

# **Größen- und Tiefenwahrnehmung**

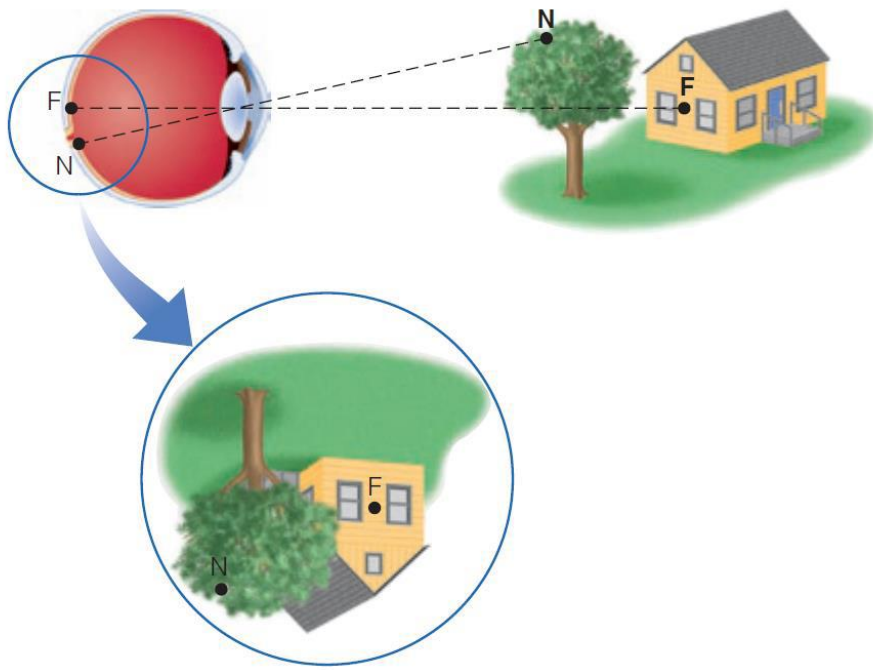
---

# Tiefenhinweisreize

---

Das Abbild auf der Retina ist zweidimensional, das gleiche Abbild enthält aber Hinweisreize, die dem Menschen Tiefensehen ermöglichen

- Okulomotorisch
- Monokular
- Binokular (Disparität)



# Okulomotorische Tiefenhinweisreize

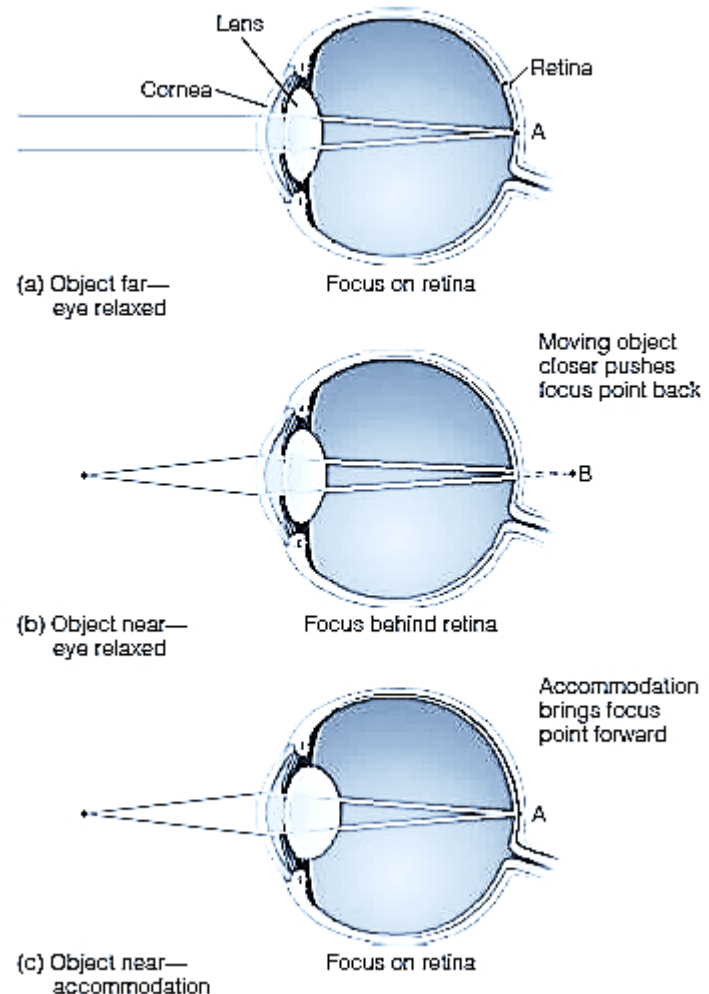
---

- Fähigkeit, einerseits die Position unserer Augen und andererseits die Spannung unserer Augenmuskeln wahr zu nehmen (Physiologische Hinweisreize)
- Unser Gehirn ist in der Lage, Anspannung der Augenmuskulatur als Nähe und Entspannung als Tiefe zu interpretieren (Konvergenz)
  - Bei naher Betrachtung konvergieren die Augen und wir spüren eine gewisse Spannung unserer Augenmuskulatur
  - Mit der Entfernung eines Objektes divergieren unsere Augen und die Spannung der Augenmuskulatur löst sich



# Okulomotorische Tiefenhinweisreize

Zusammenhang zwischen  
der Entfernung eines  
Gegenstandes vom Auge  
und der Wölbung der  
Augenlinsen  
(Akkommodation)

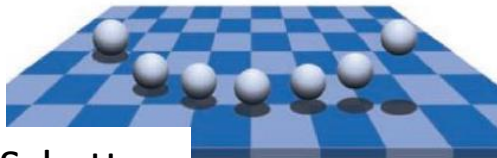


# Monokulare Tiefenhinweise

Konvergenz



Größenverhältnisse



Schatten



Licht

Texturen



# Monokulare Tiefenhinweise

---

Relative Größe



Verdeckung (Okklusion)



Relative Höhe

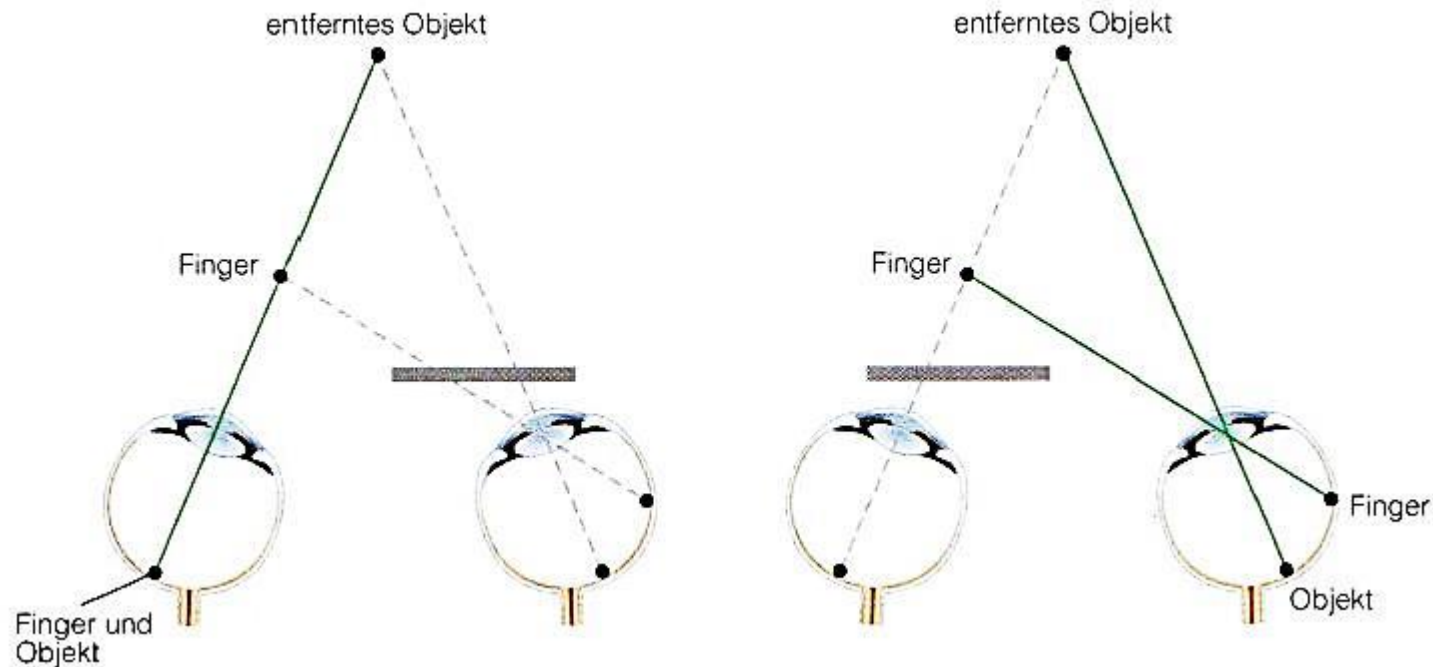


Atmosphärische Perspektive



# Binokulare Disparität

- Fingertest -> Beim Wechseln von der Betrachtung eines Objektes mit dem linken auf das rechte Auge, scheint sich der Finger relativ zum Objekt nach links zu bewegen
- Abbilder auf der Retina unterschiedlich -> Querdysparität

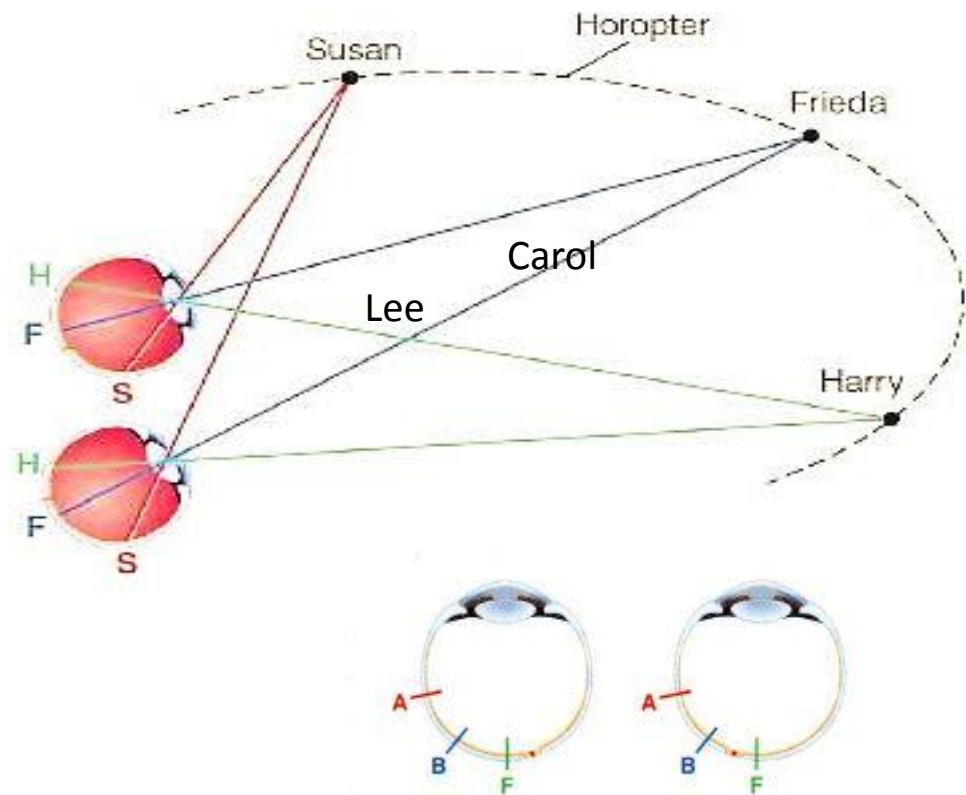




# Binokulare Disparität

- Horopter: Gesamtheit der Punkte, die bei einer festen Augenstellung in beiden Augen auf korrespondierende Stellen der Netzhaut abgebildet werden
- Frieda wird fokussiert und auf der Fovea (F) abgebildet

Susan und Harry liegen in der Peripherie, aber auf dem Horopter, so dass sie auf korrespondierenden Netzhautpunkten (H und S) abgebildet werden

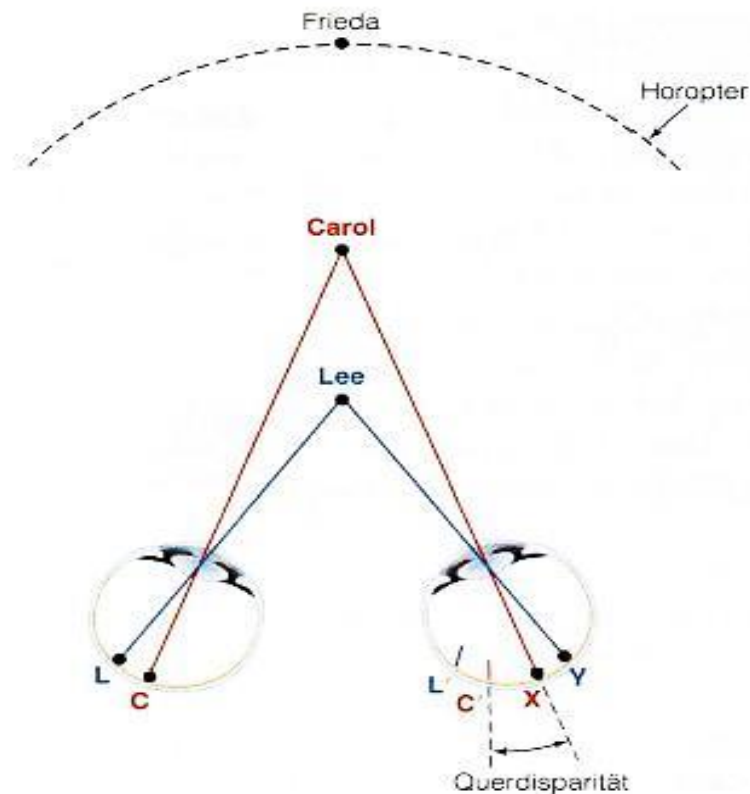


Korrespondierende Netzhautpunkte



# Querdisparität

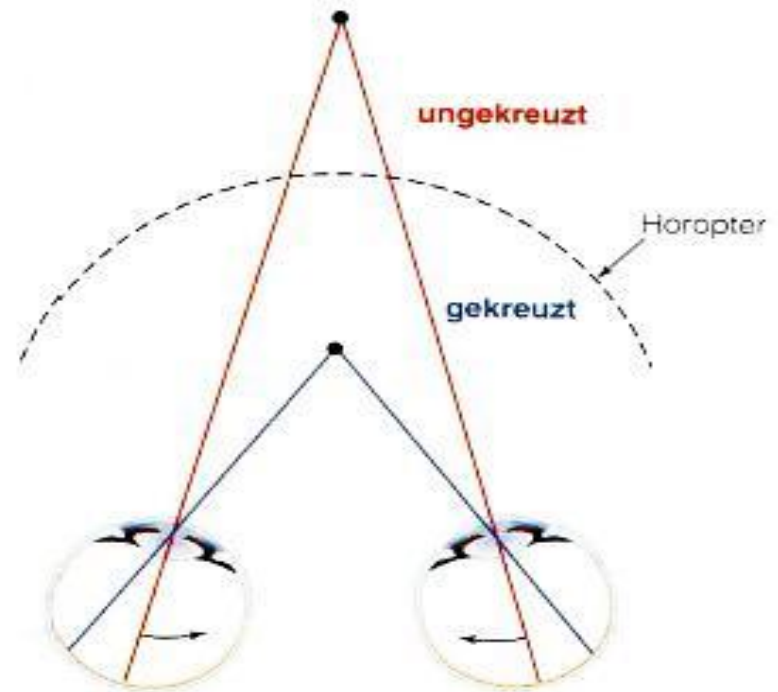
- Objekte werden nicht auf korrespondierenden Netzhautpunkten abgebildet (Disparate Abbilder)
- Querdisparität: Distanz zwischen korrespondierten und nicht korrespondierten Punkt - > je weiter vom Horopter entfernt, desto größer



# Querdisparität

Woher weiß das Gehirn, ob das nicht fokussierte Objekt hinter oder vor dem fokussierten Objekt ist?

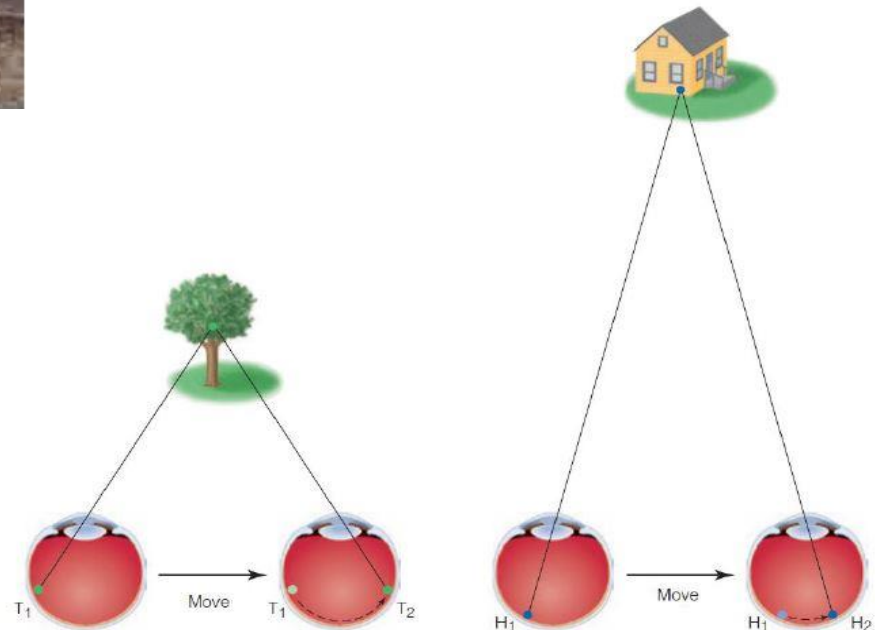
- Gekreuzter Querdisparation: Objekte liegen vor dem Horopter und fallen somit auf den äußeren Randbereich der Netzhaut (Beispiel Fingertest)
- Ungekreuzter Querdisparation: Objekte liegen hinter dem Horopter und somit fallen auf den inneren Randbereich der Netzhaut



# Bewegungsinduzierte Tiefenreize



Bewegungsparallaxe: Nahe  
Objekte ziehen an einem vorbei  
als weiter entfernte



# Bewegungsinduzierte Tiefenreize

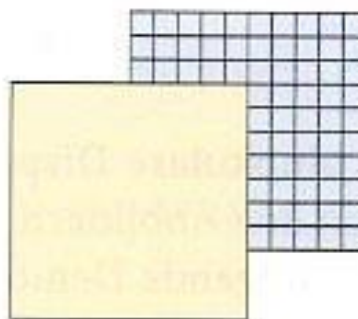
---

Forschreitendes Zu- oder Aufdecken von Flächen



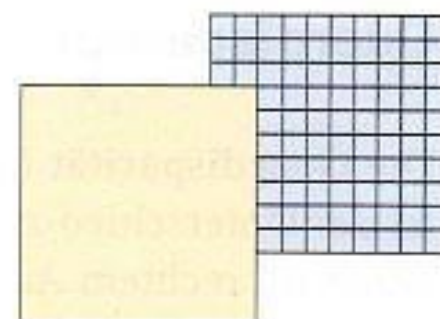
**fortschreitendes  
Zudecken**  
Beobachter bewegt  
sich nach links

b)



**Ausgangsposition  
des Beobachters**

a)



**fortschreitendes  
Aufdecken**  
Beobachter bewegt  
sich nach rechts

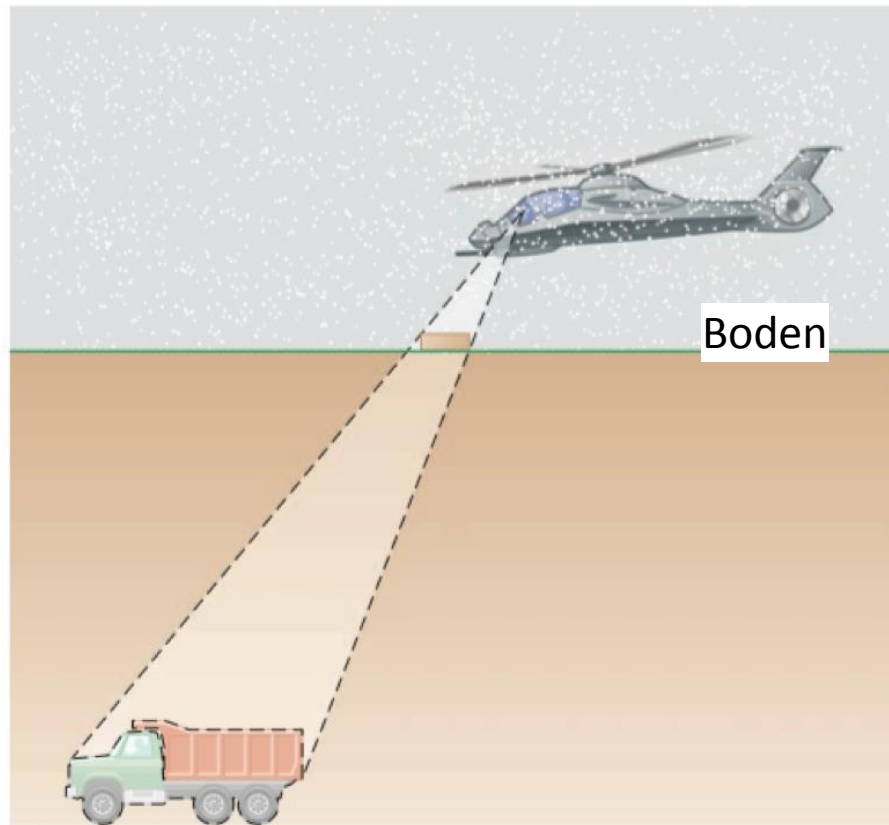
c)

# Größenhinweisreize

---

Die Größe eines Objekts kann falsch wahrgenommen werden, wenn Tiefeninformationen fehlen

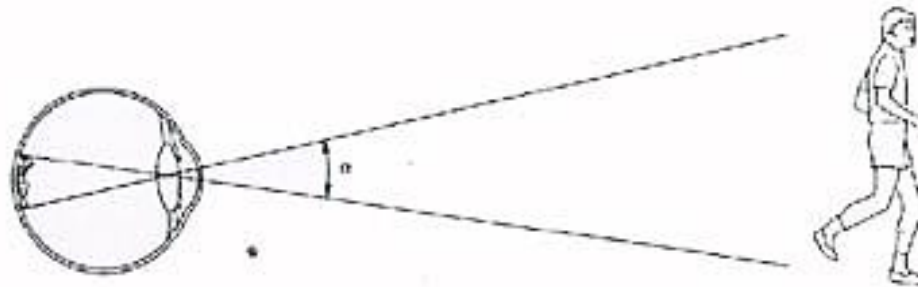
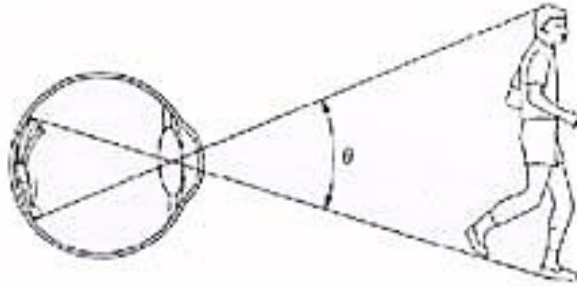
Beispiel Whiteout:  
Durch fehlende  
Tiefeninformationen  
wird eine kleine  
Schachtel in der  
Größe eines LKWs  
wahrgenommen



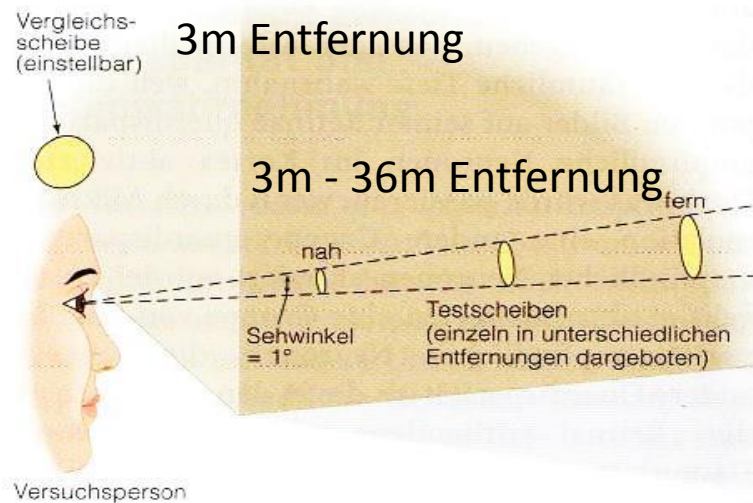
# Sehwinkel

---

- Die Größe eines Netzhautbildes eines fixierten Gegenstandes ändert sich in Abhängigkeit von dessen Entfernung zum Betrachter
- Die Größe von Sehwinkel und Netzhautbild stehen direkt miteinander in Beziehung



# Sehwinkel



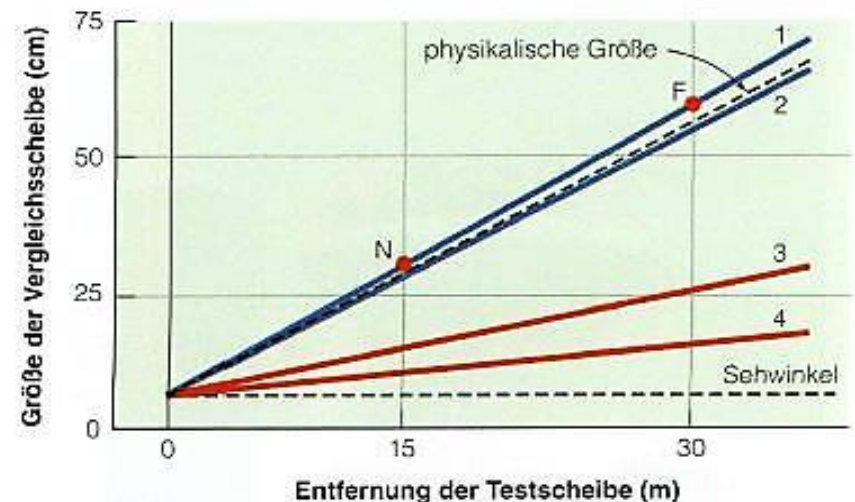
Experiment: Testpersonen sollen die Größe einer Vergleichsscheibe zu einer Testscheibe abschätzen (Holway und Boring, 1941)

Größe der Testscheiben bei ausreichenden Tiefenhinweisen abzuschätzen (1)

Mit einem Augen (2)

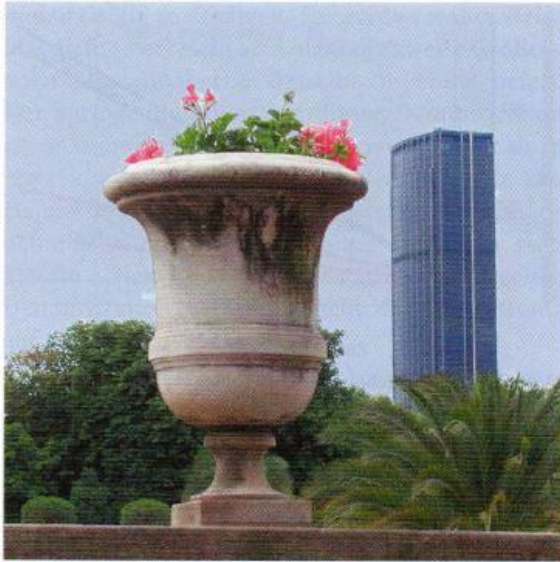
Lochblende (3)

Vorhänge zur Vermeidung von Reflexionen (4)



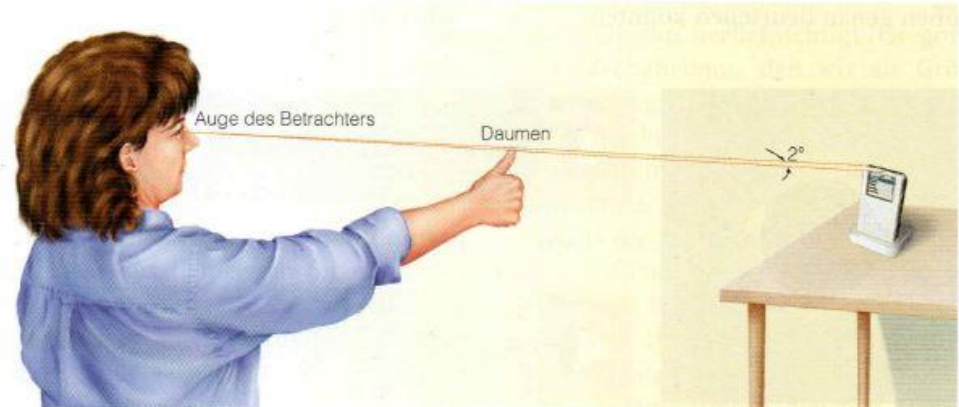


# Sehwinkel



Gleicher Sehwinkel führt bei unterschiedlichen Distanzen zu gleich großem Abbild auf die Retina -> Wahrnehmung gleicher Objektgröße obwohl physikalisch unterschiedlich

Bestimmung des Sehwinkels: Ein vom Daumen abgedecktes Objekt hat einen Sehwinkel von ca.  $2^\circ$



# Größenkonstanz

Größen können auch bei unterschiedlichen Entfernungen konstant wahrgenommen werden (unterschiedlich großes Abbild auf der Retina)

- Gehirn verrechnet die wahrgenommene (abgeschätzte) Distanz und Abbild auf der Retina (Größen-Distanz-Skalierung) - Emmert'sches Gesetz: Je weiter eine Nachbild entfernt, desto größer ist es
- Tiefeninformationen (Erfahrungswerte) werden bei der Abschätzung der Größe einbezogen



Relative Größe



Textur

# **Stereoskopisches Sehen**

---

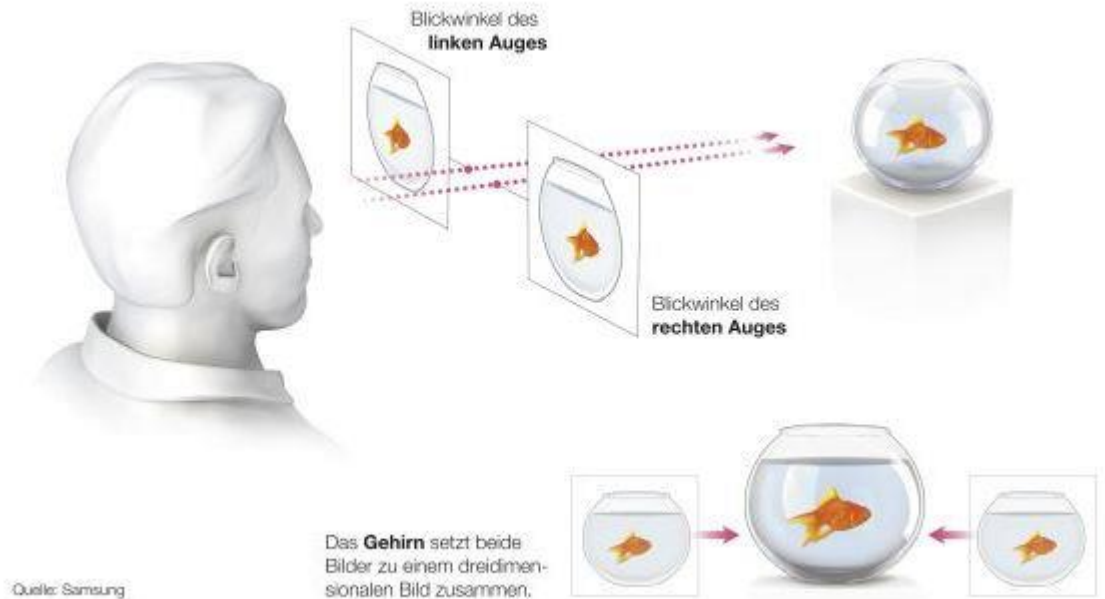
# Stereoskopie

---

- Stereoskopie kommt aus dem griechischen, *stereo* = räumlich, *skopein* = sehen
- Ziel der Stereoskopie ist es, 3d Fotografien und Filme zu erzeugen und so das räumliche Sehen des Menschen nachzubilden
- Es werden paarweise Bilder getrennt für jedes Auge erzeugt -> stereoskopischen Halbbilder
- Auf beiden Bildern wird das gleiche Motiv abgebildet, jedoch sind die Halbbilder zueinander gering seitenverschoben -> stereoskopische Deviation
- Augenabstand bzw. der Abstand zwischen den Halbbildern -> Stereobasis

# Stereoskopie

- Wird ein Gegenstand betrachtet, so sieht, bedingt durch den Abstand der Augen, das linke Auge das Objekt aus einem geringfügig anderen Winkel als das rechte Auge (Parallaxe)
- Eine normales Foto kann nur die Sicht eines einzelnen Auges wiedergeben. Um ein stereoskopisches Bild zu erzeugen, muss man jedem Auge ein separates Bild anbieten
- Das Gehirn erzeugt aus binokulare Tiefeninformationen (binokulare Disparität) ein dreidimensionales Bild



# Kameratechnik

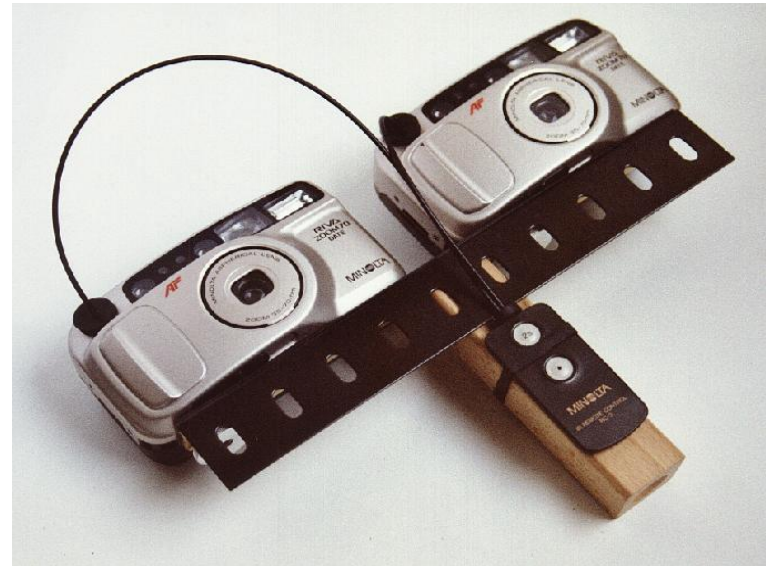
---

- Um die stereoskopischen Halbbilder zu erstellen gibt es grundsätzlich drei verschiedene Möglichkeiten:
  - Stereokamera
  - Parallel – Montage zweier Kameras
  - Sequentielle Aufnahme der stereoskopischen Halbbilder

Stereokamera



Montage

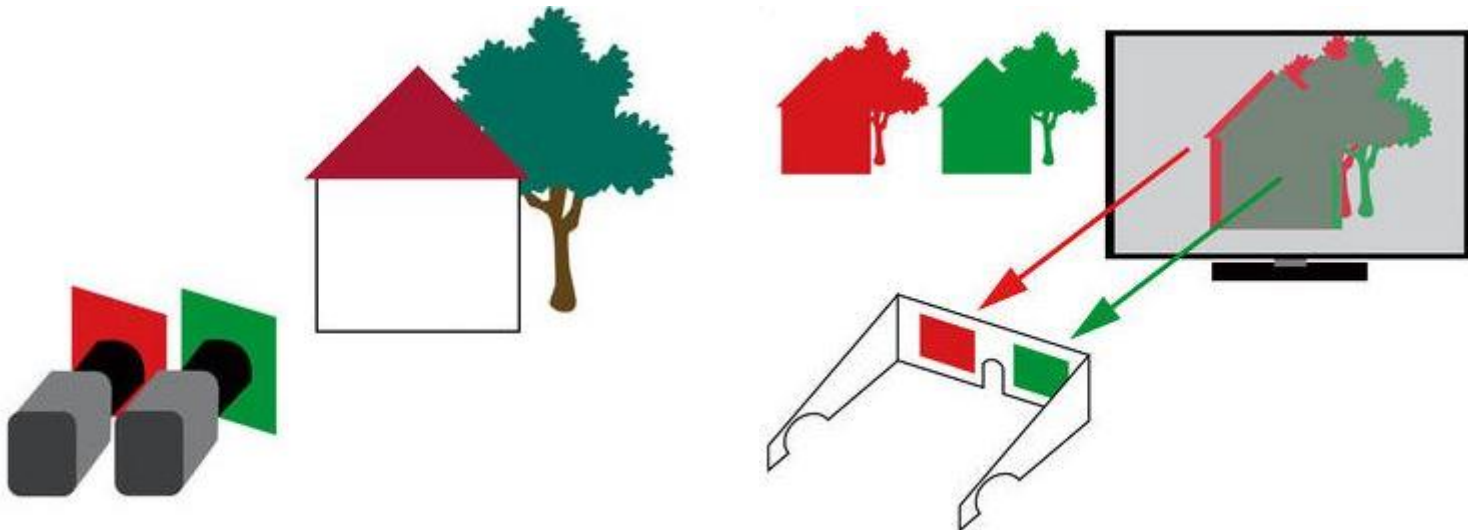




# Anaglyphen-Technik

---

- Rot-Grün-Technik: Beide Halbbilder werden in einem gemeinsamen Bild zusammen geführt, was durch eine Rot-Grün-Brillen oder Polfilter-Brillen geschehen
- Trennung der beiden stereoskopischen Sequenzen erfolgt über komplementäre Farbfilter (rot-grün, rot-blau oder rot-cyan)
- Farbgebung ist durch die Farbfiltertechnik eingeschränkt und eine konsequente Bildtrennung nicht gewährleistet

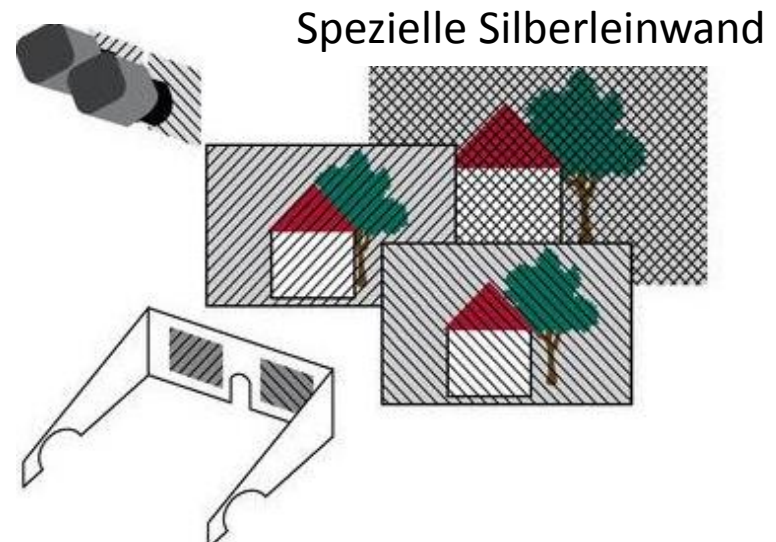




# Polarisations-Technik

---

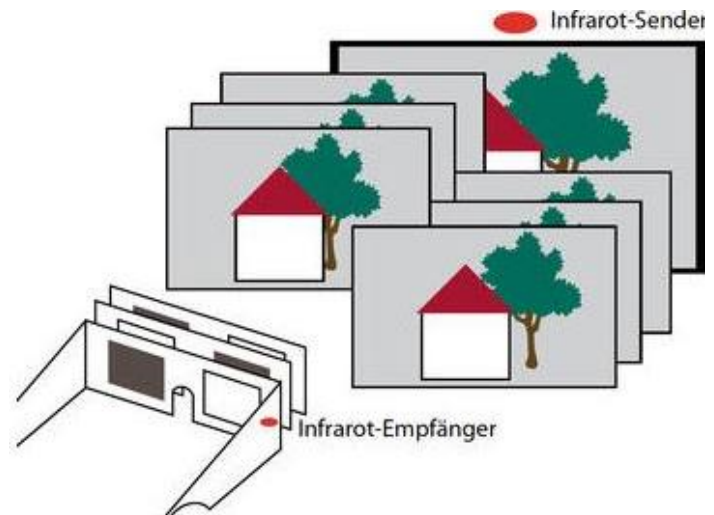
- Trennung der Bilder durch polarisiertes Licht, d.h. dass Lichtwelle wird dabei eine bestimmte Schwingungsrichtung
- Linear polarisiertes Licht: Schwingung nur in eine bestimmten Richtung bzw. Ebene
- Zwei Projektoren (Polarisationsfilterfolien), die z.B. das Licht des linken Bildkanals so polarisiert, dass es in einer Ebene senkrecht zur Ebene des rechten Bildkanals schwingt
- Vor allem im Kinobereich (IMAX) zu finden



# Shutter- oder Zeitmultiplextechnik

---

- Bilder abwechselnd für das linke und rechte Auge in hoher Bildwiederholfrequenz von 144 Hertz nacheinander
- Infrarotsignal steuert die Bildfrequenz der Sequenzen für das linke Auge und der Sequenzen fürs rechte Auge (gleiche Bildwiederholfrequenz, getrennt)
- Abwechselndes Abdunkeln des linken und rechten Brillenglases gesteuert über ein Infrarotsignal, das vom Projektor, Monitor oder Abspielmedium übertragen wird
- Kleinere 3D Kinos, die zwischen 2D- und 3D-Projektion wechseln, HomeCinema Bereich für die Wiedergabe auf Plasma- und LCD-Monitoren



# Probleme bei der Fusionierung der Inhalte

---

- Fehler in der Vergenz (optischen Achsen sind fehlerhaft konvergent oder divergent angeordnet)
- Höhenfehler (optischen Achsen sind so gegeneinander verkippt, dass es einen Höhenversatz zwischen rechtem und linke Bild gibt)
- Rotationsfehler (rechtes und linkes Bild sind zueinander verdreht)
- Unterschiedliche Vergrößerung zwischen rechtem und linkem Bild
- nicht synchron verlaufender Fokussierung
- Unterschiedliche Helligkeits-, Kontrast- oder Farbeinstellungen
- Ungeeignete Stereobasis (Augenabstand)
- Perspektivische Verzerrung

**Fragen?**

---