierte ON/OFF Regionen
- Konvergieren auf die komplexen Zellen

Primärer visueller Kortex

- Komplexe Zellen

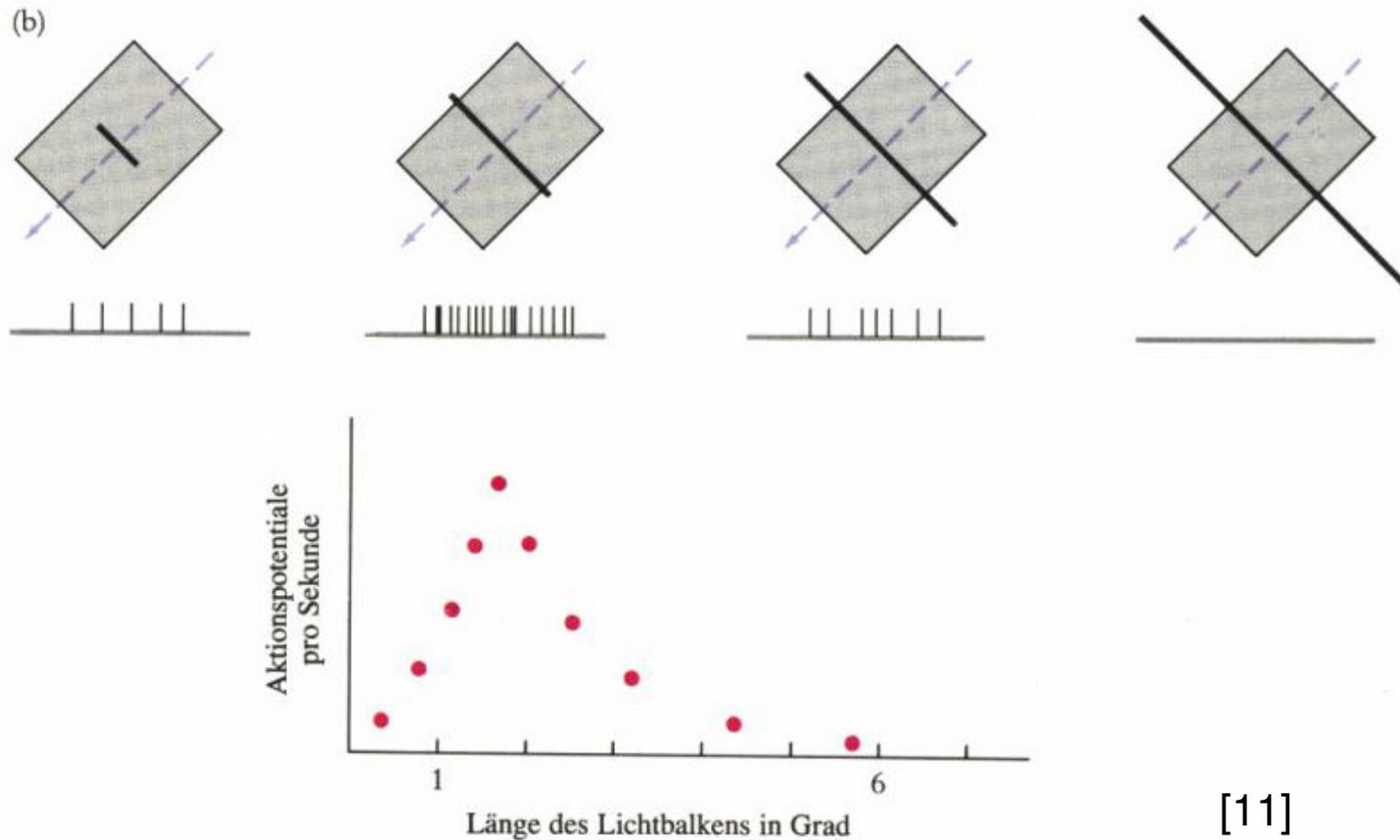


Primärer visueller Kortex

- Komplexe Zellen
 - Nicht in Schicht IV vorhanden
 - Reagieren optimal auf Bewegung eines balkenförmigen Lichtreizes senkrecht zur Orientierung des Balkens über ihr rezeptives Feld, Reiz muss orientiert und bewegt sein
 - Fassen Erregung zahlreicher einfacher Zellen zusammen
 - die häufigsten Zellen im prim. vis. Kortex
 - Permanente Aktivierung nur durch Bewegung, sonst erfolgt Adaption

Primärer visueller Kortex

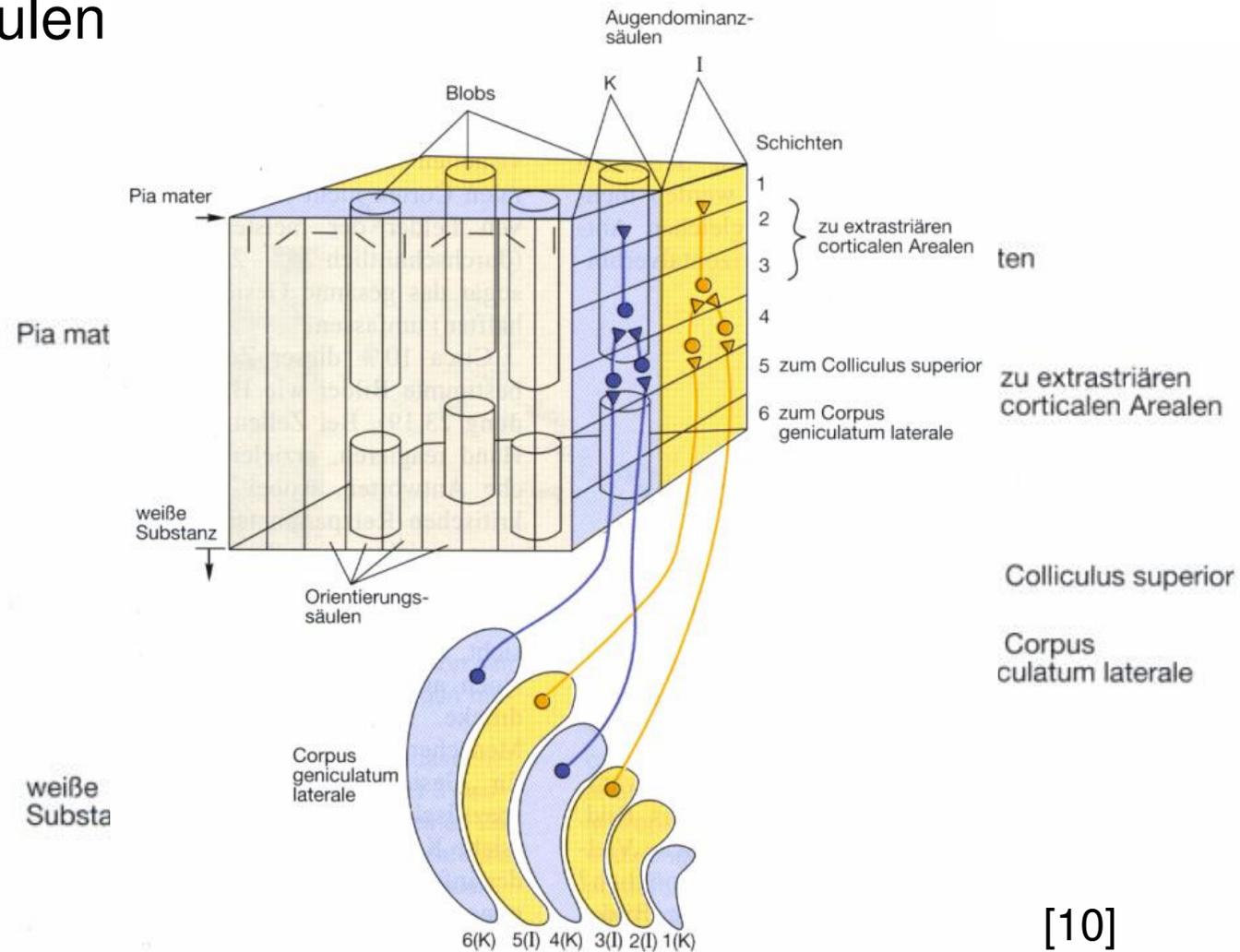
- Endinhibitorische Zellen (End-Stop)



Primärer visueller Kortex

Hypersäulen

benedikt.gierlichs@rub.de



Primärer visueller Kortex

- Hypersäulen (auch Module genannt):
 - Blöcke im visuellen Kortex mit jeweils bis zu 200 000 Neuronen
 - senkrecht zur Gehirnoberfläche stehende Schichten
 - alle Zellen pro Orientierungssäule haben jeweils gleiche Richtungsempfindlichkeit, diese ändert sich regelmäßig ($\sim 10^\circ$) von Orientierungssäule zu Orientierungssäule
 - Augendominanzsäulen: eine Hälfte mit linkem Auge, die andere mit dem rechten Auge verbunden
 - kleiner Ausschnitt (~ 1 Pixel) des Sehfeldes pro Hypersäule
 - Bildanalysen, Kodierung von Farbinformationen und Tiefeneindrücken

Danke für die Aufmerksamkeit!



Fragen?

Quellen:

- [1] <http://www.optik-plank.de/lexikon.html>
- [2] <http://www.morphonix.com/software/education/science/brain/game/specimens/retina.html>
- [3] <http://www.hh.schule.de/ngb/ltb/ltb-03/Hirn/Auge.JPG>
- [4] H. Füller, Jena. „Prinzipien der Bildverarbeitung im visuellen System des Menschen“ Augenoptik, Berlin, 1987, S. 170 – 177
- [5] <http://www.leinroden.de/304herfol.htm>
- [6] <http://members.teleweb.at/thomas.knob/PSYSTOFF1.htm>
- [7] <http://www.scheffel.og.bw.schule.de/faecher/science/biologie/sehsinn/5praktikum/praktikumsversuche.htm>
- [8] Spektrum 1996
- [9] <http://www.scheffel.og.bw.schule.de/faecher/science/biologie/sehsinn/5praktikum/praktikumsversuche.htm>
- [10] Eric R. Kandel, James H. Schwartz, and Thomas M. Jessell. Neurowissenschaften, Kapitel 23, Seiten 431-457. Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg, 1996
- [11] David H. Hubel. Auge und Gehirn, Kapitel 4, Seiten 69-101. Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft Heidelberg, 1989