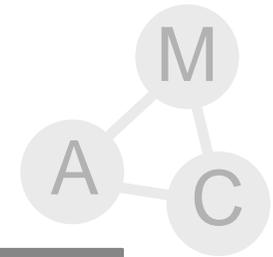


Software-Ergonomie



Vorlesung 6

Hardware-Ergonomie

Visuelle Informationsverarbeitung:

- ⌞ Physiologie des Sehen und
- ⌞ visuelle Wahrnehmung
- ⌞ visuelle Informationsdarstellung

Sehen und visuelle Wahrnehmung

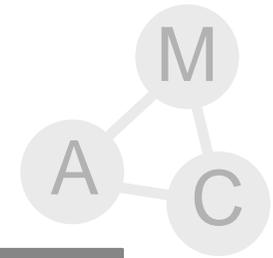
Physiologie des Sehen:

- ∪ Sehapparat, Sehvermögen (Sehfeld, Sehschärfe, Tiefenschärfe, Hell-Dunkel, Farbensehen, Bewegungssehen, Flimmerverschmelzung)

Visuelle Wahrnehmung:

- ∪ Gestaltgesetze (gute Gestalt, Gleichheit, Nähe, Isolation), optische Täuschungen

Sehapparat



*60 Prozent aller Information
wird über Augen aufgenommen.
Defizit bei blinden Menschen.*

*Stäbchen:
Hell-Dunkel, träger
graues Dämmerungssehen
120 Mio (1976: 4 Mio.)*

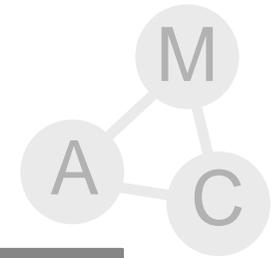
*Zäpfchen (3 Sorten, rot, grün, blau):
Farben-Sehen,
6 Mio. (1976: 1,5 Mio.)*

Netzhaut dient zur Vorverarbeitung

*Sehnerven zum Gehirn:
1 Mio*

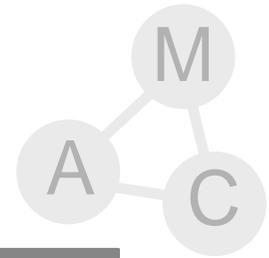
*Durch schlechte Optik des Auges
verursachte Verzerrungen werden
vom Gehirn berücksichtigt.*

Reizumwandlung

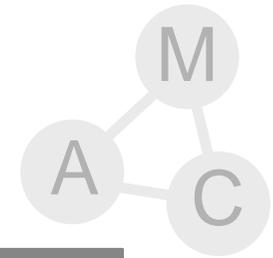


- ∪ Lichteinfall vermindert über chemische Prozesse einen sogenannten Rezeptorstrom.
- ∪ Je mehr Licht, desto weniger Stromtore sind offen.
- ∪ Adaption reguliert automatisch die Empfindlichkeit.
- ∪ Bei zuviel Licht sind alle Stromtore geschlossen (geblendet).

Sehfeld

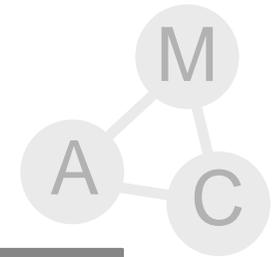


Hell-Dunkel-Sehen



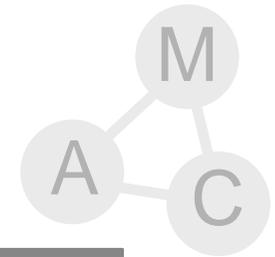
- ∪ Zapfen im Zentrum sehen scharf und farbig bei hellem Licht.
- ∪ graues, unscharfes, peripheres Dämmerungssehen durch Stäbchen bei sehr, sehr geringer Helligkeit
- ∪ Empfindlichkeitsbereich 1:1.000.000 (Film 25 ASA-6400 ASA 1:250)
- ∪ Adaptionfähigkeit nimmt mit Beleuchtungsstärke ab.

Sehschärfe



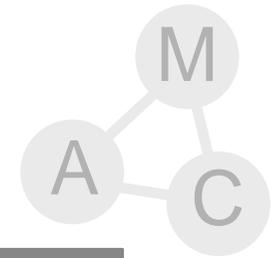
- ∪ Ort schärfsten Sehens im Zentrum der Netzhaut, der Fovea (140.000 Zellen/qm),
- ∪ etwa alle 2.5µm eine Zäpfchenzelle
- ∪ Punktauflösung bei Abstand 4µm (0.2mm auf 1m, Liniensehschärfe 5fach besser)
- ∪ Zum Rand hin bis zu 40fach gröber (Auflösung von Stäbchen 10-20fach gröber)
- ∪ verbesserte Auflösung: Mikro-Nystagmus 50Hz-Augen-Zittern, 5-10 Zellen

Sehschärfe II



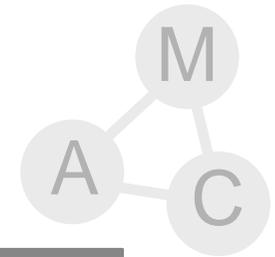
- ∪ Sehschärfe beleuchtungsabhängig, maximal bei 100cd/qm.
- ∪ Akkomodation, Scharfstellen auf verschiedene Abstände - altersabhängig
- ∪ Nahpunkt: geringste scharf gesehene Entfernung (Altersweitsicht!)
- ∪ chromatische Abberation = unterschiedliche Lichtbrechung (blau “näher”, rot “ferner”).

Kinematographische Effekte



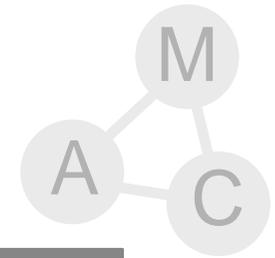
- ∪ Flimmerverschmelzungsfrequenz=20-70Hz
- ∪ kontinuierliches bewegtes Bild durch Stroboskop-Effekt (Bildverschmelzung)
Grenzfrequenz=16Hz
Gegenteil: Shutter-Effekt (verwischte Schwenks bei Filmen).
- ∪ Ursache in Trägheit der Sehzellen und Ergänzung im Gehirn

Verrechnung der Reize



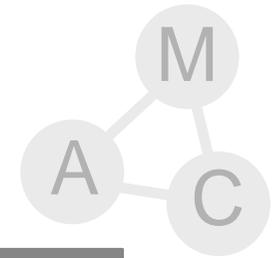
- ∪ Koinzidenzzählung (Filter für Fehlzündung)
- ∪ Randkontrastverschärfung
- ∪ Farbensehen
- ∪ räumliches Sehen
- ∪ Konstanzleistung (Größe, Farbe, Form)

Farbensehen



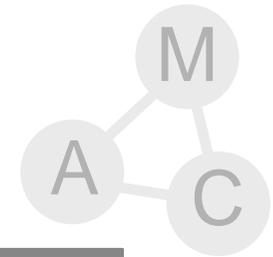
- ∪ Farbe eines Lichtquants bestimmt Wahrscheinlichkeit von Rot-, Grün- oder Blau-Zapfen gefangen zu werden.
- ∪ Farbeindruck ergibt sich durch verrechnen der Rot, Grün- und Blau-Werte.
- ∪ Kompensation von Farbstichen.
- ∪ Bei Rot-Grün-Farbenblinden fehlen Rot- oder Grün-Zapfen (2,6% bzw. 6,2% d. Mä.)

Farbensehen II



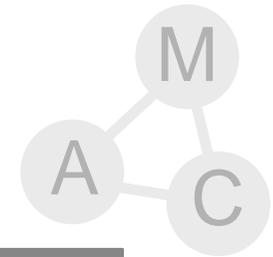
- ∪ Farbempfindlichkeit beleuchtungsabhängig:
max. Empfindlichkeit: helladaptiert Grün-
gelb, dunkeladaptiert Blaugrün
- ∪ Empf. für Rot und Grün schlecht in Periph,
aber gut für Gelb (Rot/Grün kombiniert).
- ∪ Empf. höher bei geringer Ortsfrequenz
(Anzahl von Farbwechseln pro Winkel)
< 0,25/Grad (2cm bei 50cm Abstand)
- ∪ Farbensehen läßt mit Alter nach

Räumliches Sehen



- υ Verrechnung der unterschiedlichen Bilder des linken und rechten Auges (Stereogramme)
- υ Fokussierung der Augen
- υ Formen (perspektivisch zulaufende Linien)
- υ Verdeckungen
- υ Farben (je entfernter, desto blasser)

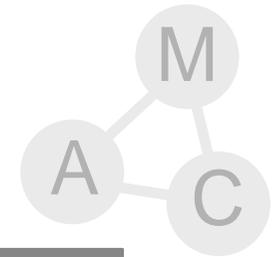
Bildverarbeitung im Gehirn



Parallelverarbeitung in mind. drei Kanälen:

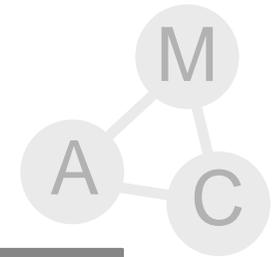
- ∪ Magno-Kanal: räumliche Tiefe und Bewegung, unscharf, keine Farbe
- ∪ Parvo-Interblob-Kanal: Kanten und Formen aus mittlerem Bereich des Sehfeldes, keine Farbe, keine räumliche Tiefe
- ∪ Blob-Kanal: Farbe, nicht zum Rand hin, Helligkeitsflächen, geringe Schärfe.

Erkennen



- ∪ *Erkennen* können wir in der Regel nur das, was wir bereits *kennen*.
- ∪ Vertraute Objekte werden erkannt, weil das, was von den Augen gemeldet wird, bereits im Gehirn in einer Art “Mustersammlung” vorliegt.
- ∪ Auch bei Teilverdeckung
- ∪ selektive Aufmerksamkeit

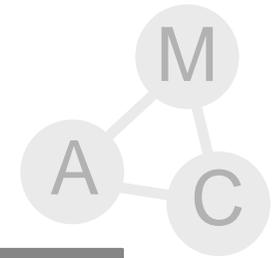
Wahr-nehmen?



Die Sehwelt ist selbstgeschaffen, denn:

- Wo sind die Blutgefäße, durch die hindurch wir die Welt sehen?
- Wo ist der blinde Fleck?
- Warum erkennen wir Gegenstände bereits, wenn wir nur Teile davon sehen?
- Woher kommt das Bild in Stereogrammen?

Pop Quiz



FINISHED FILES ARE THE RESULT OF YEARS OF SCIENTIFIC STUDY COMBINED WITH THE EXPERIENCE OF MANY YEARS

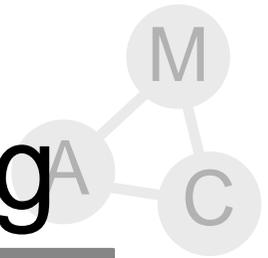
Gestaltgesetze n. Wertheimer (1923)

Gruppierung von Darstellungselementen:

- v Gesetz der guten Gestalt
- v Gesetz der Gleichheit
- v Gesetz der Nähe
- v Rahmen

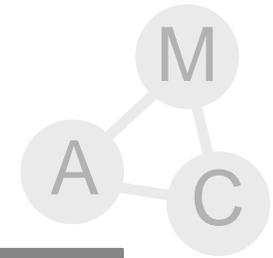
Gegenteil: Isolation

Visuelle Informationsdarstellung



- v Codierungsformen
- v Textdarstellung
- v Einsatz von Farbe
- v Anordnung von Information
- v Einsatz von Graphik

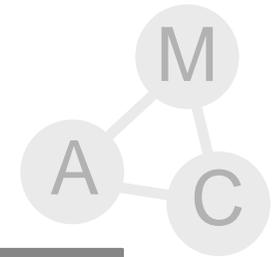
Darstellung von Texten



[DIN 66234 Teil 1]

- ∪ Zeichen verwechslungssicher
- ∪ Mindestgrößen (in Pixel):
Großbuchstaben, Breite 5, Höhe 7, (Ausnahme 'l'),
Kleinbuchstaben, Breite 4, Höhe 5, Unterlänge 2
(Ausnahmen 'f', 'i', 'j', 'l', 't', Breite 5 bei 'm', 'w', 'x')
- ∪ Schrifthöhe unter Sehwinkel von mind. 18'
- ∪ Zeichenabstand mind. 1Pixel oder 15% der Schrifthöhe
- ∪ Wortabstand mind. Breite von 'N'
- ∪ Anzahl der Zeichen pro Zeile maximal 60
- ∪ Relative Zeilenabstände 1:2 bis 1:2.7 (Durchschuss größer als Wortabstand)

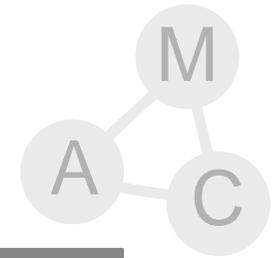
Einsatz von Farbe



[DIN 66234 Teil 5]

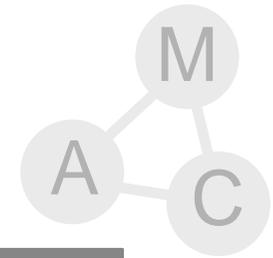
- ∪ Zustände, Aufmerksamkeit, Markieren, Beziehungen, Gliederungen, Ästhetik
- ∪ sparsame Verwendung als Codierungsform
- ∪ max. 5 bedeutungstragende Farben konsistent einsetzen
- ∪ Vermeidung zu extremer wie zu geringer Farbkontraste
- ∪ nicht zur Unterscheidung kleiner Darstellungen
- ∪ Rot und Blau nur für Flächen, nie gleichzeitig
- ∪ hohe Farbsättigung
- ∪ eingeschränkte Benutzerkontrolle
- ∪ Systementwurf zunächst monochrom

Farbbedeutung



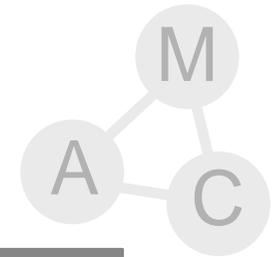
- v Rot: Alarm
- v Gelb: Vorsicht
- v Grün: In Ordnung
- v Weiß: unbestimmt
- v Blau: (möglichst vermeiden)

Anordnung von Information



- ∪ Logisch zusammengehöriges gruppieren
- ∪ Bekannte Abkürzungen konsistent verwenden
- ∪ Details vermeiden bzw. verstecken (in Hierarchien), Genauigkeit angemessen einschränken
- ∪ Standardformate verwenden (Datum, Telefonnr., BLZ)
- ∪ Gleichartige Information tabellenförmig mit Überschriften
- ∪ Informationsdichte beschränken (z. B. ca. 60% Buchstabenanteil an verfügbarem Darstellungsraum)
- ∪ Günstige Reihenfolge (Abarbeitung, Konvention, Wichtigkeit, Häufigkeit, Sortierung)

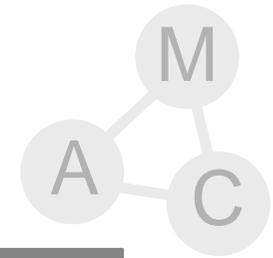
Einsatz von Graphik



[DIN66234 Teil 5]

- ∪ Datenreduktion und Platzersparnis
- ∪ hohe Informationsdichte bei schneller Erfassbarkeit
- ∪ Erleichtert Vergleichen und Erkennen von Mustern, Zyklen, Tendenzen, funktionaler Abhängigkeiten
- ∪ günstig für zeitliche oder räumliche Verläufe
- ∪ Erleichtert Klassifizieren und Wiedererkennen

Graphische Diagramme



- ∪ Punktdiagramm
- ∪ Liniendiagramm
- ∪ Flächendiagramm
- ∪ Balkendiagramm/Säulendiagramme
- ∪ Stapeldiagramme
- ∪ Sterndiagramme
- ∪ Tortendiagramme
- ∪ Instrumente mit Zeiger und Skala