



Digitale Bildverarbeitung

Visuelle Wahrnehmung



Menschlichen Sehens – System des technischen Sehens

Fachhochschule Jena
Kommunikations- & Medientechnik
Prof. Dr. Ansorg

Fakten



→ Mensch nimmt 70-80 % der Information über den Sehsinn auf

→ Sehen: „Königssinn“!

Wir behalten:

10% von dem, was wir *lesen*

20% von dem, was wir *hören*

30% von dem, was wir *sehen*

50% von dem, was wir *hören und sehen* (TV)

→ Wir sehen nicht mit den Augen, sondern mit dem Gehirn!

(Augen: „nur“ wellenlängenabhängige Helligkeitssignale → elektr. Signale)

Ziel:



- Ziel:
Im Zuge der Automatisierung
Vis. System des Menschen → durch System des techn. Sehens (STS) ersetzen?
- Vorab: Menschliches Visuelles System in seiner Gesamtheit ist heute
und in naher Zukunft nicht ersetzbar!
- Teilaufgaben werden aber schon heute besser und schneller durch STS gelöst
- Keine optischen Täuschungen

Beispiel: „Mustererkennung“

Aufgabe:
Finden einer bekannten Person



Beispiel: „Bildsegmentierung“



Beispiel: „Mustervergleich, Mustererkennung“



Sehvorgang



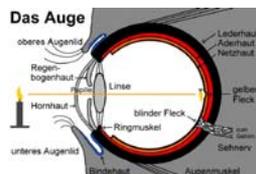
1. Das Auge
 - Retinale Reizverarbeitung
 - Anpassungsvorgänge
2. Informationsaufnahme
 - Kontrastwahrnehmung
 - Farbwahrnehmung
 - Farbräume
3. Erkennung und Interpretation von Bildern
 - Einfluss von Umwelterfahrungen
 - Interpretation räumlicher Zusammenhänge

Sehvorgang

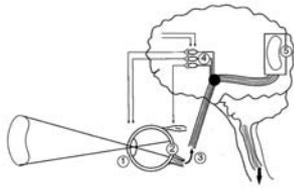


Sehvorgang gliedert sich in:

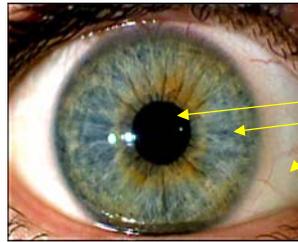
1. Fovealer Sehbereich (gelber Fleck)
2. Peripherer Sehbereich (restlicher Bereich)
3. Aufbau der Netzhaut bedingt:
 - Bei schwachen Licht → besseres Sehen im peripheren Bereich
 - Bei hellem Licht → „ fovealem „



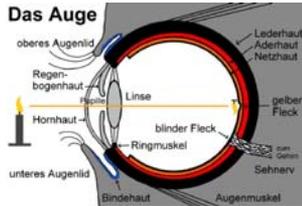
Schema des Sehens



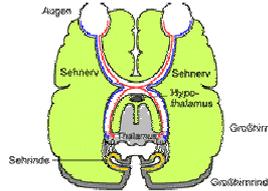
1 Linse, 2 Retina, 3 Sehnerv,
4 Kniehöcker, 5 Visueller Cortex (Sehrinde)



Muskel für:
Linse
Iris
Augenbeweg.



Das Auge

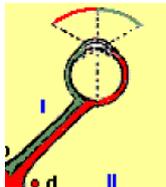
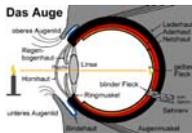


Verlauf der Sehnerven zum Gehirn



Sehzentrum: primärer vis. Cortex
höherer vis. Cortex

Test Blinder Fleck

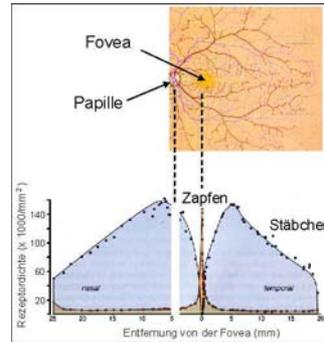
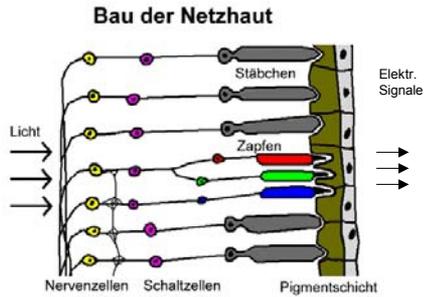


Linkes Auge schließen, mit rechtem Auge Kreuz fokussieren,
Abstand zur Vorlage ändern, Na?

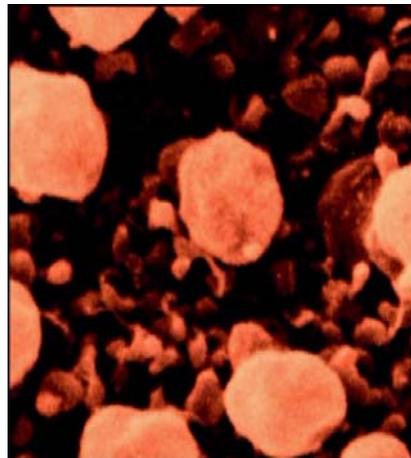
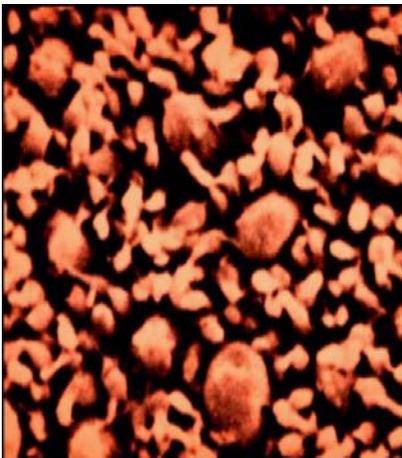
Retina (Netzhaut)



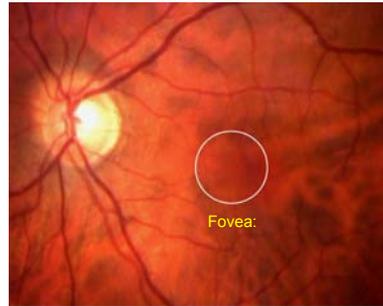
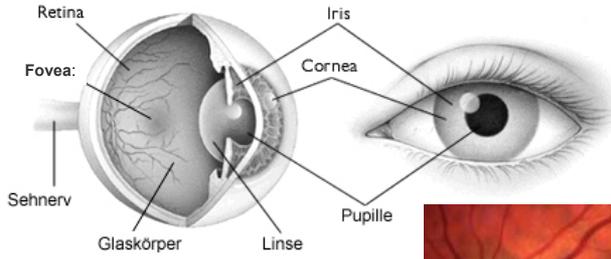
- 120 Mio Stäbchen und Zapfen
- → Licht → chem. Prozeß → elektr. Signale → 80 000 Sehnerven (150:1)
 - Stäbchen: → Helligkeit
 - Zapfen: → Farbe und Helligkeit
- Zapfen sind jeweils rot-, grün- und blau-empfindlich
- Papille: Blinder Fleck, Bereich Sehnervabgang
- Fovea: Gelber Fleck, Bereich Scharfsehen, Farbsehen



Retina: Stäbchen, Zapfen

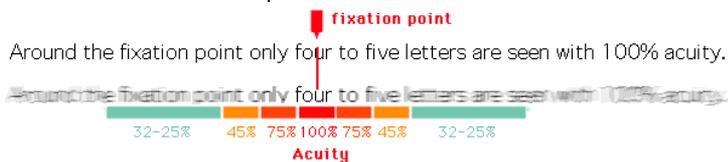
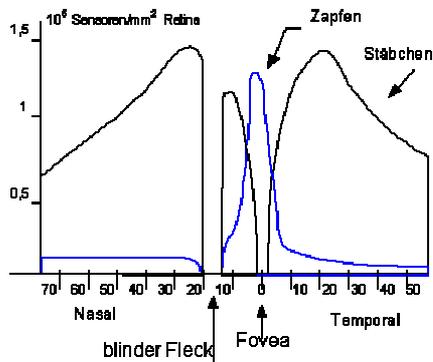


Retina-Netzhaut



Augenhintergrund

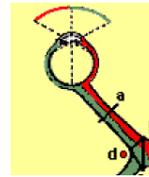
Scharfsehen



Abbild auf der Retina - Mono



Quelle: BBC exklusiv 2003



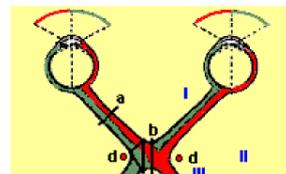
Foveales Sehen
Papillares Sehen:
Welches Auge sieht hier?

(Gelber Fleck),
(BlinderFleck)

Stereo-Sehen



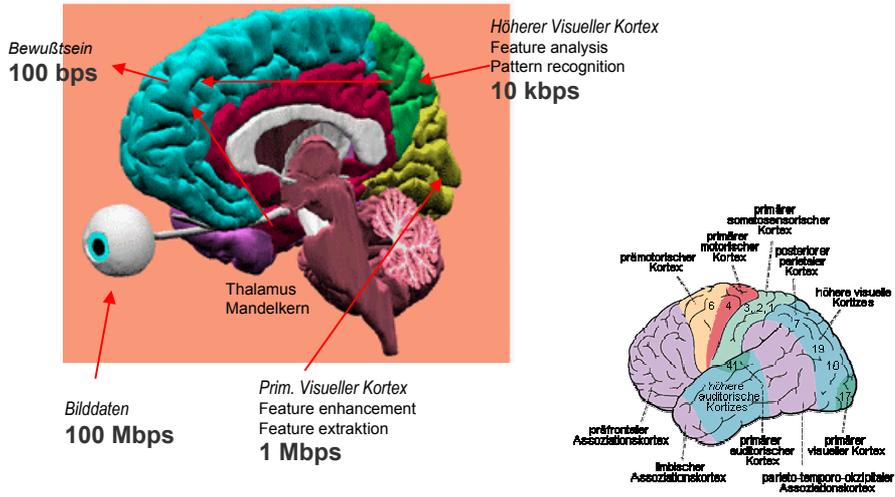
Quelle: BBC exklusiv 2003



Foveales Sehen: (Gelber Fleck),
Papillares Sehen: (BlinderFleck)

Im Sehzentrum des Gehirns werden die
fehlende Bildteile aus beiden
Bildern gewonnen

Datenkompression 10⁶!



Kontrastwahrnehmung

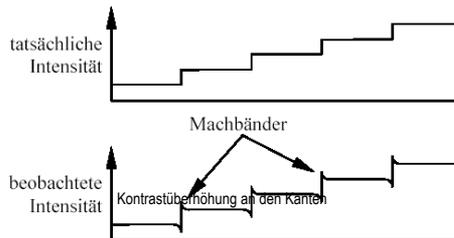
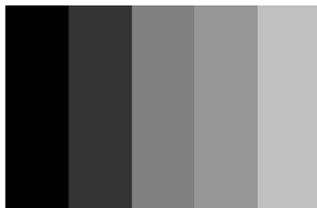


Mach'sche Bänder

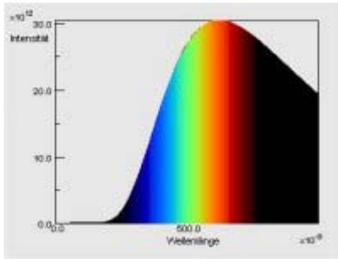
Das menschl. Auge kann nicht messen, sondern nur vergleichen

Auge sieht logarithmisch

Kontrastüberhöhung an den Kanten

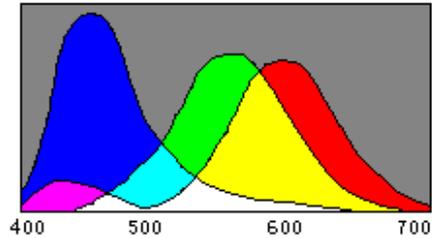


Farbwahrnehmung



Spektralfarben des Sonnenlichtes
Intensität in Abhängigkeit der Wellenlänge

R-, G-, B- Empfindlichkeit der Zapfen für Farbsehen
→ Additives Farbmodell



Farbwahrnehmung



2 Funktionen:

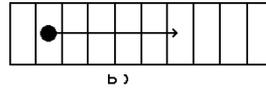
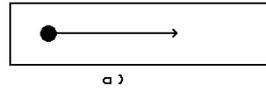
1. Trennung von Wahrnehmungsfeldern
 - z. B. Lebensnotwendigkeit bei der Nahrungsaufnahme bei Tieren:
 - Evolutionsbedingt : Trennung Früchte / Blätter
2. Signalgebung
 - Verkehrsampel: Farbe „Rot“ → Stop



Bewegungswahrnehmung



1. Bewegungswahrnehmung ist abhängig vom Bezugspunkt
Bewegung in b) ist früher wahrzunehmen als in a)



2. Stroposkopische Bewegung
– Stroboskop. Aufleuchten von 1 und 2
zeitverschoben
Bei ca. 40-60 ms Objektbewegung → Film
(PAL : 25 Fps, NTSC: 30 Fps)



Augenbewegung



Sakkadische Augenbewegung
(3 x pro sec)

Ziel: → möglichst weite Teile des Blickfeldes
auf die Fovea abzubilden

Farbwahrnehmung

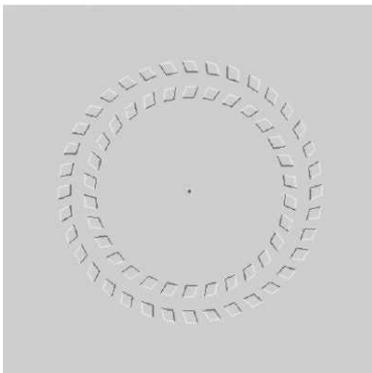


1. Dreifarbentheorie:
(Thomas Young, Hermann von Helmholtz)
Farbmodelle: Additives (RGB) , Subtraktives (CMY)
2. Mensch besitzt 3 Zapfentypen (R-, G-, B- empfindlich)
Farblindheit: 8 % der Männer (rot/grün), 1% der Frauen
es fehlt eine Sorte ganz, es funktioniert eine Sorte nicht
3. Mensch kann im Vergleich 10^4 - 10^5 Farben unterscheiden
Aber: Präsentation ohne Vergleich → nur 12 Farben!
→ Gestaltung von graphischen Benutzeroberflächen → 16 Farben → 4Bit
4. Graustufen: 30-50 (8Bit=256)

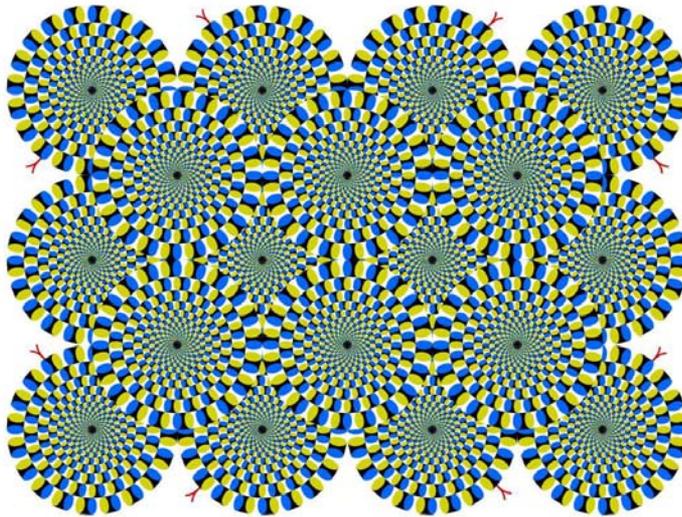
Optische Täuschungen



Blicke auf Punkt und verändere den Abstand – Na?
Ursache: Wechselseitige Hemmung von Rezeptoren

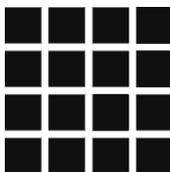


Optische Täuschungen



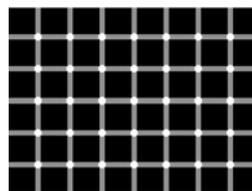
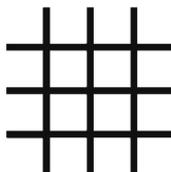
Wechselseitige Hemmung benachbarter Rezeptoren

Optische Täuschungen



Hemann-Gitter

→ Dunkle (helle) Punkte an den Kreuzungen

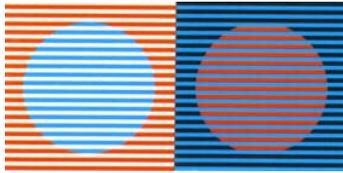


Szintillationsgitter

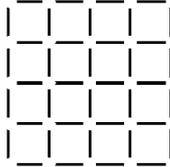
Schwarze Punkte wandern nicht – es gibt keine schwarzen Punkte

Diese Illusion wird auf die wechselseitige Hemmung von Rezeptoren zurückgeführt

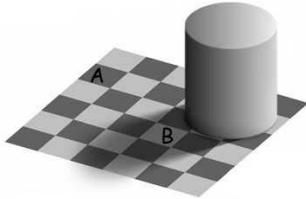
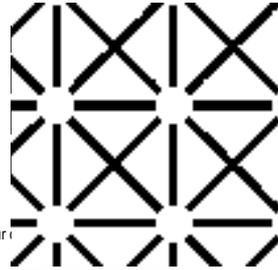
Optische Täuschungen



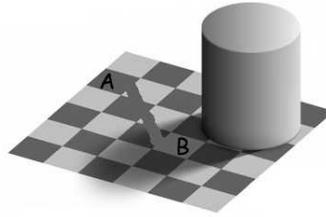
Rote Streifen rechts dunkler als links?



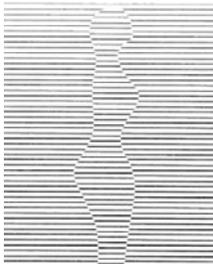
Ehrenstein-Täuschung:
Es gibt keine weißen Kreise-nur



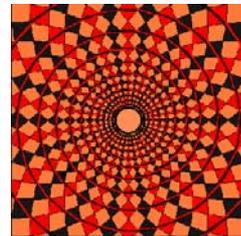
A dunkler als B?



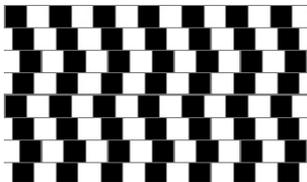
Optische Täuschungen



Kontur? Nein, nur unterschiedl. lange Linien, einer versetzten Textur



Spirale? Nein Kreise



Quadrate?



Optische Täuschungen

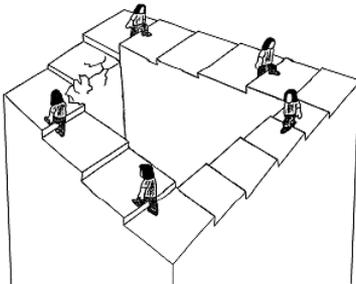


Welche Farbe?

Schnelle Farberkennung! (Probleme Text- & Farberkennung)

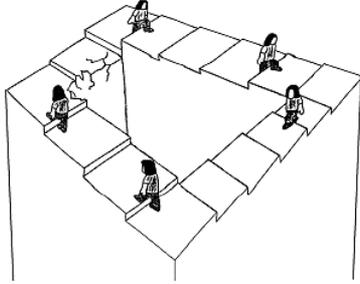


Optische Täuschungen



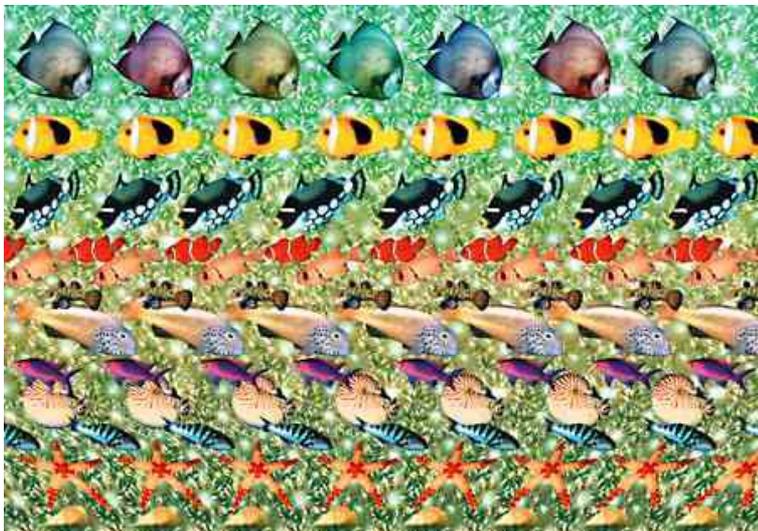
??

Optische Täuschungen



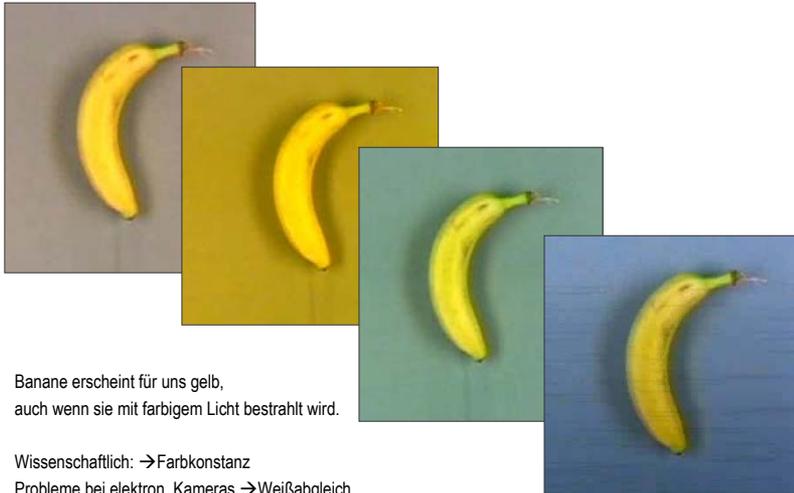
??

Optische Täuschungen



Stereobild

Farbkonstanz: →Vorteil



Banane erscheint für uns gelb,
auch wenn sie mit farbigem Licht bestrahlt wird.

Wissenschaftlich: →Farbkonstanz
Probleme bei elektron. Kameras →Weißabgleich

Farbkonstanz →Nachteil

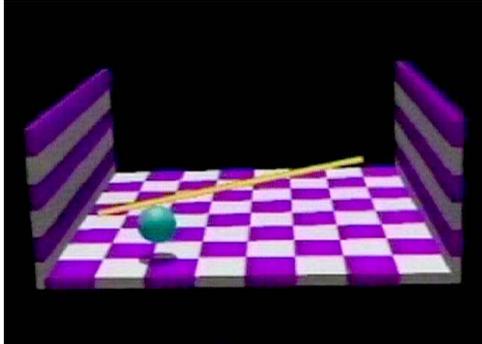


Täuschung: rötlicher Schatten bei grüner Beleuchtung
Mensch subtrahiert automatisch Grün
d. h. → Grauer Bereich (RGB) – Grün = Magenta

Die Welt entsteht in unserem Kopf



Nach erlernten Konstruktionsregeln



Der Mensch hat gelernt,
dass das Licht von oben kommt.

Quelle: Bayerischer Rundfunk

KMT - März 04

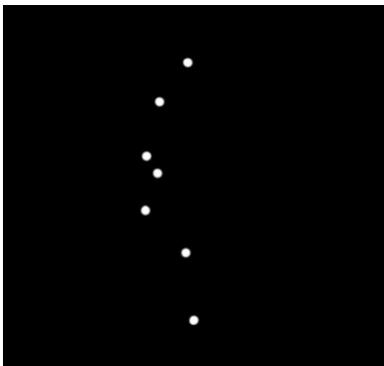
DBV-Visuelle Wahrnehmung Prof. Dr. Ansorg

37 von 40

Die Welt entsteht in unserem Kopf



Nach entsprechenden Konstruktionsregeln



7 Punkte reichen um einen gehenden
Menschen wahrzunehmen.
Es lässt sich sogar die Gemütsverfassung
ableiten

Quelle: Bayerischer Rundfunk

KMT - März 04

DBV-Visuelle Wahrnehmung Prof. Dr. Ansorg

38 von 40



Fazit:

Es ist (noch) nicht möglich, das menschliche Visuelle System
in seiner Gesamtheit durch ein System des technischen Sehens (STS) zu ersetzen!

Aber,
bestimmte Teilfunktionen können durch technische Systeme
besser und schneller erfüllt werden.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!