

Software-Ergonomie
3. Medizintechnik- und Ergonomiekongress
MEK 2002



Software-Ergonomie

Prof. Dr. Andreas M. Heinecke
Fachhochschule Gelsenkirchen
Fachbereich Informatik
Interaktive Systeme
45877 Gelsenkirchen

amh@hi-soft.de

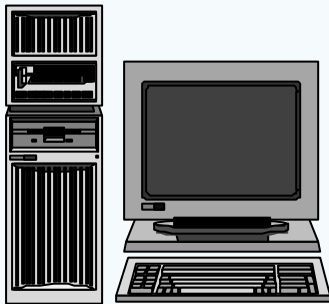
www.hi-soft.de

0172 9987871

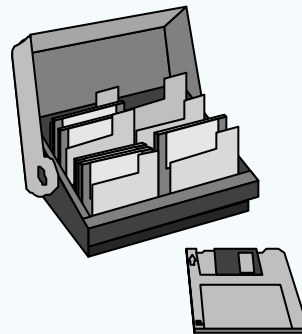
Inhalt

- Der Benutzer im Mittelpunkt
- Gestaltung von Mensch-Maschine-Systemen
- Grundlagen der Software-Ergonomie
- Gestaltung für Gebrauchstauglichkeit
- Ein-/Ausgabe-Schnittstelle
- Dialog-Schnittstelle
- Fazit
- Literatur

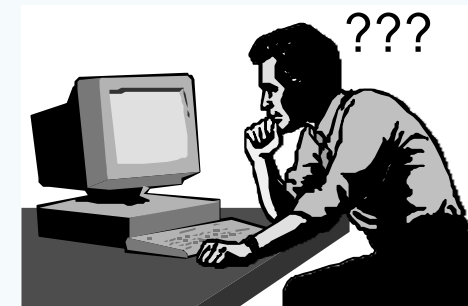
Der Benutzer im Mittelpunkt?



Hardware



Software



noch wer

Der Benutzer im Mittelpunkt!

Mentales

- Erwartungen
- Erfahrungen
- Einstellungen ...

Soziales

- Gruppenzugehörigkeit
- Milieuzugehörigkeit ...

Körperliches

- Alter
- Geschlecht
- Gesundheit ...



Situatives

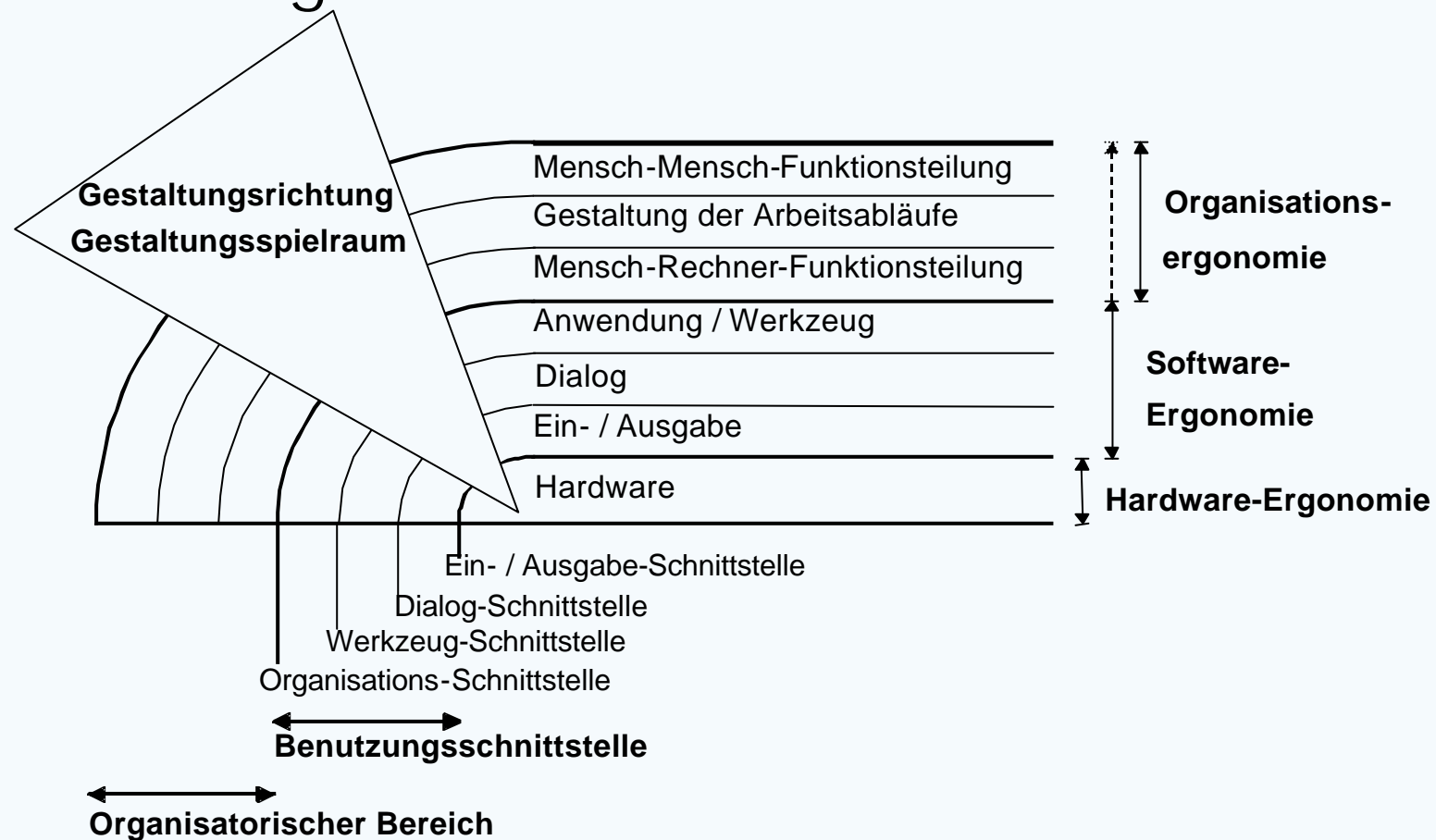
- Aufgabe
- Rolle
- Ziele ...

Der Benutzer im Mittelpunkt:

- Ergonomie
 - menschengerechte Gestaltung des gesamten Mensch-Maschine-Systems
 - Hardware
 - Software
 - Arbeitsorganisation
 - Arbeitsumfeld
- Software-Ergonomie
 - menschengerechte Gestaltung der Software
 - Benutzungsoberfläche
 - Funktionalität

Gestaltung von Mensch-Maschine-Systemen

- Gestaltungsebenen



Gestaltung von Mensch-Maschine-Systemen

- Benutzungsprobleme
 - Überforderung / Stress
 - Unterforderung / Monotonie
 - Probleme bezüglich der Interaktion (Bedienung)
 - Probleme bezüglich der Funktionalität
- durch
 - falsche Aufgabenverteilung Mensch-Rechner
 - fehlende Funktionalität
 - schwierige Interaktion
 - schlechte Informationsdarstellung
 - ungeeignete Geräte

Gestaltung von Mensch-Maschine-Systemen

- Auswirkungen unergonomischer Gestaltung
 - physische Belastungen
 - direkte psychische Belastungen
 - indirekte psychische Belastungen
- Mögliche Folgen
 - gesundheitliche Schäden
 - hohe Fehlerquote
 - geringe Akzeptanz
 - geringe Effizienz

Gestaltung von Mensch-Maschine-Systemen

- Gestaltungsvorgaben (nach VDI 5005)
 - Kompetenzförderlichkeit
 - Handlungskompetenz durch Wissen über die Aufgabe
 - Unterstützung von Lernprozessen
 - Verdeutlichung der Aufgabenbereiche
 - Nutzung von Qualifikation
 - Handlungsflexibilität
 - Anpassung an geänderte Aufgabe
 - Angebot alternativer Wege
 - Aufgabenangemessenheit
 - Durchführbarkeit (Effektivität)
 - Effizienz
 - Qualität

Gestaltung von Mensch-Maschine-Systemen

- Rechtliche Anforderungen (Bürobereich)
 - EU-Bildschirmrichtlinie
 - Software muss der auszuführenden Arbeit angepasst sein
 - muss benutzerfreundlich sein
 - muss gegebenenfalls dem Kenntnis- und Erfahrungsstand des Benutzers angepasst werden können
 - muss den Arbeitnehmern Angaben über die jeweiligen Abläufe bieten
 - muss Information in einem Format und Tempo anzeigen, das dem Benutzer angepasst ist
 - "Die Grundsätze der Ergonomie sind insbesondere auf die Verarbeitung von Informationen durch den Menschen anzuwenden."

Grundlagen der Software-Ergonomie

- Interdisziplinäre Zusammenarbeit
 - Arbeitswissenschaft
 - Psychologie
 - Ingenieurwesen (besonders bei Hardware)
 - Informatik (besonders bei Software)
 - Design
 - außerdem das jeweilige Anwendungsgebiet,
z.B. Medizin

Grundlagen der Software-Ergonomie

- Arbeitsweisen
 - Versuche
 - Analysen mit Hilfe von Modellen
 - Expertenurteile

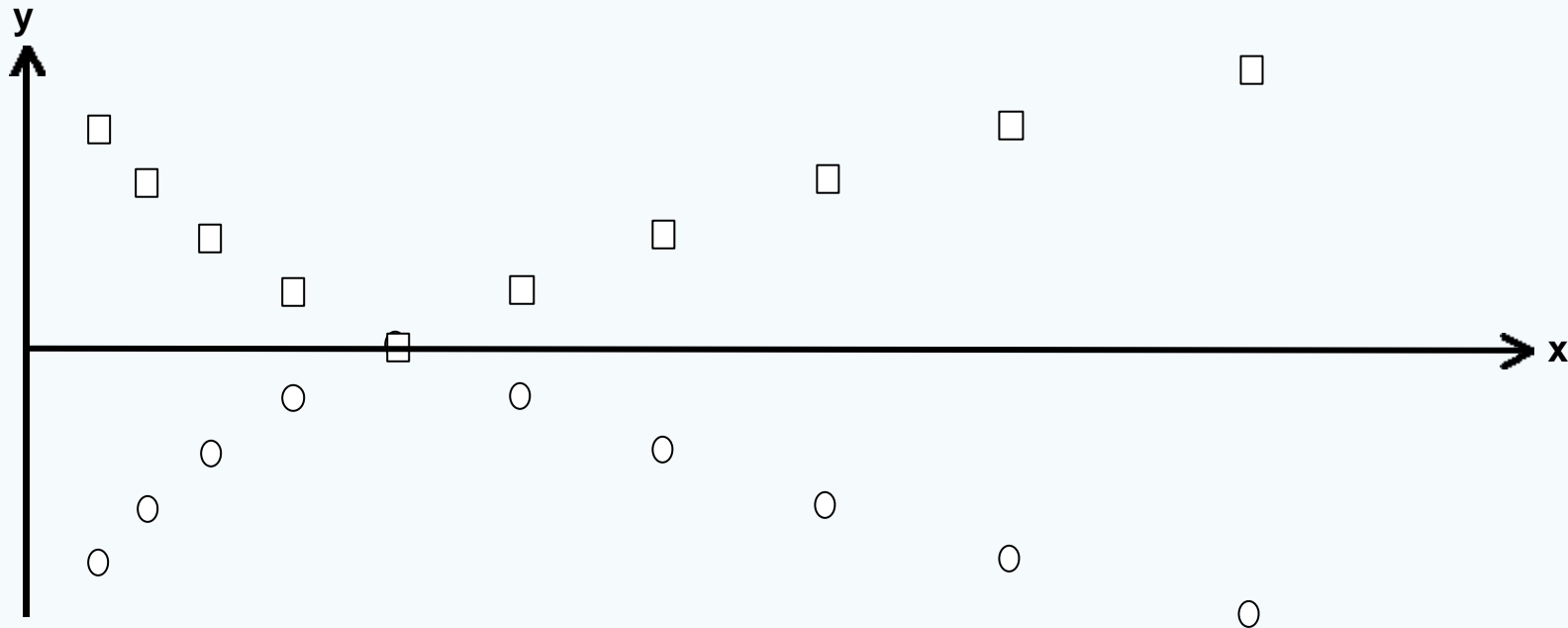
⇒ häufig reagierend im Nachhinein
- Ergebnisse
 - Normen
 - Richtlinien und Gestaltungsempfehlungen
 - Style-Guides der Hersteller

Grundlagen der Software-Ergonomie

- Der Mensch als Maß
 - Modelle der menschlichen Informationsverarbeitung
 - Computer-Metapher der menschlichen Kognition
 - Bewusste und unbewusste Wahrnehmung
 - Physiologie der menschlichen Wahrnehmung
 - Leistungsfähigkeit der Sinne, z.B. Farbsehen
 - Zeitkonstanten der Verarbeitung, z.B. Hand-Auge-Regelkreis
 - Grenzen der Speicherung, z.B. Chunks im Kurzzeitgedächtnis
 - Psychologie der menschlichen Wahrnehmung
 - Gestaltgesetze, Tiefenwahrnehmung, Bewegungseindruck
 - Codes des Gedächtnisse und Mentale Modelle

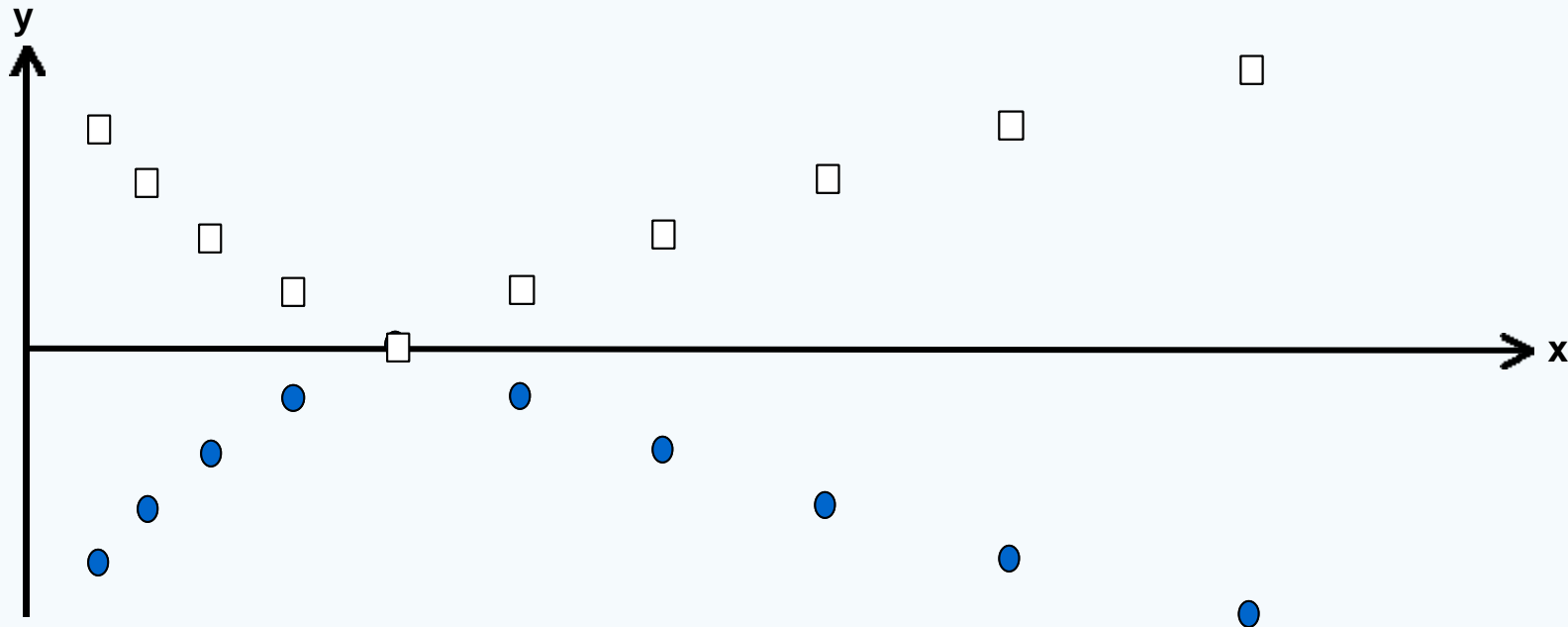
Grundlagen der Software-Ergonomie

- Beispiel: Gestaltgesetze
 - Darstellung von Messwerten



Grundlagen der Software-Ergonomie

- Beispiel: Gestaltgesetze
 - Darstellung von Messwerten



- Gesetz der guten Fortsetzung versus Gesetz der Gleichheit

Grundlagen der Software-Ergonomie

- noch: Der Mensch als Maß
 - Handlungsprozesse
 - Lernen
 - Automatische und kontrollierte Prozesse
 - Handlungsregulierung
 - Fehler in Handlungsprozessen
 - Fehler auf verschiedenen Regulationsebenen
 - Fehlerarten
 - Fehlerbewältigung und Fehlervermeidung

Grundlagen der Software-Ergonomie

- Beispiel: Fehlervermeidung

- Dialog zur Datensicherung:

```
;TF  
TF: CD  
FROM: FIX  
TO: D0  
COPYDISK FROM FIX TO D0 (Y/N)? Y
```

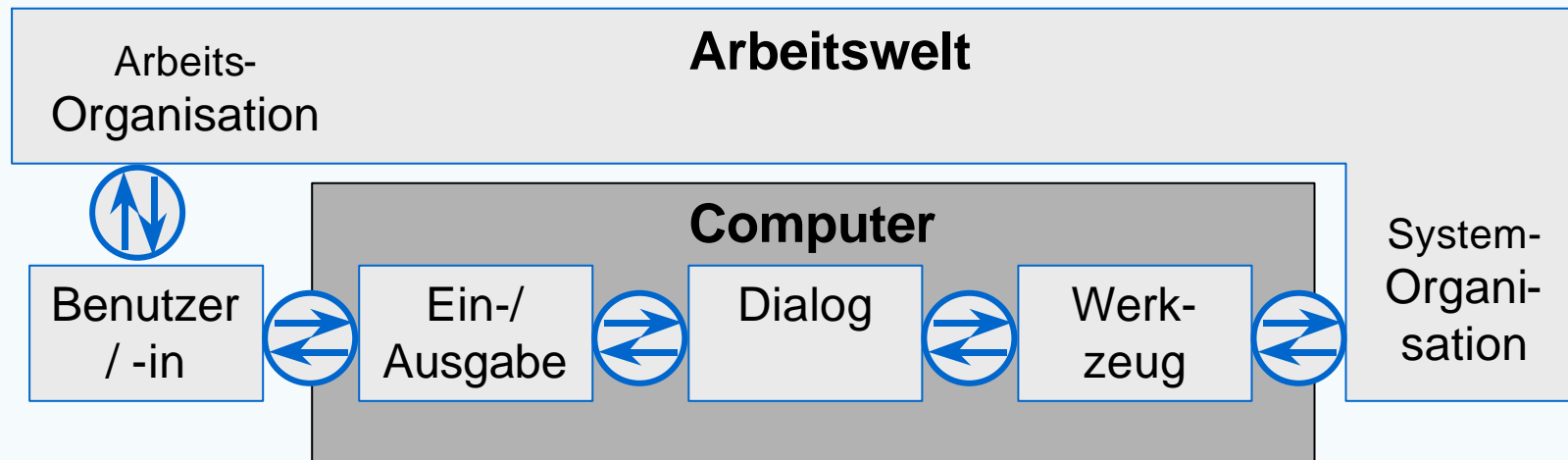
- auch ein zulässiger Dialog:

```
;CD  
CLEAR DIRECTORY (Y/N)? Y
```

- ⇒ Unterlassensfehler und Gewohnheitsfehler

Gestaltung für Gebrauchstauglichkeit

- Modell der Software-Benutzung



Gestaltung für Gebrauchstauglichkeit

- Qualitätskonzept „Gebrauchstauglichkeit“
 - Effektivität
 - Läßt sich das Ziel vollständig und korrekt erreichen?
 - Effizienz
 - Ist der Aufwand (physisch und psychisch) vertretbar?
 - Zufriedenheit
 - Wie bewerten die Benutzerinnen und Benutzer das System?

Gestaltung für Gebrauchstauglichkeit

- Vorgehen
 - Gestaltungsprinzipien festlegen
 - Anwendungsszenarien bestimmen
 - Gestaltungskriterien ableiten

jeweils für

- Ein- / Ausgabe
- Dialog
- Anwendung

Gestaltung für Gebrauchstauglichkeit

- Gestaltungsprinzipien für Informationsdarstellung
 - Klarheit (clarity)
 - Unterscheidbarkeit (discriminability)
 - Prägnanz (conciseness)
 - Konsistenz (consistency)
 - Erkennbarkeit (detectability, recognisability)
 - Lesbarkeit (legibility)
 - Verstehbarkeit (comprehensability)

DIN EN ISO 9241 Teil 12

Gestaltung für Gebrauchstauglichkeit

- Gestaltungsprinzipien für den Dialog
 - Aufgabenangemessenheit (suitability for the task)
 - Selbstbeschreibungsfähigkeit (self-descriptivness)
 - Steuerbarkeit (controllability)
 - Erwartungskonformität (conformity with user expectations)
 - Fehlertoleranz (error tolerance)
 - Individualisierbarkeit (suitability for individualization)
 - Lernförderlichkeit (suitability for learning)

DIN EN ISO 9241 Teil 10

Gestaltung für Gebrauchstauglichkeit

- Gestaltungskriterien
 - aus Gestaltungsprinzipien ableiten
 - menschliche Eigenschaften berücksichtigen
 - Sinnesleistungen
 - Gedächtnisleistungen
 - Anwendungssituation berücksichtigen
 - Einsatzumfeld
 - Zielgruppe

Gestaltung für Gebrauchstauglichkeit

- Ableitung von Gestaltungskriterien (Beispiel)
 - Gestaltungskriterium
 - Rot-/Grün-Unterscheidungen eignen sich nicht zur Kodierung, da Rot und Grün von etwa 8% der männlichen Bevölkerung nicht unterschieden werden können.
 - basiert auf Gestaltungsprinzip „Unterscheidbarkeit“
 - ergibt sich durch direkte Ableitung aus Eigenschaften der menschlichen Sinne

Ein-/Ausgabe-Schnittstelle

- Kriterien zur Verwendung von Farben
 - Anzahl der Farben zur Kodierung $\leq 6 + 2$
 - Unterscheidung in Farbton, Helligkeit und Sättigung
 - Rot/Grün- und Blau/Gelb-Unterschiede nicht als alleinige Kodierung
 - Farbkodierung nach bekannten Zuordnungen
 - konsistent und erwartungskonform
 - kulturelle Eigenheiten beachten
 - Hintergrund in heller Umgebung hell
 - gesättigte Farben im Hintergrund vermeiden
 - keine gemeinsame Verwendung von blau und rot
 - blau nicht für kleine Vordergrund-Objekte

Ein-/Ausgabe-Schnittstelle

- Kriterien zur Verwendung von Effekten
 - gute Hervorhebung durch höhere Helligkeit
 - gute Hervorhebung durch 3-D-Effekt ("gedrückt")
 - bei Invertierung zur Hervorhebung auf ausreichende Lesbarkeit in beiden Zuständen achten
 - Blinken nur sparsam verwenden (maximal 1 Stelle und Schreibmarke)
 - Blinkrate maximal 2 Hz
 - keine Texte blinken lassen
 - Hervorhebung darf maximal 10 - 20% des Inhalts betreffen
 - möglichst nur 1 Art der Hervorhebung verwenden

Ein-/Ausgabe-Schnittstelle

- Kriterien zur Verwendung von Schrift
 - Schrifthöhe mindestens 18' Sehwinkel
 - >3 mm bei 60 cm Leseentfernung
 - Zeichenkontrast mindestens 6:1
 - Zeichenvorrat nach DIN 66003 (=>z.B. Umlaute)
 - Bildschirmschrift möglichst
 - horizontal ausgerichtet
 - proportionale Zeichenbreite
 - serifenlos
 - nicht unterstrichen
 - nicht kursiv
 - Groß- und Kleinschreibung

Ein-/Ausgabe-Schnittstelle

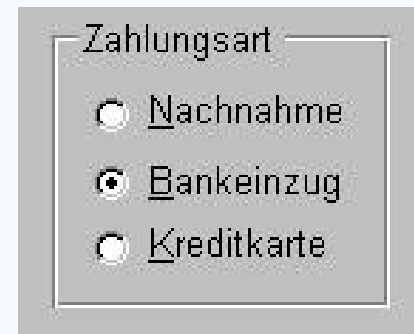
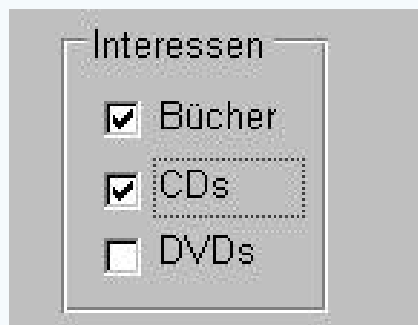
- Weitere Kriterien für die Ein- / Ausgabe
 - Nutzung akustischer Ausgaben
 - Größe von Schaltflächen auf Berührungsbildschirmen
 - Beschaffenheit von Tastaturen
- finden sich in den Normen
 - insbesondere DIN EN ISO 9241

Ein-/Ausgabe-Schnittstelle

- Richtige Verwendung von Interaktionselementen
 - Eingabefelder
 - Schaltflächen
 - Auswahllisten
 - Grafikelemente
- Sinnvolle Gruppierung und Anordnung
 - Gruppierungsprinzipien
 - Gruppierungselemente
 - räumliche Anordnung nach Gestaltgesetzen

Ein-/Ausgabe-Schnittstelle

- Beispiel: Interaktionselemente
 - Kontrollkästchen versus Optionsfelder



- n binäre Schalter
 - m-aus-n-Auswahl, $n \leq 7$
 - n binäre Schalter, die sich gegenseitig ausschließen
 - 1-aus-n-Auswahl, $n \leq 7$
- unpassende Verwendung auch in Standard-Software

Dialog-Schnittstelle

- Kriterien zur Gestaltung des Dialogs
 - aufgabenunabhängig
 - Gestaltung von Auswahlmöglichkeiten
 - Gestaltung von Meldungen
 - aufgabenabhängig
 - Anordnung von Eingabefeldern
 - Anzeige von Hilfen
- allgemein dargestellt in den Normen
- konkrete Umsetzung erforderlich
 - Beispiel: CAD-Gestaltungsempfehlungen der GI

Dialog-Schnittstelle

- Dialogarten
 - Kommandodialog
 - Menüdialog
 - Dialog mit Formularen
 - Dialog mit Fenstersystemen
 - Direkte Manipulation
 - Multimedialer Dialog
- Empfehlungen
 - zur Auswahl
 - zur Gestaltung

Dialog-Schnittstelle

- Beispiel: Dialog mit Fenstersystemen
 - so wenig Dialogmodalität wie möglich
 - keine unnötigen Fensterelemente
 - Dialogfenster
 - möglichst wenig verdeckend
 - ggf. expandierbarer Dialog
 - Paletten
 - klein halten
 - Paletteneigenschaft ggf. abschaltbar
 - Hinweis bei verdeckten Informationen

Dialog-Schnittstelle

- Ableitung anwendungsabhängiger Kriterien
 - Szenarien
 - Tätigkeit, Arbeitsaufgabe
 - beabsichtigtes Ergebnis
 - angestrebter Arbeitsaufwand
 - Kontext der Nutzung
 - Eigenschaften der Benutzerinnen und Benutzer
 - Eigenschaften des Systems
 - Prüfkriterium
 - Frageform
 - vom Anwendungsprogramm erfüllbar

Dialog-Schnittstelle

- Probleme ergonomischer Dialoggestaltung
 - Ableitung von konkreten Gestaltungskriterien aufwändig
 - Berücksichtigung von Änderungen im Arbeitsablauf schwierig
 - bei allgemeinen Kriterien viele Bedingungen und Ausnahmen
 - Erfüllung eines Kriteriums auf verschiedene Weise möglich
- Ergonomische Fehler zu entdecken ist einfach.
- Ergonomische Fehler zu vermeiden ist schwierig.

Fazit

- Was ist erforderlich?
 - Verbreitung des Standardwissens der Software-Ergonomie
⇒ Berücksichtigung in Studium und Ausbildung
 - Anwendung des Standardwissens der Software-Ergonomie
⇒ Berücksichtigung insbesondere in Software-Häusern
 - Zusammenarbeit mit AnwenderInnen / BenutzerInnen
⇒ partizipative und interdisziplinäre
Software-Entwicklung
 - Erweiterung des Wissens der Software-Ergonomie
⇒ Forschung insbesondere bei „neuen“ Anwendungen

Literatur

- Skript „Interaktive Systeme 1“
 - http://www.DrHeinecke.de/fh_ge/files/is1_1.pdf
 - http://www.DrHeinecke.de/fh_ge/files/is1_2.pdf
- Screen-Design / Web-Design
 - F. Thissen
Screen-Design-Handbuch
Effektiv informieren und kommunizieren mit Multimedia
Springer-Verlag, Heidelberg u.a., 2. überarb. und erw. Aufl. 2001
 - W. Schweibenz und F. Thissen
Qualität im Web
Benutzerfreundliche Webseiten durch Usability Evaluation
Springer-Verlag, Heidelberg u.a., 2002

Literatur

- Literatur zu Mensch-Maschine-Interaktion
 - M. Herczeg
Software-Ergonomie
Grundlagen der Mensch-Computer-Kommunikation
R. Oldenbourg Verlag, München u.a., 1998
 - H. Balzert
Lehrbuch der Software-Technik
Software-Entwicklung
Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg u.a., 1996
(hieraus die Lerneinheiten 16 bis 22)
 - B. Preim
Entwicklung interaktiver Systeme
Grundlagen, Fallbeispiele und innovative Anwendungsfelder
Springer-Verlag, Berlin u.a. 1999

Literatur

- Normen
 - DIN EN ISO 9241 Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten
 - Teil 10: Grundsätze der Dialoggestaltung
 - Teil 11: Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit
 - Teil 12: Informationsdarstellung
 - Teil 13: Benutzerführung
 - sowie die Anforderungen an die Hardware in den Teilen 3, 4, 7, 8, 9