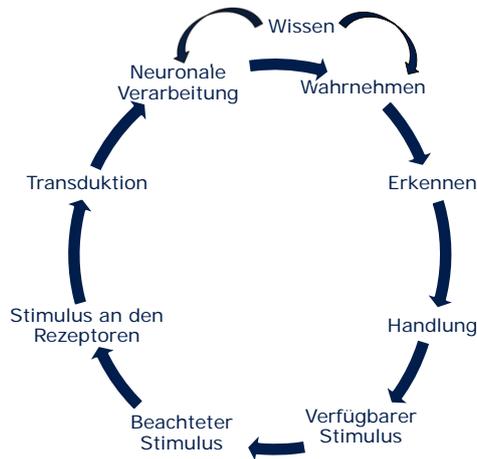


# Usability Engineering

## Kapitel 2 Wahrnehmungspsychologie

- 1 Usability Engineering – Einführung
- 2 *Wahrnehmungspsychologie*
  - 2.1 *Wahrnehmungspsychologische Grundlagen*
  - 2.2 *Physiologie der Wahrnehmung*
  - 2.3 *Farbwahrnehmung*
  - 2.4 *Tiefen- und Größenwahrnehmung*
  - 2.5 *Visuelle Bewegungswahrnehmung*
- 3 Usability Engineering
- 4 Methoden der Usabilityevaluation
- 5 Web Usability
- 6 Usability für Kids

**Der Wahrnehmungsprozess**



- Wahrnehmung passiert nicht einfach, sondern ist das Endergebnis komplexer Vorgänge
- Wahrnehmung ist Folge von Einzelschritten oder ein Wahrnehmungsprozess

**Verfügbare Stimuli und beachtete Stimuli**

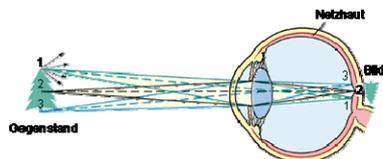
- der verfügbare Stimulus ist alles in der Umwelt was wir wahrnehmen können
- durch Fixierung/Aufmerksamkeitszuwendung eines verfügbaren Stimulus wird dieser zum beachteten Stimulus

**Der Stimulus an den Rezeptoren**

- Durch Fixierung entsteht Abbild vom Bild und der direkten Umgebung an den Rezeptoren auf der Netzhaut/Retina. Die Retina ist ein 0,4 mm dickes Netzwerk aus lichtempfindlichen Rezeptoren und anderen Neuronen.

- Bildentstehung auf der Retina:

Jeder Gegenstandspunkt (1, 2, 3) entspricht einem Bildpunkt auf der Retina; man erhält ein verkleinertes und umgekehrtes Bild des Gegenstandes.



[http://salerno.uni-muenster.de/data/bl/graphics/pics\\_big/retina1.gif](http://salerno.uni-muenster.de/data/bl/graphics/pics_big/retina1.gif)

### Transduktion

- Transduktion ist die Transformation einer Energieform in eine andere.
- Transduktion findet im Nervensystem dann statt, wenn Energie in der Umwelt - so wie Lichtenergie, mechanischer Druck oder chemische Energie - in elektrische Energie transformiert wird.

### Neuronale Verarbeitung

- elektrische Signale aktivieren andere Neuronen, die wiederum noch mehr Neuronen aktivieren
- diese Neuronen sind durch ein System neuronaler Bahnen vernetzt
- entlang dieser neuronalen Bahnen breiten sich die elektrischen Signale aus - vom Auge ins Gehirn und dann innerhalb des Gehirns
- elektrische Signale unterliegen Prozesse der neuronalen Verarbeitung
- neuronale Verarbeitung bezeichnet Vorgänge, die auf vielfältige Weise das elektrische Antwortverhalten von Neuronen verändert.
- dieses Antwortverhalten ähnlich einem Verkehrsnetz dient der Wahrnehmung

### Wahrnehmung

Wahrnehmung ist bewusste sensorische Erfahrung welche die zusätzlichen Schritte/  
Verhaltensweisen - Erkennen und Handlung - beinhaltet.

#### Erkennen

Erkennen ist die Fähigkeit ein  
Objekt in eine Kategorie  
einzuzuordnen, welche diesem  
Objekt eine Bedeutung verleiht.

#### Handlung

Die Handlung umfasst motorische  
Bewegungen.

**Wahrnehmung ist ein sich ständig verändernder Prozess !!!**

Was ist das Ziel der Wahrnehmung?

Jeden der Schritte im Wahrnehmungsprozess zu verstehen, die zu  
Wahrnehmung, Erkennen und Handeln führen.

### Wissen

- Jegliche Informationen die der Wahrnehmende in eine Situation mit einbringt
- Kann mehrere Schritte im Wahrnehmungsprozess beeinflussen

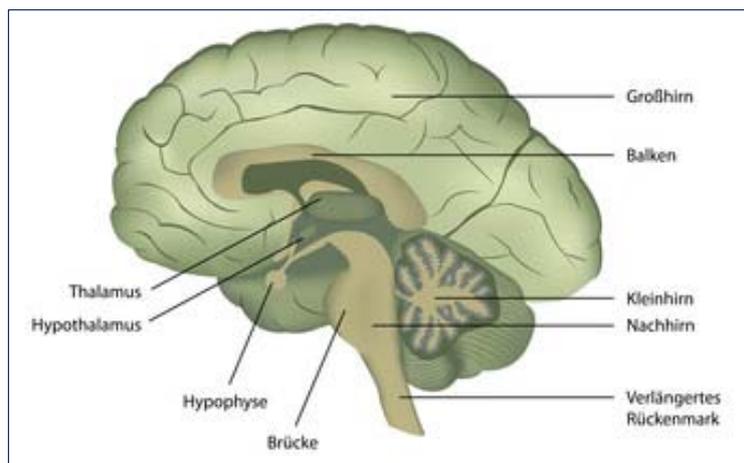
#### Bottom-Up-Verarbeitung

- Reizgesteuerte Verarbeitung basiert auf eingehende Daten
- Kann aus Mustern wie Hell und Dunkel, oder Linien und Kreisen entstehen die auf der Retina wahrgenommen werden

#### Top-Down-Verarbeitung

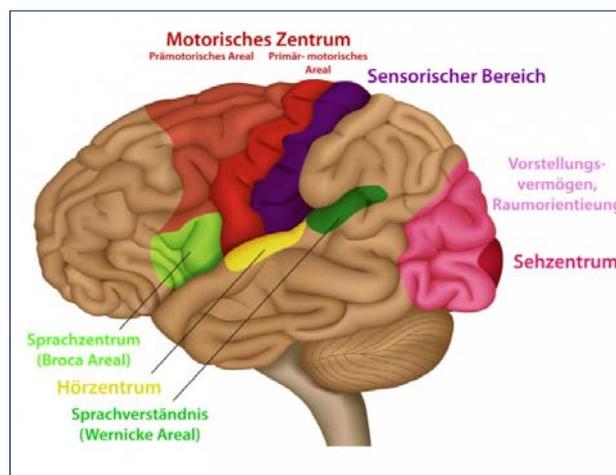
- Wissensbasierte Verarbeitung wird durch die Verarbeitung von Gelerntem/Wissen hervorgerufen

### Anatomie Gehirn

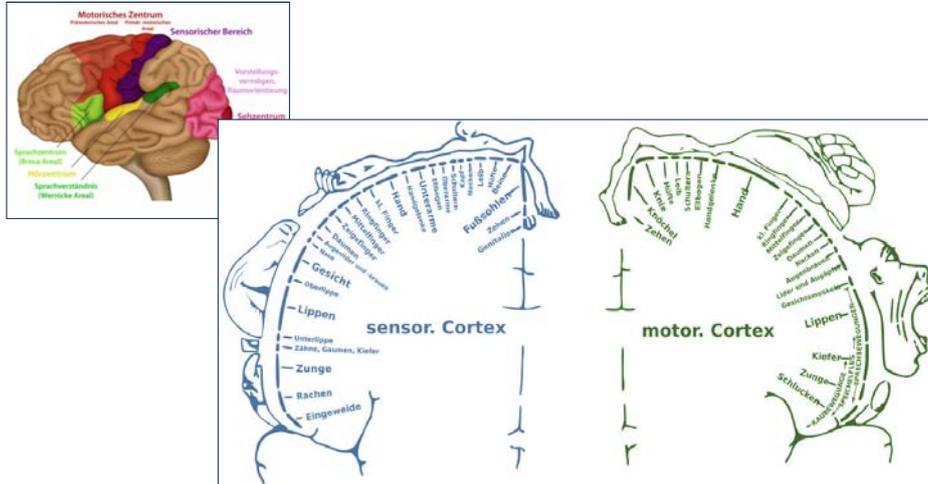


- Endhirn, auch Großhirn genannt, nimmt ca. 85% des Gesamtgewichtes des Gehirns ein
- Gliederung des Großhirns in zwei Teile:
  - Großhirnrinde, auch Kortex, Isokortex oder Hirnmantel genannt
  - Großhirnmark, das aus Faserverbindungen und Endhirnkernen, den s. g. Basalganglien, besteht
- Blick von außen auf das Großhirn → zwei große symmetrische, durch eine Längsfurche voneinander getrennte cerebrale Hemisphären
- Hemisphären werden vom cerebralen Kortex (graue Substanz) bedeckt und enthalten das limbische System und die Basalganglien → beide befinden sich primär in s. g. subcorticalen Regionen des Gehirns

### Funktionsbereiche im Gehirn



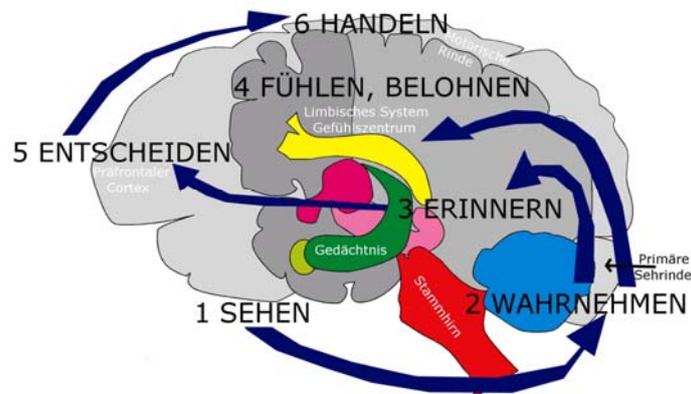
Humunculus: sensorischer und motorischer Kortex



Usability Engineering

Folie 11 von 241

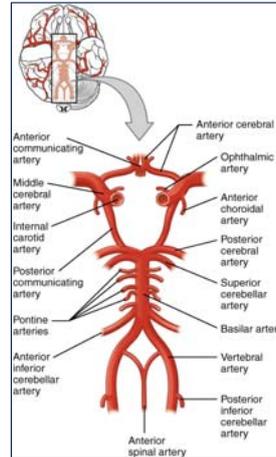
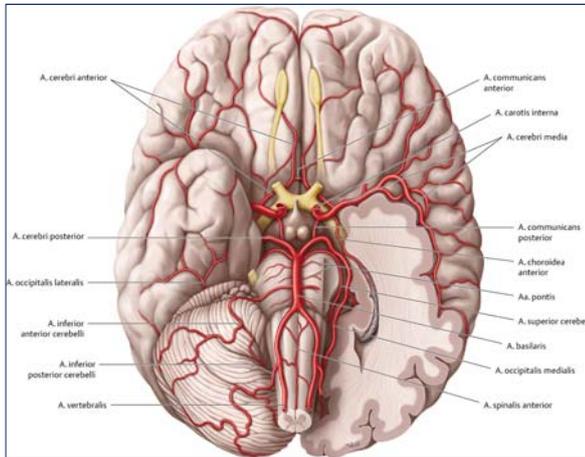
Der Wahrnehmungsprozess im Gehirn



Usability Engineering

Folie 12 von 241

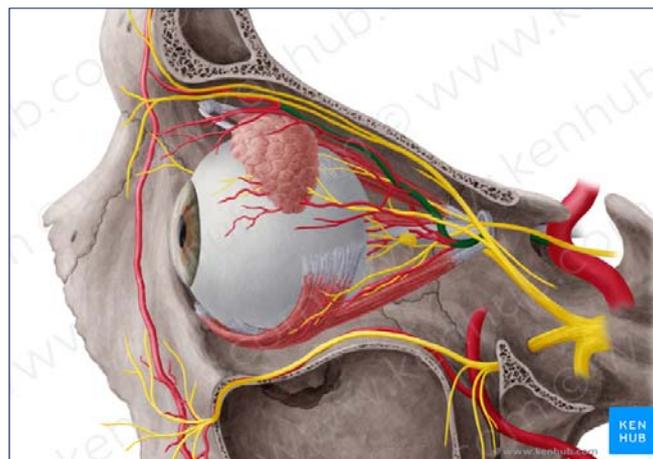
### Arterielle Versorgung des Gehirns



Usability Engineering

Folie 13 von 241

### Arterielle Versorgung des Auges

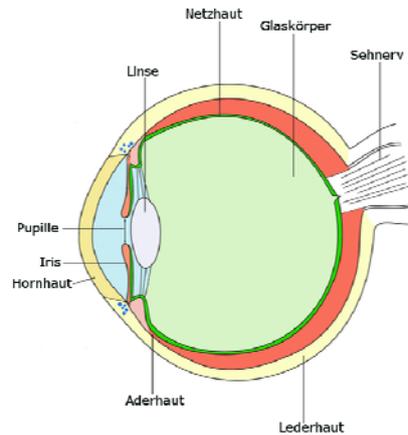


Usability Engineering

Folie 14 von 241

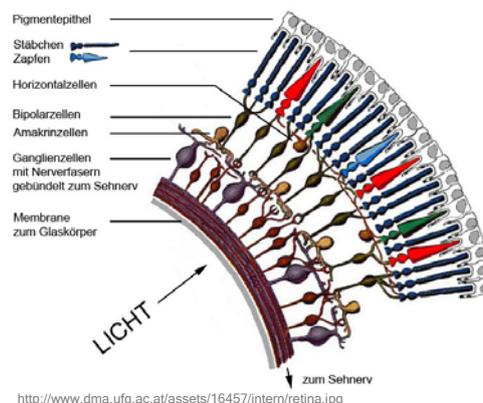
Das Sehen

- Sehen wird durch Licht, welches im Auge reflektiert wird durch eine scharfe Abbildung auf der Retina erzeugt, welches in elektrische Signale der visuellen Rezeptoren transformiert wird.
- Das optische System des Auges ist die transparente Hornhaut (Cornea) und die Linse.
- Tritt Licht durch die Pupille ein, erzeugen die Hornhaut und die Linse ein scharfes Abbild auf der Retina.
- Das Licht stimuliert wiederum die Rezeptoren.



<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fb/Auge.png>

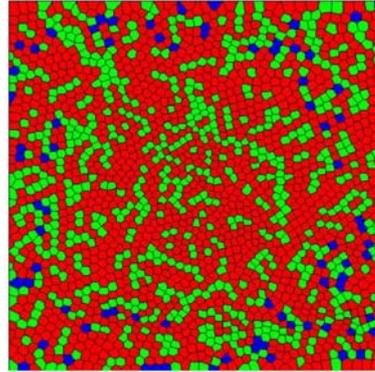
- Es gibt zwei Arten visueller Rezeptoren mit unterschiedlichen Eigenschaften, Zapfen und Stäbchen.
- Enthalten lichtempfindliche chemische Verbindungen (Sehpigmente)
- Reagieren auf Licht und lösen elektrische Signale aus
- Signale fließen durch ein Netzwerk von Neuronen
- Signale treten in den Sehnerv ein und werden von dort zum Gehirn weitergeleitet



<http://www.dma.ufg.ac.at/assets/16457/intern/retina.jpg>

### Das Zapfenmosaik

- Zapfen in der Netzhaut sind zu einem Mosaik angeordnet
- an jeder Stelle gibt es nur einen Zapfen
- es gibt ca. doppelt so viele Rot-Zapfen wie Grün-Zapfen
- nur ca. 10% sind Blau-Zapfen



- Die **Stäbchen** des Auges arbeiten noch bei geringer Beleuchtung, können aber **nur helle und dunkle Töne** ohne Farbempfindung wiedergeben.
- Die menschliche Retina enthält **drei Zapfentypen** mit **unterschiedlichen Frequenzbändern** bzw. Farbempfindungen:
  - L-Typ (long) lange Wellenlänge um 564 nm
  - M-Typ (middle) mittlere Wellenlänge um 534 nm
  - S-Typ (short) kurze Wellenlänge um 420 nm
- Die Farbe eines Objektes wird durch die Zusammensetzung der Wellenlängen des Lichts, die Oberflächeneigenschaften und die Farbe des Hintergrundes bestimmt. Diese biologische Eigenschaft wird im RGB-Farbmodell nachgebildet.
- Farbe ist eine Empfindungsgröße/Sinneswahrnehmung, nicht das Licht oder der Spektralbereich sind farbig, sondern die Verarbeitung im unserem visuellen System erzeugt den Eindruck Farbe.

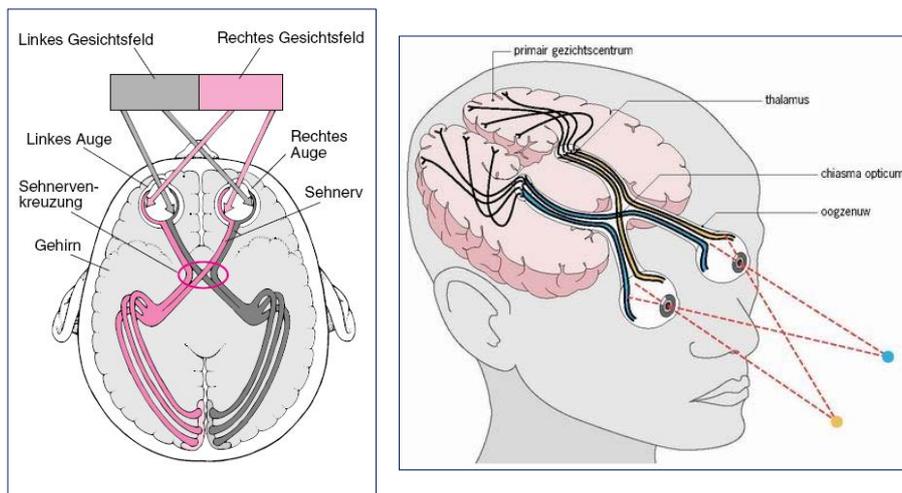
Die Welt der Farbblinden



Usability Engineering

Folie 19 von 241

Sehbahnen im Gehirn



Usability Engineering

Folie 20 von 241

### Funktionen von Farbwahrnehmung

- Trennung von Wahrnehmungsfeldern
- Signalgebung

### Unterscheidung nach...

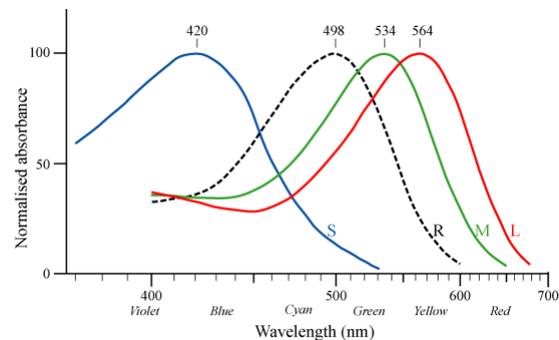
- Achromatischen Farben (Weiß, Schwarz und Grauschattierungen)
- Chromatische Farben „Farbton“ (Blau, Rot, Grün, Gelb)

Wie viele Farben können wir sehen?

Antwort: etwa 200 Stufen im sichtbaren Spektrum lassen sich unterscheiden. Durch Helligkeitsintensität und Sättigung sind es etwa 2 000 000 verschiedene Farben.

### Aufteilung der Farben in Wellenlängen

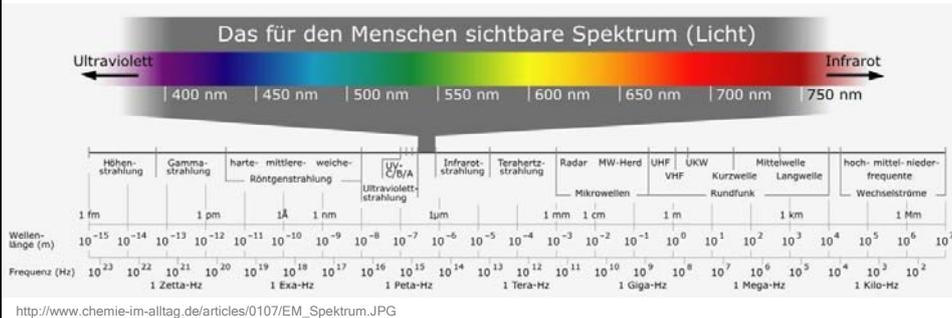
- Die drei Sorten farbempfindlicher Netzhautzellen (Zapfen) werden von unterschiedlichen Lichtwellenlängen angeregt
- Das Auge des Menschen verfügt über drei Arten von Zapfen-Photorezeptoren.
- Wenn alle drei Zapfentypen gleich stark stimuliert werden (wenn sie die gleiche Anzahl von Photonen pro Sekunde absorbieren), wird das Licht als unbunt (weiß) empfunden.
- Farbwahrnehmung entsteht bei ungleicher Lichtabsorption durch die drei Zapfenarten.



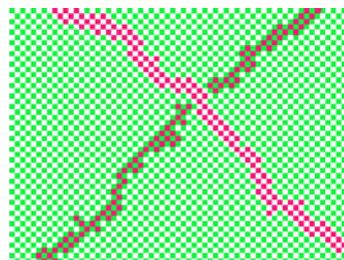
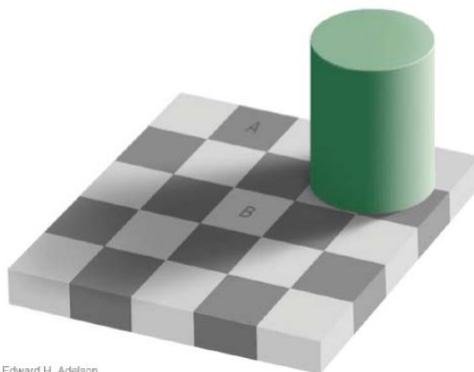
<http://www.scienceblogs.de/hier-wohnen-drachen/Cone-response.png>

### Elektromagnetisches Spektrum

Violett: 400 - 450 nm    Blau: 450 - 500 nm    Grün: 500 - 570 nm  
 Gelb: 570 - 590 nm    Orange: 590 - 620 nm    Rot: 620 - 700 nm



### Farbtäuschung (Farbinduktion)

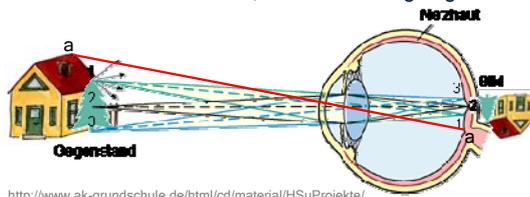


<http://www.physikdidaktik.uni-bayreuth.de/lehre/fachdidaktik/ws2003/Aufgabe1/15.gif>

Edward H. Adelson  
<http://www.typeit.de/spaw/uploads/images/1-5d43501671c4be337752fde2cbbd2bcf.jpg>

### Untersuchung der Tiefenreize

- Die Punkte **a** sowie **1, 2** und **3** repräsentieren, an welche Orte auf der Retina Lichtstrahlen aus der Umwelt reflektiert worden sind.
- Betrachtet man nur die Orte auf der Retina, so kann man nicht wissen, welche Strecke das Licht bis zu den Punkten **a** sowie **1, 2** und **3** zurückgelegt hat.



<http://www.ak-grundschule.de/html/cd/material/HSuProjekte/strom/Materialallgemein/grafiken/haus.jpg>



Wie können wir trotz des ebenen Abbildes auf der Retina räumliche Tiefe sehen?

- Identifikation von Informationen im retinalen Abbild, die mit räumlicher Tiefe in der Szenerie korrelieren.
- Unterteilung in 3 Hauptgruppen:
  1. Okulomotorische Tiefenreize
  2. Monokulare Tiefenreize
  3. Binokulare Tiefenreize

### Okulomotorische Tiefenreize

- Basieren auf der Fähigkeit, die Stellung der Augen und die Spannung in den Augenmuskeln wahrzunehmen.
- Entstehung durch :
  1. Konvergenz, die nach innen gerichtete Bewegung der Augen, die beim Betrachten nahe gelegener Objekte auftritt
  2. Akkommodation, die Veränderung der Form der Augenlinse beim Fokussieren von Objekten in unterschiedlicher Distanz
- Erkenntnis, dass wir **fühlen** können, wenn die Augen für das Betrachten naher Objekte konvergieren, außerdem kann die Anspannung der Augenmuskeln **geföhlt** werden durch Fokussierung nahe gelegener Objekte
- Empfindungen werden durch die Veränderung des Konvergenzwinkels ausgelöst

### Monokulare Tiefenreize

- Tiefenreize, die auch mit nur einem Auge genutzt werden können, um Informationen über die räumliche Tiefe zu sammeln.
- Umfassen okulomotorische Tiefenreize sowie bildbezogene Tiefenreize, die in einem zweidimensionalen Bild Informationen über räumliche Tiefe darstellen und bewegungsinduzierte Tiefenreize (Erzeugung von Informationen über räumliche Tiefe durch Bewegung)
- Bildbezogene Tiefenreize sind Quellen von Informationen über räumliche Tiefe, die in einem zweidimensionalen Bild dargestellt werden können, wie:
  - Verdeckung
  - Relative Höhe
  - Relative Größe
  - Perspektivische Konvergenz
  - Vertraute Größe
  - Atmosphärische Perspektive
  - Texturgradient
  - Schatten

### Schatten

- Mit Objekten assoziierte Schatten können Informationen über die Position dieser Objekte liefern.



<http://www.peijs.de/abilder/glas.gif>



<http://www.rinde.net/glas.gif>



<http://cliparts.gifsuche.de/glaeser/glaeser-0001.gif>

**Bewegungsinduzierte Tiefenreize**

- Bei Kopf- oder Körperbewegungen ergeben sich weitere Tiefenreize
  - Bewegungsparalaxe
  - Fortschreitendes Zu- oder Aufdecken von Flächen

**Fortschreitendes Zu- oder Aufdecken von Flächen**

- Der Tiefenreiz des fortschreitenden Zudeckens von Flächen ist dann vorhanden, wenn ein weiter entferntes Objekt von einem näheren Objekt verdeckt wird, weil sich ein Beobachter relativ zu den Objekten seitlich bewegt.
- Wird auch Verdeckung durch Bewegung genannt.

**Bewegungsparalaxe**

- Bewegungsparalaxe tritt auf, wenn während der Fortbewegung nahe gelegene Objekte sich rasch vorbei bewegen, während entfernte Objekte sich langsamer zu bewegen scheinen.

**Entfernungsbereiche**

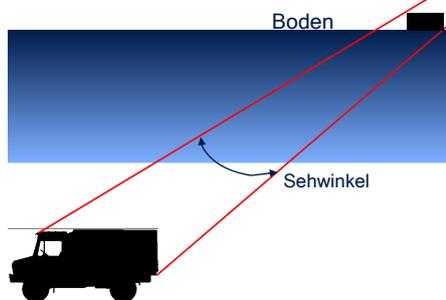
Tiefeninformation	0 – 2 Meter	2 – 20 Meter	Über 30 Meter
Verdeckung	X	X	X
Relative Größe	X	X	X
Akkommodation und Konvergenz	X		
Bewegung	X	X	
Relative Höhe		X	X
Atmosphärische Perspektive			X

### Binokulare (stereoskopische) Tiefenreize

- Tiefenreize die nur bei gleichzeitiger Wahrnehmung mit beiden Augen genutzt werden können.
- Die Position der Augen liegt bei durchschnittlichen Erwachsenen etwa sechs Zentimeter auseinander.
- Augenposition erzeugt den Tiefenreiz der Querdisparität.
- Querdisparität ist der Unterschied zwischen den Abbildern in linkem und rechtem Auge.
- Näheres Objekt bewegt sich relativ zu dem entfernten Objekt nach links oder rechts, je nachdem welches Auge gerade geöffnet oder geschlossen ist.

### Größenwahrnehmung

- Tiefenwahrnehmung kann von der Größenwahrnehmung beeinflusst werden
- Der Sehwinkel ist der Winkel eines Objekts in Relation zum Auge des Betrachters.



- Der Sehwinkel hängt von der Größe des Stimulus als auch von der Entfernung zum Betrachter ab.
- Nähert sich ein Objekt wird auch der Sehwinkel größer.
- Ein Objekt mit einem Sehwinkel von einem Grad erzeugt ein Bild von etwa 0,3 Millimeter auf der Retina.
- Ein nahes kleines Objekt und ein entferntes größeres Objekt können denselben Sehwinkel haben.

[http://www.die-instandsetzungstruppe.de/bw\\_1kw\\_02t\\_gl-001ic1.GIF](http://www.die-instandsetzungstruppe.de/bw_1kw_02t_gl-001ic1.GIF)  
<http://view.stern.de/de/picture/1556980/Helikopter-Bell-UH-1D-Bell-UH-1-510x510.jpg>

### Größenkonstanz

- Es gibt eine Verbindung zwischen Größenwahrnehmung und Tiefenwahrnehmung
- Hinreichend gute Tiefenwahrnehmung ist Grundlage für genau Größenwahrnehmung
- Größenkonstanz basiert auf einem Konstanz-Skalierungsmechanismus, der die Distanz des Objektes berücksichtigt
- Am Beispiel der Größen-Distanz-Skalierung:  $G_W = K * G_R * D$ 
  - $G_W$  = die wahrgenommene Größe
  - $K$  = ist eine Konstante
  - $G_R$  = die Größe des retinalen Abbilds
  - $D$  = die wahrgenommene Distanz
- Laut der Formel wird das retinale Abbild  $G_R$  einer Person kleiner, während sich diese Person entfernt, wahrgenommene Distanz  $D$  der Person wird größer
- Die zwei Veränderungen gleichen sich aus → Größe  $S$  der Person wird als konstant wahrgenommen

### Einfluss weiterer Informationen bei der Größenwahrnehmung

- **Relative Größe:** die Größe vertrauter Objekte in der Umwelt sind oft Anhaltspunkte für die Beurteilung der Größe anderer Objekte  
→ ist häufiger Grund für Fehleinschätzungen
- **Beziehung zwischen Objekten und Texturinformationen vom Boden:** siehe Bild



<http://fotowelt.chip.de/imgserver/bdb/22100/22169/734x.jpg>

### Ursache für Bewegungswahrnehmung

- Reale Bewegung: wird wahrgenommen wenn sich ein Objekt durch das Gesichtsfeld eines Betrachters bewegt.
- Scheinbewegung: die aufeinanderfolgende Darbietung zweier stationärer Stimuli an leicht versetzten Positionen
- Induzierte Bewegung: die Bewegung eines Objektes induziert die Wahrnehmung der Bewegung eines anderen Objektes
- Bewegungsnacheffekt: tritt auf, wenn ein bewegter Stimulus für etwas 30 bis 60 Sekunden betrachtet wird, das anschließende Betrachten eines stationären Stimulus führt zur Wahrnehmung von Bewegung in die entgegengesetzte Richtung



Welche Bedeutung hat die Bewegungswahrnehmung?

### Bedeutung von Bewegungswahrnehmung

- Die Bewegungswahrnehmung ist für viele Tierarten überlebenswichtig gerade beim Fangen von Beute.
- Bei schlechter Tiefenwahrnehmung oder rudimentären Farbsehen ist die Bewegungswahrnehmung das einzige Mittel zur Erkennung.
- Völlige Bewegungslosigkeit bei manchen Tieren ist Mittel um das Überleben zu sichern.
- Bewegungswahrnehmung liefert Informationen über das Erkennen der wahren Form von Objekten.
- Das Nichterkennen von Bewegung nennt man Bewegungsagnosie
- Durch Bewegungsagnosie kann bspw. schon das Einschenken von Getränken oder das Überqueren von Straßen Probleme bereiten.