

Grundlagen Digitaler Medien

Menschliche Wahrnehmung

Dozent: Prof. Dr.-Ing. Sebastian Knorr

Email: sebastian.knorr@htw-berlin.de



Hinweis: Nutzung der Folien zur Vorlesung & Danksagung

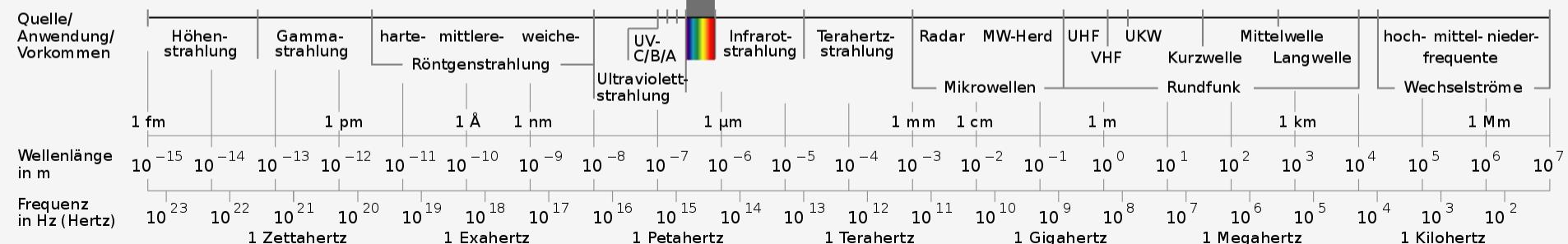
- Diese Folien werden ausschließlich zu Lehrzwecken den Studierenden zur Verfügung gestellt, die an der HTW Berlin die Veranstaltung Bildverarbeitung besuchen.
- Insbesondere dürfen diese nicht weiter verbreitet werden (z.B. Online-Plattformen) und sind nur für den eigenen Gebrauch bestimmt. In Zweifelsfällen wenden Sie sich bitte an den Dozenten.
- Dank an:
Die Folien basieren u.a. auf Foliensätzen, die freundlicherweise zur Verfügung gestellt wurden von:
 - Prof. Dr. Ralph Ewerth
 - Prof. Wilhelm Burger
 - Dr. Rober Bregovic
- ...denen hierfür mein bester Dank gilt!

Lernziele

- Verständnis für Licht/ Strahlung
- Verständnis für das menschliche Sehvermögen
- Verständnis für die menschliche Wahrnehmung
 - u.a. Farbsehen und Tiefenwahrnehmung

Farbwahrnehmung - Farbspektrum

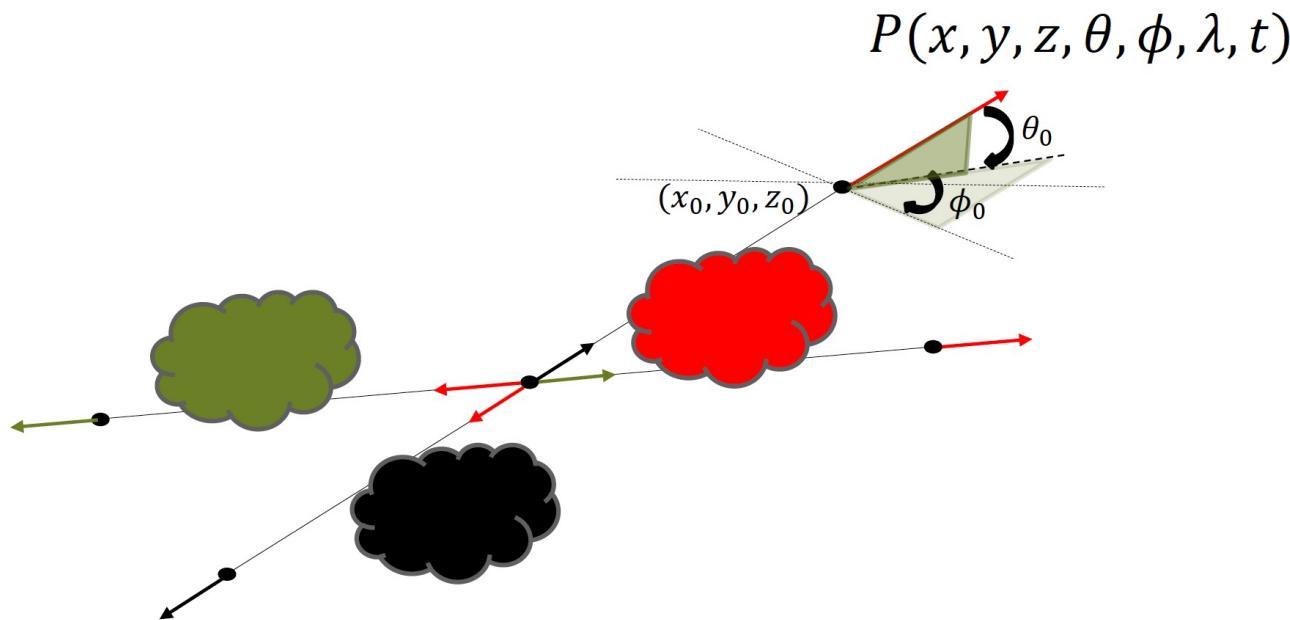
Das für den Menschen sichtbare Spektrum (Licht)



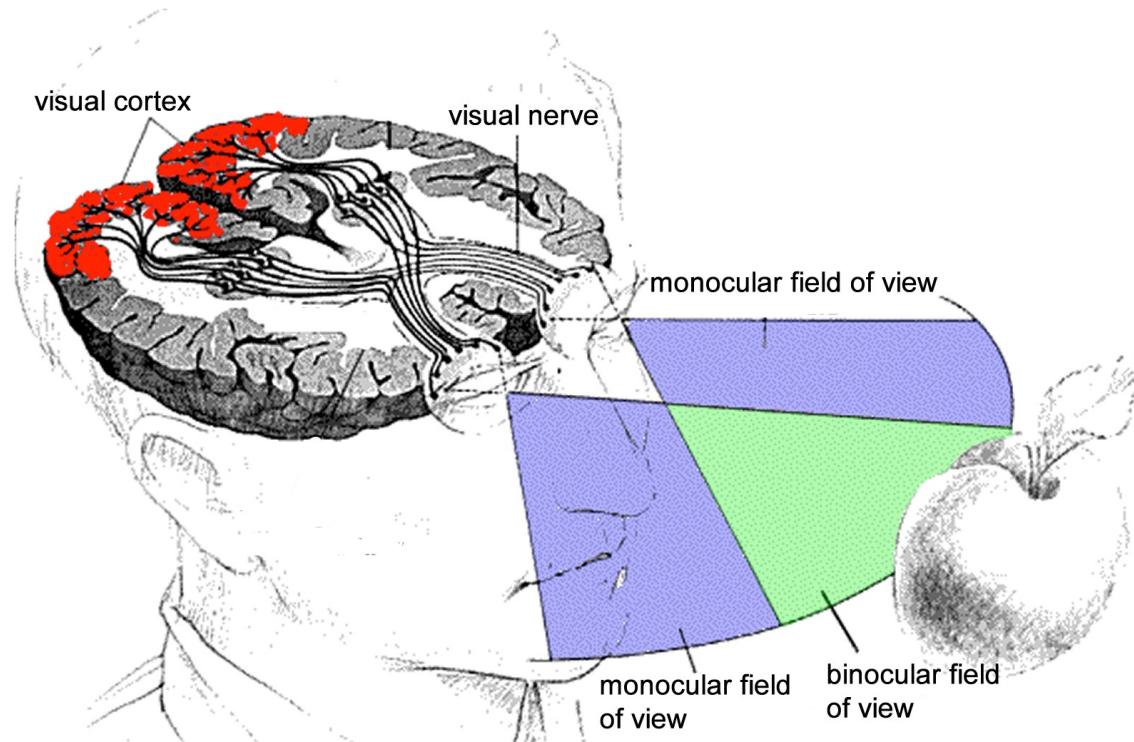
Elektromagnetisches Spektrum

Licht als ein Strahl

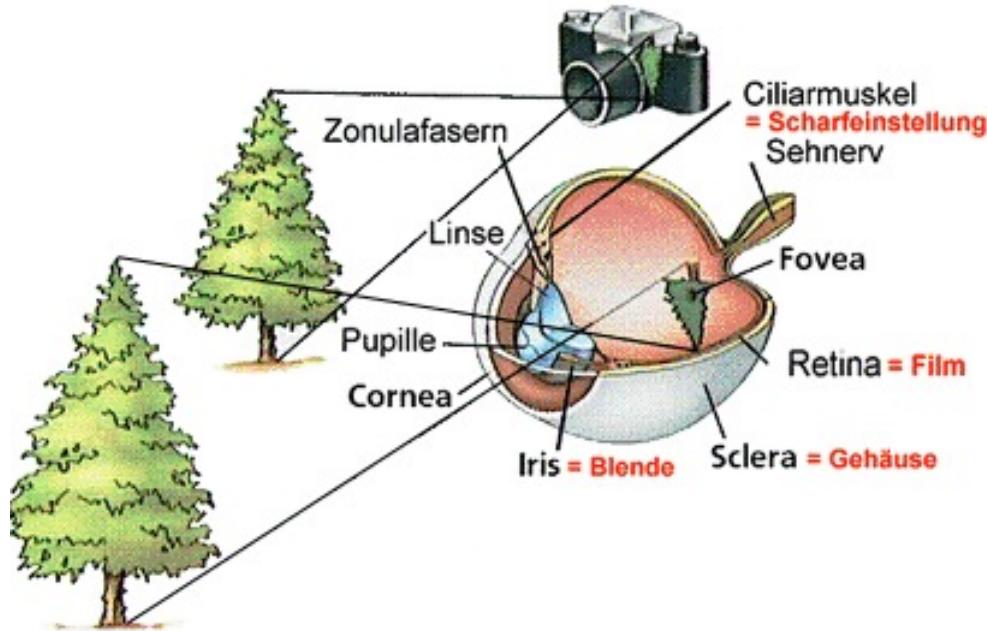
- Parameter eines Lichtstrahls: Intensität, Wellenlänge, Richtung, etc.
- Plenoptische Funktion (Licht Feld):



Human Visual System



Menschliches Auge



Vergleich Kamera - Auge

Quelle: [EGBECK]

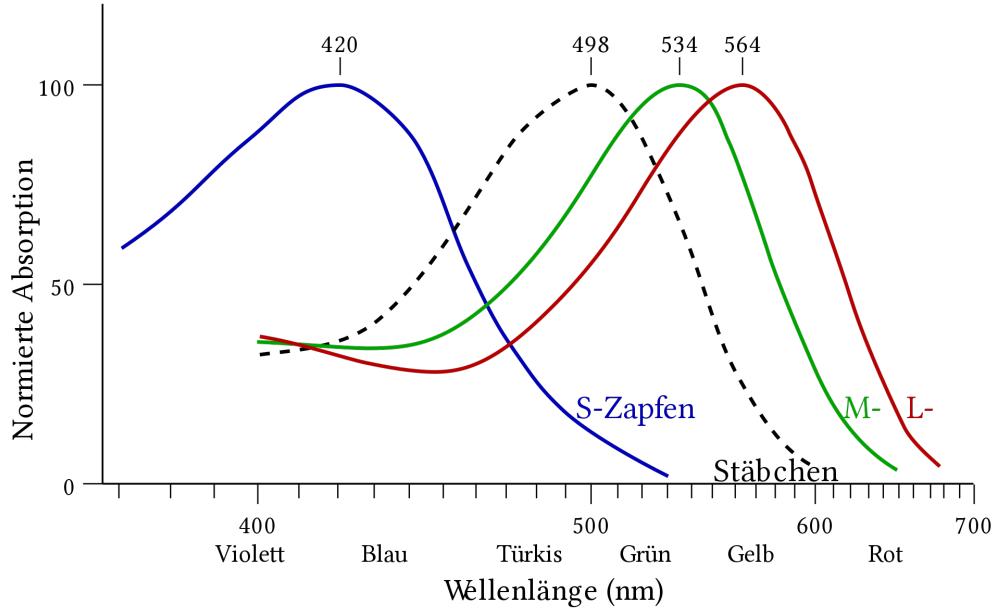
Netzhaut:

ca. 120 Mio. Stäbchen (Helligkeit)

ca. 6 Mio. Zapfen (Farbe)

HD-Bild: ca. 2 Mio. Pixel

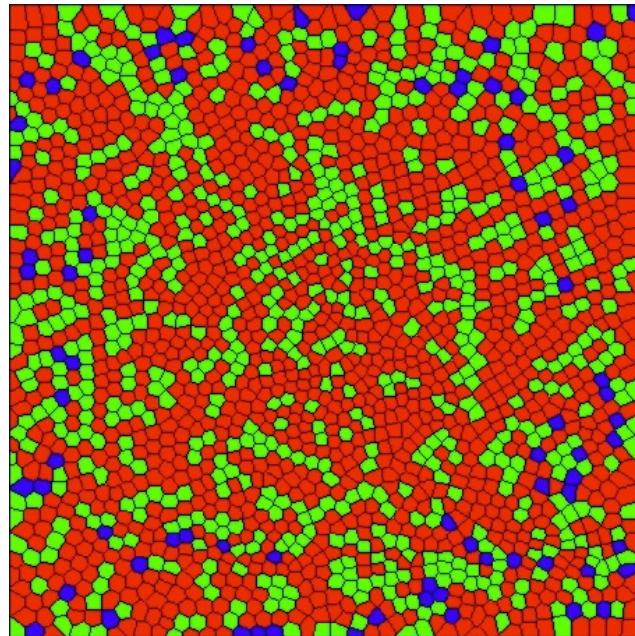
Farbwahrnehmung



S-Zapfen („Blauzapfen“): blau-violett

M-Zapfen („Grünzapfen“): smaragdgrün

L-Zapfen („Rotzapfen“): grün-gelb



Simulation der Verteilung der Zäpfchen auf der Fovea

Foveales Sehen

Die folgenden Bilder (Original + verzerrtes Bild) werden aufgrund der schlechten Sehschärfe im peripheren Bereich als nahezu identisch wahrgenommen.

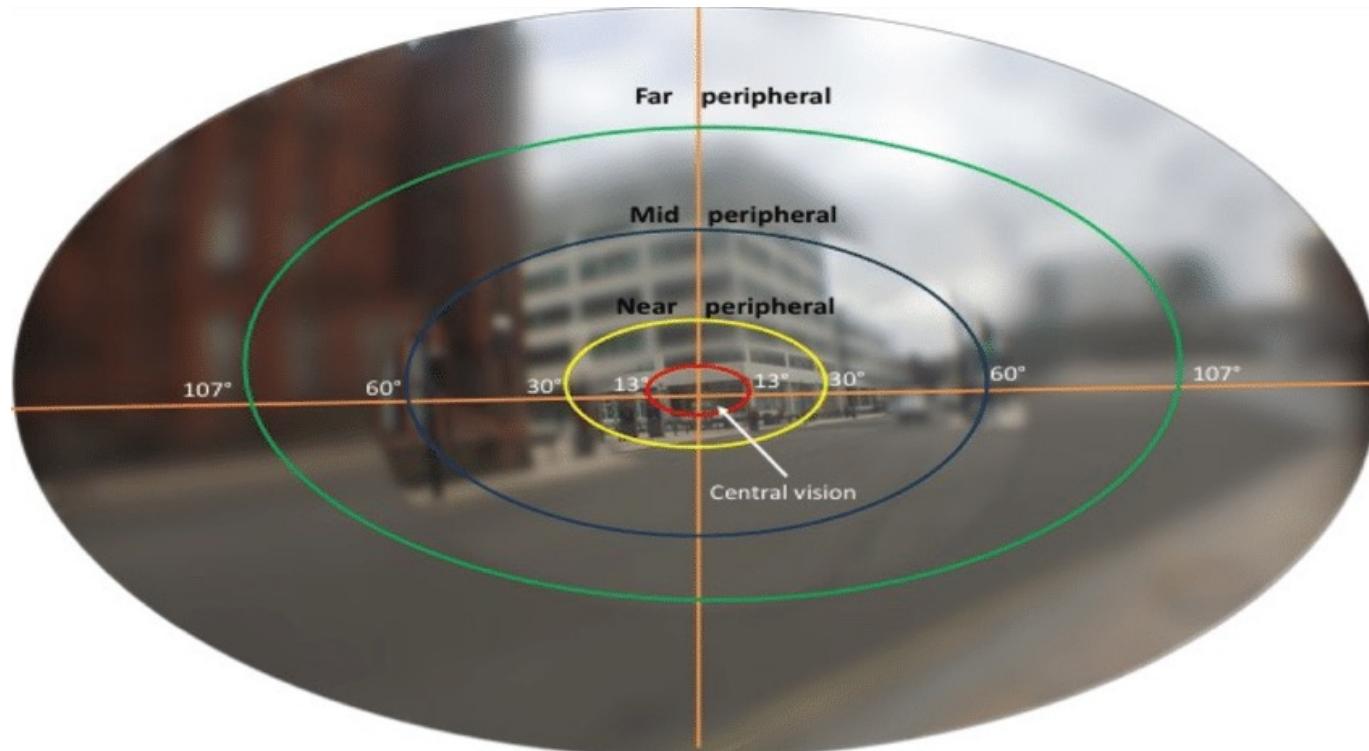


Original



verzerrtes Bild

Peripheres Sehen



Ola Younis, Waleed Al-Nuaimy, Mohammad H. Alomari and Fiona Rowe, "A Hazard Detection and Tracking System for People with Peripheral Vision Loss using Smart Glasses and Augmented Reality" International Journal of Advanced Computer Science and Applications(ijacsia), 10(2), 2019.

Peripheres Sehen



Ola Younis, Waleed Al-Nuaimy, Mohammad H. Alomari and Fiona Rowe, "A Hazard Detection and Tracking System for People with Peripheral Vision Loss using Smart Glasses and Augmented Reality" International Journal of Advanced Computer Science and Applications(ijacsia), 10(2), 2019.

Augenbewegung

- Sakkaden
 - Willkürliche, häufige (3-4 pro Sekunde) und schnelle (~1000 Grad/s) Sprünge des Fixationspunktes von einem Punkt zum anderen
- Glatte Verfolgung
 - Willkürliche Verfolgung eines sich bewegenden Objekts
- Mikrosakkaden
 - Unwillkürliche, kleine und ruckartige Augenbewegungen während der Fixierung
 - Verhindern, dass das Gesichtsfeld „verblasst“ und verbessern die Fähigkeit, feine Details zu erfassen
- Binokulare Konvergenz
 - Zwei Augen bewegen sich in entgegengesetzte Richtungen
 - Augen nach innen (Konvergenz) und nach außen (Divergenz) drehen
 - Wichtige Rolle bei der binokularen Tiefenwahrnehmung: Fixierung von Objekten in verschiedenen Tiefen

Augenbewegung und foveales Sehen



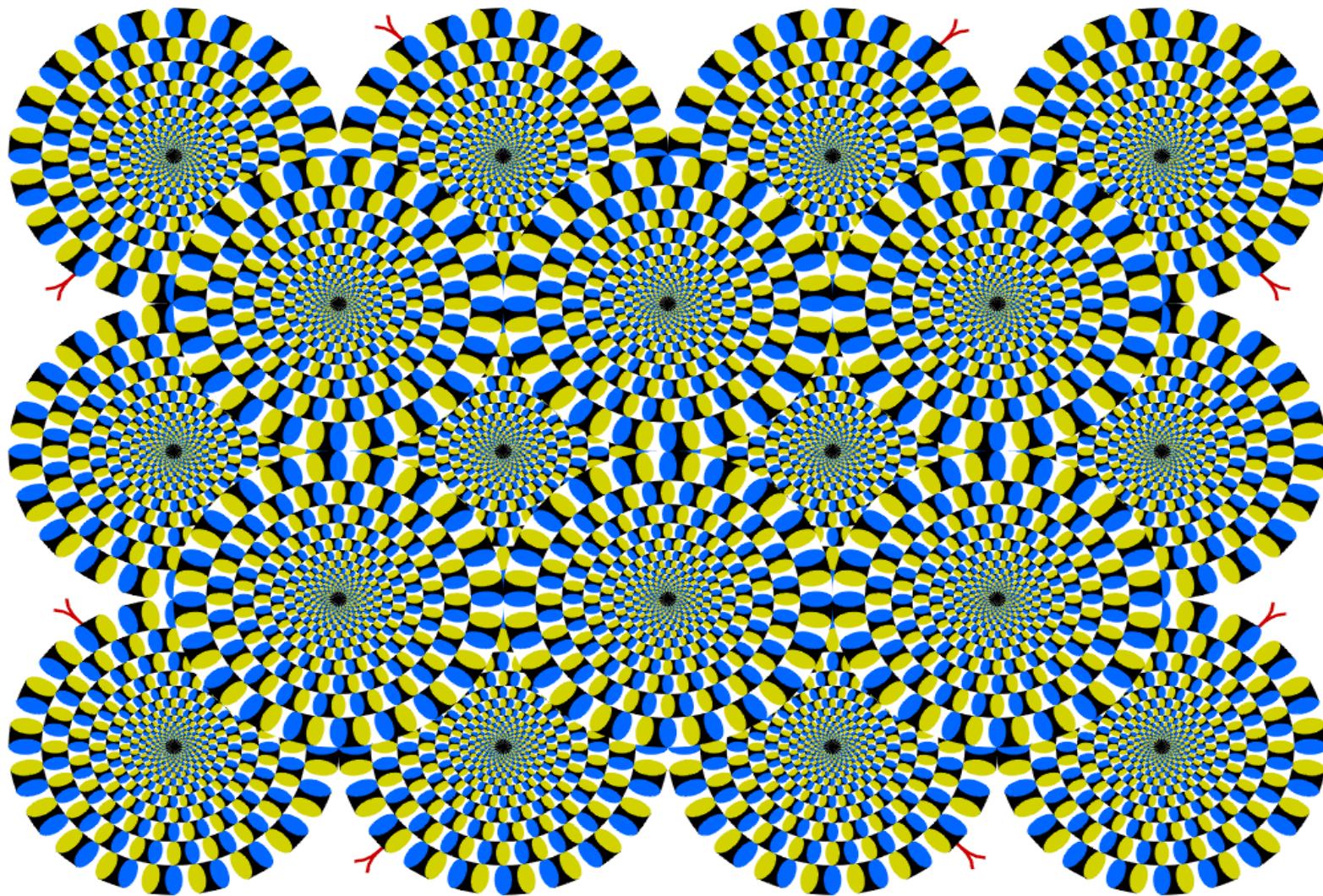
<https://knowablemagazine.org/content/article/living-world/2019/saccades-lifes-blur-we-dont-see-it-way>

Sakkaden:

- Schnelle Scanbewegung beider Augen in die gleiche Richtung zwischen zwei oder mehreren Fixationspunkten.
- Wichtigste Augenbewegung für die Wahrnehmung statischer Szenen
- Fovea ist schmal: Sakkaden ermöglichen das Scannen der gesamten Szene.

Funktionen von Mikrosakkaden

- Unwillkürliche Bewegungen ähnlich wie Sakkaden, aber in kleinerem Maßstab.
- Verbessert die Fähigkeit, feine Details zu erkennen, da durch zunehmende zeitliche Modulation ein stationärer Reiz in das rezeptive Feld eines Neurons hinein und aus ihm heraus bewegt werden kann.
- Beispiel: Illusory Snakes (nächste Folie)



Test: Sakkaden



Test: Sakkaden

Test: Sakkaden



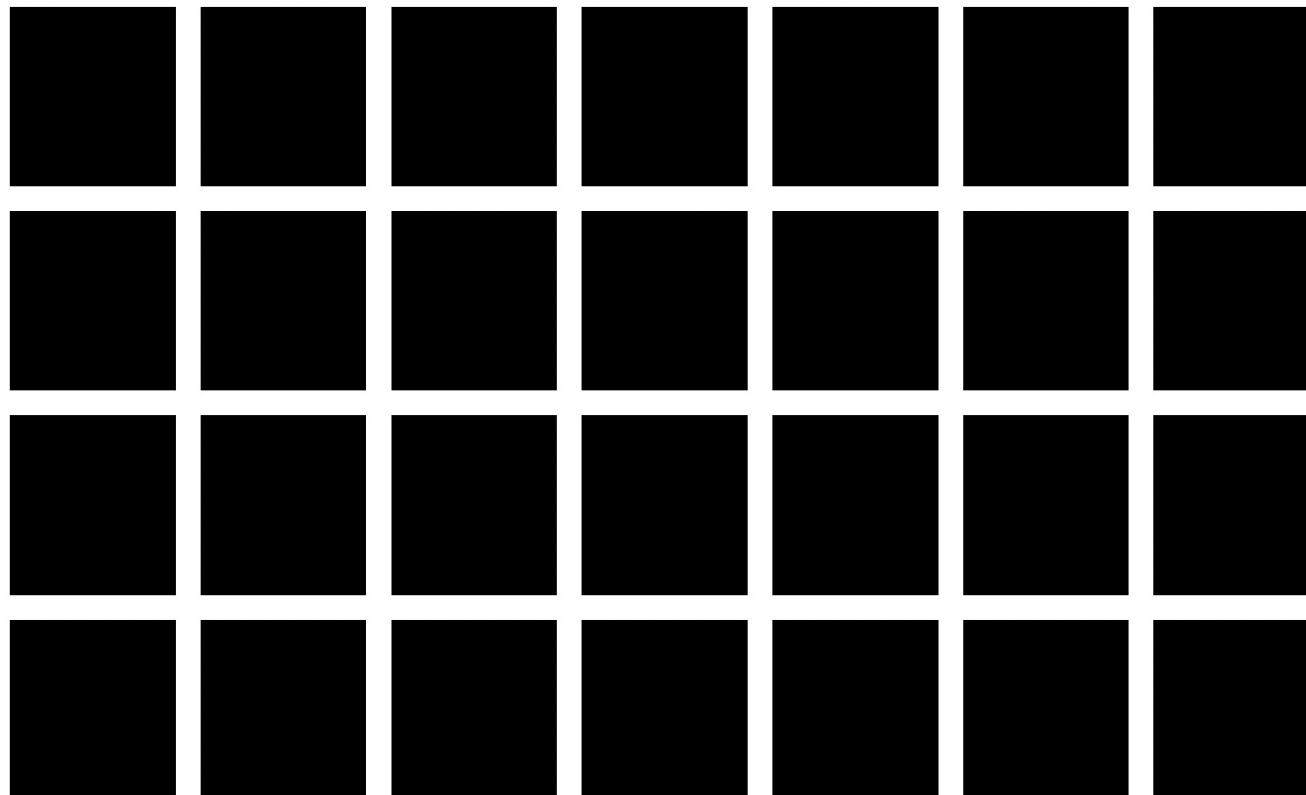
Test: Sakkaden



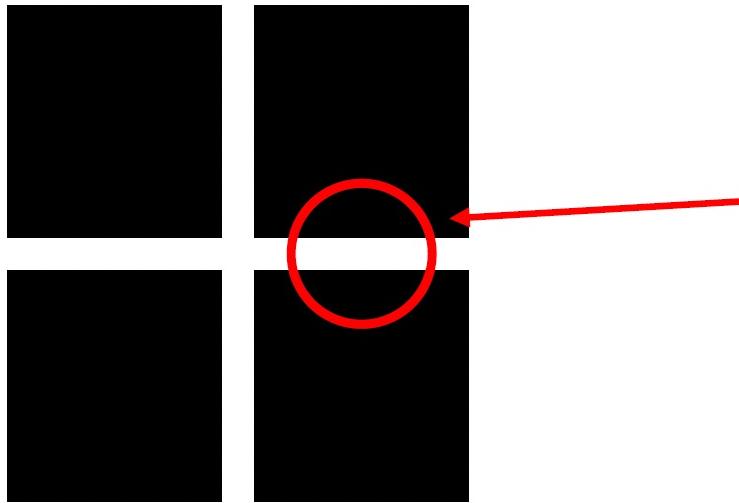
Test: Sakkaden



Kontrast – Hermann Gitter

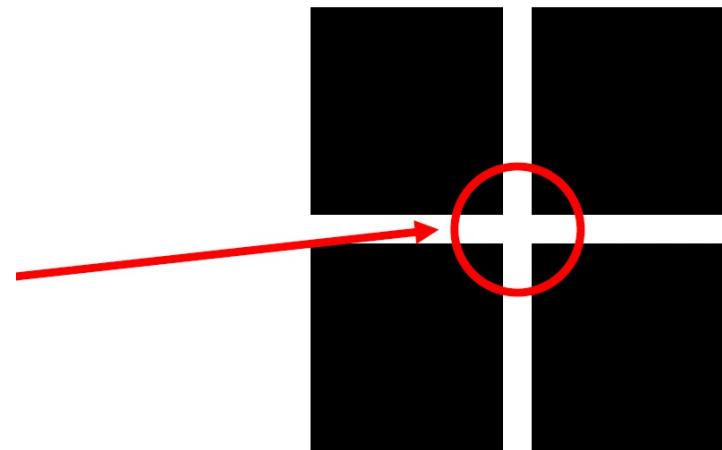


Kontrast – Hermann Gitter



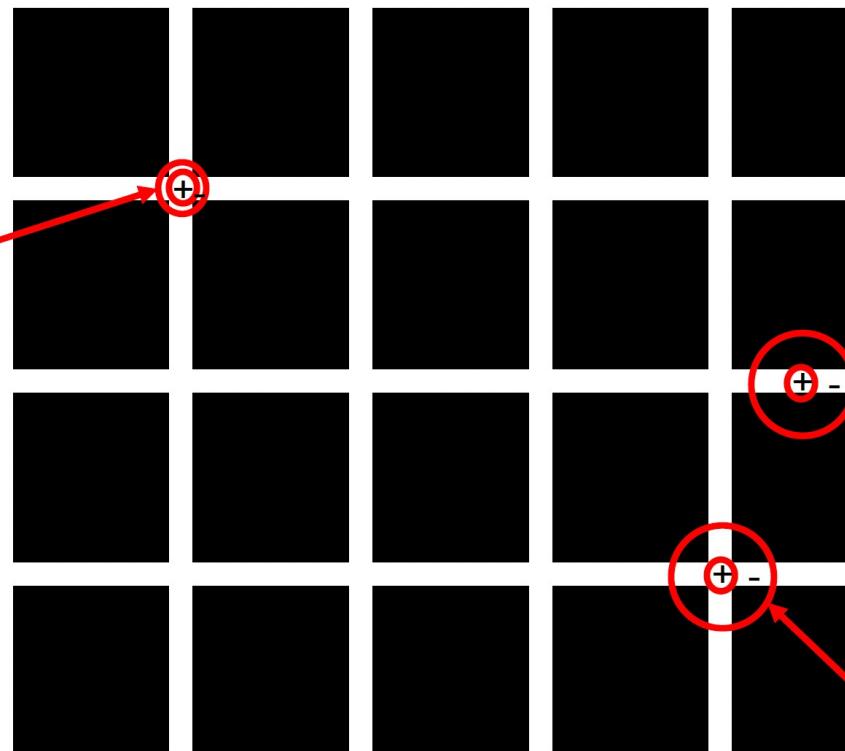
Hoher Kontrast intensiviert die „Weißheit“

Geringerer Kontrast (weniger Schwarz) -
Wahrnehmungsniveau von Weiß wird verringert



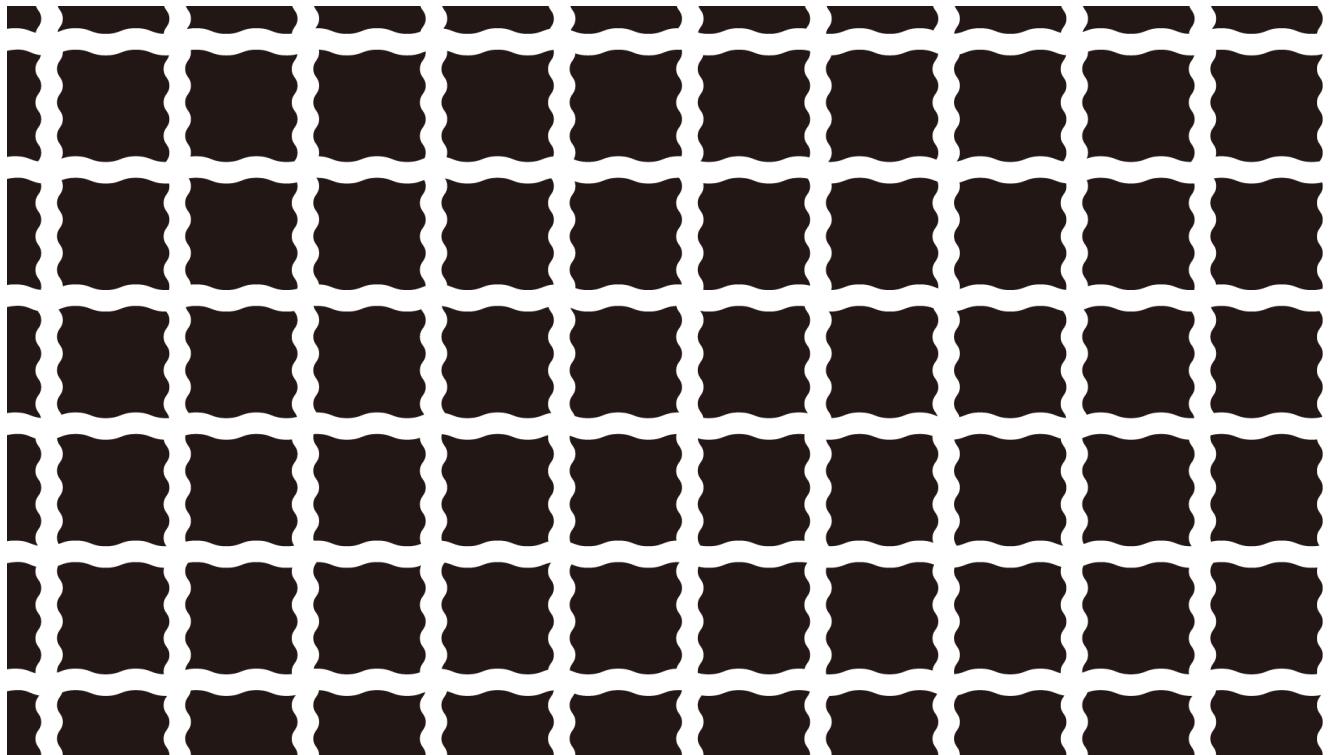
Kontrast – Hermann Gitter

Fovea (Blickfeld)
Kleines rezeptives Feld:
Keine Hemmung



Höhere Hemmung: dunkler wahrgenommen

Ist das Hermann Gitter damit erklärt?

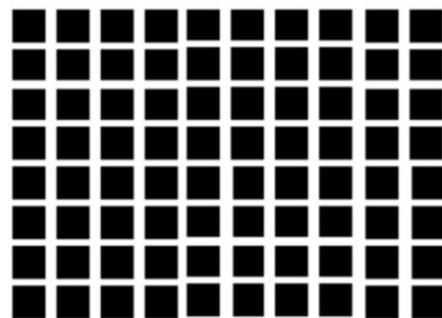


Verzerrungen reduzieren
den Wahrnehmungseffekt

Fehlinterpretationen bzw. Täuschungen



Mach'sche Bänder



Hermann-Gitter

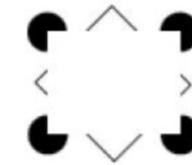
Ein mit dem Auge fixierter Kreuzungspunkt erscheint weiß, die Kreuzungspunkte am Rande des Gesichtsfeldes dagegen grau.



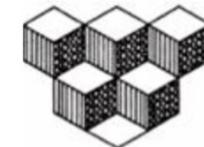
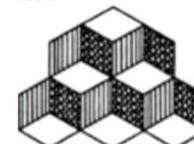
Rubinscher Pokal



Junge oder alte Frau?



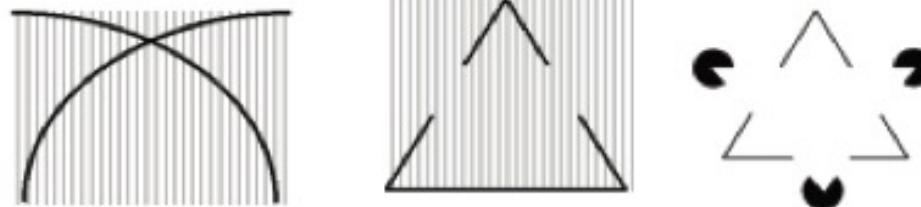
Durch die besond. Form der schwarzen Objekte erkennt man ein weißes Rechteck (obwohl dieses nicht vorhanden ist)



Was wir wahrnehmen, muss nicht unbedingt mit dem Bild auf der Netzhaut übereinstimmen

Higher Level Vision: Visuelle Wahrnehmung

- Basierend auf Training: Kultur, Kontext abhängig
- Fokus der visuellen Aufmerksamkeit
- Objekt-/ Mustererkennung



Thatcher Illusion

- Was ist hier falsch?



Source: R. Stiefelhagen,
http://cvhci.ira.uka.de/download/visionhci09/2009-WS_V10_FaceRec01.pdf

Thatcher Illusion

- Was ist hier falsch?



Source: R. Stiefelhagen,
http://cvhci.ira.uka.de/download/visionhci09/2009-WS_V10_FaceReco1.pdf

Farbsehen

„Die Farben, die du siehst, sind wirklich in dir“

Farbe ist keine physikalische Eigenschaft

- Spektrale Strahlung und Reflexion sind physikalische Eigenschaften
- Farbe ist das, was einem menschlichen Beobachter unter jeder Bedingung in den Sinn kommt
- Dennoch ist Farbe mit einer physikalischen Eigenschaft verbunden

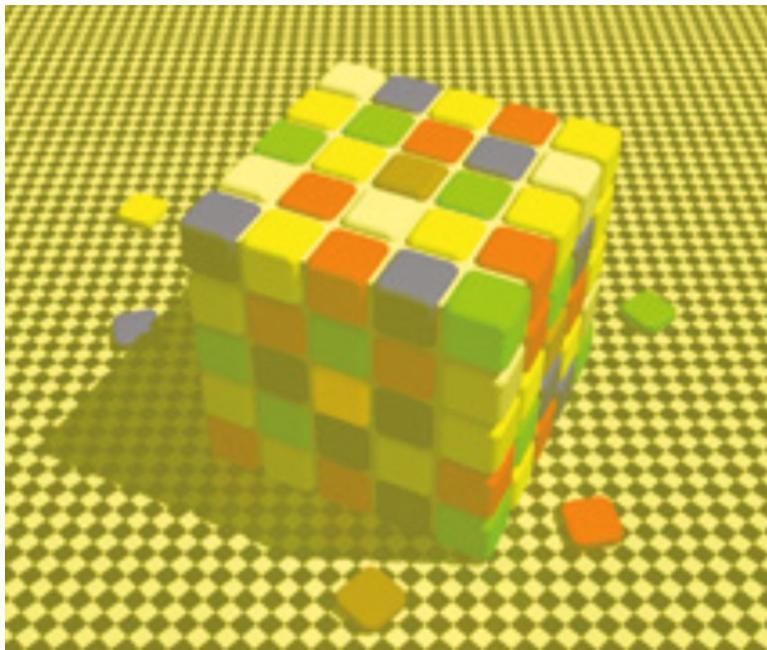


“The dress”

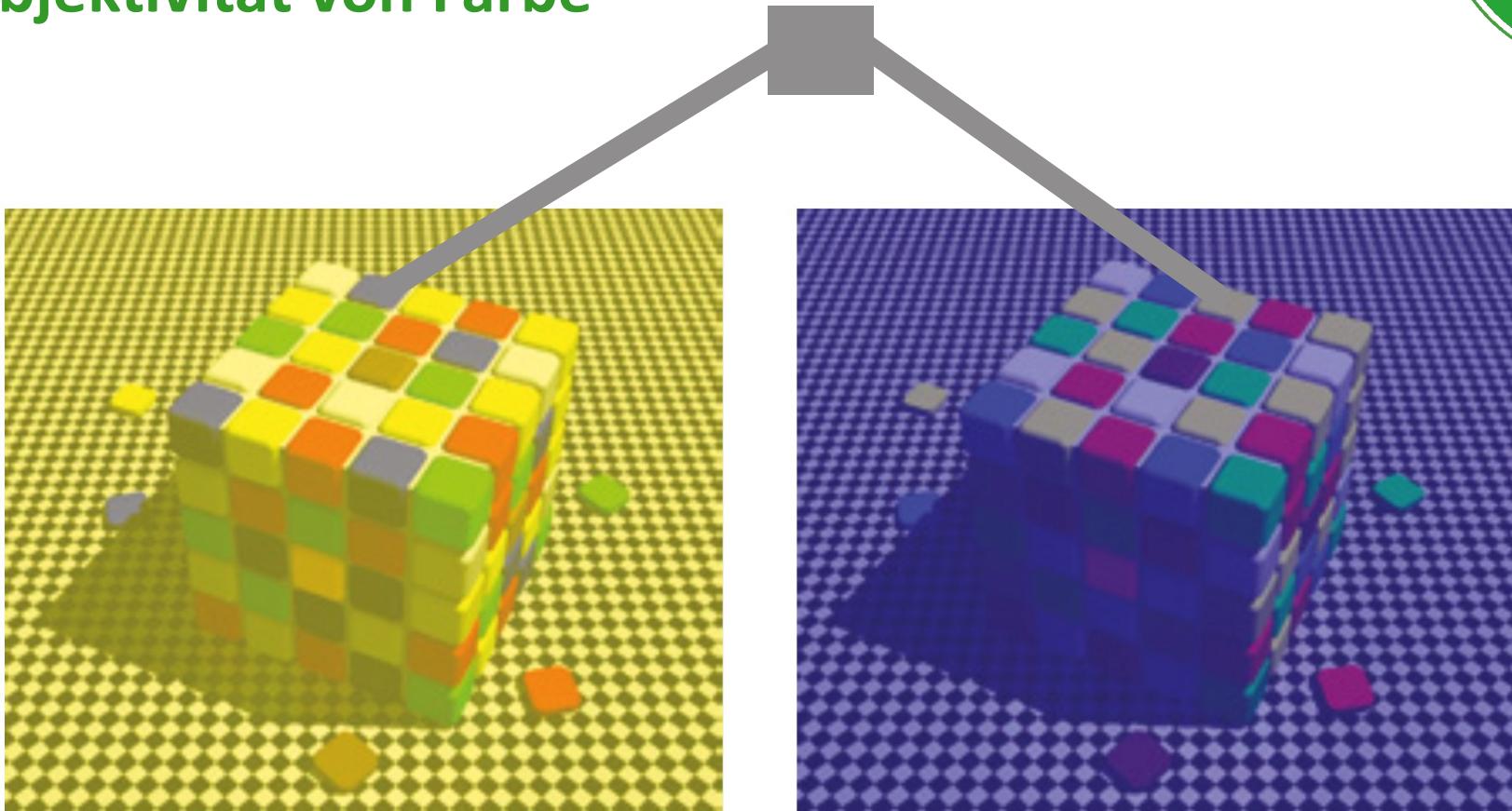
ein Bild, zwei verschiedene Wahrnehmungen:
blau-schwarz vs. weiß-gold

Subjektivität von Farbe

- Physikalisch identische „Farben“ (= ein Lichtspektrum) können als unterschiedliche Farben wahrgenommen werden

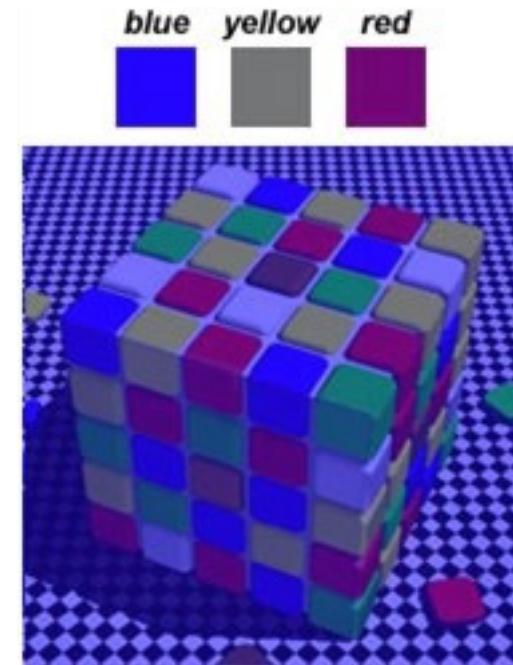
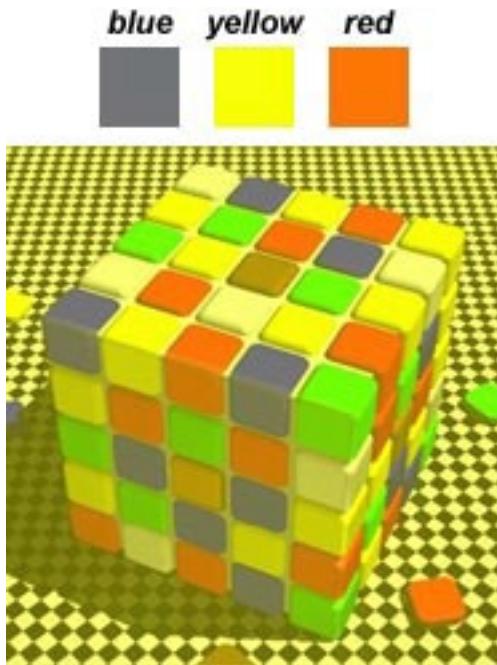


Subjektivität von Farbe



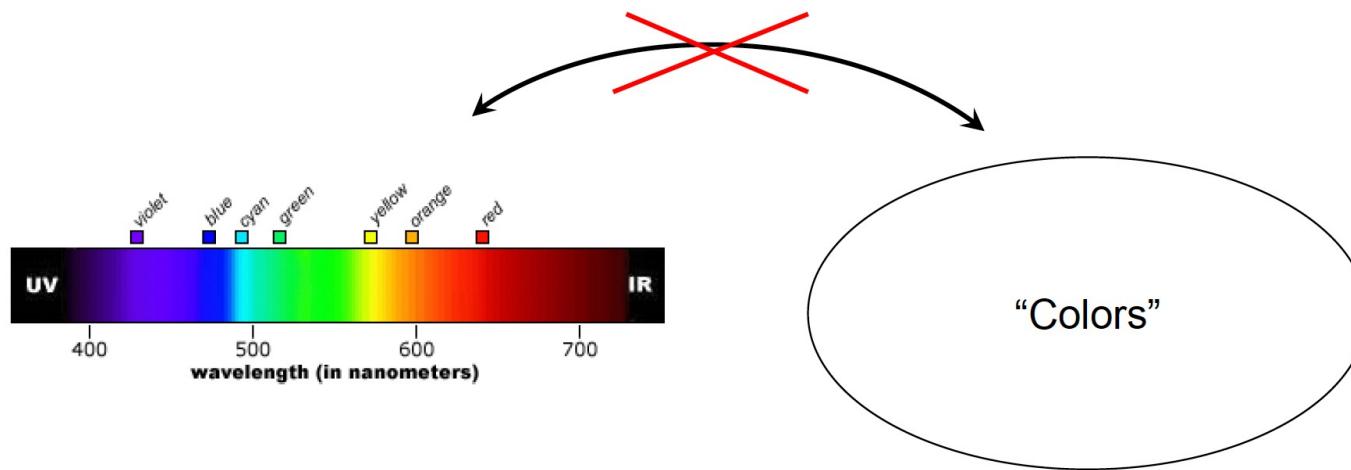
Subjektivität von Farbe

- Physikalisch unterschiedliche „Farben“ können als dieselbe Farbe wahrgenommen werden



Purves & Lotto (2003)

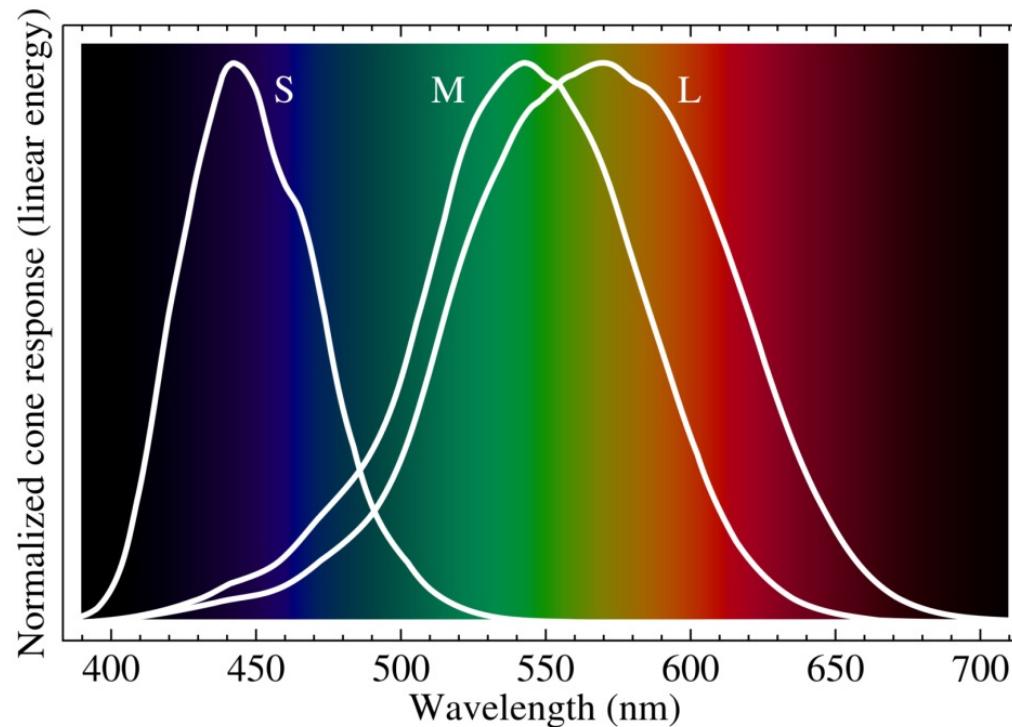
Farbe ist nicht die Wellenlänge



- Es gibt Farben, die nicht durch eine einzelne Wellenlänge dargestellt werden können („extraspektrale“ Farben).
- Verschiedene Kombinationen von Wellenlängen (Spektrum) können als dieselbe Farbe wahrgenommen werden.
- Dasselbe Spektrum kann als verschiedene Farben wahrgenommen werden.

Grundlage des Farbsehens: drei Zapfentypen

Die meisten Säugetiere
sind Dichromaten

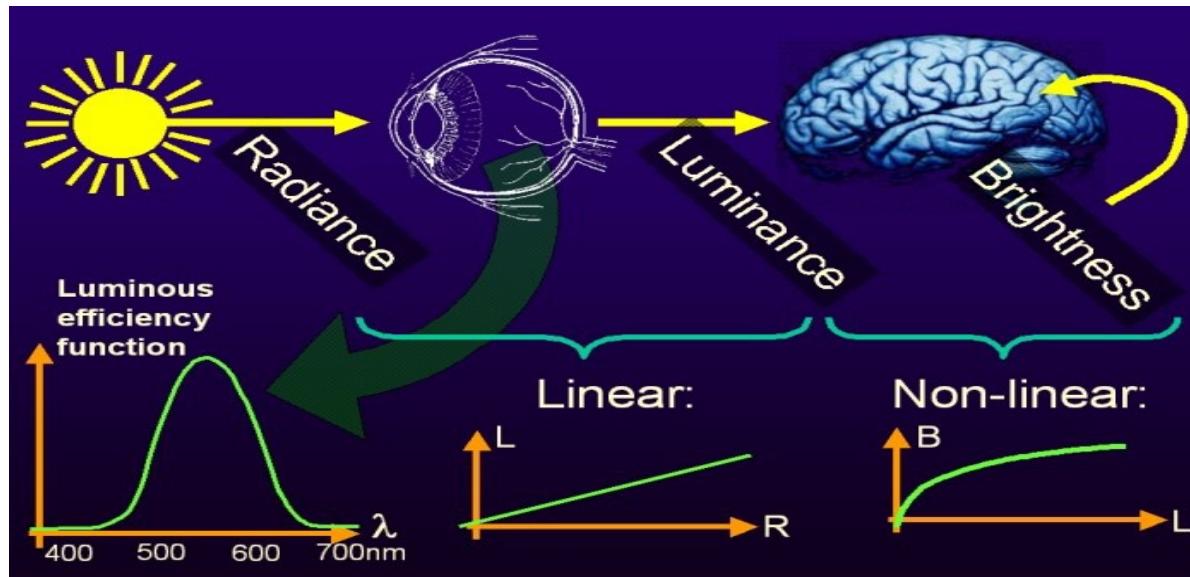


Strahlung, Leuchtdichte, Helligkeit

Terminologie: Strahlung, Leuchtdichte, Helligkeit

Strahlung

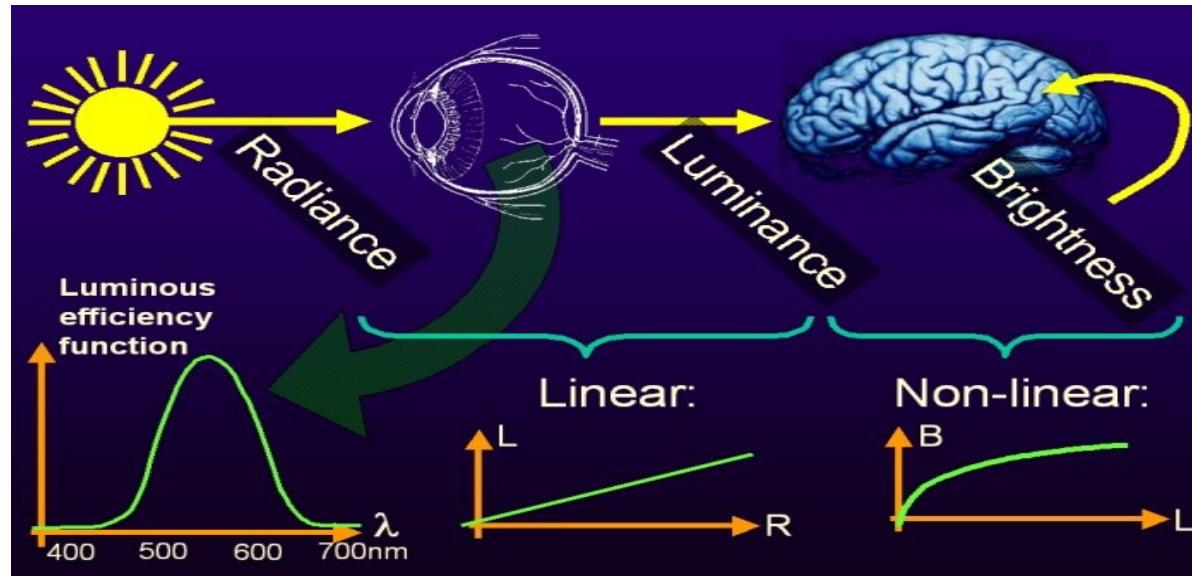
Strahlung, die von einer Oberfläche ausgestrahlt, reflektiert, übertragen oder empfangen wird



Terminologie: Strahlung, Leuchtdichte, Helligkeit

Leuchtdichte

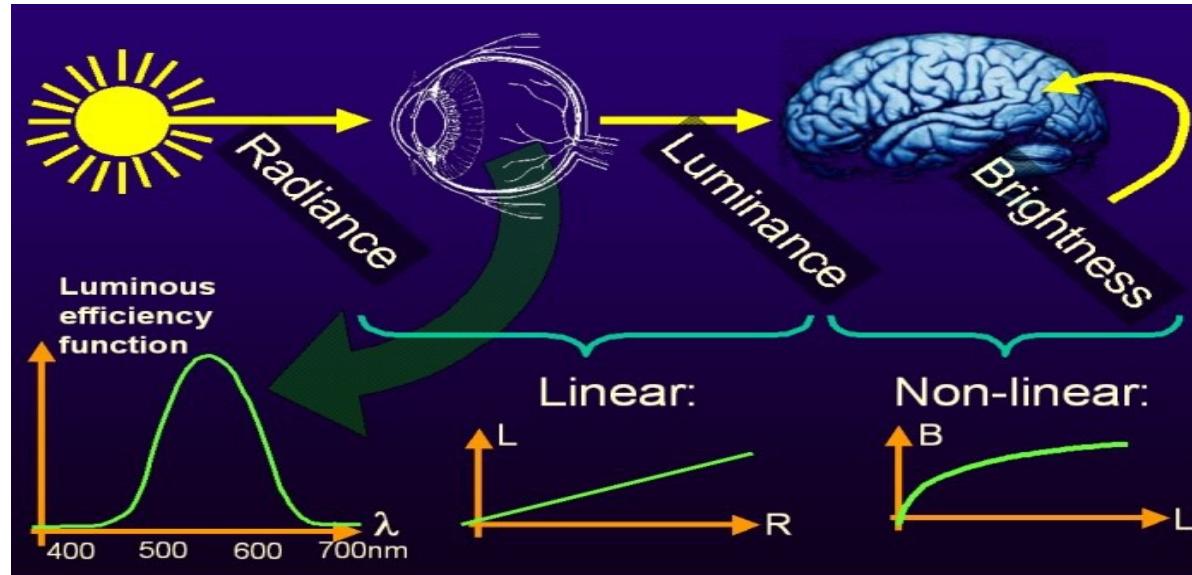
Strahldichte „korrigiert“ durch die Sichtbarkeit jeder Wellenlänge für den „durchschnittlichen Menschen“



Terminologie: Strahlung, Leuchtdichte, Helligkeit

Helligkeit

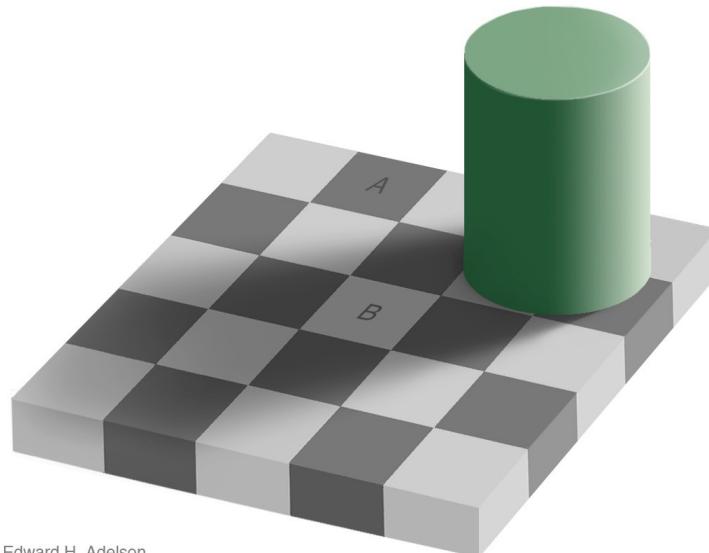
- Wahrnehmung, die durch die Leuchtdichte eines visuellen Ursprungs hervorgerufen wird
- Die Helligkeit kann selbst bei Flecken mit gleicher Leuchtdichte variieren



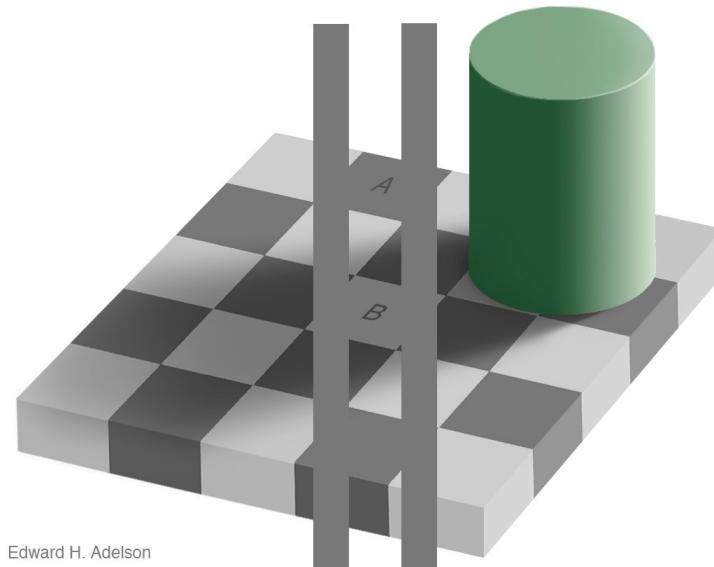
Terminologie: Strahlung, Leuchtdichte, Helligkeit

Helligkeit

- Wahrnehmung, die durch die Leuchtdichte eines visuellen Ursprungs hervorgerufen wird
- Die Helligkeit kann selbst bei Flecken mit gleicher Leuchtdichte variieren



Edward H. Adelson



Edward H. Adelson

Farbblindheit

- Farbblindheit wurde erst im 18. Jahrhundert erkannt.
- Anomale Trichromatie: teilweise Fehlfunktion der L- (Protanopie), M- (Deutanopie) und S-Zapfen (Tritanopie)
- Dichromasie: vollständiger Verlust eines Zapfentyps
- Monochromasie: vollständiger Verlust zweier Zapfentypen (extrem selten)



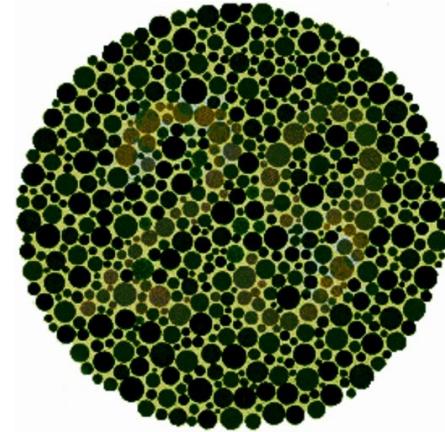
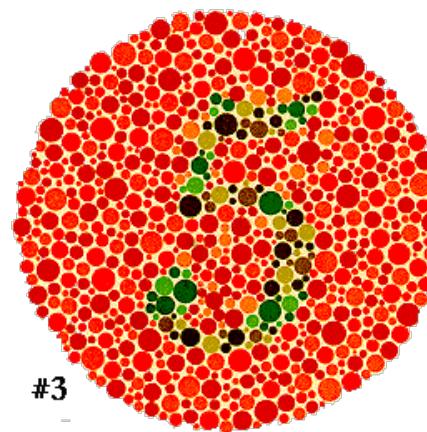
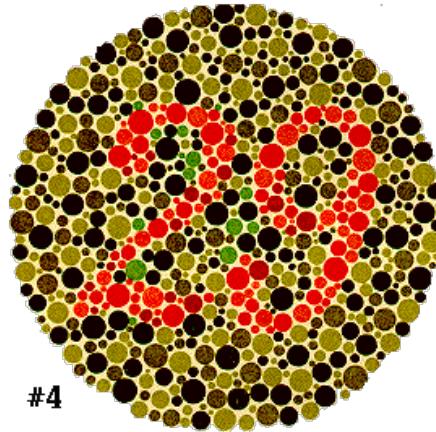
Normales Sehen



Deutanopia

Farbblindheit

- Nicht so selten (besonders bei Männern)
- Unterschiede in der Rot-Grün-Achse können für Personen, die keine „perfekten“ Zapfen haben, schwer zu erkennen sein.
- Farbuniverselles Design



Tiefenwahrnehmung

Tiefenhinweise

- Monokulare Tiefenhinweise (ein Auge)
 - Bildliche Hinweise
 - Bewegungshinweise
- Binokulare Tiefenhinweise (zwei Augen)



Monokulare Tiefenhinweise (1)



Licht und Schatten



Perspektive

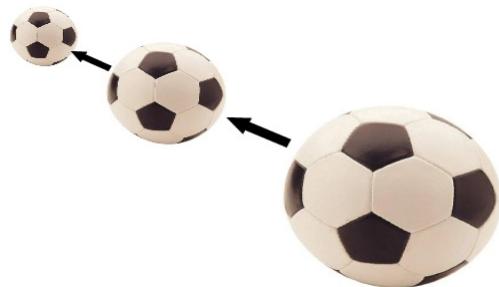


Bekannte Größe



Relative Größe

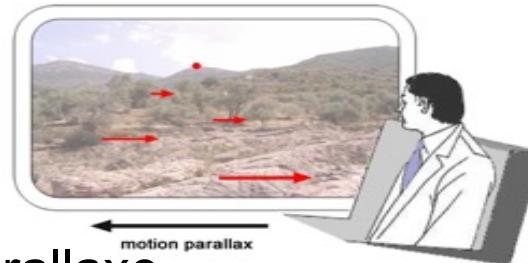
Monokulare Tiefenhinweise (2)



Interposition / Verdeckung



Depth cueing



Bewegungsparallaxe

Monokulare Tiefenhinweise (3)



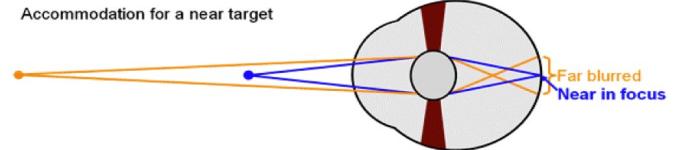
Textur Gradient



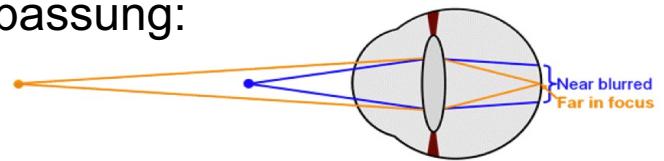
Schärfe/ Unschärfe



Luftperspektive



Visuelle Anpassung:



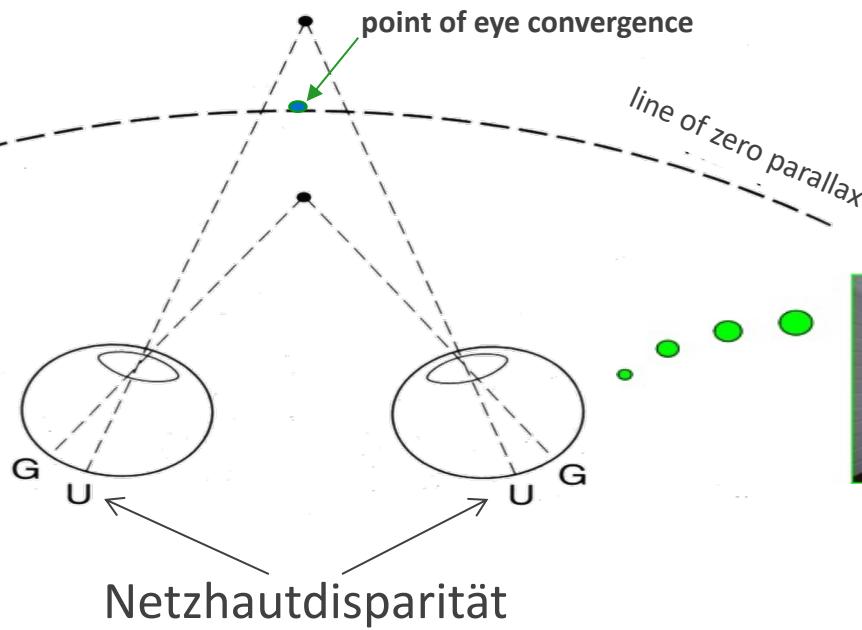
Stereoskopie

Konvergenz und Stereopsis:



positive parallax

negative parallax

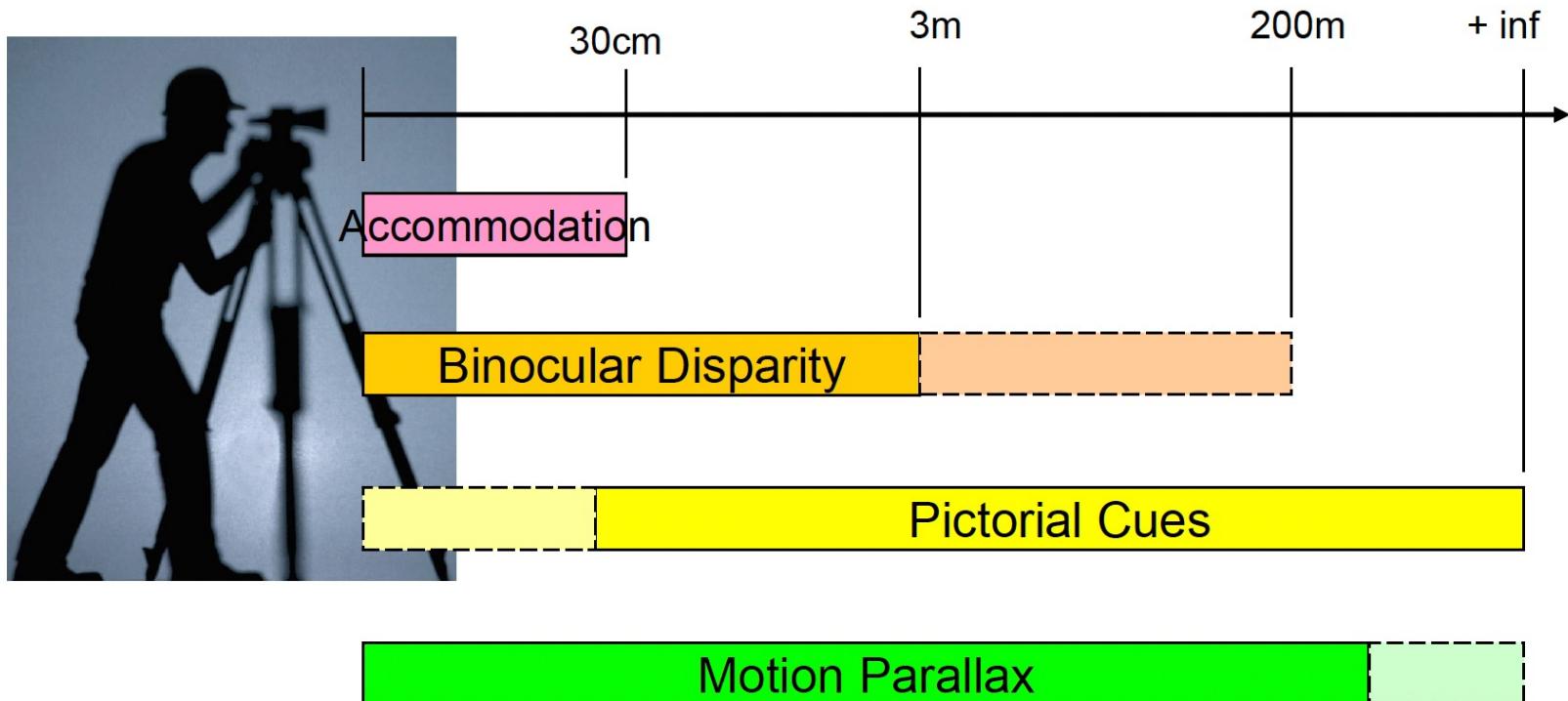


line of zero parallax

Netzhautdisparität

Tiefenwahrnehmung

HVS misst Tiefe unterschiedlich abhängig von der Entfernung

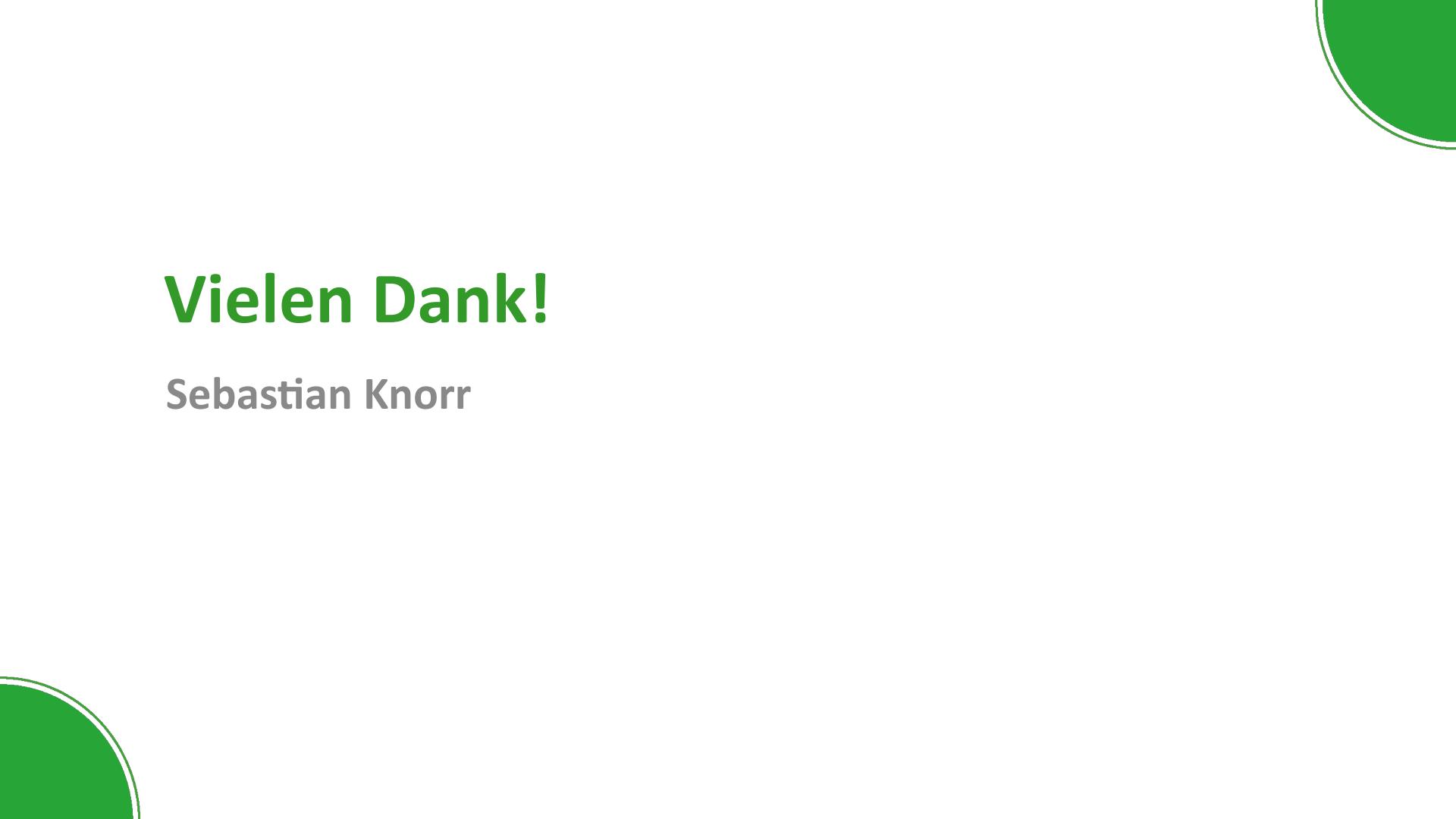


Lernziele

- Verständnis für Licht/ Strahlung
- Verständnis für das menschliche Sehvermögen
- Verständnis für die menschliche Wahrnehmung
 - u.a. Farbsehen und Tiefenwahrnehmung



Nächste Vorlesung: Farbe und Farträume



Vielen Dank!

Sebastian Knorr