

Wahrnehmung von Tiefe und Größe

Kognitiv-psychologische Grundlagen

Literatur: E. Bruce Goldstein. Wahrnehmungspsychologie. 7 Aufl. 2008.
Spektrum-Verlag. ISBN 978-3-8274-1766-4

Donnerstag, 19. April 2012

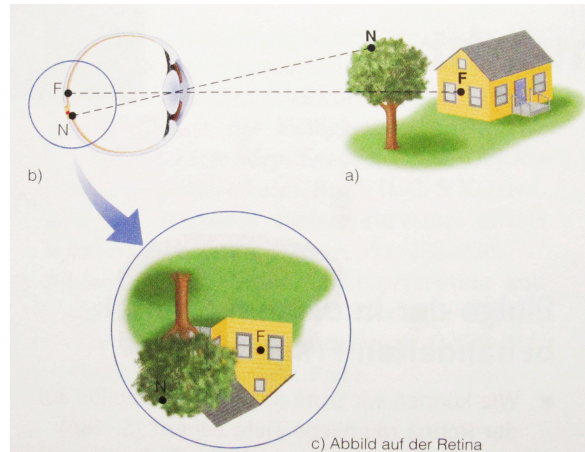
Grundlagen der Wahrnehmung von Tiefe

Übersicht zur Tiefenwahrnehmung

- Okulomotorische Tiefenreize
- Monokulare Tiefenreize
- Binokulare Informationen über räumliche Tiefe
- Die Physiologie der Tiefenwahrnehmung

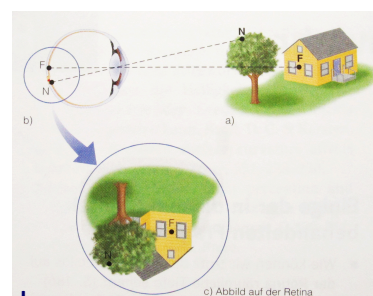
Wahrnehmung räumlicher Tiefe

- 2-dimensionales Abbild auf der Retina
- Punkte N und F, Lichtstrahlen von zwei Punkten aus der Welt



Wahrnehmung räumlicher Tiefe

- Welche Informationen in einem zweidimensionalen Retinabild ermöglichen die Wahrnehmung räumlicher Tiefe in einer Szene?
- Untersuchung der Tiefenreize.
- Ein Signal für einen Tiefenreiz ist das Verdecken (Okklusion).



Tiefenreize

- Okulomotorische Tiefenreize. Stellung der Augen und Spannung der Augenmuskeln
- Monokulare Tiefenreize. Nutzung auch mit nur einem Auge möglich
- Binokulare (oder stereoskopische) Tiefenreize. Gleichzeitige Wahrnehmung mit beiden Augen

Okulomotorische Tiefenreize

Okulomotorische Tiefenreize entstehen

1. durch Konvergenz, die nach innen gerichtete Bewegung der Augen beim Betrachten eines nahen Objektes
2. durch Akkommodation, die Veränderung der Form der Augenlinse beim Fokussieren von Objekten in unterschiedlicher Distanz.

Donnerstag, 19. April 2012 Grundlagen der Wahrnehmung von Tiefe

Fokussierung - Akkommodation

The diagram illustrates the process of accommodation in the human eye. It shows two scenarios: (a) viewing a distant object with a relaxed eye, where light rays focus exactly on the retina; and (b) viewing a near object with a relaxed eye, where light rays focus in front of the retina. A third diagram shows the eye accommodating for the near object by increasing the lens's refractive power, moving the focal point onto the retina.

a) entferntes Objekt – Auge entspannt
Bildebene auf der Retina

b) nahes Objekt – Auge entspannt
Bildebene hinter der Retina

c) nahes Objekt – Auge akkomodiert
Bildebene auf der Retina

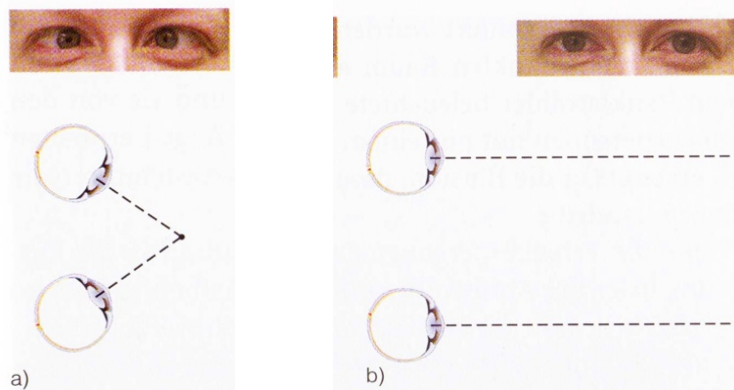
Labels in the diagrams: Linse, Hornhaut (Cornea), Retina.

Donnerstag, 19. April 2012 Grundlagen der Wahrnehmung von Tiefe

Experiment – Demonstration der Okulomotorik

Betrachten Sie Ihren Finger, wenn Sie diesen auf Armeslänge von sich halten. Bewegen Sie dann den Finger langsam auf die Nase zu und achten Sie dabei auf die zunehmende Anspannung im Inneren Ihrer Augen.

Konvergenz



Konvergenz und Akkommodationen sind als Tiefenreize bis zu einer Armeslänge nützlich, wobei die Konvergenz überwiegt (Cutting & Vishton 1995)

Monokulare Tiefenreize

Monokulare Tiefenreize können auch nur von einem Auge genutzt werden. Sie umfassen:

- okulomotorische Tiefenreize (Akkommodation und Konvergenz),
- **bildbezogene Tiefenreize** und
- **bewegungsinduzierte Tiefenreize**

Bildbezogene Tiefenreize

.. sind Quellen von Informationen über räumliche Tiefe, die in einem zweidimensionalen Bild dargestellt werden können.

- Verdeckung
- Relative Höhe/Größe
- Perspektivische Konvergenz
- Vertraute Größe
- Atmosphärische Perspektive
- Textur
- Schatten

Verschiedene bildbezogene Tiefenreize



Vertraute Größe



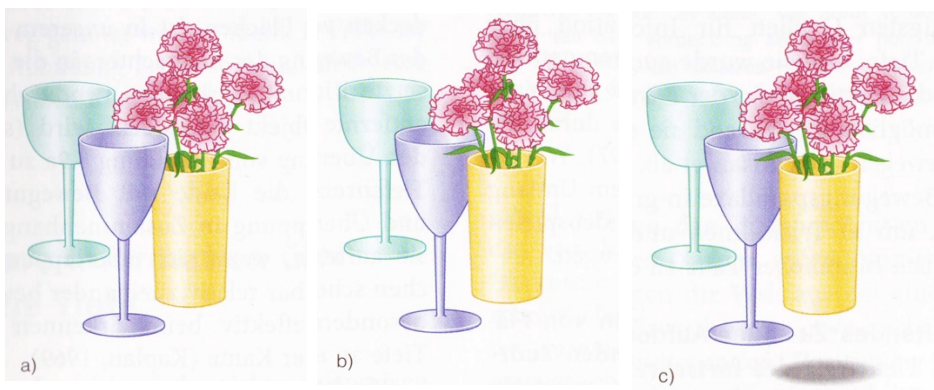
Atmosphärische Perspektive



Texturgradient



Schatten



Bewegungsinduzierte Tiefenreize

Alle bisher behandelten Tiefenreize können auch dann genutzt werden, wenn der Beobachter sich nicht bewegt. Durch Bewegung des Kopfes oder durch ein paar Schritte ergeben sich weitere Tiefenreize, die unsere Wahrnehmung räumlicher Tiefe noch effizienter machen. Wir unterscheiden:

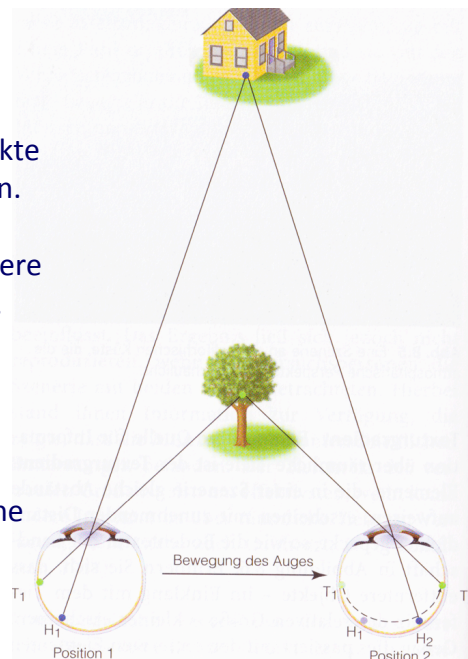
1. die Bewegungsparallaxe und
2. das fortschreitende Zu- und Aufdecken von Flächen

Bewegungsparallaxe

... tritt auf, wenn wir Objekte an uns vorbeigleiten sehen. Nahe gelegene Objekte scheinen schnell, entferntere langsam vorbei zu gleiten.

Einsatz bei Robotern, Trickfilmen und Videospielen.

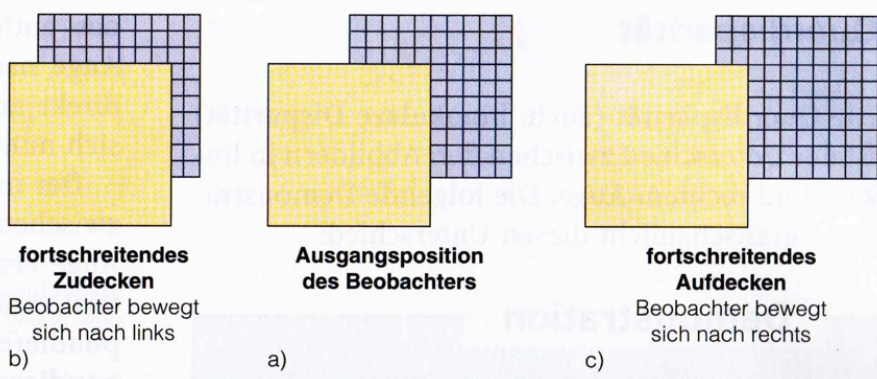
Für Tiere eine wichtige Information über räumliche Tiefe.



Verdeckung durch Bewegung

Der Tiefenreiz des **fortschreitenden Zudeckens** von Flächen entsteht, wenn ein weiter entferntes Objekt von einem nähern verdeckt wird, während sich der Beobachter relativ zu den Objekten seitlich bewegt.

Bewegung des Betrachters



Besonders effektiv beim Erkennen räumlicher Tiefe (Kaplan 1969)

Entfernungsbereiche verschiedener Tiefenreize

Tiefeninformation	0-2 Meter	2-20 Meter	über 30 Meter
Verdeckung	✓	✓	✓
relative Größe	✓	✓	✓
Akkommodation und Konvergenz	✓		
Bewegung	✓	✓	
relative Höhe		✓	✓
atmosphärische Perspektive			✓

Verdeckung in kleinem Maßstab



Verdeckung in größerem Maßstab



Binokulare Information über räumlich Tiefe

Weitere wichtige Quelle für Informationen über räumliche Tiefe:
Unterschied zwischen den Bildausschnitten der Welt, die von
beiden Augen aufgenommen werden.

Tiefenreiz der **Querdisparität (Binokulare Disparität)**:
Augenabstand von ca. 6 cm erzeugt Unterschied im Blickwinkel
beider Augen.

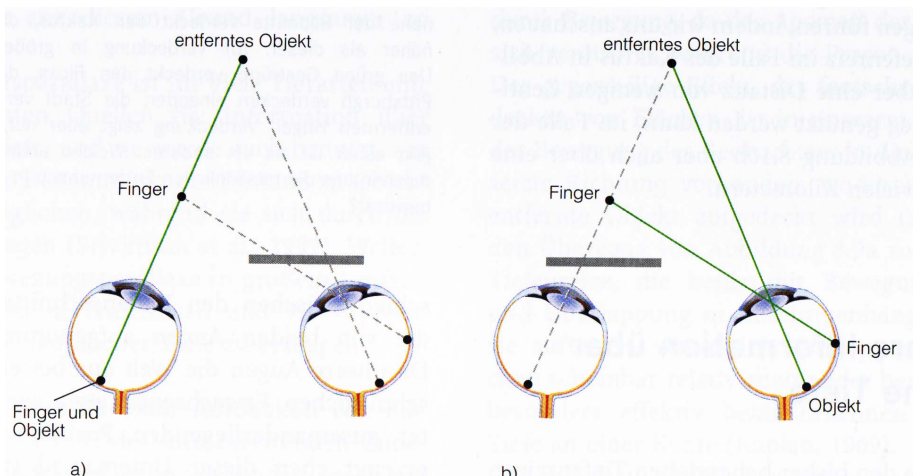
Experiment zur Querdisparität

Schließen Sie Ihr rechtes Auge. Halten Sie einen Finger etwas 15 cm vor Ihrem Gesicht in die Höhe und richten ihn so aus, dass er ein entferntes Objekt teilweise verdeckt.

Schauen Sie dieses Objekt mit dem linken Auge direkt an, schließen Sie dann Ihr linkes Auge und öffnen Sie das rechte, sodass Sie das entfernte Objekt mit Ihrem rechten Auge sehen.

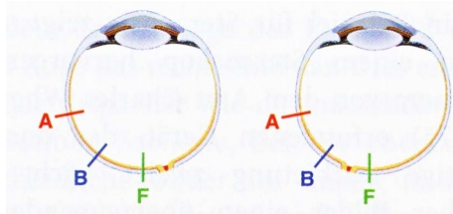
Wenn Sie zwischen den beiden Betrachtungen hin- und herwechseln, wie verändert sich dann die Position Ihres Fingers relativ zu dem entfernten Objekt?

Zwei Augen – zwei Blickwinkel



Der Unterschied zwischen des Abbildern im re. u. li. Auge erzeugt Querdisparität.

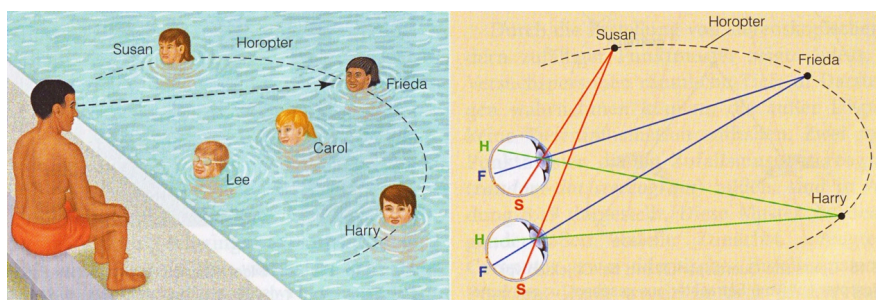
Korrespondierende Netzhautpunkte auf beiden Retinas



Orte auf beiden Netzhäuten, die sich überlagern würden, wenn man eine Retina auf die andere legt.

Beide Foveae F fallen auf korrespondierende Netzhautpunkte, ebenso wie die As und Bs.

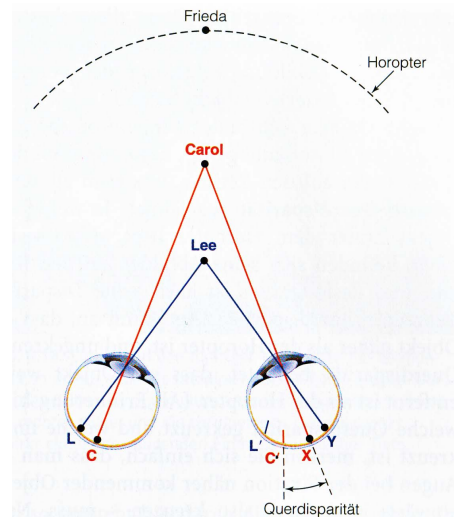
Bademeister fokussiert Frieda (F)



Korrespondierende Netzhautpunkte liegen auf der gestrichelten Linie, genannt **Horopter**, Kreis durch den Mittelpunkt beider Augenoptiken des Beobachters und durch den Fixationspunkt.

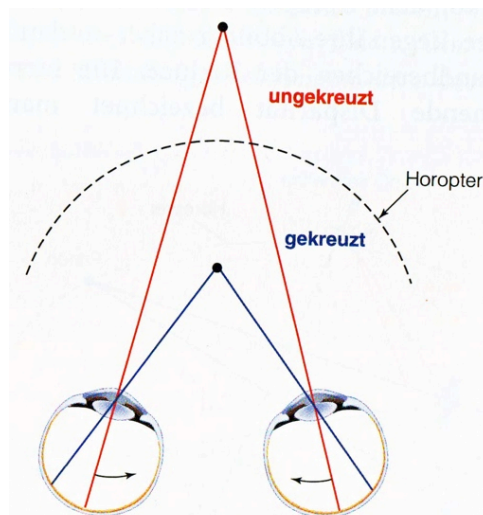
Querdisparität. Nichtkorrespondierende Netzhautpunkte

C und X heißen disparate Abbilder, da sie auf nicht korrespondierende Netzhautpunkte fallen. Die Distanz zwischen C' und X heißt **Querdisparität**.
Je weiter ein Objekt vom Horopter entfernt ist, desto größer ist die Querdisparität.
Das Ausmaß der Disparität zeigt, wie weit Lee und Carol vom Fixationspunkt entfernt sind.

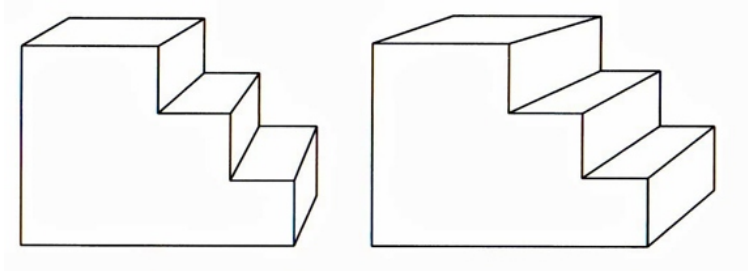


Gekreuzte/ungekreuzte Querdisparität

Der Tiefeneindruck, der aufgrund von querdisparitätsbasierten Informationen erzeugt wird, heißt **Stereopsis** oder **stereoskopisches Sehen**.



Experiment zur Binokulare räumlichen Tiefe



Stellen Sie eine Karte (10 x 15) zwischen die beiden Abbildungen und legen Sie die Nase so auf die Karte, dass Sie mit dem linken Auge nur die linke und mit dem rechten Auge nur die rechte Abbildung sehen. Entspannen Sie die Augen und warten Sie, bis die Bilder verschmelzen und Sie die Treppe räumlich sehen.

Zufallsmusterstereogramm



1	0	1	0	1	0	0	1	0	1
1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
0	0	1	1	0	1	1	0	1	0
0	1	0	A	A	B	B	1	0	1
1	1	1	B	A	B	A	0	0	1
0	0	1	A	A	B	A	0	1	0
1	1	1	B	B	A	B	1	0	1
1	0	0	1	1	0	1	1	0	1
1	1	0	0	1	1	0	1	1	1
0	1	0	0	0	1	1	1	1	0

1	0	1	0	1	0	0	1	0	1
1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
0	0	1	1	0	1	1	0	1	0
0	1	0	Y	A	B	B	B	0	1
1	1	1	X	B	A	B	A	0	1
0	0	1	X	A	A	B	A	1	0
1	1	1	Y	B	B	A	B	0	1
1	0	0	1	1	0	1	1	0	1
1	1	0	0	1	1	0	1	1	1
0	1	0	0	0	1	1	1	1	0

Neuronen für Texturgradienten

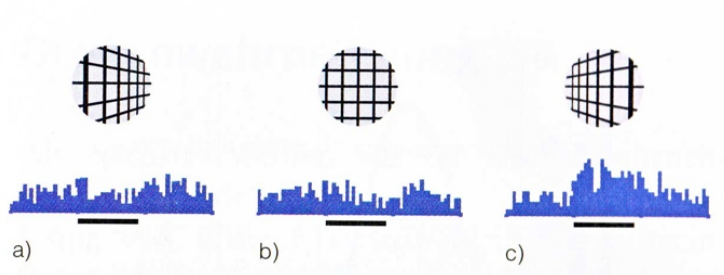
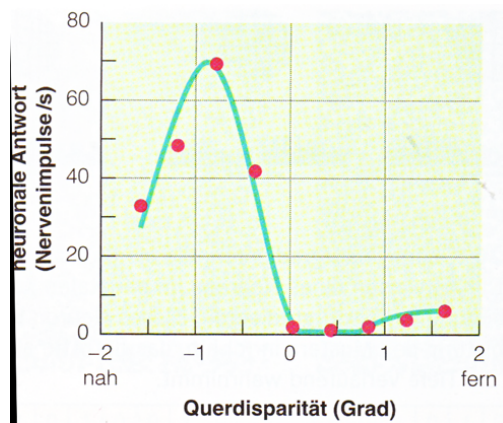


Diagramm: Querdisparitäts-Tuningkurve eines Neurons



Position von Retinabildern

