Usability Engineering

Kapitel 1

Grundlagen

Organisatorisches

Dozent: Prof. Dr. rer. pol. Dr. rer. medic. Thomas Urban
Professur Wirtschaftsinformatik, insb. Multimedia Marketing
www.multi-media-marketing.org
Wo zu finden?
F 104
Wie zu kontaktieren?
Tel: 03683 688-4113
email: t.urban@fh-sm.de
Wann zu sprechen?
Mittwoch, 12.00 – 13.00 Uhr
Vorlesung
Dienstag, 16.00 – 17.30 Uhr, H 0203
Übung
ab 22.10.2018

MULTIMEDIA MARKETING
WIRTSCHAFTSINFORMATIK

Gliederung

1 Usability Engineering - Einführung
1.1 Begriffsabgrenzung
1.2 Einsatzfelder der Usability-Evaluation
1.3 Normen, Gesetze und Verordnungen

2 Wahrnehmungspsychologie

3 Usability Engineering & Methoden der Usabilityevaluation

4 Mobile Usability

5 Usability für Kids

MULTIMEDIA MARKETING
WIRTSCHAFTSINFORMATIK

Literatur

Beier, M./von Gizycki, V. (2002): Usability. Springer Verlag

Eberhard-Yom, M. (2010): Usability als Erfolgsfaktor. Cornelsen Verlag

Goldstein, E. B. (2008): Wahrnehmungspsychologie. Springer Verlag

Görner, C./Beu, A./Koller, F. (1999): Der Bildschirmarbeitsplatz. Deutsches Institut für Normung

Heinsen, S./Vogt, P. (2003): Usability praktisch umsetzen. Carl Hanser Verlag

Nielsen, J. (2009): Usability Engineering. Academic Press

Sarodnick, F./Brau, H. (2011): Methoden der Usability Evaluation. Verlag Hans Huber

Usability Teil I

- englisch: **use** = Benutzung, Verwendung, Gebrauch
  ability = Fähigkeit, Können
- keine einheitliche Definition des Begriffes
- häufig als Synonym verwendet für Benutzerfreundlichkeit, Benutzungsfreundlichkeit, Benutzbarkeit, Gebrauchstauglichkeit, Bedienkomfort, Nutzungsfreundlichkeit, Nutzerfreundlichkeit
- diese Definition ist jedoch nicht ausreichend
- Begriff soll nicht nur komfortable Benutzung, sondern auch die Forderung nach einer geeigneten Unterstützung des Nutzers bei der Erreichung seiner Ziele in dem jeweiligen Einsatzfeld beschreiben
- Usability ist keine eigenständige Disziplin wie die Ergonomie, sondern die Qualität eines technischen Systems
- Ziel der Gestaltung nach den Erkenntnissen der Ergonomie
- Design und Funktionalität eines Systems müssen sich an den Bedürfnissen und Erwartungen der Nutzer orientieren

MULTIMEDIA MARKETING WIRTSCHAFTSINFORMATIK

1.1 Begriffsabgrenzung

Usability Teil II

- **Definition nach Ken Eason (1984):**
  Differenz zwischen potentieller Nützlichkeit eines Systems und dem Grad, zu dem Nutzer in der Lage und Willens sind, es zu nutzen.
- **Definition nach Jakob Nielsen (1993):**
  Nielsen ordnet folgende 5 Attribute der Usability zu:
  - **Erlernbarkeit –** System sollte einfach zu erlernen sein, damit der Benutzer schnell anfangen kann zu arbeiten.
  - **Effizienz –** System sollte effizient sein, damit nach der Erlernung des Systems ein hohes Maß an Produktivität möglich ist.
  - **Einprägsamkeit –** System sollte einprägsam sein, damit der Gelegenheitsnutzer das System benutzen kann ohne es erneut zu lernen.
  - **Fehler –** System sollte niedrige Fehlerrate aufweisen, sodass Anwender Fehler bei der Arbeit vermeiden können. Falls doch Fehler auftreten, sollten diese schnell behebbar sein. Katastrophale Fehler sind zu vermeiden.
  - **Zufriedenheit –** System sollte angenehm zu benutzen sein, so dass die Nutzer subjektiv zufrieden sind, wenn sie es benutzen.

Usability Teil III

Definition nach DIN EN ISO 9241-11 (1997):
Usability ist das Ausmaß, in dem ein Produkt durch bestimmt Benutzer in einem bestimmten Nutzungskontext genutzt werden kann, um bestimmte Ziele effektiv, effizient und zufriedenstellend zu erreichen.

- **Effektivität** ist die Genauigkeit und Vollständigkeit, mit der Benutzer ein bestimmtes Ziel erreichen.
- **Effizienz** ist der im Verhältnis zur Genauigkeit und Vollständigkeit eingesetzte Aufwand, mit dem Benutzer ein bestimmtes Ziel erreichen.
- **Zufriedenstellung** ist die Freiheit von Beeinträchtigung und positive Einstellung gegenüber der Nutzung des Produkts.
  - ist subjektives Kriterium, kann gemessen werden durch:
    1. Verhältnis von positiven zu negativen Kommentaren während der Programmbenutzung
    2. Häufigkeit des Produktverkaufs
    3. Häufigkeit von Beschwerden

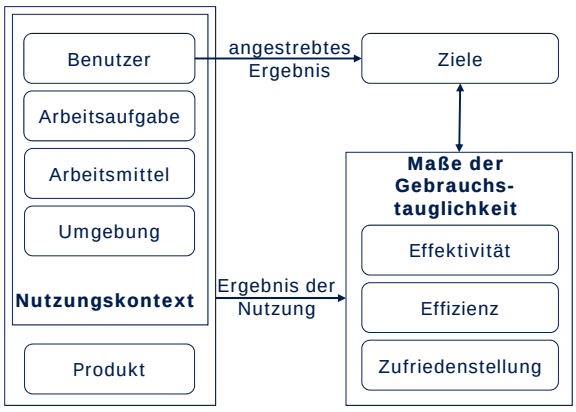
Was ist der Nutzungskontext ?

Usability Teil IV

Der Nutzungskontext hängt von 5 Komponenten ab:

1. **Benutzer** (Motivation, Geschlecht, Alter, Übungsgrad usw.)
2. **Ziele**
3. **Arbeitsaufgaben**
4. **Arbeitsmittel** (Hardware, Software, Materialien)
5. **die physische und soziale Umgebung**

Anwendungsrahmen für Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN ISO 9241-11



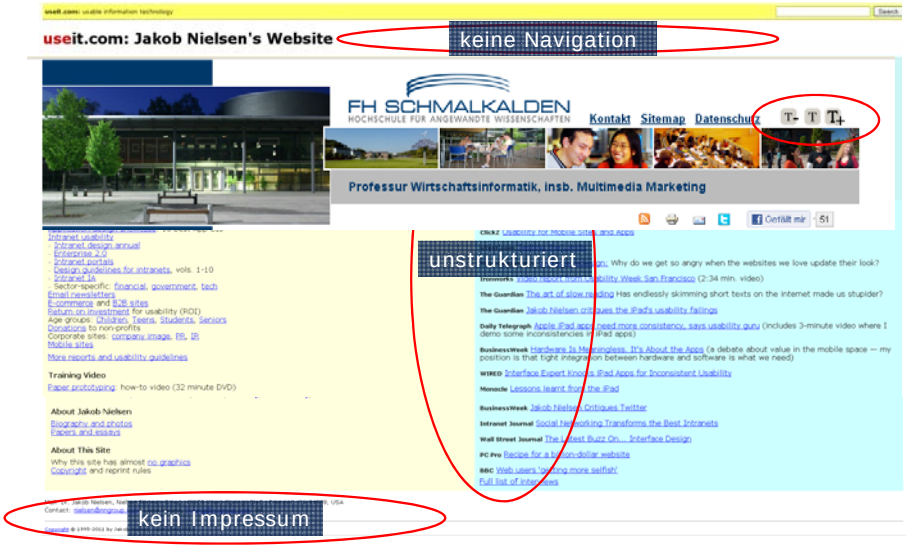
Abgrenzung von Utility und Accessibility

UTILITY – Nutzwert, Nützlichkeit

- Bereitstellung von Funktionalitäten und Inhalten die zur Erreichung der Nutzungsziele erforderlich sind
- „WAS“ soll angeboten werden?
- die Erwartungen und Anforderungen der Nutzer spielen eine entscheidende Rolle
- Entscheidung kann über eine Kano-Analyse erfolgen

ACCESSIBILITY - Barrierefreiheit

- Zugänglichmachen von Informationen oder Technologien für den Benutzer unabhängig von technischen oder körperlichen Einschränkungen
- die Web Accessibility Initiative (WAI) formuliert Guidelines zur Programmierung von barrierefreien Websites



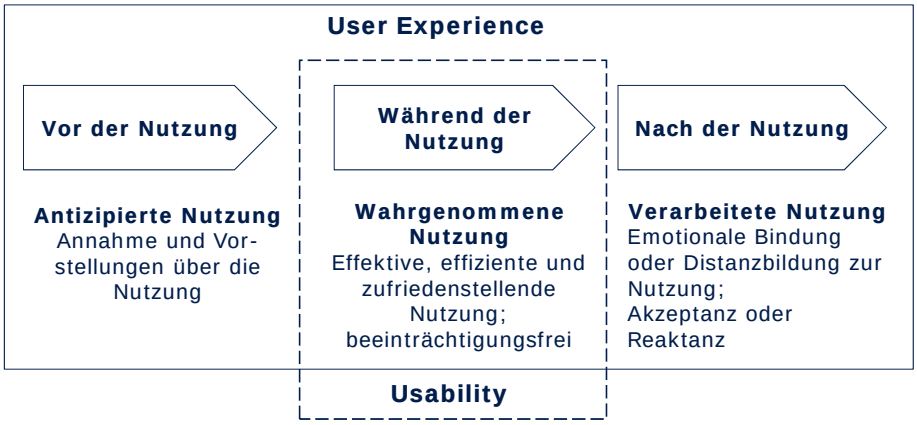
User Experience (UX) I

- Betrachtung von antizipierter (angenommene, vorgestellte) Nutzung sowie
- Betrachtung der Verarbeitung von Nutzungssituationen (Identifikation, Distanzbildung)

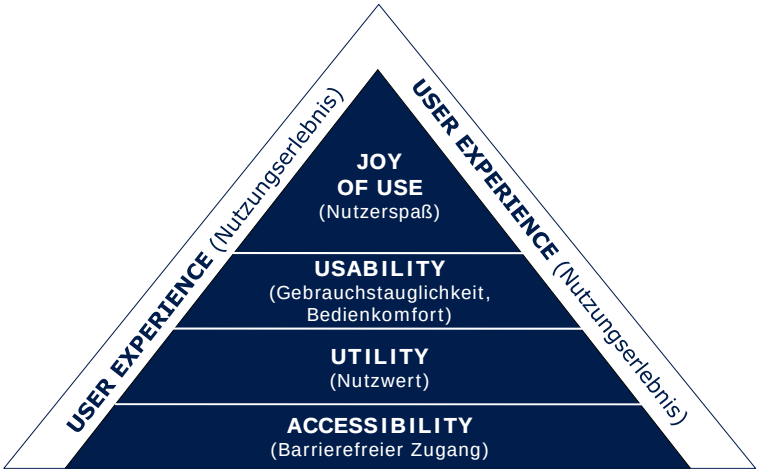
nach vollzogener Nutzung

- schließt positive wie auch negative Gefühle, Meinungen, Vorlieben, Sinneswahrnehmungen, physische sowie psychologische Reaktionen ein
- Usability beeinflusst die User Experience
- drückt ein Lebensgefühl aus oder ist ein Statussymbol
- User Experience ist für den Endkonsumenten relevant, die Maßstäbe der Usability insbesondere für Arbeitssysteme

User Experience (UX) II



Die Bedürfnispyramide des Nutzers



(Benutzungs-)Schnittstelle I

- umfasst alle Bestandteile eines interaktiven Systems (Software oder Hardware), die Informationen und Steuerelemente zur Verfügung stellen, welche für den Benutzer notwendig sind, um eine bestimmt Arbeitsaufgabe mit dem System zu erledigen.
- Benutzungsschnittstelle besteht aus folgenden 3 Komponenten:
  1. Konzeptuelle Komponente
  2. Kommunikative Komponente
  3. Physische Komponente

Wie wird bei der Gestaltung von Benutzungsschnittstellen vorgegangen?

(Benutzungs-)Schnittstelle II

1. Konzeptuelle Komponente
   - Aufgabenebene: Kompetenzen und Ziele des Nutzers bezüglich der Aufgabe
   - Semantische Ebene: Objekte und Funktionalität des Systems
2. Kommunikative Komponente
   - Syntaktische Ebene: Notwendige Kenntnisse des Nutzers, um mit dem System umgehen zu können
   - Interaktionsebene: physikalische Ein- und Ausgabeoperationen (Tastendruck, Ton, Mausbewegung und dafür eingesetzte Medien (Tastatur, Lautsprecher, Maus)
3. Physische Komponente
   - Gestaltung und räumliche Anordnung der Systembestandteile

Die Gestaltung von Schnittstellen wird über das Top-Down-Vorgehen realisiert!

Konzeptuelle Ebene

Analyse und Entwicklung des Benutzungskonzeptes über System und Funktionen

Kommunikative Komponente mit Darstellung der Interaktionen und Medien

Ableitung an die physische Ebene wie Systemvoraussetzungen

Physische Komponente

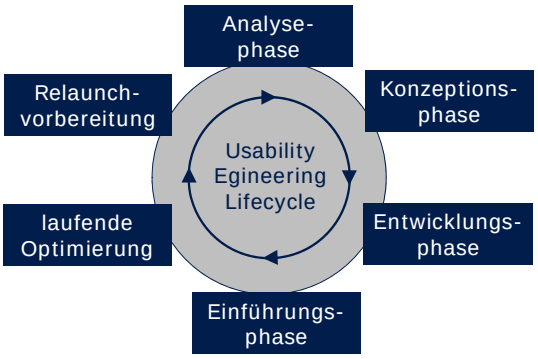
Usability Professional

- Definition nach German UPA (2010) – Berufsverband der deutschsprachigen Usability und UX Professionals
- Person, die qualifiziert und methodisch die Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit interaktiver Systeme (Hardware und Software) herleitet, umsetzt oder deren Umsetzbarkeit prüft
- Arbeitsschwerpunkte:
  - **Analyse** – Erhebung von Nutzungskontexten, Herleiten von Nutzungsanforderungen
  - **Gestaltung** – Konzeption der Interaktion zwischen Mensch und System, Strukturierung und Darstellung handlungsleitender Informationen
  - **Prüfung und Bewertung** – Inspektion von interaktiven Systemen und Usability-Tests mit Nutzern
  - **Prozessgestaltung und Methodeneinsatz** – Festlegen, Einführen und Betreiben eines benutzerorientierten Entwicklungsprozesses

Was ist die Grundlage der Tätigkeiten eines Usability Professionals?

Usability-Engineering

- methodischer Weg zur Erzeugung der Eigenschaft Usability
- Teilprozess der Entwicklung und Gestaltung technischer Systeme
- ergänzt das klassische Engineering um Ergonomische Perspektiven
- Bereitstellung von Ansätzen, Methoden, Techniken und Aktivitäten für benutzerorientierten Entwicklungsprozess



Usability-Evaluation

- systematische und möglichst objektive Bewertung eines geplanten, laufenden oder abgeschlossenen Projektes, um spezifische Fragestellungen zu beantworten oder den Zielerreichungsgrad zu erheben
- Ableitung von Hinweise zur Verbesserung der laufenden oder Planung zukünftiger Aktivitäten
- Evaluationskriterien: Effektivität, Effizienz, Einfluss oder Nachhaltigkeit
- Unterstützung von Entscheidungs- oder Problemlösungsprozessen
- der Evaluation müssen immer Phasen der Analyse und des Entwurfs vorausgehen
- in Arbeits- und Anforderungsanalysen sind die Bedürfnisse der späteren Benutzer sowie Erfordernisse und Beschränkungen zu erheben ➔ bildet die Basis der zu evaluierenden Usability-Ziele

Usability-Evaluation

Unterscheidung von formativer und summativer Evaluation

- formative Evaluation - während des Designprozesses
  - Verbesserung der Schnittstelle im iterativen Designprozess
  - frühzeitige Erkennung von Usability-Problemen
- summative Evaluation – nach dem Designprozess
  - Bewertung der Gesamtqualität einer Schnittstelle
  - fertiges System mit Alternativsystemen zu vergleichen

Was ist ein Usability-Problem?

Usability-Probleme

„Ein Usability-Problem ist alles, was mit der Fähigkeit des Nutzers interferiert, seine Aufgaben effizient und effektiv zu komplettieren“ Karat, Campbell & Fiegel (1992)

- zieht nicht in Betracht, dass die Fähigkeiten des Nutzers ungenügend sein könnten
- definiert nicht den Bezug zum bestimmungsgemäßen Anwendungs-kontext und Gebrauch des Systems
- nicht alle Probleme sind deshalb auf mangelnde Usability zurückzuführen
- Einteilung von Usability-Problemen in „Offene“ und „Versteckte“

„Ein Usability-Problem liegt vor, wenn Aspekte eines Systems es Nutzern mit hinreichender Domänenerfahrung unangenehm, ineffizient, beschwerlich oder unmöglich machen, in einem typischen Anwendungskontext die Ziele zu erreichen, für deren Erreichung das System erstellt wurde“ Lavery et al. (1997)

1.2 Einsatzfelder der Usability-Evaluation

Allgemein I

- unterschiedliche Einsatzfelder stellen eigene Anforderungen an das System, wie Mobilität, Schmutzunempfindlichkeit, hohe Zuverlässigkeit oder ästhetisches Design
- unterschiedliche Anforderungen ergeben sich auch durch Zielnutzer (Experten oder Laien)
- Anforderungen haben Auswirkungen auf die Bedienung und Bedienelemente
- Interaktion zwischen Mensch und Maschine ist in allen Bereichen zu finden (Videorekorder, Waschmaschine, Autos, Baukräne, Fahrkartenautomat, Flugzeugcockpits etc.)
- Kategorisierung der Benutzungsschnittstelle anhand der Einsatzfelder
  - *Systeme am Arbeitsplatz* (PC, Werkzeugmaschine)
    besondere Anforderungen an Lärmpegel, Platzbedarf, Zeitdruck usw.)

MULTIMEDIA MARKETING WIRTSCHAFTSINFORMATIK

1.2 Einsatzfelder der Usability-Evaluation

Allgemein II

- *Systeme für den Hausgebrauch* (walk-up-and-use-Systeme, wie Kiosk- und Museumssysteme → Fahrkartenautomat der Bahn)
- *mobile Systeme* (Smartphone, Notebook)
  Probleme durch teilweise geringen Platz für Ein- und Ausgabe sowie wechselhafte Umgebungsbedingungen
- *Systeme der Mixed Reality* (Virtual Reality, Augmented Reality)
  Bewegung in virtuellen Räumen oder virtuelle Objekte stellen einen Bezug in der realen Umwelt her
- *Systeme zur Unterstützung von Kooperation* (eMail, Chat, Videokonferenz usw.)
  Schnittstelle zwischen Mensch-System-Mensch

1.2 Einsatzfelder der Usability-Evaluation

Hardware

- Steuerung von Systemen meist über Hardware
  - *Druckknöpfe und Tasten* – haben keine Zustandsanzeige
  - *Binäre Schalter* - haben zwei Zustände bspw. An- oder Ausschalter
  - *Schalter mit mehreren Stellungen* – Zustände nicht nur auf zwei begrenzt bspw. Waschmaschinentemperatur (30°, 60°, 90°)
  - *Regler* – keine voneinander getrennten Zustände
  - *Hebel* – Auslösen von Aktionen durch Bewegung
  - *Griffe* – starr mit Gerät verbunden zum Bewegen für dieses gedacht
- Ausgabe in Form von Lampen zum Anzeigen von Zuständen oder durch akustische Signale und Geräusche von Maschinen zum Erkennen von Fehlern

MULTIMEDIA MARKETING WIRTSCHAFTSINFORMATIK

1.2 Einsatzfelder der Usability-Evaluation

Software

- *Kommandosprache* – ursprüngliche Form der Steuerung von Systemen
- *direkte Manipulation* – Entwicklung des WYSIWYG-Prinzips >>what you see is what you get<< im Zuge der graphischen Benutzeroberfläche
- *intelligente Schnittstellen* – Anpassung an den Benutzer
- *Interface Agenten* – Interaktion durch Nutzung eines synthetischen Interaktionspartners (Avatar)
- *erkennungsbasierte Schnittstellen* – Interpretation durch das technische System von natürlicher Artikulation (Sprechen, Zeigen, Zeichnen, usw.)

1.2 Einsatzfelder der Usability-Evaluation

Probleme

- bei mobilen Anwendungen bestehen Schwierigkeiten mit empirischen Methoden
  - keine reale Simulation der Umgebungsbedingungen im Labor möglich
  - in einer Feldstudie ist die genaue Beobachtung kaum möglich
  - Probleme auch bei der Vielzahl an Einsatzsituationen
  - vermischen von Problemen mit dem Gerät, der Software und dem Provider
- Probleme bei Systemen der virtuellen Realität
  - Fragen der Gebrauchstauglichkeit können nicht ausreichend beantwortet werden
  - Schnittstellen haben andere Ein- und Ausgabegeräte, verschiedene Perspektiven und stärkere physiologische Interaktion
  - es gibt kaum Designprinzipien, welche auch empirisch belegt sind

1.3 Normen, Gesetze und Verordnungen

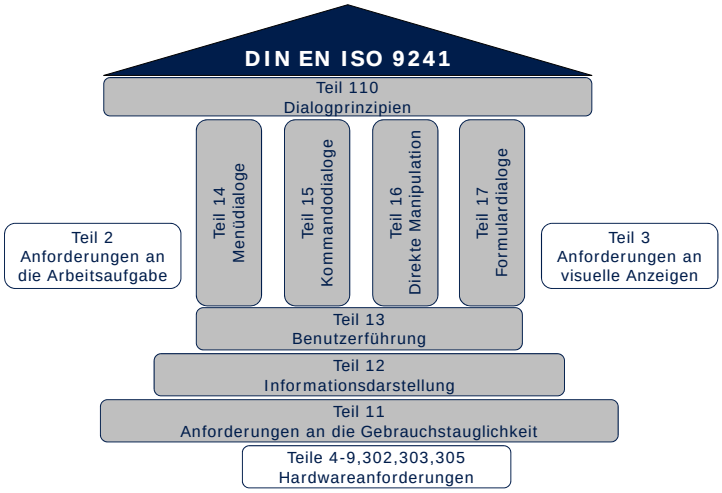
Allgemein

- in Deutschland existieren drei Gesetze, die in direktem Zusammenhang mit der Gebrauchstauglichkeit stehen
  - Bildschirmarbeitsverordnung (BildscharbV)
  - Gesetz zur Gleichstellung behinderter Menschen (Behindertengleichstellungsgesetz – BGG)
  - Verordnung zur Schaffung barrierefreier Informationstechnik (BITV)
- Unterschiedliche internationale Normen
  - DIN EN ISO 9241
  - ISO/IEC TR 25060
  - ISO/IEC TR 25062
  - ISO 9355
  - DIN EN ISO 14915
  - ISO/TR 16982
  - ISO/TR 18529

DIN EN ISO 9241: Ergonomie der Mensch-System-Interaktion I

- maßgebliche Normreihe für die Gestaltung von Systemen mit hoher Usability
- setzt Maßstäbe für die Evaluation von Dialogsystemen
- definiert Fachbegriffe
- setzt sich aus ursprünglich 17 Teilen zusammen
- 2010 wurde die Normreihe zuletzt ergänzt und überarbeitet, besteht nun aus 31 Teilen
  - Themenbereich zur Arbeitsgestaltung, Teile 5 und 6
  - Anforderungen an Hardware, Teile 3, 4, 9, 302, 303, 305
  - Aspekte der Software-Ergonomie, Teile 11 – 17 und 110

DIN EN ISO 9241: Ergonomie der Mensch-System-Interaktion II



DIN EN ISO 9241: Ergonomie der Mensch-System-Interaktion – Beispiel für Teil 11

Bewertung von sprachgesteuertem Navigations-system für Kraftfahrzeuge

Was kann in diesem Beispiel das Maß für Effektivität sein?

Was ist in dem Beispiel das Maß für die Effizienz?

Wie kann die Zufriedenstellung erfasst werden?

DIN EN ISO 9241: Ergonomie der Mensch-System-Interaktion Teil 110

- **Teil 110 – Grundsätze der Dialoggestaltung**
- beschreibt die ergonomische Gestaltung von Software
- Grundlage sind 7 Grundsätze
  - Aufgabenangemessenheit
  - Selbstbeschreibungsfähigkeit
  - Erwartungskonformität
  - Steuerbarkeit
  - Individualisierbarkeit
  - Lernförderlichkeit
  - Fehlertoleranz

ISO/EIC TR 25060 & ISO/IEC 25062 - I

- Rahmenwerk bezüglich der Ergebnisse des Usability Engineering-Prozesses
- Einforderung von standardisierten Formaten für die Bereitstellung von Daten im systematischen mensch-zentrierten Gestaltungsprozess
- Unterscheidung von 7 Berichtsarten
  1. Beschreibung des Nutzungskontexts
  2. Beschreibung der Erfordernisse im Nutzungskontext (user needs)
  3. Spezifikation der Nutzungsanforderungen (requirements for use)
  4. Spezifikation der Interaktion zwischen Nutzer und System
  5. Spezifikation der Benutzungsschnittstelle
  6. Kategorien von Evaluationsberichten (formativ, summativ, komparativ, Konformitätsbericht)
  7. Bericht über Daten aus dem (Nutzungs-) Feld

ISO/EIC TR 25060 & ISO/IEC 25062 - II

- Erreichung von gemeinsamen Verständnis der abzuliefernden Berichte durch Definition von Minimalanforderungen an Inhalt und Qualität
- Elemente des Formates:
  - die Beschreibung des Produktes
  - die Ziele der Prüfung
  - die Testteilnehmer
  - die Testaufgaben für die Nutzer
  - das experimentelle Design der Studie
  - die Methode oder der Prozess, bei dem der Test durchgeführt wurde
  - die Usability-Methoden der Datenerhebung
  - die quantitativen Testergebnisse

Weitere Normen mit Bezug zur Usability

- ISO 9355: Ergonomische Anforderungen (1999)
  - Teil 1: Benutzer-Interaktion mit Anzeigen und Stellteilen
  - Teil 2: Anzeigen
- DIN EN ISO 14915: Software-Ergonomie für Multimedia-Benutzungs-schnittstellen (2003)
  - Teil 1: Gestaltungsgrundsätze und Rahmenbedingungen
  - Teil 2: Multimedia-Steuerung und Navigation
  - Teil 3: Auswahl und Kombination von Medien
- ISO/TR 16982: Ergonomie der Mensch-System-Interaktion (2005)

  Methoden zur Gewährleistung der Gebrauchstauglichkeit, die eine benutzer-orientierte Gestaltung unterstützen.
- ISO/TR 18529: Ergonomie der Mensch-System-Interaktion (2004)

  Auf den Menschen bezogene Beschreibungen des Lebenswegprozesses.

Bildschirmarbeitsverordnung (BildscharbV) (1996) - I

regelt Sicherheit und den Gesundheitsschutz bei der Arbeit an Bildschirmgeräten

- Arbeitgeber hat geeignete Arbeitsplätze sicherzustellen, hinsichtlich einer Gefährdung des Sehvermögens sowie körperlichen Probleme und psychischer Belastungen
- Anforderungen bezüglich des Zusammenspiels von Mensch und Arbeitsmittel:
  - Grundsätze der Ergonomie sind auf die Verarbeitung von Informationen durch den Menschen anzuwenden
  - die Software muss an die auszuführende Aufgabe angepasst sein
  - die Systeme müssen den Benutzer Angaben über die jeweiligen Dialogabläufe unmittelbar oder auf Verlangen machen

Bildschirmarbeitsverordnung (BildscharbV) (1996) - II

- die Systeme müssen den Benutzern die Beeinflussung der jeweiligen Dialogabläufe ermöglichen sowie eventuelle Fehler bei der Handhabung beschreiben und deren Beseitigung mit begrenztem Arbeitsaufwand erlauben
- Software muss entsprechend den Kenntnissen und Erfahrungen der Benutzer im Hinblick auf die auszuführende Aufgabe angepasst werden können
- ohne Wissen der Benutzer darf keine Vorrichtung zur qualitativen oder quantitativen Kontrolle verwendet werden

Behindertengleichstellungsgesetz (BGG) & Verordnung zur Schaffung barrierefreier Informationstechnik (BITV) (2002)

- Richtlinien zur Gleichstellung von Behinderten und Nicht-Behinderten
- § 11 „barrierefreie Informationstechnik“ legt fest, dass zumindest öffentliche Körperschaften Internetauftritte und –angebote sowie zur Verfügung gestellte Programmoberflächen von behinderten Menschen uneingeschränkt genutzt werden können.
- stützt sich auf die Web Content Accessibility Guidelines 1.0 (WCAG10, 2002) des World Wide Web Konsortiums (W3C)

MULTIMEDIA MARKETING
WIRTSCHAFTSINFORMATIK

Usability Engineering

Kapitel 2

Wahrnehmungspsychologie

MULTIMEDIA MARKETING
WIRTSCHAFTSINFORMATIK

Gliederung

1 Usability Engineering – Einführung

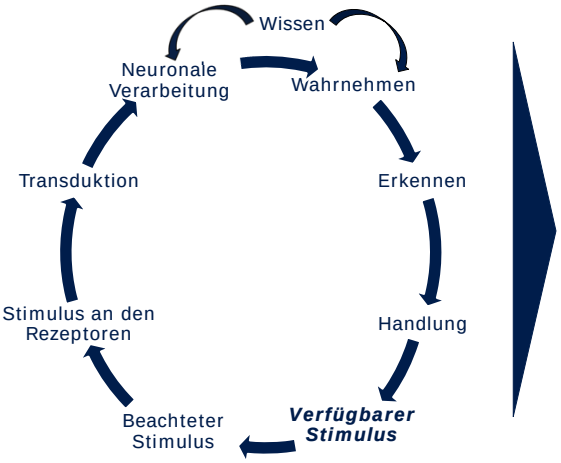
2 Wahrnehmungspsychologie
2.1 Wahrnehmungspsychologische Grundlagen
2.2 Physiologie der Wahrnehmung
2.3 Farbwahrnehmung
2.4 Tiefen- und Größenwahrnehmung
2.5 Visuelle Bewegungswahrnehmung

3 Usability Engineering und Methoden der Usabilityevaluation

4 Web Usability

5 Usability für Kids

Der Wahrnehmungsprozess



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

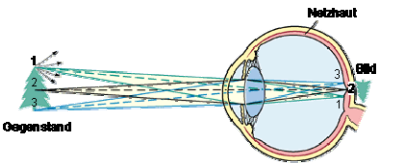
Verfügbare Stimuli und beachtete Stimuli

- 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

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 einzuordnen, 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

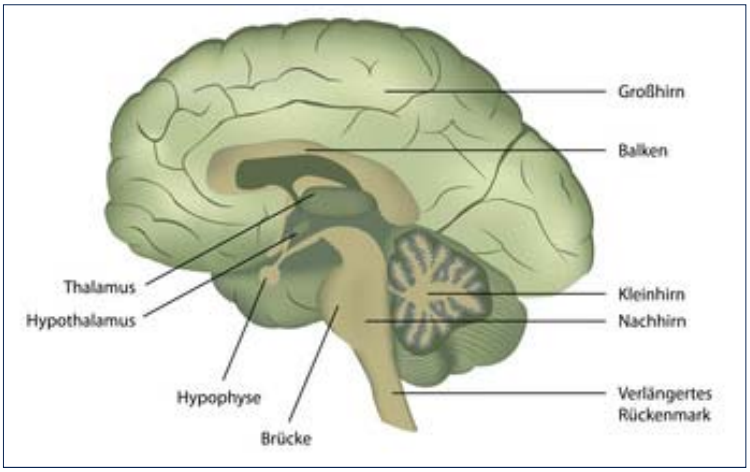
Bottom-Up-Verarbeitung

- 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

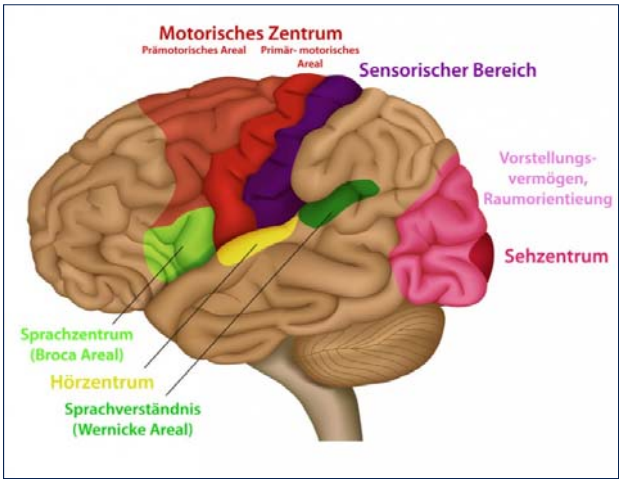
- Wissensbasierte Verarbeitung wird durch die Verarbeitung von Gelerntem/Wissen hervorgerufen

Anatomie Gehirn

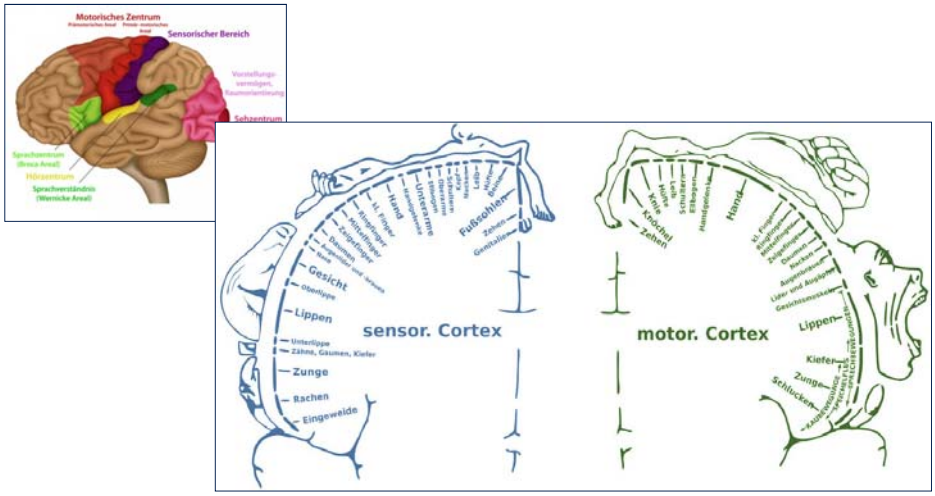


- Endhirn, auch Großhirn genannt, nimmt ca. 85% des Gesamtgewichtes des Gehirns ein
- Gliederung des Großhirns in zwei Teile:
  - Großhirnrinde, auch Kortex, Isokortex oder Hirnmantel genannt
  - Großhirnmark, das aus Faserverbindungen und Endhirnkernen, den s. g. Basalganglien, besteht
- Blick von außen 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

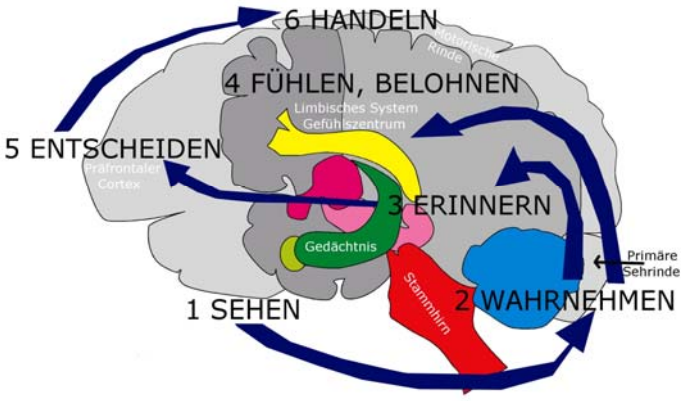
Funktionsbereiche im Gehirn



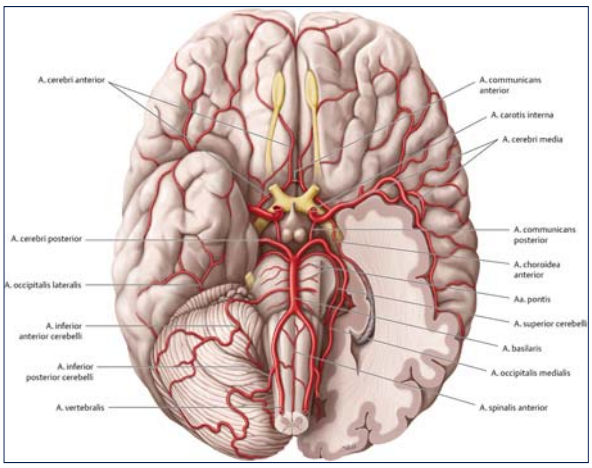
Humunculus: sensorischer und motorischer Kortex

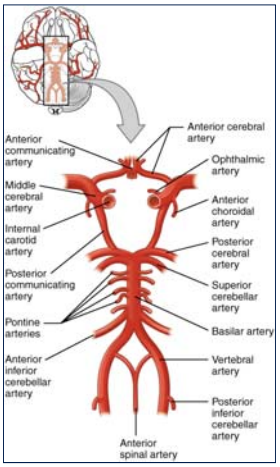


Der Wahrnehmungsprozess im Gehirn

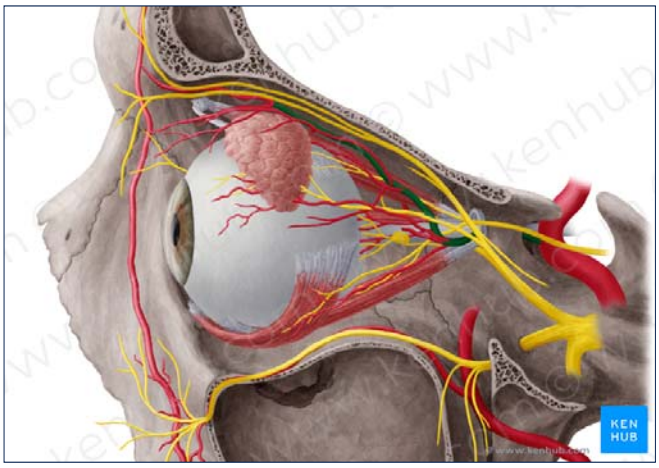


Arterielle Versorgung des Gehirns



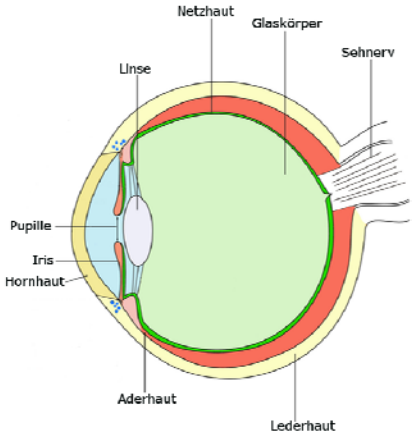


Arterielle Versorgung des Auges



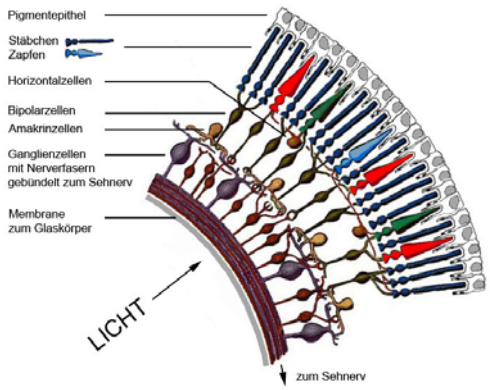
Das Sehen

- 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

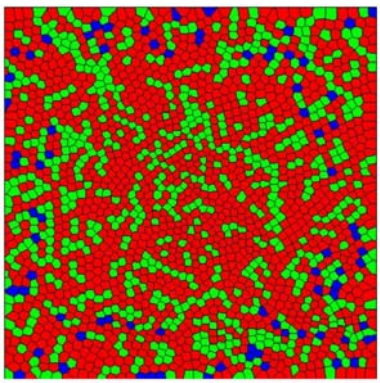
- Es gibt zwei Arten visueller Rezeptoren mit unterschiedlichen Eigenschaften, Zapfen und Stäbchen.
- Enthalten lichtempfindliche chemische Verbindungen (Sehpigmente)
- Reagieren auf Licht und lösen elektrische Signale aus
- Signale fließen durch ein Netzwerk von Neuronen
- Signale treten in den Sehnerv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



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

Das Zapfenmosaik

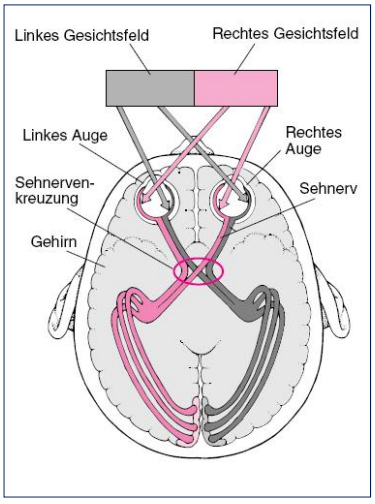
- Zapfen in der Netzhaut sind zu einem Mosaik angeordnet
- an jeder Stelle gibt es nur einen Zapfen
- es gibt ca. doppelt so viele Rot-Zapfen wie Grün-Zapfen
- nur ca. 10% sind Blau-Zapfen

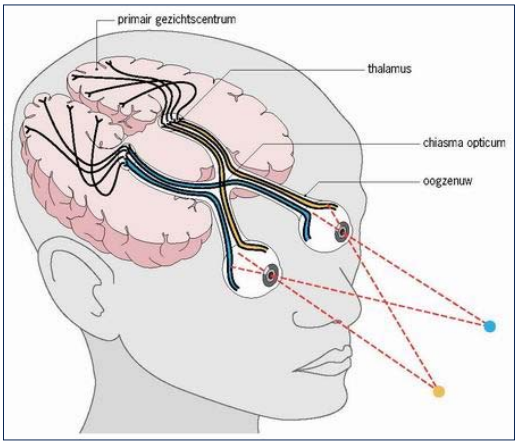


- Die **Stäbchen** des Auges arbeiten noch bei geringer Beleuchtung, können aber **nur helle und dunkle Töne** ohne Farbempfindung wiedergeben.
- Die menschliche Retina enthält **drei Zapfentypen** mit **unterschiedlichen Frequenzbändern** bzw. Farbempfindungen:
  - L-Typ (long) lange Wellenlänge um 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

Sehbahnen im Gehirn





Funktionen von Farbwahrnehmung

- Trennung von Wahrnehmungsfeldern
- Signalgebung

Unterscheidung nach…

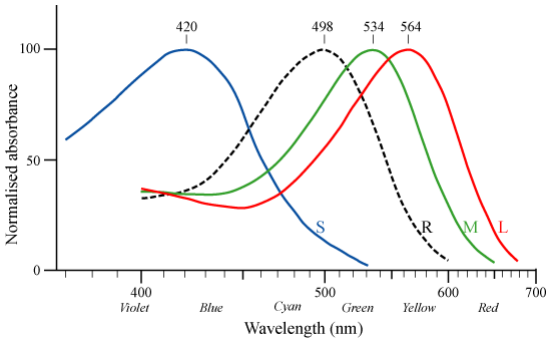
- Achromatischen Farben (Weiß, Schwarz und Grauschattierungen)
- Chromatische Farben „Farbton“ (Blau, Rot, Grün, Gelb)

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

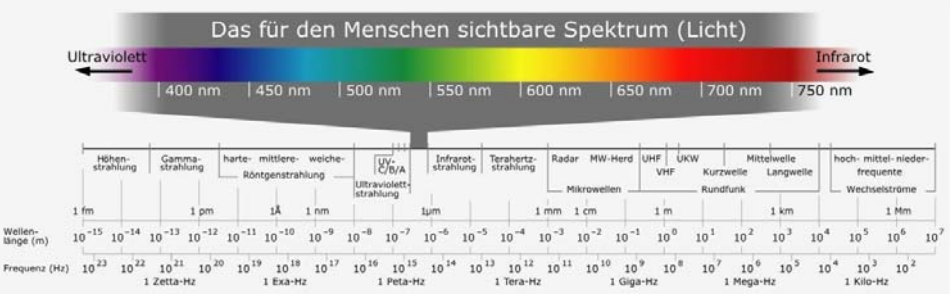
- Die drei Sorten farbempfindlicher Netzhautzellen (Zapfen) werden von unterschiedlichen Lichtwellenlängen angeregt
- Das Auge des Menschen verfügt über drei Arten von Zapfen-Photorezeptoren.
- Wenn alle drei Zapfentypen gleich stark stimuliert werden (wenn sie die gleiche Anzahl von Photonen pro Sekunde 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

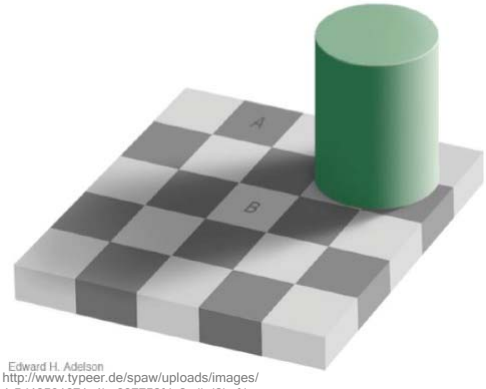
Elektromagnetisches Spektrum

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

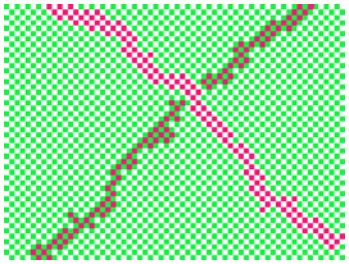


http://www.chemie-im-alltag.de/articles/0107/EM_Spektrum.JPG

Farbtäuschung (Farbinduktion)



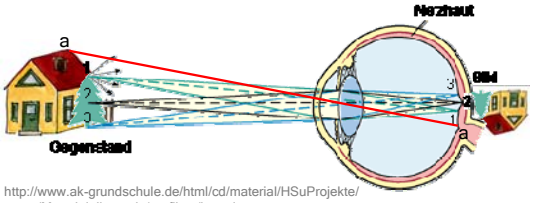
Edward H. Adelson
http://www.typeer.de/spaw/uploads/images/1-5d43501671c4be337752fde2cdbd2bcf.jpg



http://www.physikdidaktik.uni-bayreuth.de/lehre/fachdidii/ws2003/Aufgabe1/15.gif

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

- 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

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

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 ***gefühlt*** 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

MULTIMEDIA MARKETING WIRTSCHAFTSINFORMATIK
2.4 Tiefen- und Größenwahrnehmung

Monokulare Tiefenreize

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

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.

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 Textur-informationen 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.