

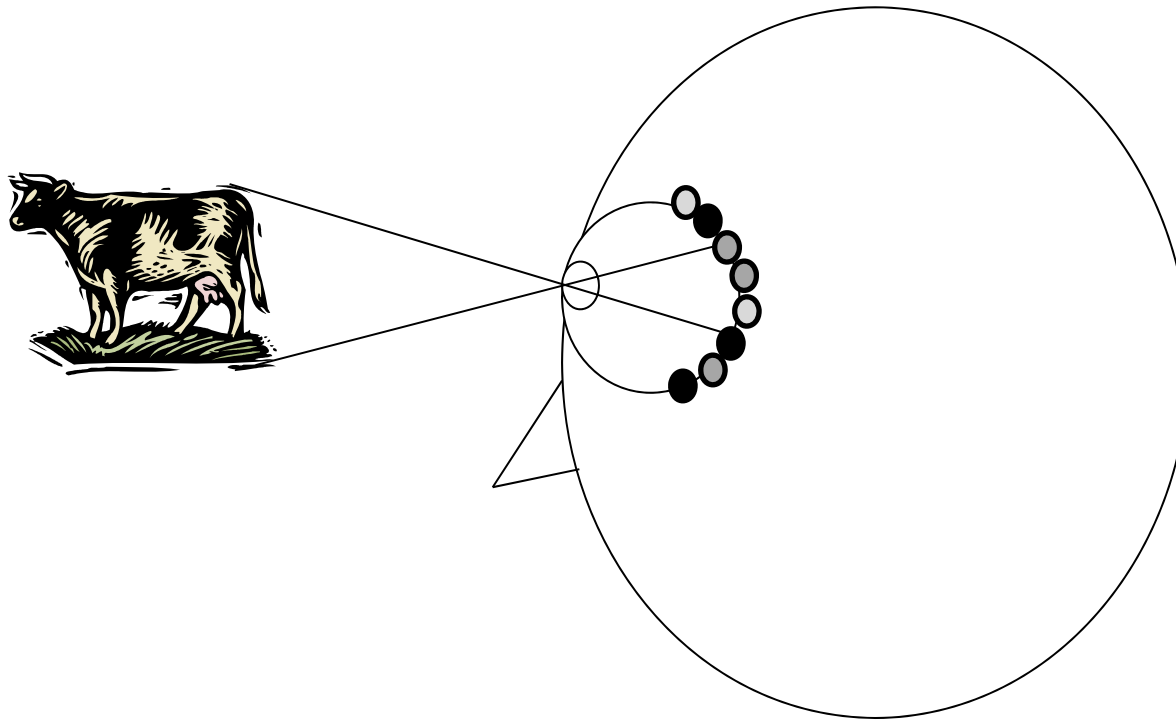
Vorlesung Kognition 1: 2: Wahrnehmung I

Klaus Oberauer

Lernziele

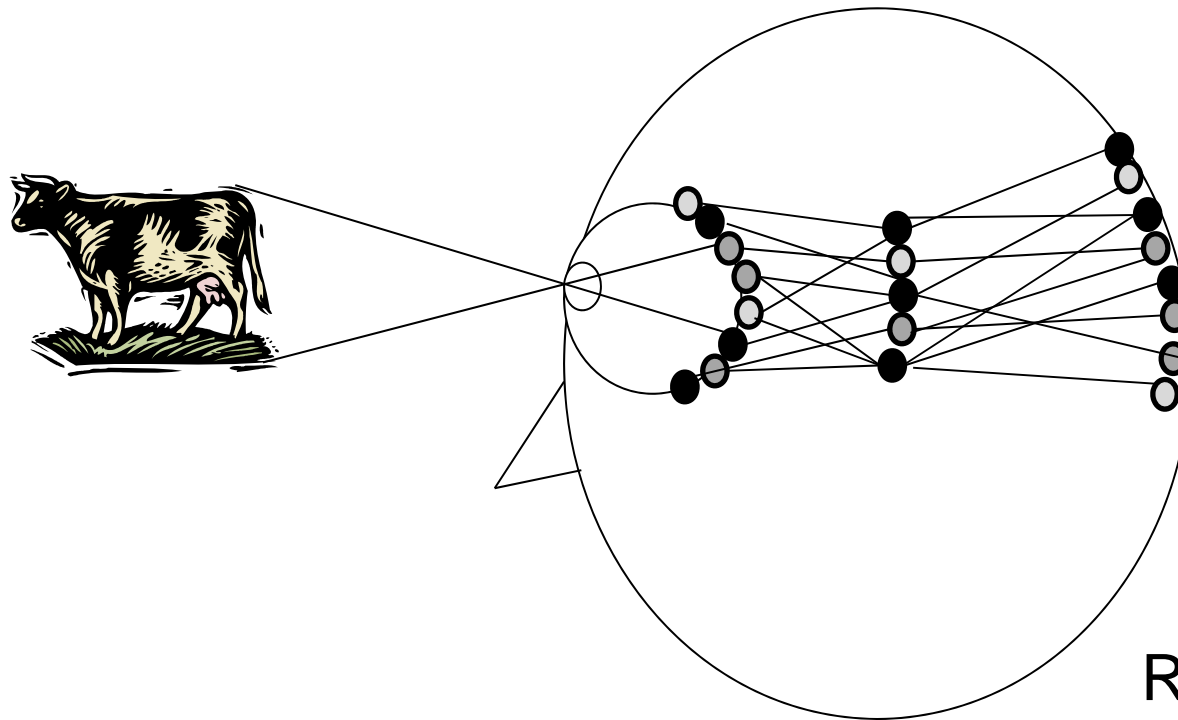
- Den Aufbau des visuellen Systems kennenlernen
- Prinzipien der Farbwahrnehmung verstehen

Wie entsteht eine Repräsentation der Umwelt?



(1) Physische Signale (z.B. Licht) treffen auf Sinnesorgane (Rezeptor-Neuronen)

Wie entsteht eine Repräsentation der Umwelt?

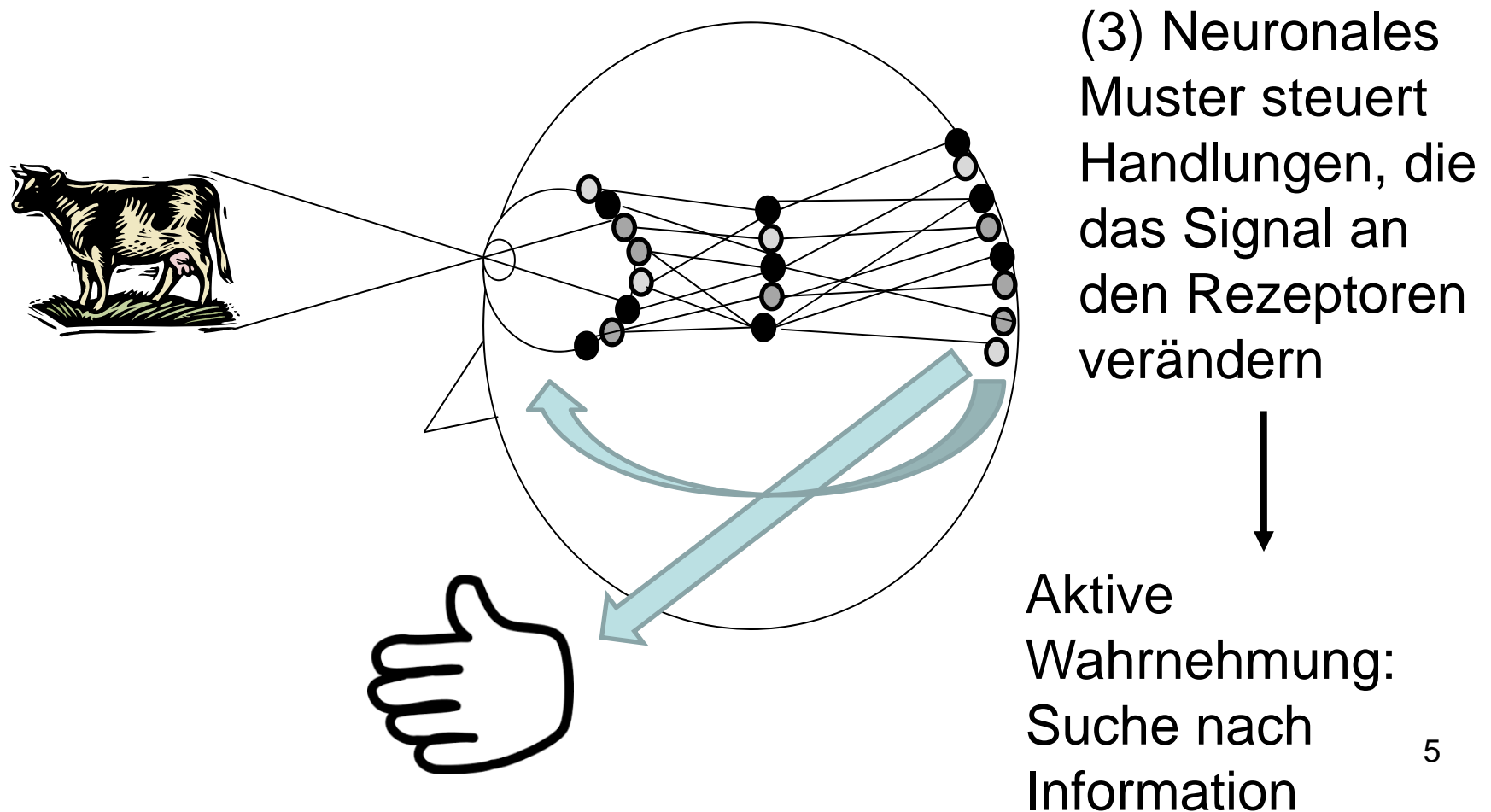


(2) Signale werden im Nervensystem weiter geleitet, dabei verarbeitet



Repräsentationen der wahrgenommenen Umwelt

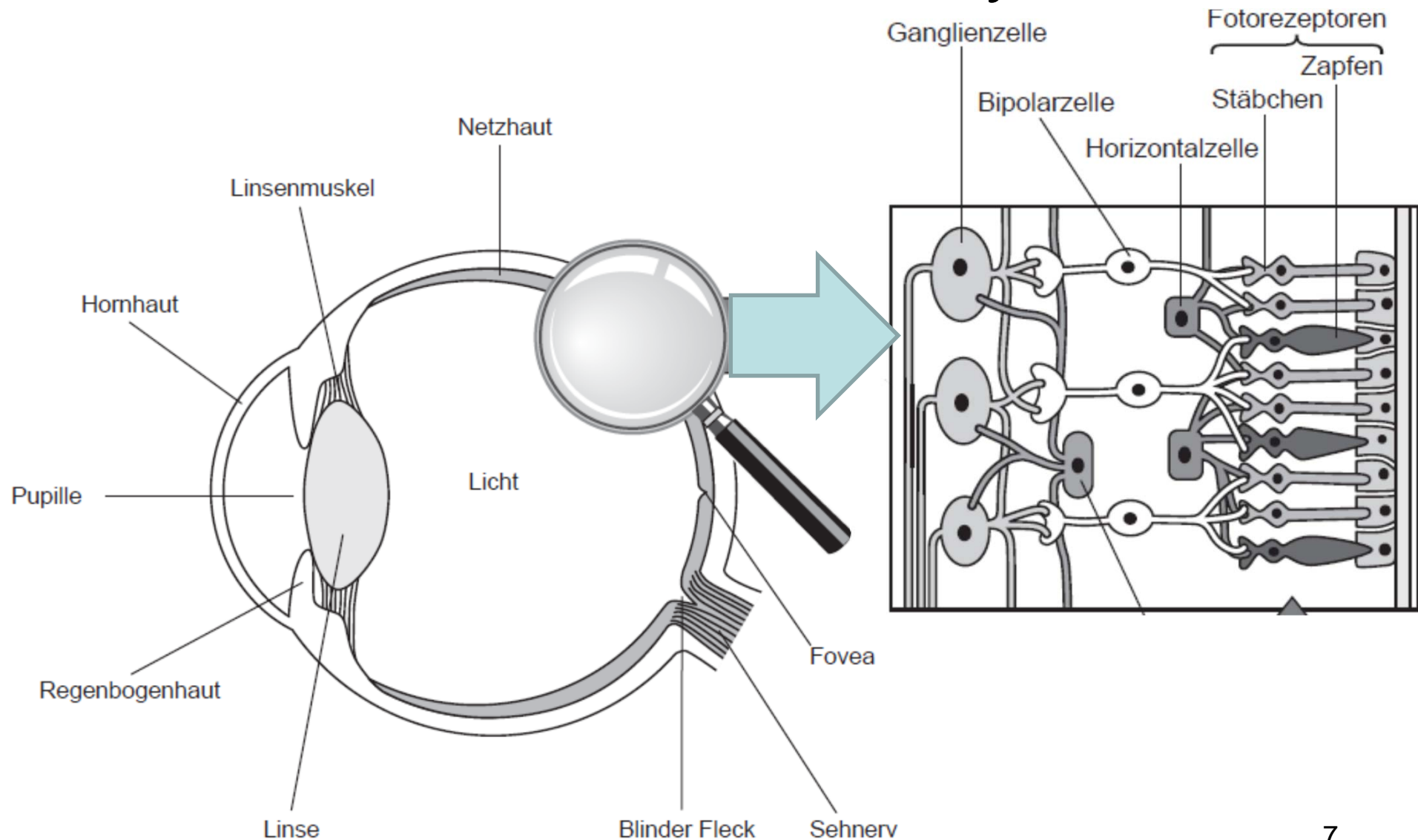
Wie entsteht eine Repräsentation der Umwelt?



Fünf Sinne der Wahrnehmung

- Sehen
- Hören -> Pflichtlektüre Wendt Kap. 10
- Riechen
- Schmecken
- Tasten -> Pflichtlektüre Wendt Kap. 10

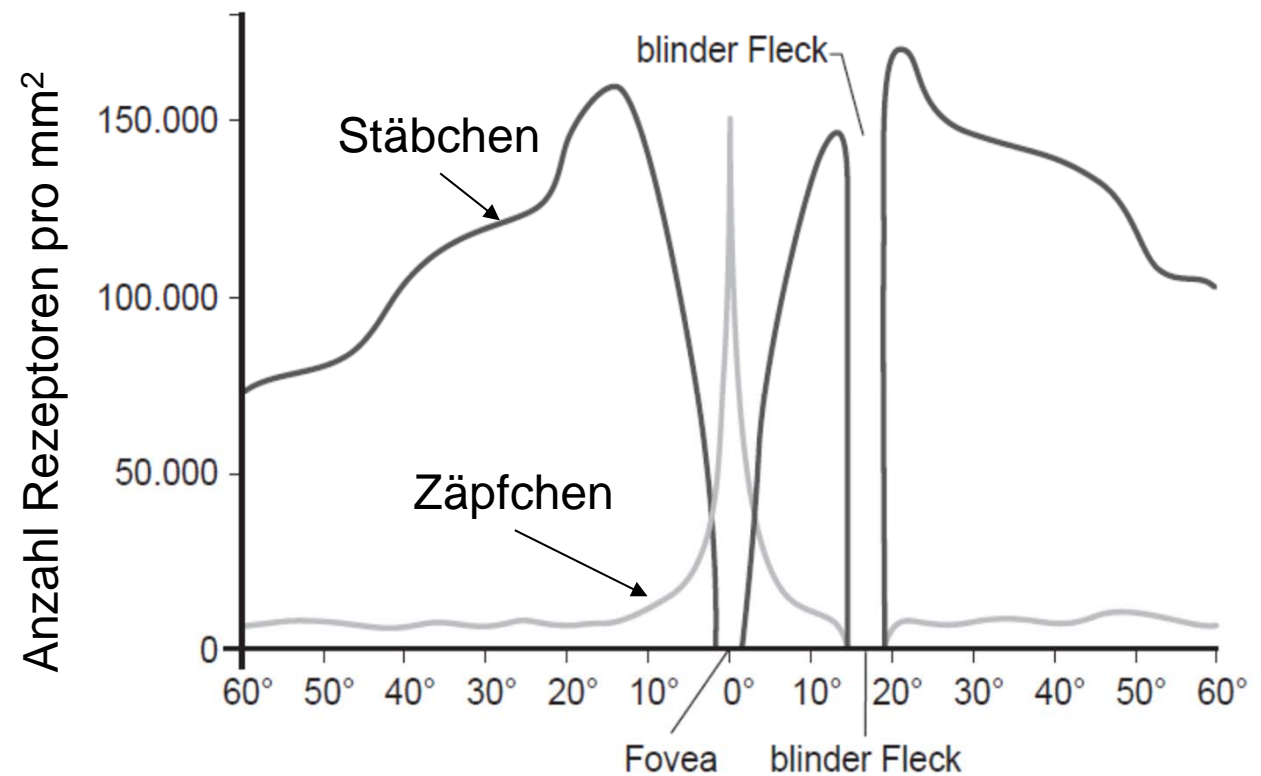
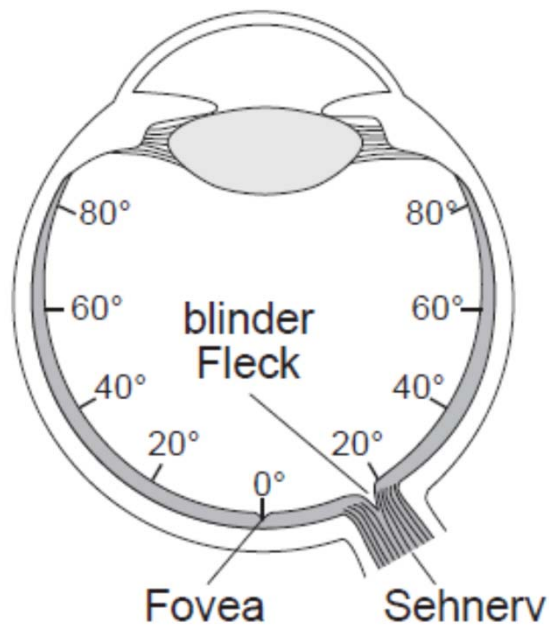
Konkret: Das visuelle System



Die Retina

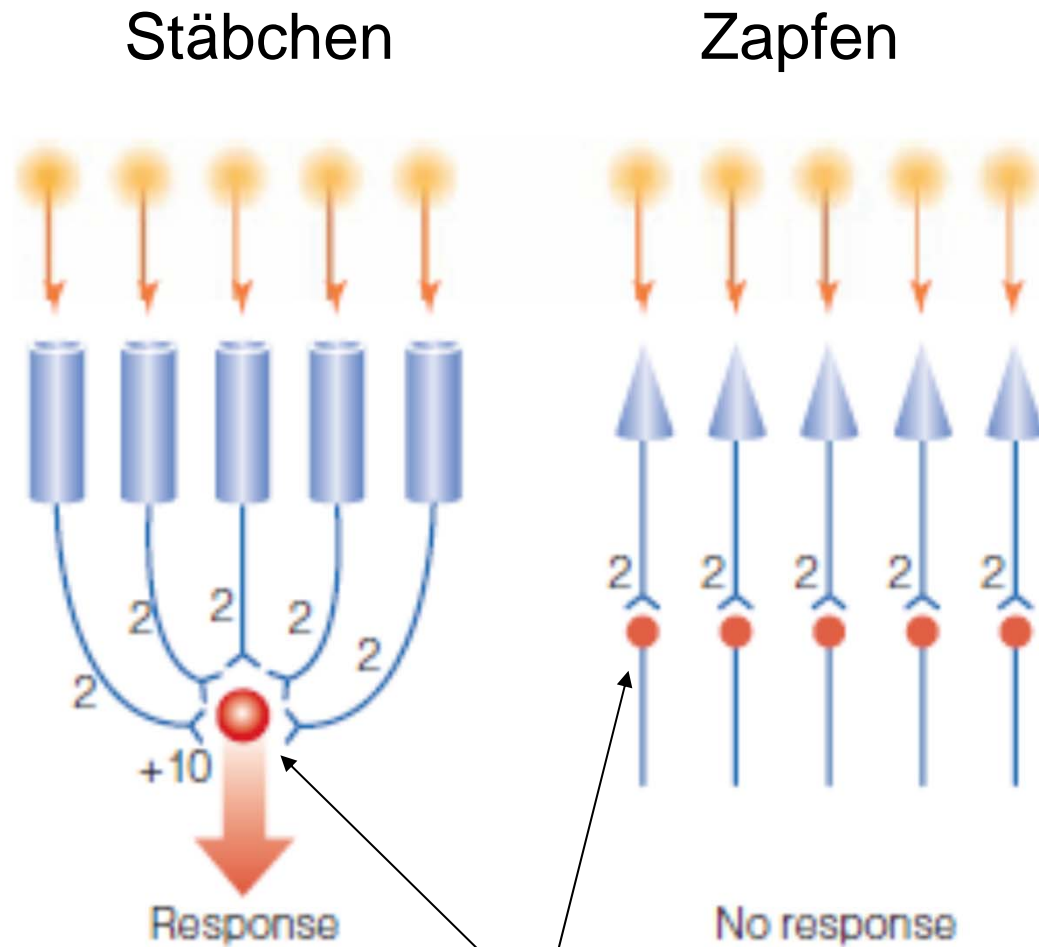
- Stäbchen:
 - lichtempfindlicher als Zapfen
 - weiter und dünner verteilt
- Zapfen:
 - konzentriert in der "Fovea centralis"
- Fovea:
 - Ort des schärfsten Sehens
 - durch den Blick fixierte Stimuli werden auf die Fovea projiziert

Retina, Fovea und Blinder Fleck



Neuronale Verschaltungen

Stäbchen
haben mehr
Konvergenz
-> grössere
Lichtempfind-
lichkeit



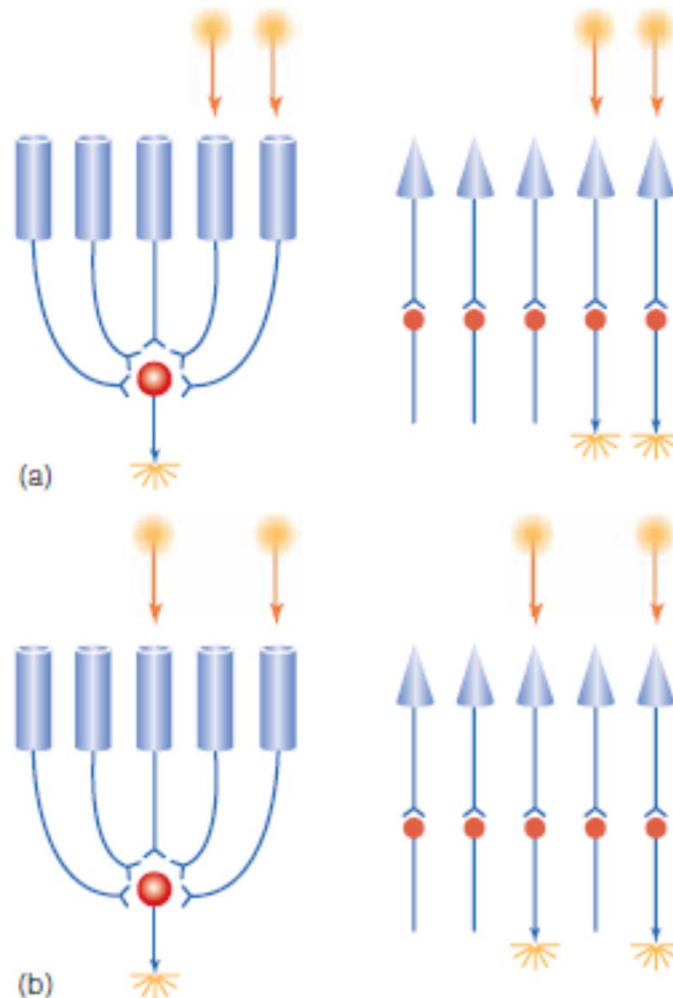
Ganglienzellen

Neuronale Verschaltungen

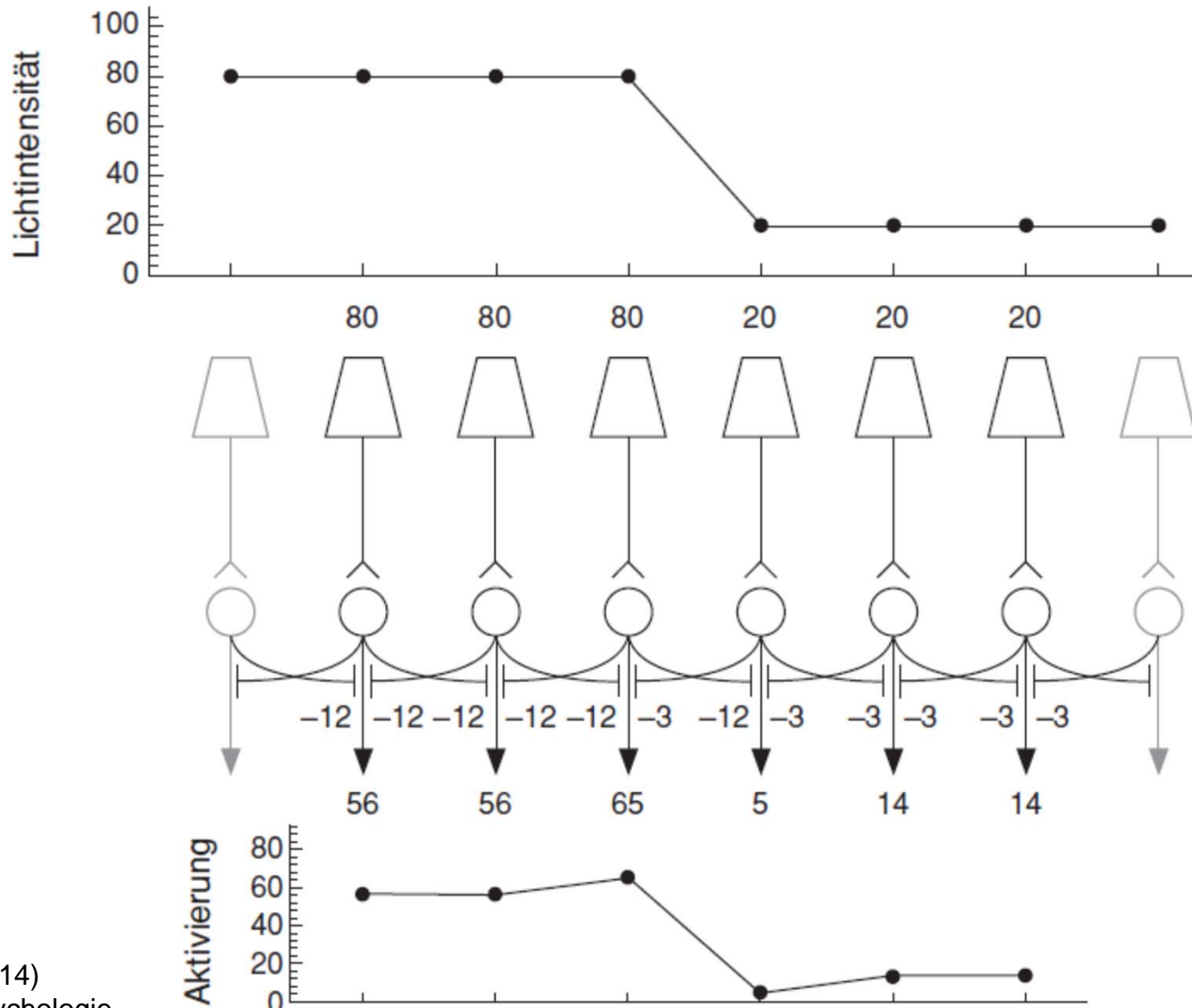
Stäbchen
haben mehr
Konvergenz
-> geringere
Auflösung

Stäbchen

Zapfen

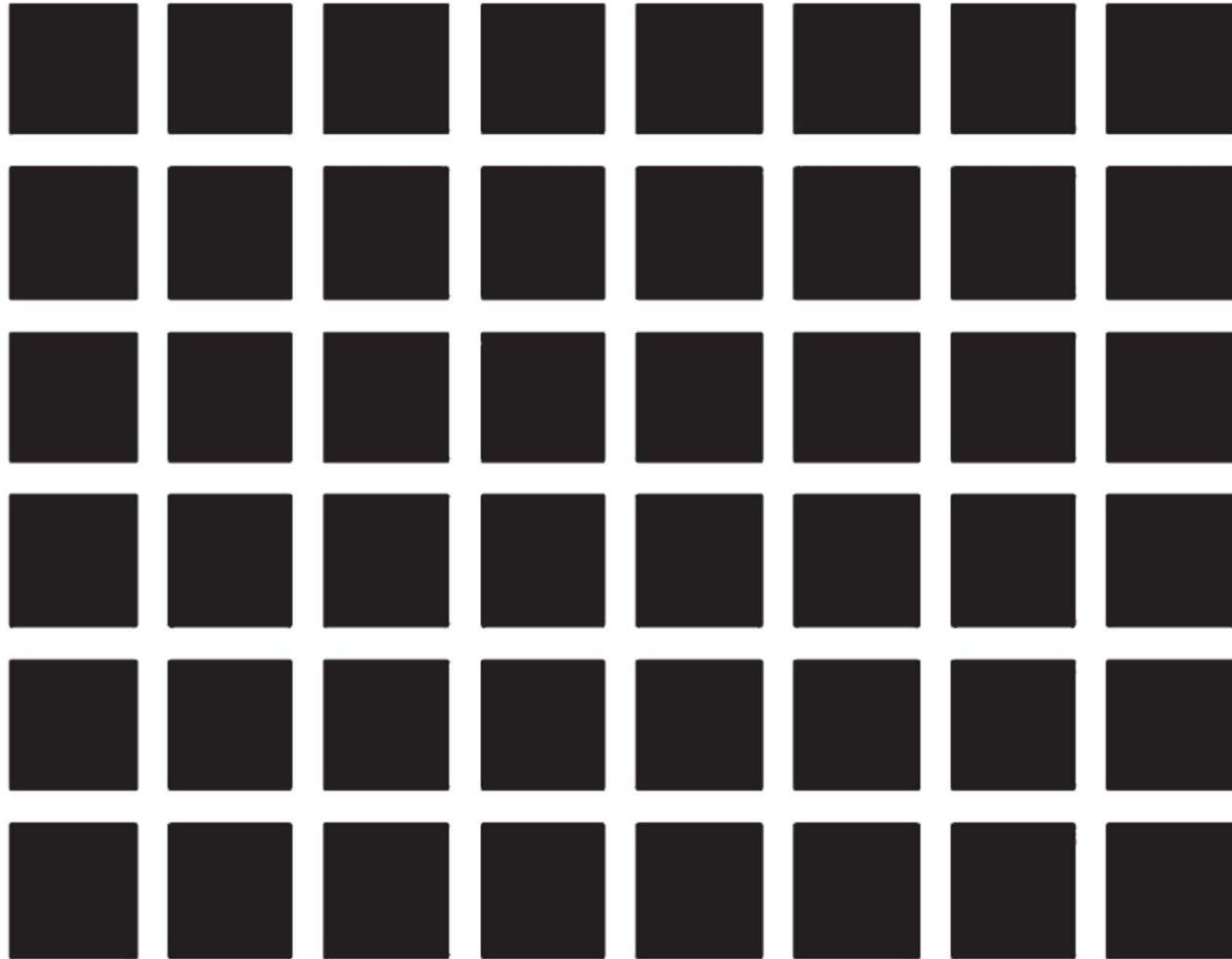


Laterale Inhibition: Kontrastverstärkung



Effekte der Lateralen Inhibition

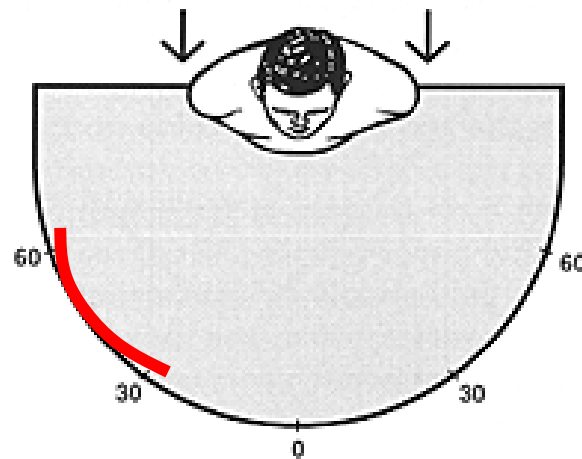
Hermann-
Gitter



Rezeptive Felder von Neuronen

Z.B. Ganglienzellen

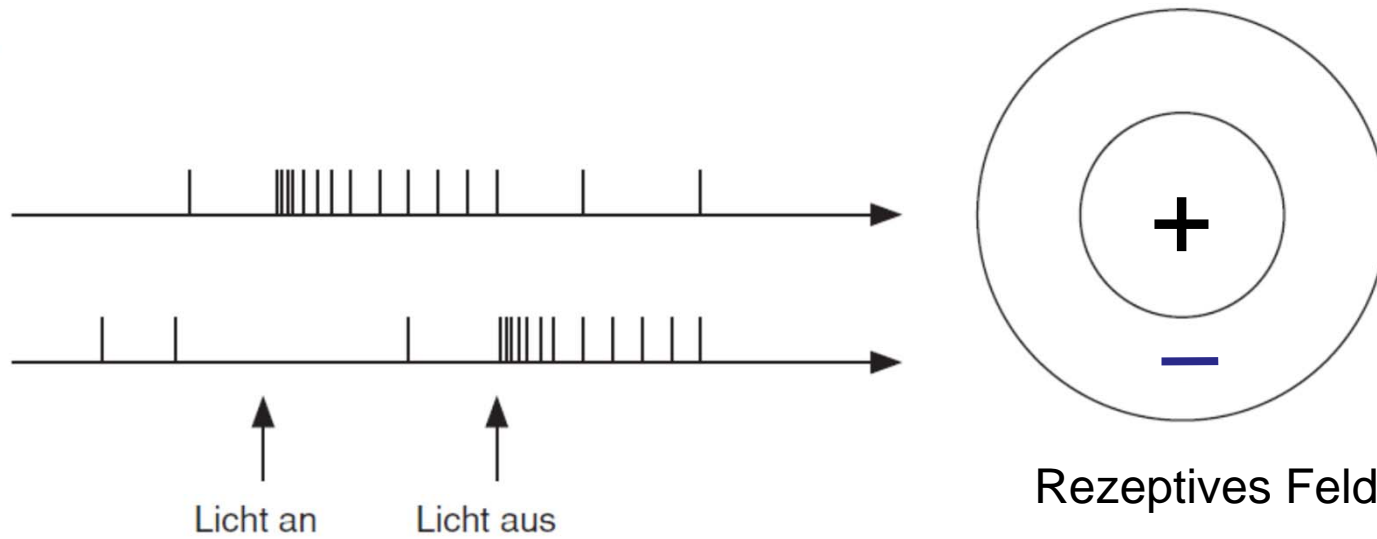
- Bereich der Retina, auf deren Aktivität das Neuron reagiert
- Bereich des Gesichtsfeldes, auf den das Neuron reagiert



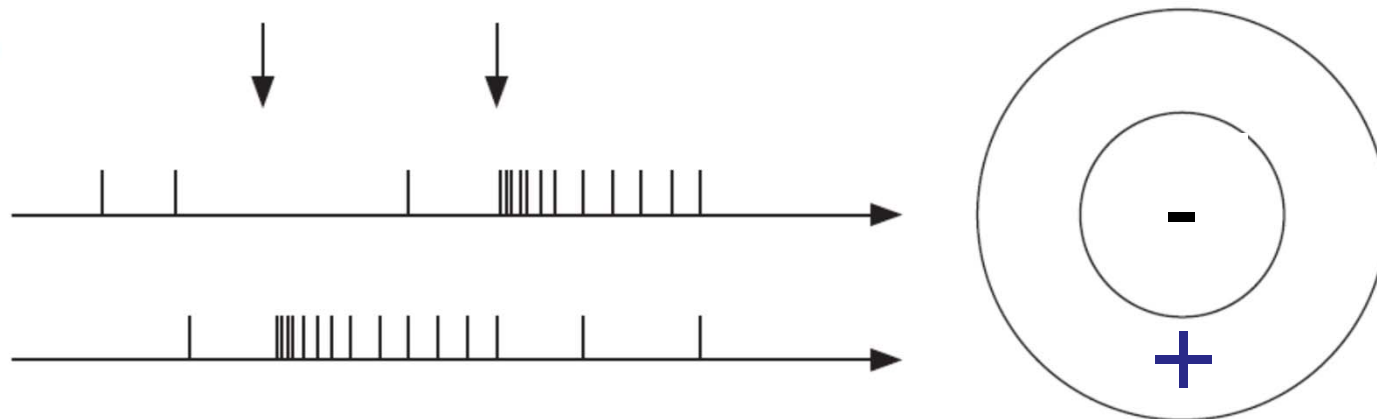
Zentrum-Umfeld-Gegensatz

(bei vielen Ganglienzellen)

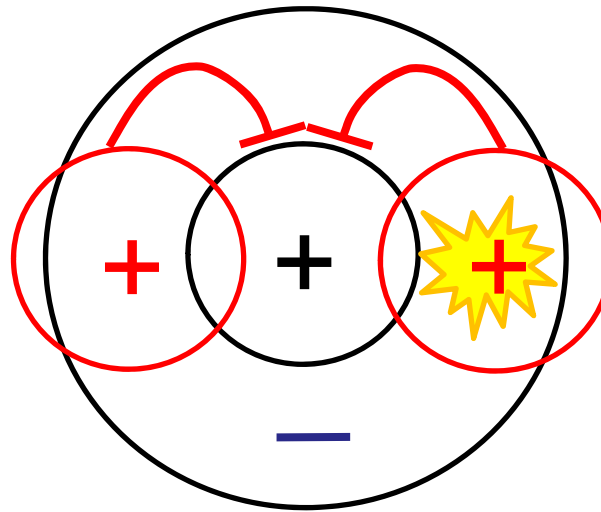
a



b

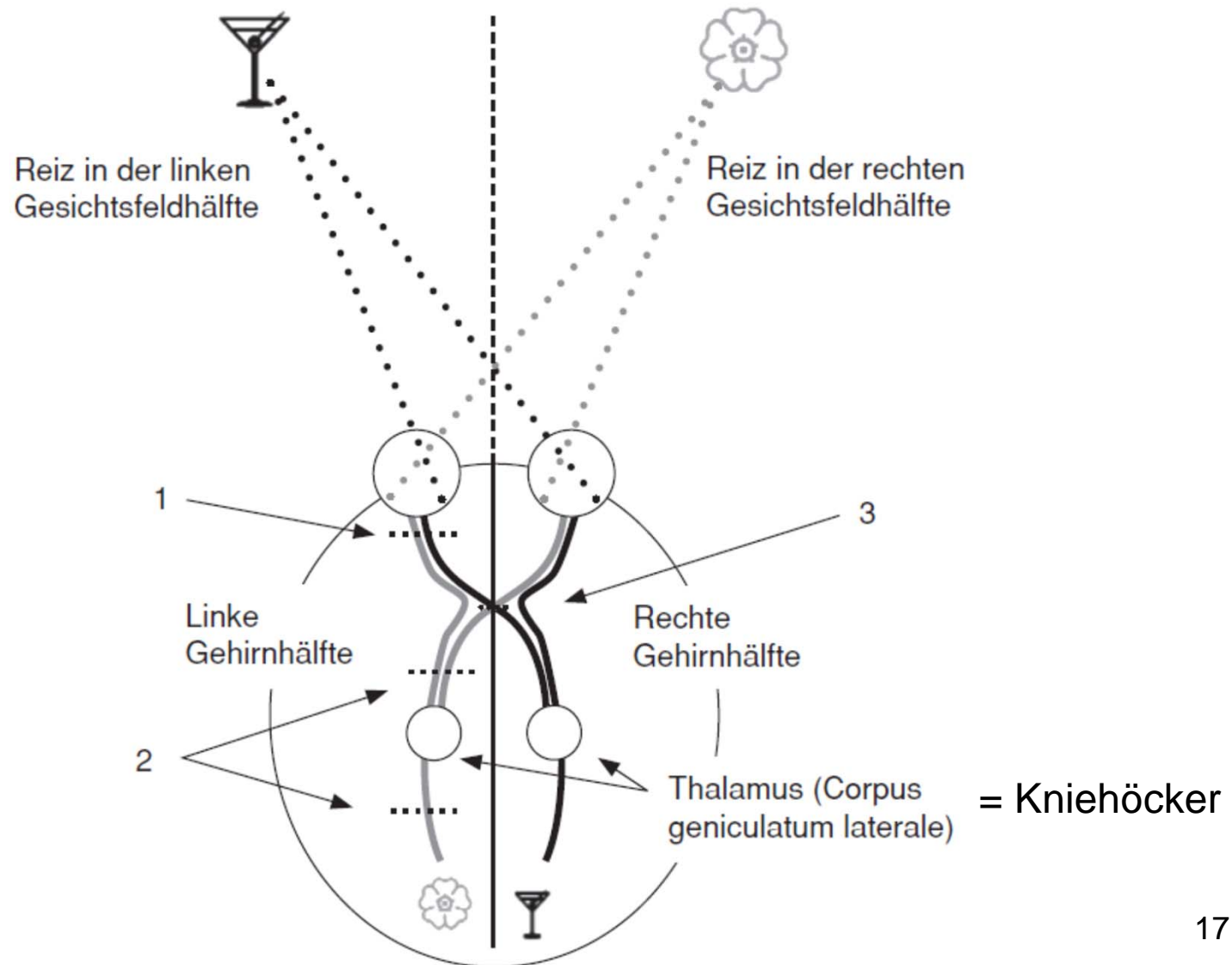


Zentrum-Umfeld-Gegensatz und laterale Inhibition



Rezeptives Feld

Die Sehbahn: Von der Retina zum Kortex

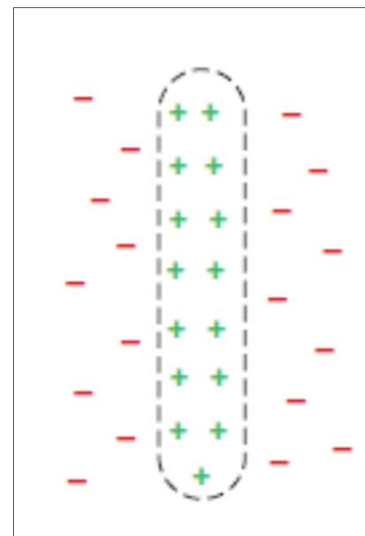


Neuronen im primären visuellen Kortex

- Einfache Zellen
 - Reagieren auf Kanten mit bestimmter Orientierung
- Komplexe Zellen
 - Reagieren auf Kanten mit bestimmter Orientierung, die sich (in bestimmter Richtung) bewegen
- Hyperkomplexe Zellen
 - Reagieren auf Ecken mit bestimmter Orientierung, die sich in bestimmte Richtung bewegen
- Diese Zellen funktionieren als **Merkmalsdetektoren**

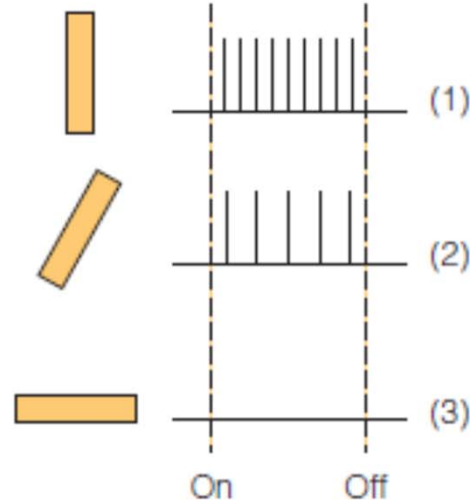
Einfache Zelle

"Tuning Curve"

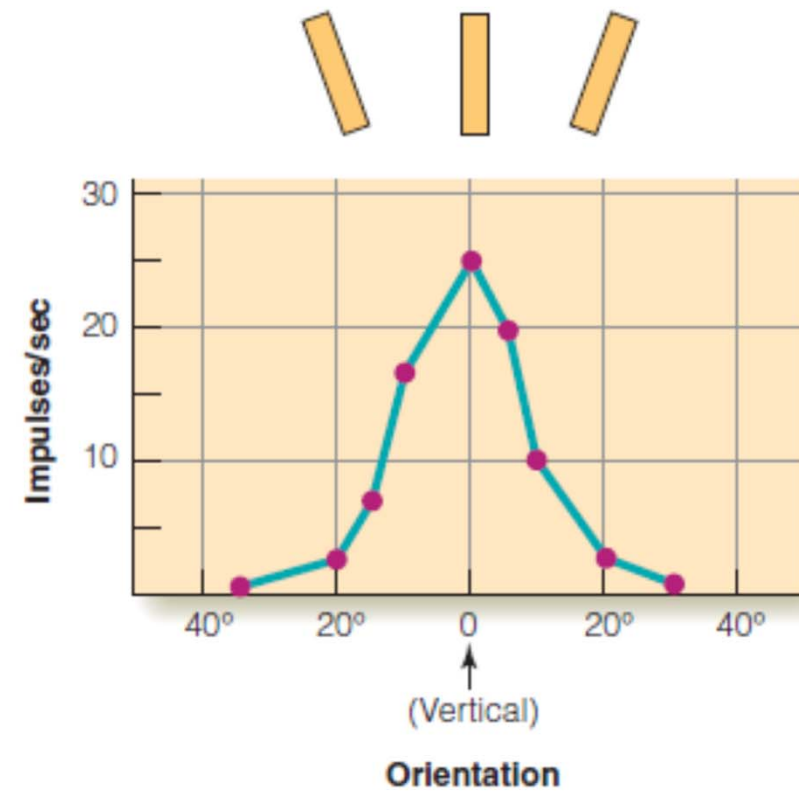


+ = Excitatory area
- = Inhibitory area

(a)

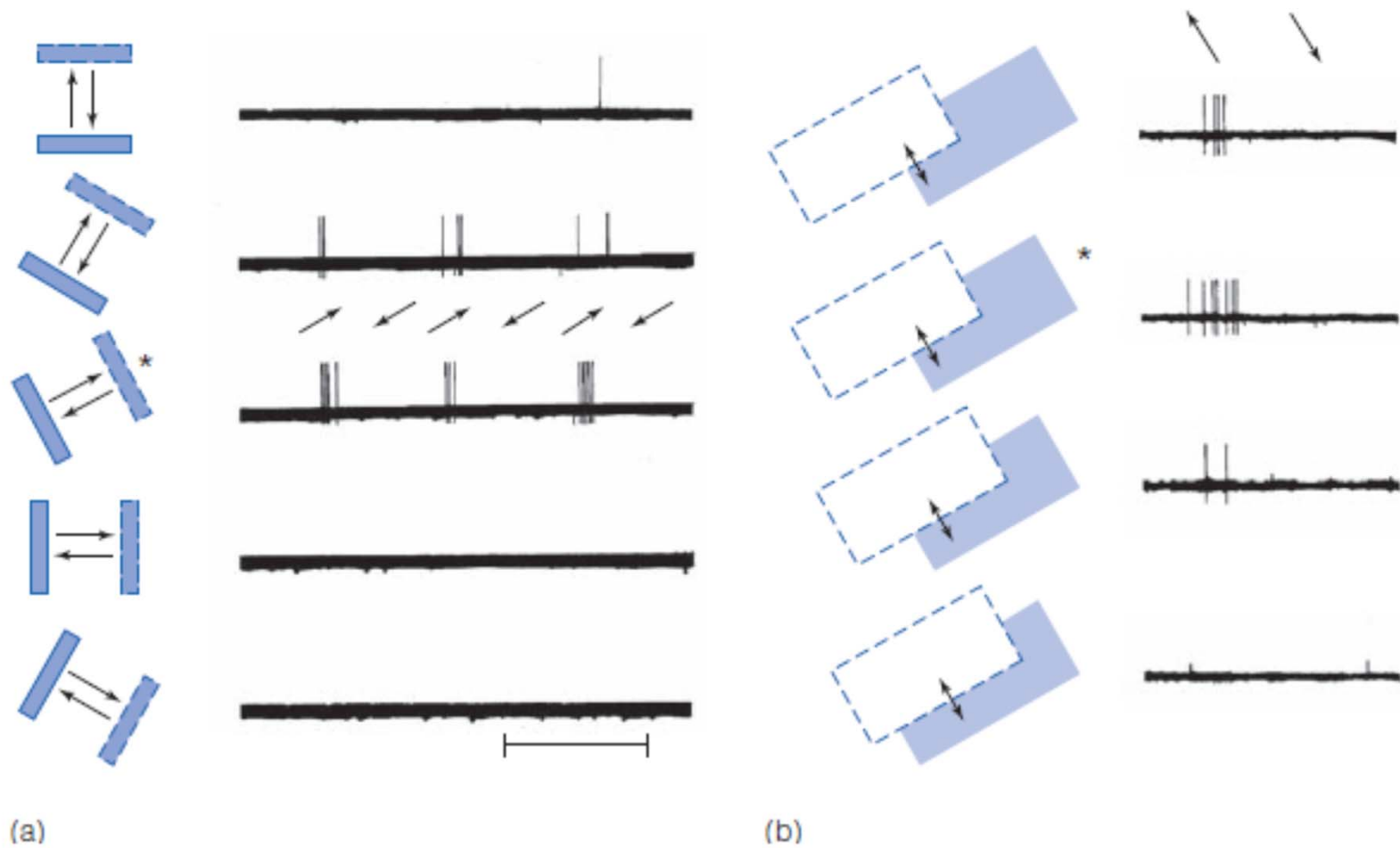


(b)



(c)

Komplexe und Hyperkomplexe Zellen



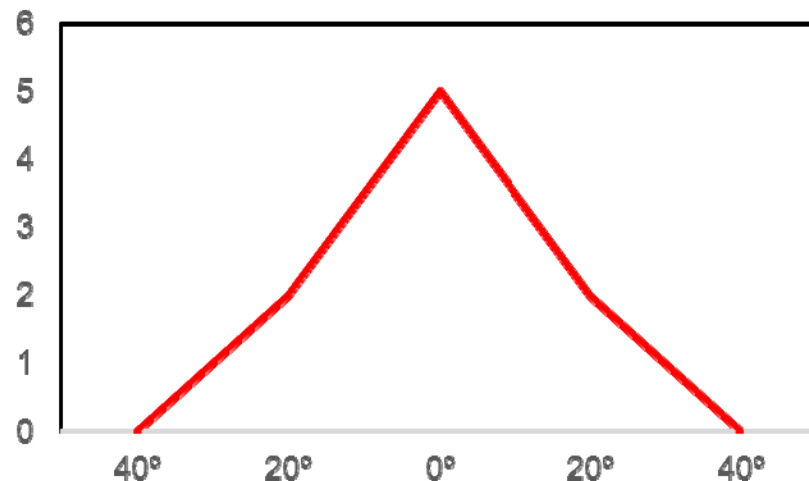
Selektive Adaptation von Neuronen

- Nach längerem Feuern "ermüden" Neuronen
 - Schwächere Reaktion auf gleichen Input
- Adaptation ist selektiv für visuelle Merkmale
 - z. B. Orientierung

Selektive Adaptation von Neuronen



Erhöhung der Schwelle

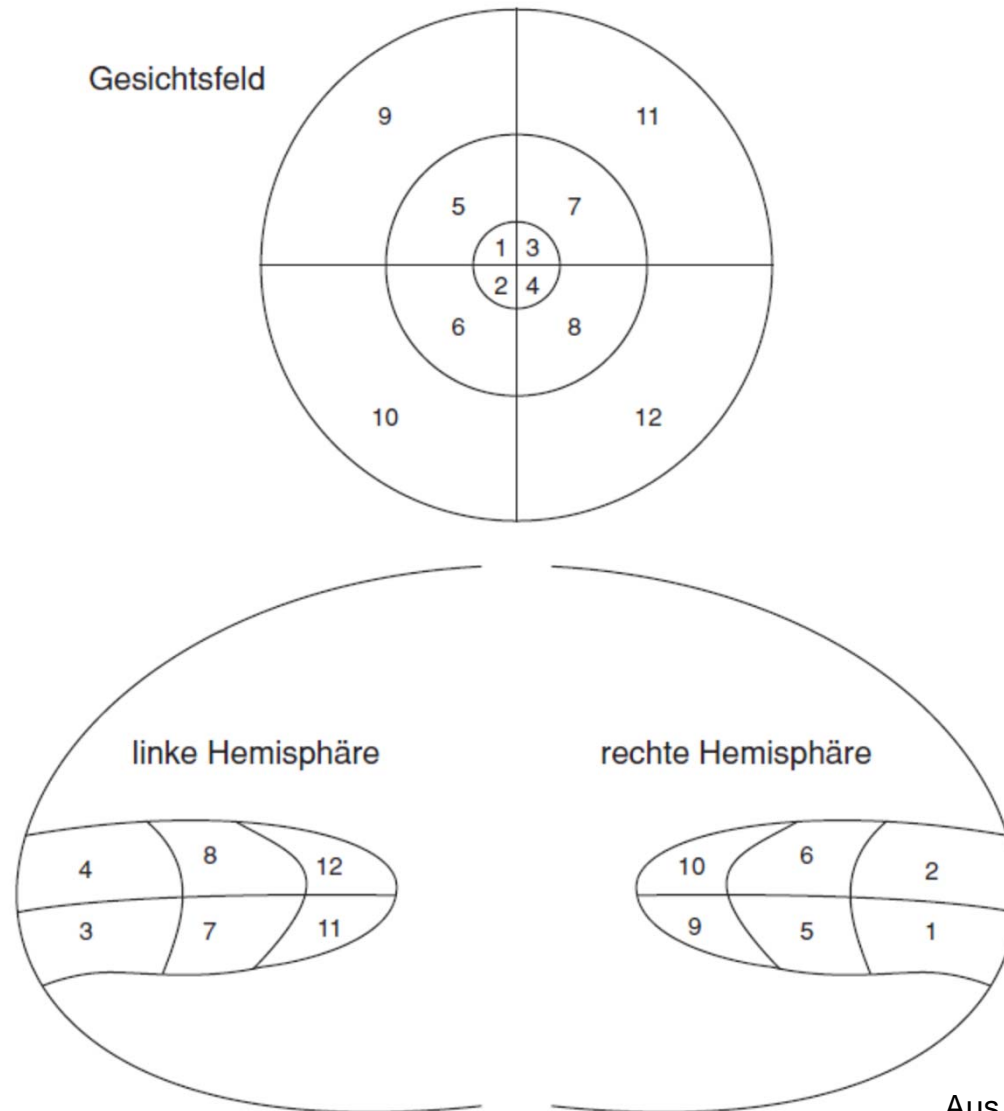


Abweichung vom adaptierten Stimulus

- Messen der Schwelle für Erkennen von Orientierungen
- Wiederholtes Präsentieren einer Orientierung
- Nochmal Messen der Schwelle

Neuronen, die auf Orientierung reagieren, spielen eine Rolle bei der Wahrnehmung

Die Organisation des Primären Visuellen Kortex



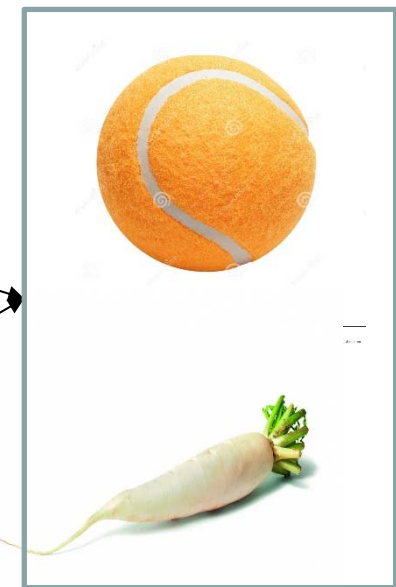
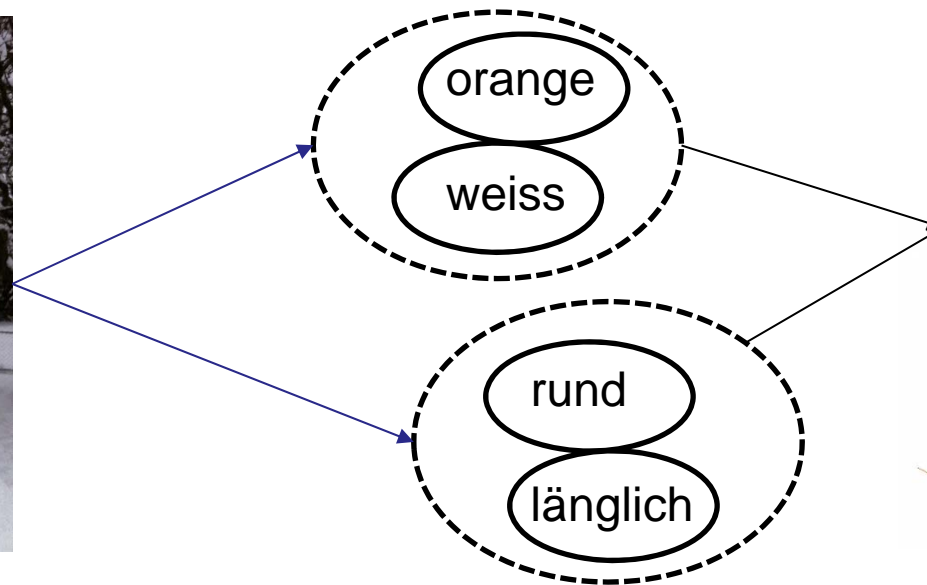
- Retinotope Anordnung
- Vergrößerung der zentralen Bereiche (Fovea!)

Jenseits des primären visuellen Kortex

- Weitere Merkmalsdetektoren, z.B.
 - Farbe (z.B. in Areal V4)
 - Bewegung (Areal MT)
- Neuronen, die auf komplexere Stimuli reagieren, z.B.
 - Objekte
 - Gesichter
 - Landschaften

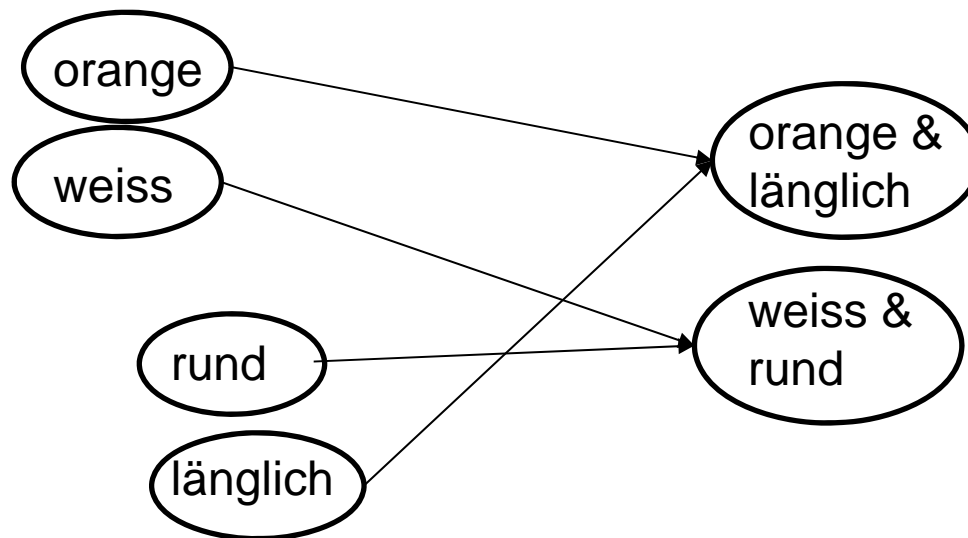
Das Bindungsproblem

- Die Merkmale eines Objekts sind in verschiedenen Hirnarealen repräsentiert
- Was hält die Merkmale, die zu einem Objekt gehören, zusammen?



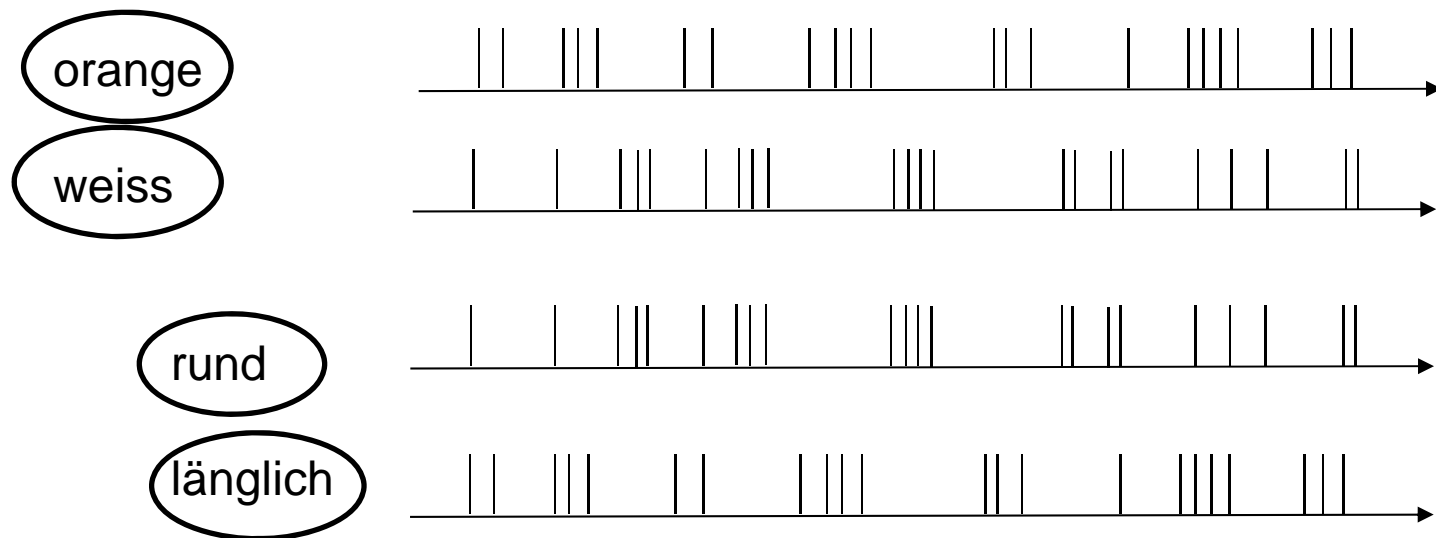
Bindungsproblem: Lösungsvorschläge

- Konvergenz zu Neuronen, die Konjunktionen von Merkmalen kodieren

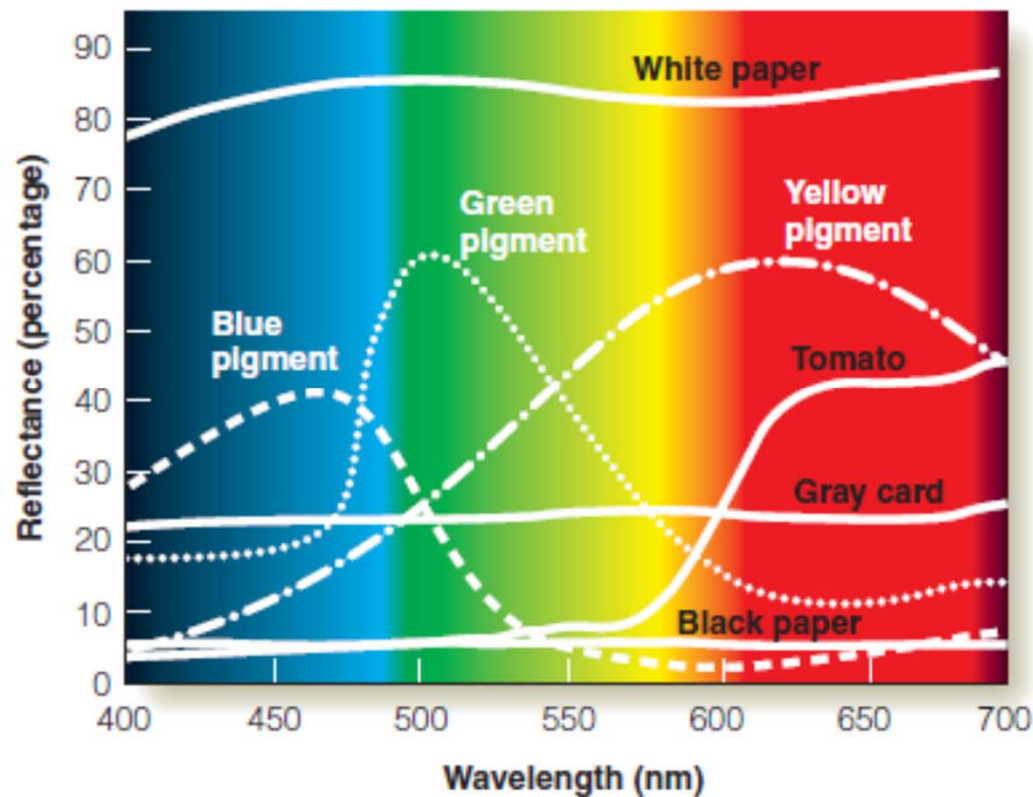
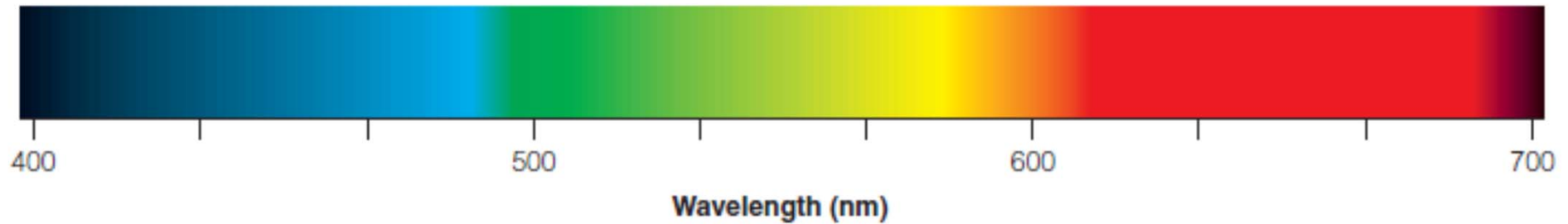


Bindungsproblem: Lösungsvorschläge

- Neuronen, die Merkmale desselben Objekts kodieren, feuern synchron



Farbwahrnehmung



Spektrale Reflektanzkurve:
Verteilung der Wellenlängen, die von einer Oberfläche reflektiert werden

Der Farbraum

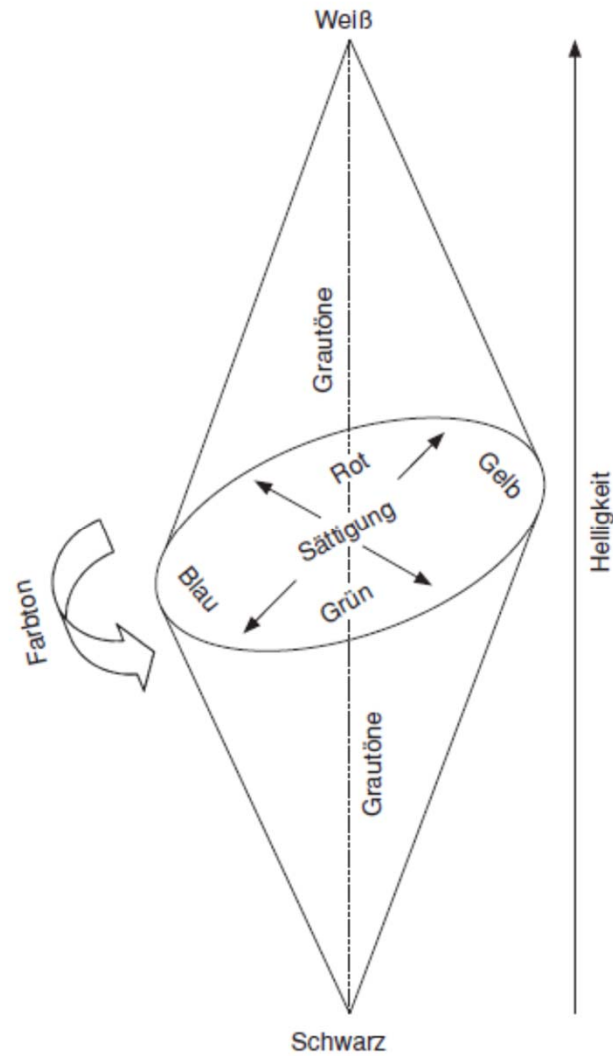
- Anordnung von Farben gemäss ihrer Ähnlichkeit
 - Ähnlichkeitsurteile
 - Verwechslungstendenz

2-D Farbraum:

- Farbtöne (Kreis)
- Sättigung (von innen nach aussen)



Der Farbraum: 3-Dimensional



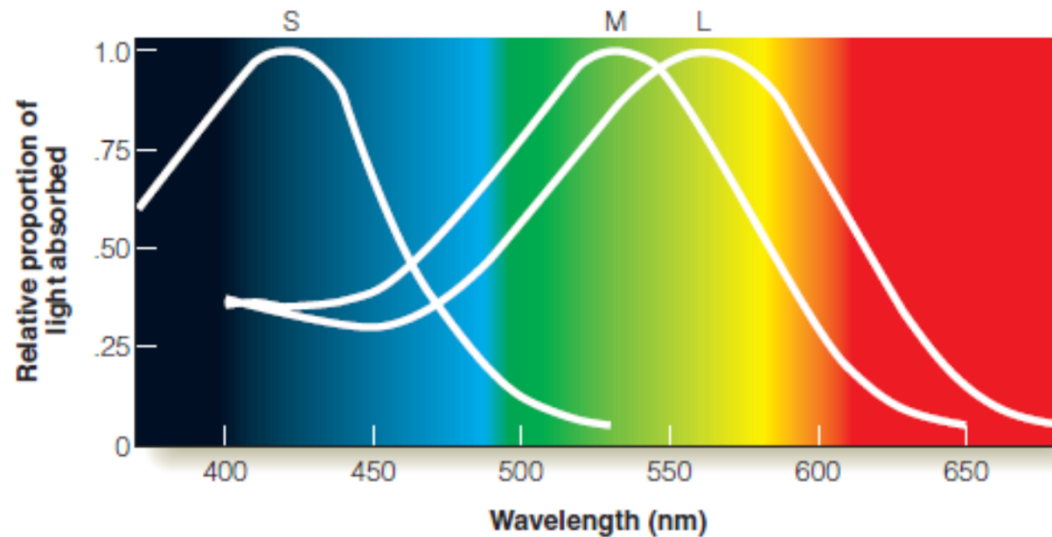
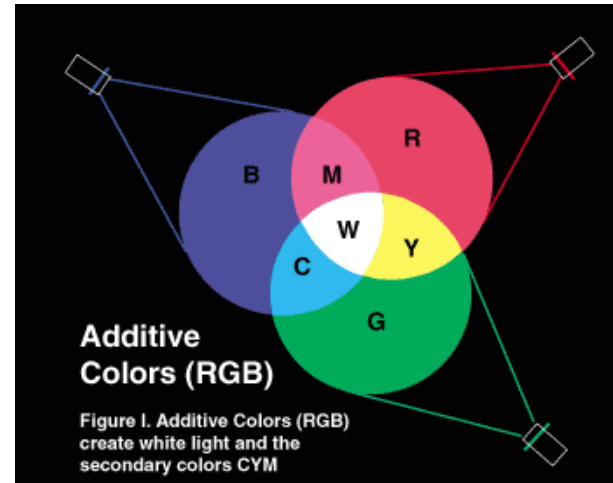
Wie werden Farben repräsentiert?

- Drei-Farben-Theorie
- Gegenfarben-Theorie
- Integration der beiden Theorien

Drei-Farben-Theorie

(Young, 1802, Helmholtz, 1852)

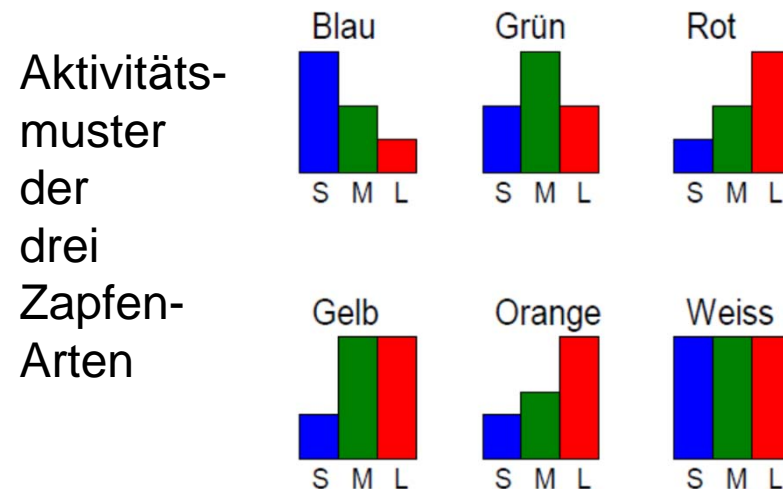
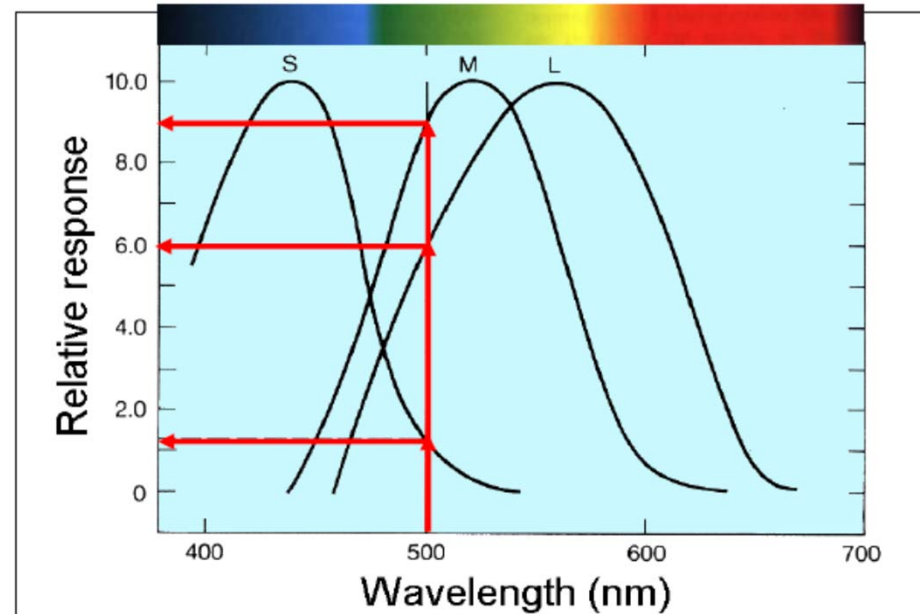
- Jede Farbe kann durch Mischung von Licht mit 3 Wellenlängen generiert werden
- Drei Arten von Zapfen in der Retina: Sensitiv für unterschiedliche Wellenlängen



Drei-Farben-Theorie

(Young, 1802, Helmholtz, 1852)

- Drei Arten von Zapfen in der Retina: Sensitiv für unterschiedliche Wellenlängen
- Jede Farbe kann durch das Verhältnis der Aktivität der drei Zapfen-Arten repräsentiert werden



Gegenfarben-Theorie

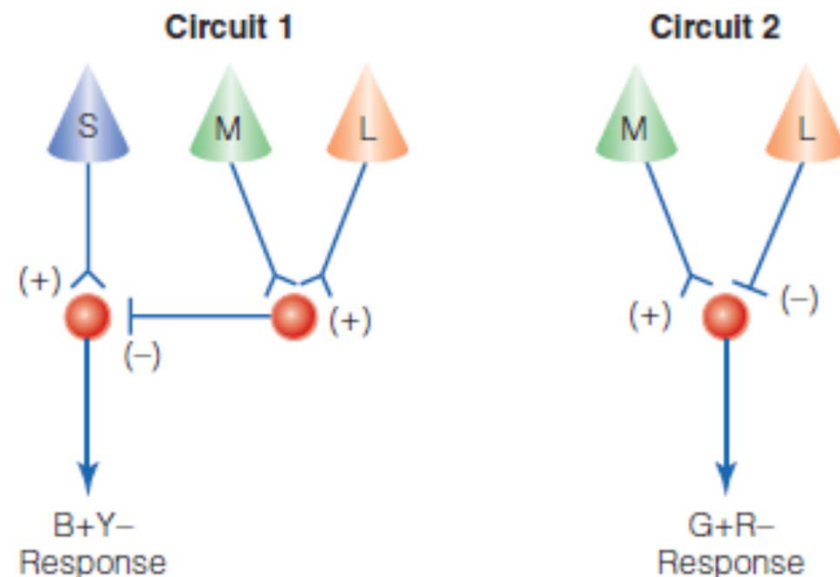
(Hering, um 1870)

- Nachbilder
 - Rot \leftrightarrow Grün
 - Blau \leftrightarrow Gelb



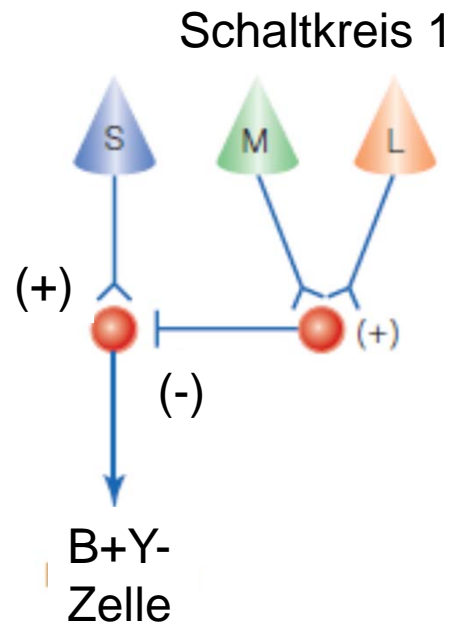
Gegenfarbentheorie

- Zellen in Retina und im Kniehöcker reagieren gegensätzlich auf Gegenfarben
 - R+G- oder R-G+
 - B+Y- oder B-Y+
 - Bl+Wh- oder Bl-Wh+
- Dieses Verhalten kann durch Verschaltung von S/M/L Zapfen erzeugt werden



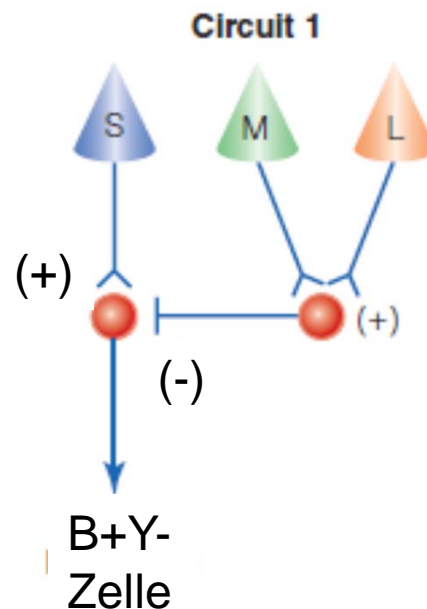
Frage ans Publikum

- Wie muss ein Schaltkreis aussehen, der eine B-Y+ Zelle erzeugt?



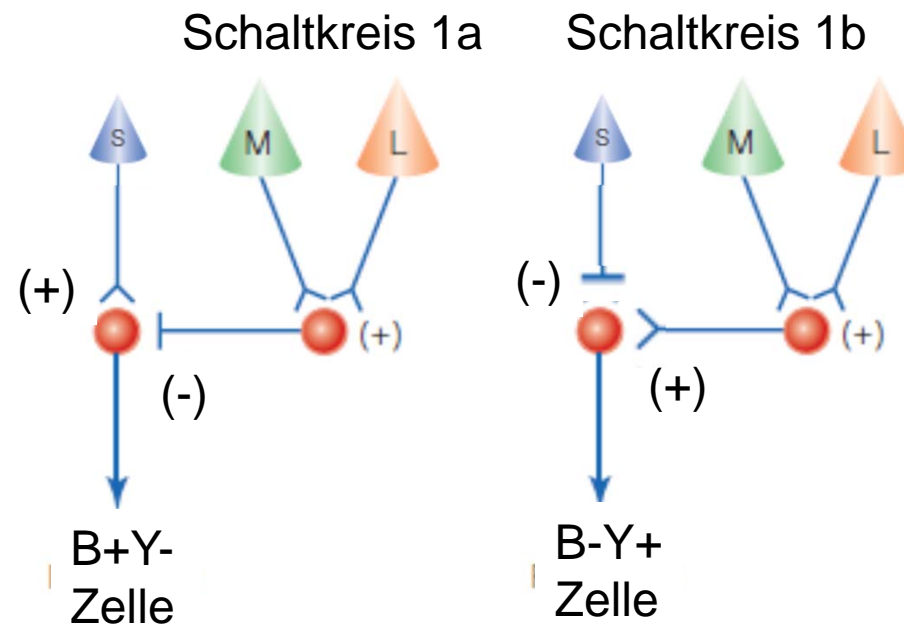
Frage ans Publikum

- Wie muss ein Schaltkreis aussehen, der eine B-Y+ Zelle erzeugt?



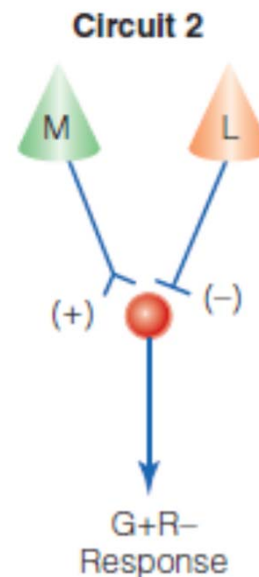
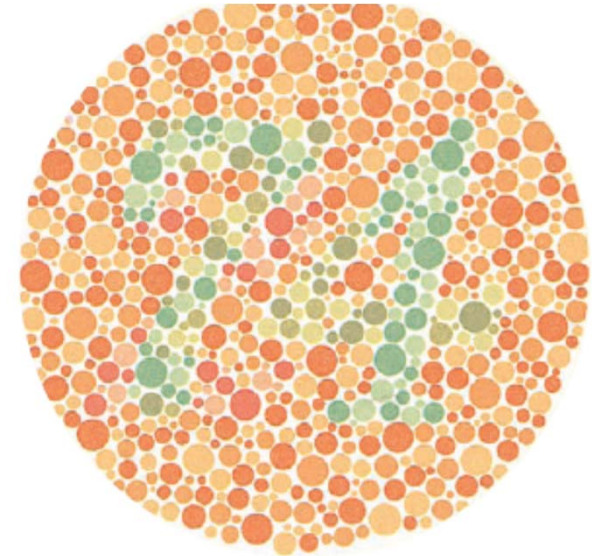
Adaptation erklärt Nachbilder

- Adaptation: Neuronen "ermüden":
 - Nachlassende Reaktion auf gleichen Input
 - z.B: Langes Starren auf Blau: S-Zapfen ermüden



Farbenblindheit

- Ausfall einer Zapfenart
 - meist L- oder M-Zapfen
 - keine Unterscheidung auf der Rot-Grün-Dimension

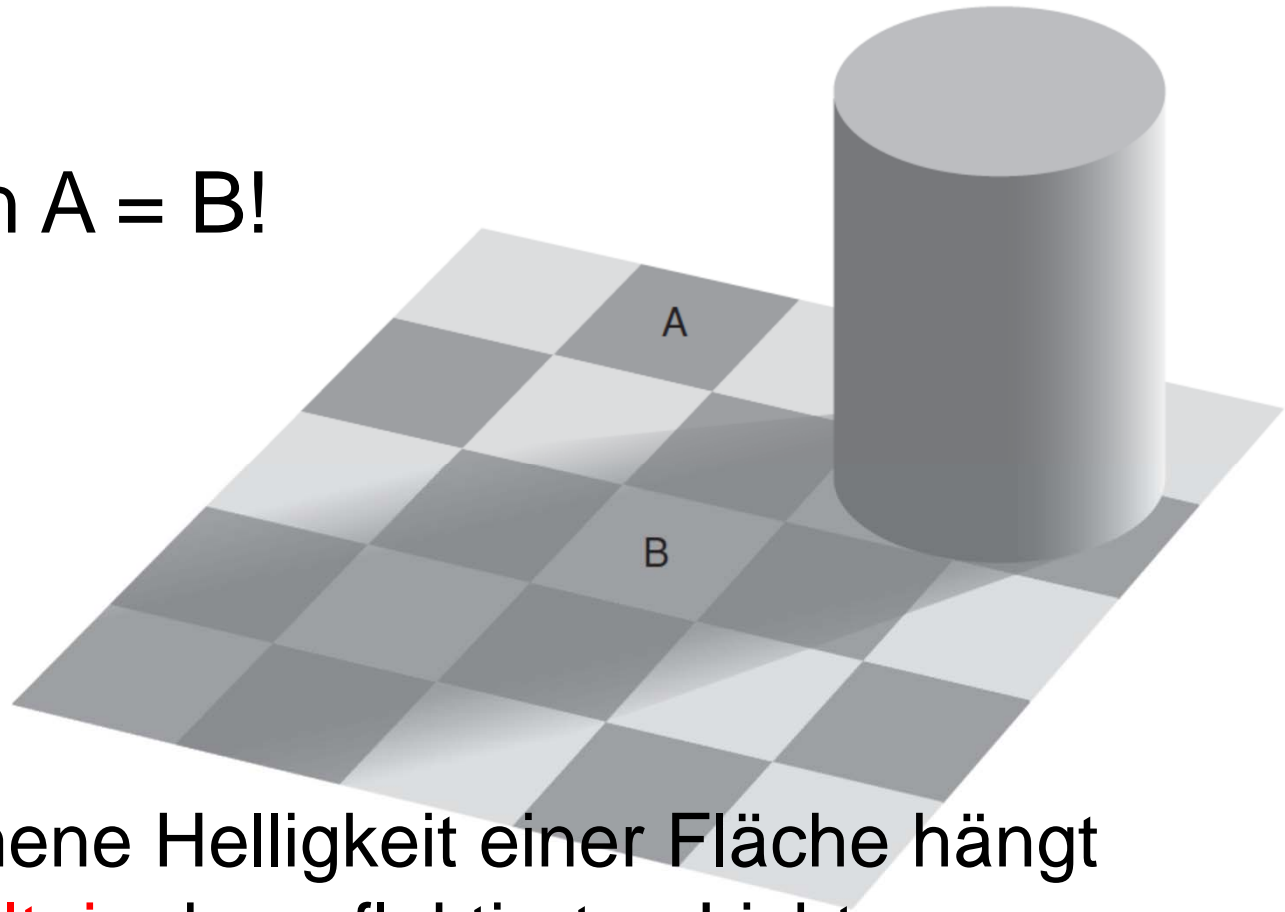


Helligkeits- und Farbkonstanz

- Unabhängig von der Lichtmenge nehmen wir Helligkeit und Farben von Objekten konstant wahr
 - z.B. Schwarze Schrift auf weissem Papier
 - (a) in praller Sonne
 - (b) im Licht einer schwachen Schreibtischlampe
- Reflektierte Lichtmenge 100x geringer!

Helligkeitskonstanz

Grauton von $A = B$!



Wahrgenommene Helligkeit einer Fläche hängt ab vom **Verhältnis** der reflektierten Lichtmenge der Fläche und der ihrer Umgebung

Farbkonstanz

- Unterschiedliche Wellen-Zusammensetzung des Lichts (z.B. Filter) -> ~ konstante Farbe
- Farbe hängt ab vom Verhältnis der Wellemischung, die ein Objekt reflektiert, zu der der Umgebung



Farbkonstanz

- Unterschiedliche Wellen-Zusammensetzung des Lichts (z.B. Filter) -> ~ konstante Farbe
- Farbe hängt ab vom Verhältnis der Wellemischung, die ein Objekt reflektiert, zu der der Umgebung



Literatur

- Pflichtlektüre (prüfungsrelevant):
 - Wendt, M. (2014). Allgemeine Psychologie: Wahrnehmung, Kapitel 10: Auditive und somatosensorische Wahrnehmung
- Empfohlen zur Vertiefung:
 - Wendt, M. (2014). Allgemeine Psychologie: Wahrnehmung, Kapitel 3 + 4 + 5

Bonus Track: Anpassung der Linse

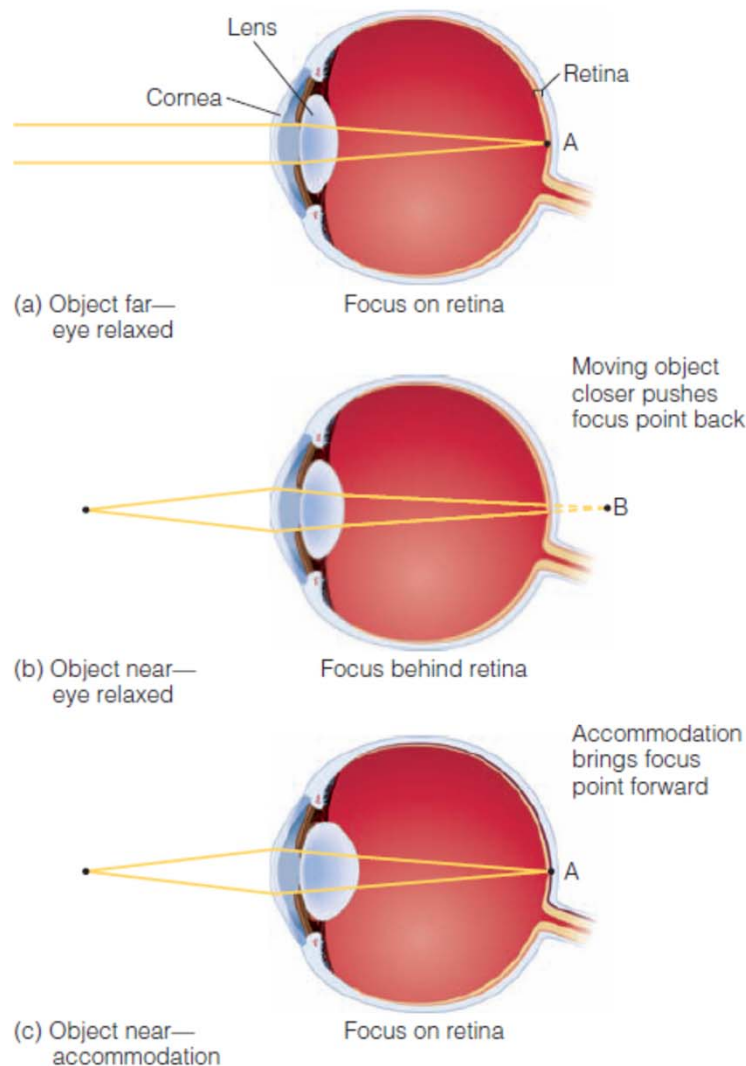


Figure 3.3 ■ Focusing of light rays by the eye. (a) Rays of light coming from a small light source that is more than 20 feet away are approximately parallel. The focus point for parallel light is at A on the retina. (b) Moving an object closer to the relaxed eye pushes the focus point back. Here the focus point is at B, but light is stopped by the back of the eye. (c) Accommodation of the eye (indicated by the fatter lens) increases the focusing power of the lens and brings the focus point for a near object back to A on the retina.