

Interface-Design Zusammenfassung

Inhalt

1 EINFÜHRUNG.....	4
1.1 Ausbildungsziel und Forschungsinhalte des Forschungs- und Lehrgebiets	4
1.2 Integration der Interfacegestalt in den Produktentwicklungsprozess	4
1.3 Abgrenzung zu anderen Disziplinen und Lehrstühlen	5
1.4 Historische Entwicklung der Interfacegestalt.....	6
1.5 Die Welt der Interfacegestalten	7
1.6 Leitbeispiel Elektrowerkzeug.....	7
2 GRUNDLAGEN UND DEFINITIONEN	8
2.1 Konsum- versus Investitionsgüter	8
2.2 Die Produktgestalt und ihre Interfacegestalt	8
2.3 Formal ästhetische Betrachtung der Interfacegestalt.....	12
2.4 Der Entwicklungs- und Designprozess unter besonderer Berücksichtigung des Interfacedesigns	13
2.4.1 Interface- und Maschinenstyleguide	14
2.5 Informationsbegriff und -modelle	14
2.5.1 Informationsgehalt	15
2.5.2 Informationsinhalt	15
2.5.3 Informationsablauf des Bedienvorgangs.....	15
2.6 Das Basisschema der Mensch-Maschine-Interaktion	16
2.6.1 Modalität/Multimodalität/Multitasking	18
2.6.2 Wahrnehmung.....	18
2.6.3 Erkennung und Kognition	20
2.6.4 Betätigung und Benutzung	21
2.6.5 Intuition und Bedienung.....	21
2.7 Zentrifugale und zentripetale Vorgehensweise	22
2.8 Allgemeines Entwicklungsschema der Interfacegestaltung mit Mensch-Maschine-Kategorien	23
2.8.1 Anzeiger-Stellteil-Wirkteil-Modell.....	23
2.8.2 Ideales Interface in Abhängigkeit vom Abstraktionsgrad	24
2.9 Usability-Evaluation im Sinne der Gebrauchstauglichkeit	24
2.9.1 Alternative Ziele der Usability-Bewertung	24
2.9.2 Anforderung und Gewichtung.....	24
2.9.3 Berechnung des Usability-Faktors.....	26
2.9.4 Usability-Faktor für eine elektrische Sitzverstellung.....	26

3 MAKROERGONOMIE IN DER PLANUNGS- UND KONZEPTPHASE	27
3.1 Planungsphase.....	27
3.2 Workflow und Produktionsprozess	28
3.3 Bedienszenarien	29
3.4 Ergonomische Grundlagen	29
3.4.1 Körpergröße	29
3.4.2 Greifraum und Sichtbereich	29
3.4.3 Primärer, sekundärer und tertiärer Bereich im Fahrzeugcockpit	31
3.4.4 Kategorien von Interfacegestalten	31
3.5 Aufbau der Interfacegestalt	32
3.6 Funktionale / formale Qualität und Ordnung des Aufbaus.....	32
3.7 Usability-Faktor in der Makroergonomie	33
4 MIKROERGONOMIE IN DER KONZEPT- UND ENTWURFSPHASE	35
4.1 Gebrauchsanalyse in der Mikroergonomie	35
4.2 Konzeption von Anzeigern.....	35
4.2.1 Nutzerzentrierte Anzeigerentwicklung	39
4.3 Konzeption von Stellteilen.....	39
4.3.1 Entwicklungsschritte von Stellteilen	41
4.3.2 Greif- und Bewegungsarten	41
4.3.3 Stellteil als Anzeiger.....	43
4.3.4 Stellteilvarianten	43
4.3.5 Anthropomorphe Gegengestalt	44
4.4 Anordnung von Stellteilen und Anzeigern	45
4.4.1 Die Gestaltprinzipien	45
4.4.2 Anordnungsprinzipien	48
4.5 Benutzergerechte Touchscreengestaltung	48
4.6 Bewertungskriterien der Interfacegestalt	50
4.6.2 Dialogeigenschaften	53
4.7 Morphologischer Kasten für neue Interfacegestalten	55
4.8 Formgebung in der Konzeptphase	56
4.9 Bewertung der Mikroergonomie Teil 1	57
4.10 Usability-Faktor in der Konzept- und Entwurfsphase der Mikroergonomie.....	57
5 MIKROERGONOMIE IN DER AUSARBEITUNGSPHASE.....	60
5.1 Farbgebung in der Ausarbeitungsphase.....	60
5.1.1 Definition Farbe.....	60
5.1.2 Farb-Farb-Relation.....	61

5.1.3 Farbwirkungen.....	62
5.1.4 Sicherheitsfarben	63
5.1.5 Systematik der Farbcodierung.....	63
5.1.6 Farbsysteme	63
5.1.7 Funktionale und formale Farbgebung.....	63
5.2 Oberflächendesign auf Stellteilen und Anzeigern.....	64
5.3 Produktgrafik auf Stellteilen und Anzeigern	66
5.3.1 Piktogramme und Bildzeichen.....	66
5.3.2 Beschriftung.....	67
5.4 Usability-Faktor in der Ausarbeitungsphase der Mikroergonomie.....	67
5.5 Ganzheitliches Bewertungsschema einer Interfacegestalt im Kontext der Produktgestalt	68
6 DIE WORKFLOWANALYSE ALS QUERSCHNITTSFUNKTION	70
6.1 Darstellung der Methodik	70
6.2 Ziel der Workflowanalyse.....	70
6.3 Integration von Makro- und Mikroergonomie.....	71
6.4 Bewertung des Workflows	71
6.5 Anwendungsbeispiele bzgl. des Workflows	71
6.5.1 Zukünftige Bedeutung des Workflowdiagramms.....	71
7 BEISPIELE AUS DER PRAXIS	73

Tipps aus Prüfungssprechstunde:

Klausur wird 120 Punkte haben mit 12 Aufgaben à 8-12 Punkten. Die Aufgaben gehen grob nach der Reihenfolge vom Skript durch und man soll genau lesen, weil er oft "Skizzieren sie" schreibt zum Beispiel! -> echte graphische Skizze

Es ist eine auswendig lern Klausur, wo es aber gut ist, das Verständnis im Hinterkopf zu haben.

Zu den Sinnesorganen im Kapitel 2.6. meinte bloß nicht alles auswendig lernen, eher so generelle Gestaltungsprinzipien und sowas! Workflow anschauen und Kapitel 3 bis 5 vor allem.

1 EINFÜHRUNG

1.1 Ausbildungsziel und Forschungsinhalte des Forschungs- und Lehrgebiets

[LERNZIELE

- Grundlagen und Vertiefungen zum Interfacedesign
- Wissen über die wesentlichen Grundlagen des Interfacedesigns als Bestandteil der methodischen Entwicklung und zur Vertiefung des Technischen Designs
- Kenntnisse über wesentliche Interaktionsprinzipien zur Wahrnehmung, Kognition, Betätigung und Benutzung
- Fähigkeit wichtige Methoden zur Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle anzuwenden, Lösungen zu realisieren und zu präsentieren
- Planung und Durchführung von Usability-Tests mit Probanden
- Grundlegende Kenntnisse zu Kriterien und Bewertung von Anzeigern und Stellteilen über die X-Kompatibilitäten
- Detailliertes Verständnis von Makro- und Mikroergonomie und deren Integration in die Planungs-, Konzept-, Entwurfs- und Ausarbeitungsphase
- Fähigkeit zur Durchführung und Auswertung einer Workflow-Analyse als Querschnittsfunktion
- Fähigkeit effiziente Bedienstrategien zu beurteilen
- Wissen über Auswirkungen und zukünftige Trends der Interface-gestaltung]

1.2 Integration der Interfacegestalt in den Produktentwicklungsprozess

GRUNDLAGE:

Für die Integration der Interfacegestalt gelten folgende Grundlagen:

- Grundlage ist die VDI-Richtlinie 2221
- Entwicklungsprozess: Von der Problem-/Aufgabenstellung bis zur Lösungsgestalt und der Dokumentation
- Entwicklungsprozess ist ein Prozess der Konkretisierung, d.h. vom Abstrakten zum Konkreten

PHASEN DER PRODUKTENTWICKLUNG

Die beiden parallelen Spuren werden in horizontale Arbeitsabschnitte unterteilt:

- Planungsphase
 - Konzeptphase
 - Entwurfsphase
 - Ausarbeitungsphase
- PKEA

Diese Phasen sind Zeitabschnitte der Entwicklung eines Produktes.

ZUORDNUNG DER TEILGESTALTEN ZU DEN PHASEN

Im Folgenden werden die Teilgestalten der Produktgestalt den Phasen der Produktentwicklung zugeordnet:

- Planungsphase
- Konzeptphase -> Gestaltaufbau A
- Entwurfsphase -> Formgebung Fo
- Ausarbeitungsphase -> Oberfläche Ob / Farbe Fa / Grafik Gr

! Grafik: 3x4-Matrix

ERWEITERTE GLIEDERUNG EINER PRODUKTGESTALT

Eine vollständige Produktgestalt kann mit einer 3x4-Matrix dargestellt werden:

Funktionsgestalt:

(d.h. Funktionselemente- und baugruppen)

Interfacegestalt:

(d.h. Steuerung und Bedienung)

Tragwerksgestalt:

(d.h. Tragwerk und Verkleidung)

	FG	IG	TG
A	A_{FG} $E_{A_{FG}}$ $O_{A_{FG}}$ Art. Anz. Art. Anz.	A_{IG} $E_{A_{IG}}$ $O_{A_{IG}}$ Art. Anz. Art. Anz.	A_{TG} $E_{A_{TG}}$ $O_{A_{TG}}$ Art. Anz. Art. Anz.
Fo	Fo_{FG} $E_{Fo_{FG}}$ $O_{Fo_{FG}}$ Art. Anz. Art. Anz.	Fo_{IG} $E_{Fo_{IG}}$ $O_{Fo_{IG}}$ Art. Anz. Art. Anz.	Fo_{TG} $E_{Fo_{TG}}$ $O_{Fo_{TG}}$ Art. Anz. Art. Anz.
Ob/Fa	Ob/Fa_{FG} $E_{Ob/Fa_{FG}}$ $O_{Ob/Fa_{FG}}$ Art. Anz. Art. Anz.	Ob/Fa_{IG} $E_{Ob/Fa_{IG}}$ $O_{Ob/Fa_{IG}}$ Art. Anz. Art. Anz.	Ob/Fa_{TG} $E_{Ob/Fa_{TG}}$ $O_{Ob/Fa_{TG}}$ Art. Anz. Art. Anz.
Gr	Gr_{FG} $E_{Gr_{FG}}$ $O_{Gr_{FG}}$ Art. Anz. Art. Anz.	Gr_{IG} $E_{Gr_{IG}}$ $O_{Gr_{IG}}$ Art. Anz. Art. Anz.	Gr_{TG} $E_{Gr_{TG}}$ $O_{Gr_{TG}}$ Art. Anz. Art. Anz.

Interfacegestalt kann ein Teil der Funktionsgestalt sein

Interfacegestalt kann ein Teil der Tragwerksgestalt sein

1.3 Abgrenzung zu anderen Disziplinen und Lehrstühlen

ALLEINSTELLUNGSMERKMAL TD / INTERFACE-DESIGN

Im Interface-Design werden die Bereiche der klassischen Ergonomie sowie der Informationsergonomie behandelt.

Dabei beschäftigt sich die klassische Ergonomie mit

- Griffen, Stellteilen, anthropomorphen Gegenformen
- Greif- und Sehraumen, Bewegungsarten
- Sitzkonturen, Bedienflächen, visuelle Kontrolle

Die Informationsergonomie bearbeitet folgenden Aspekte:

- X-Kompatibilitäten
- Menügestaltung
- Wahrnehmungspsychologie

Virtuelles Interface (z. B. Bankautomat)

Handelt es sich bei dem zu untersuchenden Produkt um ein software-spezifisches (virtuelles) Interface, ist die Erstellung von Konzeptvarianten relativ einfach, schnell und kostengünstig.

Reales Interface (z. B. Elektrowerkzeug)

Im Falle eines Produktes mit einem realen Interface wird die Erstellung eher aufwändig und bei einer hohen Anzahl an Konzeptvarianten auch kostenmäßig nicht mehr darstellbar.

1.4 Historische Entwicklung der Interfacegestalt

HISTORISCHE ENTWICKLUNG VON MESSGERÄTEN AM BEISPIEL DER DRUCKMESSUNG

- Messgeräte wurden immer dann in Hochkulturen vorgefunden, sobald das Zusammenleben der Menschen zum Geschäfts- und Verkehrsverkehr führte.
- Als erste Messgrößen sind in allen Kulturen Länge-, Flächen-, Raum und Gewichtsmaße überliefert. Ursprung eines Maßsystems wird in Babylon vermutet.
- Am Ende des Mittelalters fielen der Messtechnik neue Aufgaben im Bereich der Überwachung und Fertigungsqualität.
- Galileo Galilei erkannte den Isochronismus der Pendelschwingung und damit ihre Eignung zur Zeitmessung. Von ihm stammt auch folgende Formulierung: „Man sollte alles Messbare messen, und das Unmessbare messbar machen.“

Bsp: Zeitanzeiger

Der Mensch musste im Zusammenleben mit seinen Mitmenschen, die Zeitmessung einführen. Schattenwerfer (Gnomon = Schattenwerfer) in Form von vertikalen Säulen oder geradlinigen Stäben wurden zur Zeitmessung verwendet. Zur Zeitgliederung wurde die Länge des Schattens genutzt. Erste Hinweise auf die menschliche Zeitmessung in Form von Sonnen- und Wasseruhren, den so genannten Elementaruhren, gibt es schon seit 3000 v. Chr. Entwicklung über Wasserauslaufuhren, Sanduhren und Kerzenuhren bis zur Entwicklung des mobilen Zeitanzeigers:

INTERFACEGESTALTUNG HEUTE

Aktuelle Interfacegestalten bieten folgende Möglichkeiten:

- Heutzutage ist der Freiheitsgrad bei der Interfacegestaltung hoch.
- Historische Interfacegestalten sind Leitbilder und finden sich trotz eines hohen Freiheitsgrades in heutigen Interfaces wieder.
- Die durch den hohen Freiheitsgrad ermöglichten Varianten, können nur durch ergonomische Kriterien sinnvoll bewertet werden.

Aktuelles Fahrzeugcockpit:

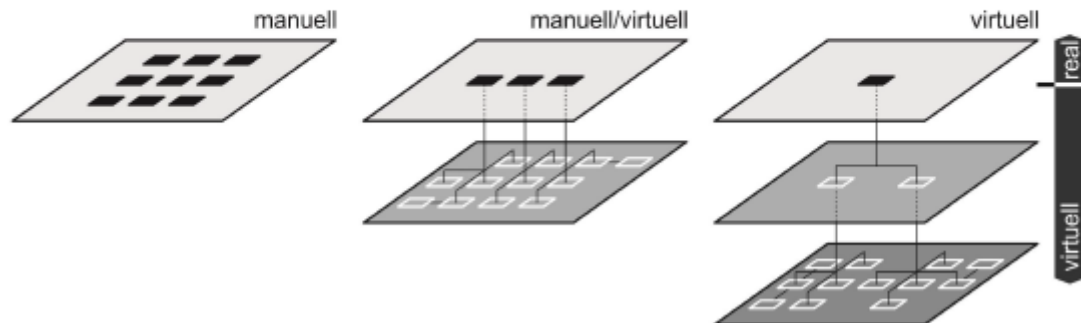
- Das Virtual Cockpit vereinigt die Funktionen eines zentralen MMI-Monitors und konventionellen Kombiinstrumente.
- Der Fahrer kann zwischen zwei Anzeigemodi wählen

FAHRZEUGCOCKPITENTWICKLUNG

Bildbeschreibung: **Phasen der Fahrzeugcockpitentwicklung**

- 1886: Benz-Patent-Motorwagen
- Einfache mechanische Stellteile werden von einem Kutschbock aus bedient.
- 1908: O.S. Wirbelstromtachometer von Otto Schulze
- Anzeiger für den dem Menschen fehlenden „Geschwindigkeitssinn“.
- 2017: - Betätigung des Interfaces durch berührungslose Gesten
 - Armaturenbrett besteht aus einer einheitlichen Touch- fläche, die eine hohe Flexibilität in der Gestaltung zulässt
 - Versuch, mit einem Smartphone ein Fahrzeug zu steuern

Verhältnis von realen zu virtuellen Bedienfunktionen in der Fahrzeugcockpitentwicklung



1.5 Die Welt der Interfacegestalten

INTERFACEGESTALTEN UND WICHTIGE ANFORDERUNGEN

- adaptives Stellteil
- Information über Drehrichtung
- Multimodal optimierte Bedienung

- richtige Orientierung des Interfaces zum Wirkteil
- Einsatz in schmutziger Umgebung
- Bewegungskompatibilität

- Alltagstauglichkeit
- Anthropomorphe Gegenform der Hand
- sichere Handhabung

- Tastengröße

- Zufassungs- / Umfassungsgriff
- Anthropomorphe Gegenform

- Anzeiger über Stellteil
- haptisches Feedback

- Links-/Rechts-Händigkeit
- Anthropomorphe Gegenform

- Hand-Armstellung
- Blindbetätigung

- Alltagstauglichkeit
- Bedienszenarien

- reale Darstellung in virtueller Umgebung

Chirurg hat das Gefühl, direkt mit seinem Werkzeug an der Operationsstelle zu arbeiten → Intuitive Bedienung

- Grob- und Feinbedienung
- optimaler Reibwert

1.6 Leitbeispiel Elektrowerkzeug

Siehe Folien

2 GRUNDLAGEN UND DEFINITIONEN

2.1 Konsum- versus Investitionsgüter

Definition: Konsumgut

Konsumgüter sind im Besitz der Haushalte oder sie werden von Haushalten als Dienstleistung beansprucht. Konsumgüter dienen unmittelbar der Bedürfnisbefriedigung. Verbrauchsgüter wie Nahrungsmittel, Medikamente, Produkte der Körperpflege, Theatervorstellungen usw. werden verbraucht. Gebrauchsgüter wie Möbel, Kleider, Privatfahrzeuge werden wiederholt benützt.

Definition: Investitionsgut

Investitionsgüter, auch Produktions- oder Kapitalgüter genannt, befinden sich im Besitz von Betrieben oder werden als Dienstleistungen für Betriebe erbracht. Sie dienen nur mittelbar der Bedürfnisbefriedigung. Investitionsgüter sind komplexe technische Erzeugnisse, die innerhalb einer Wertschöpfungskette sowohl zur Produktion von Waren und Gütern wie auch zur Kapitalbildung durch technische Dienstleistungen eingesetzt werden.

! Unterschied wissen

2.2 Die Produktgestalt und ihre Interfacegestalt

MASCHINENRICHTLINIE

RICHTLINIE 2006/42/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTES UND
DES RATES 1.1.6 Ergonomie

Bei bestimmungsgemäßer Verwendung müssen Belästigung, Ermüdung sowie körperliche und psychische Fehlbeanspruchung des Bedienungspersonals auf das mögliche Mindestmaß reduziert sein unter Berücksichtigung ergonomischer Prinzipien:

- Möglichkeit der Anpassung an die Unterschiede in den Körpermaßen, der Körperkraft und der Ausdauer des Bedienpersonals;
- Ausreichender Bewegungsfreiraum für die Körperteile des Bedienpersonals;
- Vermeidung eines von der Maschine vorgegebenen Arbeitsrhythmus;
- Vermeidung von Überwachungstätigkeiten, die dauernde Aufmerksamkeit Erfordern;
- Anpassung der Schnittstelle Mensch-Maschine an die voraussehbaren Eigenschaften des Bedienpersonals.

Definition: Interfacegestalt

Unter der Interfacegestalt wird die Art und Anzahl der Interfaceelemente - Anzeiger und Stellteile - verstanden und ihre Anordnung auf einem Armaturenbrett, Instrumententräger, Tableau oder Display.

- Art und Anzahl der Stellteile und Anzeigen
- Anordnung auf einem Tragwerk

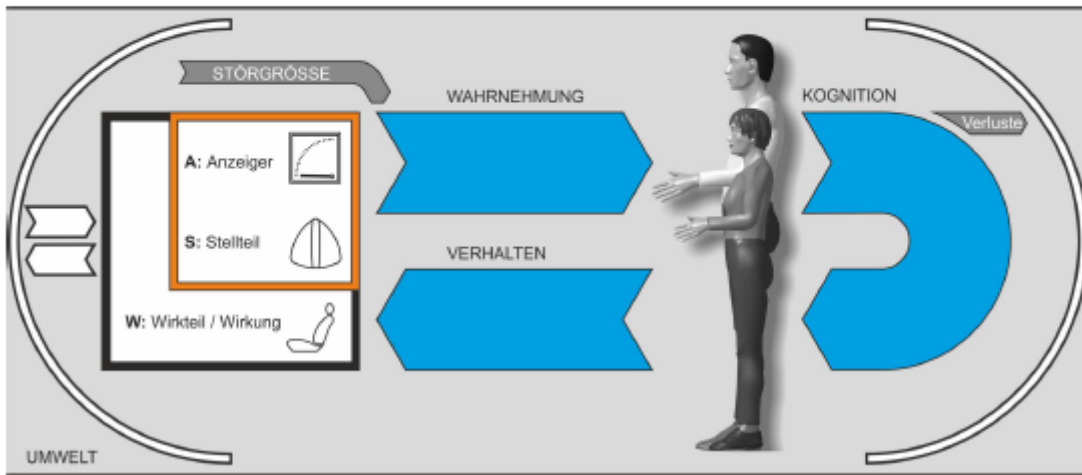
SYNONYME BEGRIFFE FÜR INTERFACE

Für den Begriff „Interface“ werden in der Fachwelt verschiedene Begriffe synonym verwendet:

- Mensch-Maschine-Schnittstelle MMS
- Mensch-Maschine-Interface MMI
- Mensch-Maschine-Interaktion MMI
- Mensch-Maschine-Kommunikation MMK
- Human-Maschine-Interaction HMI
- Human-Machine-Interaction-Design HMID

BASISSCHEMA DER MENSCH-MASCHINE-INTERAKTION

Der bidirektionale Informationsablauf zwischen Mensch und Maschine wird im folgenden Schema visualisiert:



INTERFACEGESTALT / FUNKTIONSGESTALT / TRAGWERKSGESTALT

Im Technischen Design wird die Produktgestalt in die drei Teilgestalten Funktions-, Tragwerks- und Interfacegestalt aufgeteilt. Das Wirkteil wird den Funktionselementen zugeordnet. Teilweise kann das Wirkteil auch den Interfaceelementen zugeordnet werden, wenn die Bedienperson direkt das Wirkteil betätigt (z. B. Höhenverstellung der Kopfstütze). Mit den Interfaceelementen können die sogenannten Wirkteile betätigt werden. Ist keine direkte Bewegung am Wirkteil möglich, so wird von einer „Wirkung“ gesprochen.

INTERFACEMETASYSTEM, INTERFACESYSTEM, INTERFACEMODUL, INTERFACELEMENT

Definition: Interfacemetasystem IMS

Das Interfacemetasystem IMS ist die Summe aller Interfacesysteme IS.

Definition: Interfacesystem IS

Das Interfacesystem IS ist die Summe aller Interfacemodule IM.

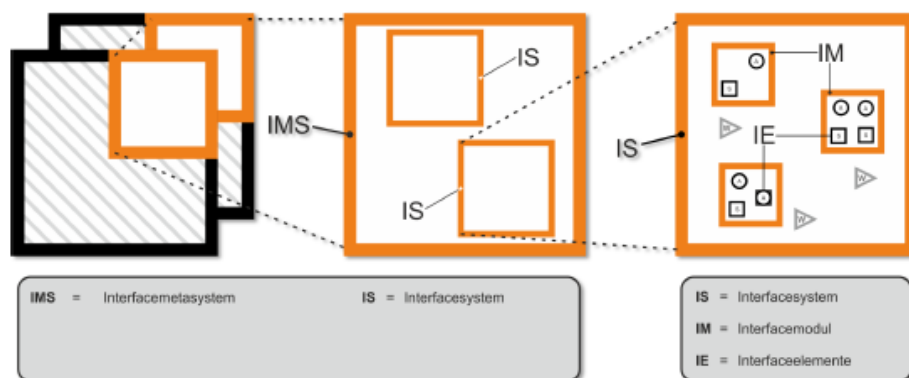
Definition: Interfacemodul IM

Das Interfacemodul IM ist die Summe aller Interfaceelemente IE.

Definition: Interfaceelemente IE

Interfaceelemente teilen sich in die Anzeiger und Stellteile (nach Art und Anzahl)

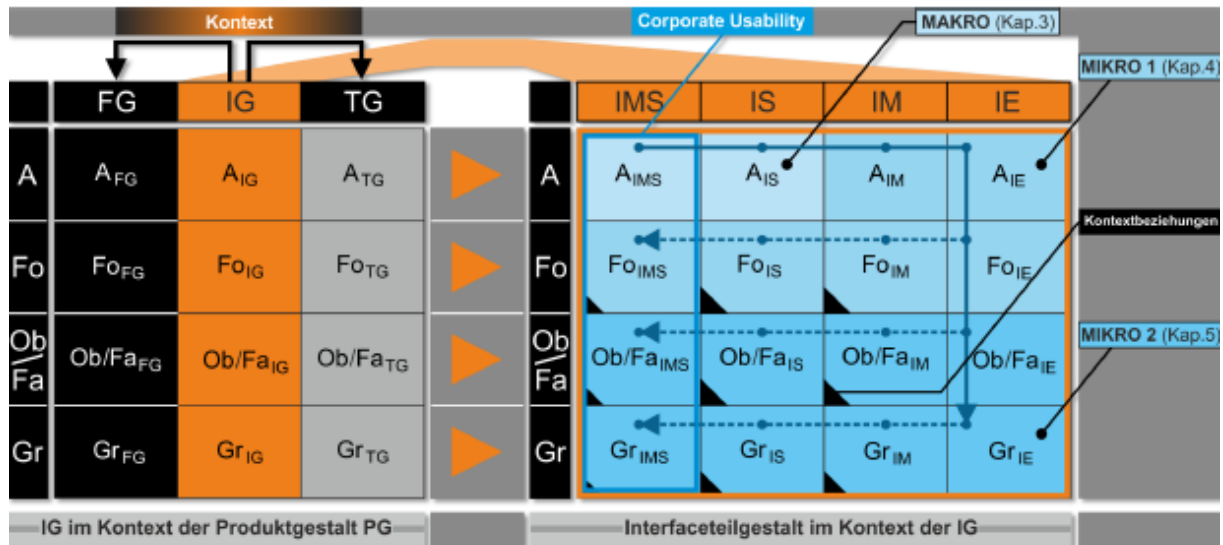
Systematik der Interfacegestalt



! Grafik: 4x4-Matrix

4 X 4 MATRIX ALS LÖSUNGSRaum EINER INTERFACEGESTALT

Interfacegestalt im Kontext der PG bzw. IG



[PRODUKTKATEGORIEN MENSCH-MASCHINE

Abstrakte Darstellung der Mensch-Maschine-Kategorien

Die Beziehung zwischen Mensch und Maschine zeigt sich in unterschiedlichen Kategorien. Diese Kategorien werden durch folgende polarisierende

Parameter definiert:

- P1: Mobilität
mobil (MOB) - immobil (IMM)
- P2: Variabilitätsgrad
fix (FIX) - variabel (VAR)
- P3: Gestalttyp / Gesamtgestalt
Innengestalt (ING) - Außengestalt (AUG)
- P4: Koordinatensystem
IG in PG integriert (INT) - IG separat zu PG (SEP)]

USABILITY = GEBRAUCHSTAUGLICHKEIT

Definition: Usability

Gebrauchstauglichkeit bzw. Usability bezeichnet die Eignung eines Produktes bei der Nutzung durch bestimmte Benutzer in einem bestimmten Benutzungskontext die vorgegebenen Ziele effektiv, effizient und zufriedenstellend zu erreichen.

Der Nutzungskontext besteht aus den Benutzern, Arbeitsaufgaben, Arbeitsmitteln (Hardware, Software und Materialien) sowie der physischen und sozialen Umgebung, in der das Produkt eingesetzt wird.

KRITERIEN ZUR USABILITY-BEWERTUNG

Folgende Kriterien können zur Bewertung von Interfacegestalten herangezogen werden:

- Aufgabenangemessenheit
- Selbstbeschreibungsfähigkeit
- Steuerbarkeit
- Erwartungskonformität
- Fehlertoleranz
- Individualisierbarkeit
- Lernförderlichkeit

ZIELE GUTER USABILITY

Folgende Ziele sollten bei der Entwicklung von Interfacegestalten erreicht werden:

- Selbsterklärende Bedienung
- Einfache und intuitive Bedienung
- Ohne Bedienungsanleitung
- Konsistente Bedienung
- Kompatible Bedienung

„Ein Ingenieur sollte nicht nur lernen, wie man ein Cockpit konstruiert, sondern auch wie er die Kommunikation zwischen Fahrer und Auto menschengerecht gestaltet!“

DER PRODUKTNUTZEN VON GUTER USABILITY

Folgende Aspekte entstehen als Produktnutzen durch gute Usability:

- Basiert auf einer Methodik zur Interfacegestaltung
- Definition einer eindeutigen Bedienstrategie
- Bewertungsansatz schon in frühen Entwicklungsphasen verfügbar
- Transparentes Bediensystem und -abläufe
- Reduzierung von Einlernzeiten und Bedienfehlern
- Adaption des Bediensystems an den Ausbildungsgrad des Benutzers
- Interface-Gestaltungsrichtlinie bzw. Corporate Styleguide über alle Produkte eines Herstellers

-> Entscheidender Wettbewerbsvorteil durch gute Usability!

PRODUKT, PRODUKTPROGRAMM, PRODUKTSYSTEM

Definition: Produkt bzw. Einzelprodukt

Ein Produkt bzw. Einzelprodukt wird als das Paar aus der Produktgestalt PG und dem Gebrauchswert W definiert. Produkte, die speziell für eine Zwecksetzung gefertigt werden und die es deshalb nur einmal in dieser Ausführung gibt, nennt man Einzelprodukt.

Interfacegestalt im Kontext eines Produktes bzw. Einzelproduktes

Handelt es sich tatsächlich bei der Neuentwicklung einer Interface-gestalt um ein Einzelprodukt, kann entsprechend der Produktgestalt die Interfacegestalt individuell für den speziellen Zweck gestaltet werden.

Definition: Produktprogramm

Ein Produktprogramm besteht aus Produkten gleicher Zwecksetzung von einem Hersteller. Ein Produktprogramm besteht aus mindestens 2 Produkten gleicher Zwecksetzung. Die Elemente eines Produktprogrammes nennt man Produktvarianten oder Designvarianten.

Interfacegestalt im Kontext eines Produktprogramms

Produkte eines Produktprogramms erfüllen denselben Zweck und sind in ihrer Bedienung sehr ähnlich. Aus Nutzersicht entstehen aus den demografischen und geografischen Merkmalen Varianten dieser Interface-gestalten.

Definition: Produktsystem

Ein Produktsystem besteht aus Produkten, die funktionell oder zumindest räumlich zusammenwirken und verschiedene Zwecksetzung haben. Ein System kann sich ausschließlich aus Einzelprodukten, aus Einzel-produkten und Produktvarianten (also Elementen aus verschiedenen Programmen) oder nur aus Produktvarianten zusammensetzen. Ihre Anzahl ist mindestens zwei.

Interfacegestalt im Kontext eines Produktsystems

Grundsätzlich kann ein Produktsystem aus Produkten bestehen, die entweder von einem Hersteller oder von unterschiedlichen Herstellern produziert werden. Wird das

Produktprogramm von einem Hersteller entwickelt, induziert der unterschiedliche Zweck spezifische Interface-gestalten, die auf einer einheitlichen Bedienphilosophie basieren. Der Nutzer fühlt sich bei allen Produkten „zu Hause“.

Kann dagegen ein Produktsystem nur aus Produkten unterschiedlicher Hersteller zusammengestellt werden, wird die gesamte Bedienqualität unter den herstellerspezifischen Bedienphilosophien leiden. Eine Standardisierung wäre hier sehr hilfreich, ist aber oft aufgrund des Alleinstellungsmerkmals der Hersteller nur schwer realisierbar.

2.3 Formal ästhetische Betrachtung der Interfacegestalt

DAS ÄSTHETISCHE MAß NACH BIRKHOFF

In den 30er Jahren entwickelte der Mathematiker Birkhoff einen objektiven Ansatz zur Messung der Ästhetik. In dem darin entwickelten ästhetischen Maß betrachtet er den Quotienten aus Ordnungsgrad und Komplexität:

$$M = \frac{\text{Ordnungsgrad } O}{\text{Komplexität } C}$$

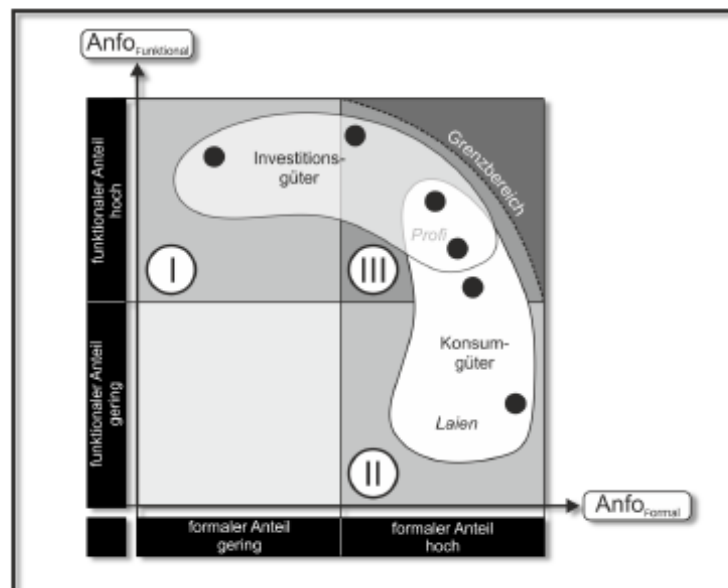
Ordnungsgrad = Anzahl der Ordnungen x Artenzahl der Ordnungen

Komplexität = Anzahl der Elemente x Artenzahl der Elemente

! Grafik: 4-Felder-Matrix

DAS ÄSTHETISCHE MAß NACH BIRKHOFF

4-Felder-Matrix bezüglich formaler und funktionaler Anteile einer Interfacegestalt



Eine 4-Felder-Matrix mit den beiden Parametern der funktionalen und formalen Anteile einer Interfacegestalt wird für die Priorisierung und Visualisierung verwendet. Folgende Bereiche für die Interface-gestaltung sind von Interesse:

- Bereich I:
 - funktionsorientierte Interfacegestaltung
 - hohe ergonomische Ansprüche / Investitionsgüterdominanz
- Bereich II:
 - formalorientierte Interfacegestaltung
 - hohe ästhetische Ansprüche / Konsumgüterdominanz
- Bereich III:

- hybride Interfacegestaltung
- gleichzeitig hohe und funktionale Ansprüche

2.4 Der Entwicklungs- und Designprozess unter besonderer Berücksichtigung des Interfacedesigns

Ablauf des digitalen Designprozesses

Phase 1

Skizzivorgang von ersten Ideen und Konzepten mit dem digitalen Zeichenbrett.

Phase 2

Erfassung von 3D-Daten der Hand (Greifarten) in den für die Aufgabe notwendigen Positionen (quasi-dynamische Bewegung / Bewegungs-arten) mit einem 3D-Laser-Scanner unter Berücksichtigung der Körper-größengruppen und Generierung der Umgebung zur Positionierung (in Gebrauchslage) des Stellteils in Relation zur Körperstellung - speziell Hand-Arm-System - des Benutzers.

Phase 3

Erstellung der ersten 3D-Daten auf der Basis der skizzierten Ideen. Die invariable Formgebung basiert dabei auf den anthropomorphen Gegen-formen der eingescannten Daten der Hand (Phase 2).

Phase 4 a/b

Aus den gewonnenen 3D-Daten wird ein gebrauchstauglicher Prototyp auf der CNC-5-Achs-Fräsmaschine hergestellt.

Phase 5

Die Verbesserungsvorschläge, die sich aus der Evaluationsphase ergeben, können auch direkt am Prototyp umgesetzt werden. Die am Prototyp veränderten Daten können mit dem 3D-Scanner wieder zurückgeführt werden.

Ablauf des analogen Designprozesses

Phase 1

Skizzivorgang von ersten Ideen und Konzepten mit Zeichenstiften und geeignetem Papier.

Phase 2/3

Für die Erstellung des Modells werden Schablonen und weitere Hilfsmittel erstellt.

Phase 4a/b

Mit Modellierwerkzeugen wird aus dem Modellierten „CLAY“ das Modell erzeugt.

Phase 5

Die Verbesserungsvorschläge, die sich aus der Evaluationsphase ergeben, werden in einer Überarbeitungsphase in das Modell eingearbeitet.

Fazit:

- Der analoge Designprozess ist durch seine hohe Anzahl von Iterationsschleifen auf Makro- und Mikroebene sowie durch die geometrische Ungenauigkeit des Ergebnisses gekennzeichnet.
- Im digitalen Designprozess muss das noch fehlende Wissen der Hand in Form von Bewertungskriterien zu einem vorhandenen Usability-Faktor ergänzt werden. Dies ermöglicht, in einer frühen gestalterischen Phase zielsichere Aussagen zur Gebrauchstauglichkeit des Produktes zu machen.
- Durch eine parametrisch und assoziativ aufgebaute Konstruktion in der CAD-Umgebung werden die Iterationsschleifen, deren Komplexität und Dauer stark reduziert.
- Die während des digitalen Prozesses entstandenen Daten sind für den Entwurf und die Ausarbeitung des Produktes weiter übertragbar.

2.4.1 Interface- und Maschinenstyleguide

Erstellung des Styleguides

- Generierung eines Styleguides aus den im Projekt gemachten Erkenntnissen.
- Styleguide teilt sich in einen Interface- und Maschinenstyleguide auf
- Die Verwendung eines Styleguides ermöglicht die konsequente Entwicklung eines Corporate Designs.
- Bei einer nutzerzentrierten Vorgehensweise stellt der Interfacestyleguide die Basis dar und ermöglicht eine einheitliche Bedienphilosophie der Produktpalette.
- Der Maschinenstyleguide betrifft hauptsächlich die Tragwerks- und Verkleidungsgestalt, die auf die Interfacegestalt aufgebaut wird

2.5 Informationsbegriff und -modelle

Definition: **Information** (nach DIN 44300)

„Kenntnis, die die Ungewissheit über das Eintreten eines bestimmten Ereignisses aus einer Menge von möglichen Ereignissen verringert oder beseitigt.“

Definition: **Information** (nach Brockhaus)

„Die Bewertung von Information kann nach verschiedenen Gesichtspunkten erfolgen: Man unterscheidet zwischen syntaktischen, semantischen und pragmatischen Aspekten. Die Informationstheorie befasst sich ausschließlich mit dem syntaktischen Aspekt. Dabei wird unter Information ein Maß verstanden, das den Zeichen einer Nachricht zugeordnet wird.

Definition: **Information** (nach Brockhaus)

„Die Information mit dem geringsten Informationsgehalt ist diejenige, die eine gleich verteilte Ja/Nein-Entscheidung (Elementarentscheidung) enthält. Sie ist gleich der Maßeinheit für die Information, nämlich 1 Bit. Kompliziertere Entscheidungen sind in Elementarentscheidungen zer-legbar. Für gleich wahrscheinliche Zeichen aus einem Alphabet vom Umfang N ist der Informationsgehalt:“

$$I = \lg N \quad \left[\frac{\text{Bit}}{\text{Zeichen}} \right]$$

! Formel

Definition: **Information** (nach Brockhaus)

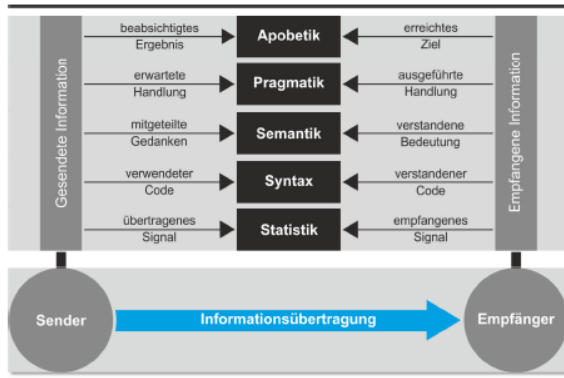
„Die Information über ein Ereignis x_i mit der Eintrittswahrscheinlichkeit p_i beträgt:

$$I(x_i) = \lg \left(\frac{1}{p_i} \right) \quad [\text{Bit}]$$

Häufigere Ereignisse haben geringeren, **seltenerere dagegen einen hohen Informationsgehalt.**“

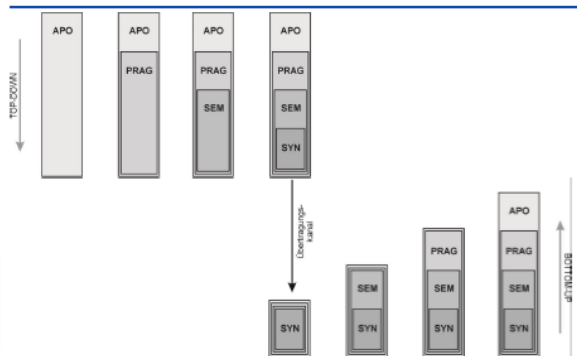
! Grafik: Informationsmodell mit 5 Ebenen, 4 obere wichtig

INFORMATIONSBEGRIFF NACH GITT



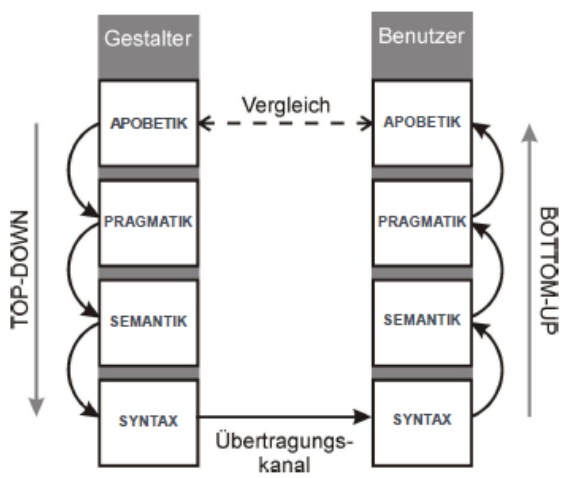
INFORMATIONSMODELL TOP-DOWN / BOTTOM-UP

Informationsmodell nach Gitt als Basis

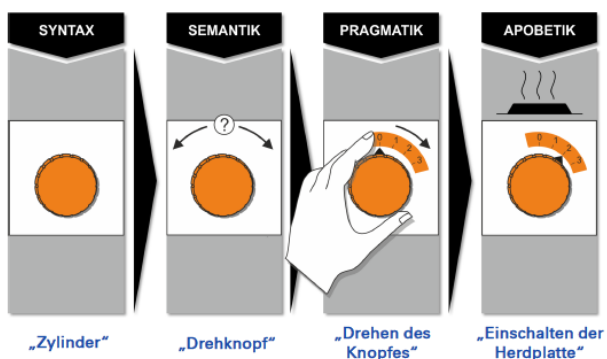


INFORMATIONSMODELL GESTALTER - BENUTZER

Informationsmodell nach Gitt als Basis



ANWENDUNG DES INFORMATIONSMODELLS



Scanline

2.5.1 Informationsgehalt

INFORMATIONSGEHALT VON ANZEIGERN

Informationsgehalt einer Kompassrose mit einer 360°-Teilung zwischen einer analogen und digitalen Darstellungsform:

- Analoge Kompassrose:
 $I = I_d 360 = 8,5 \text{ [Bit]}$
- Digitale Kompassrose:
 $I = 3 \times I_d 10 = 3 \times 3,3 \text{ [Bit]} = 10 \text{ [Bit]}$

2.5.2 Informationsinhalt

INFORMATIONSGEHALT VON ANZEIGERN

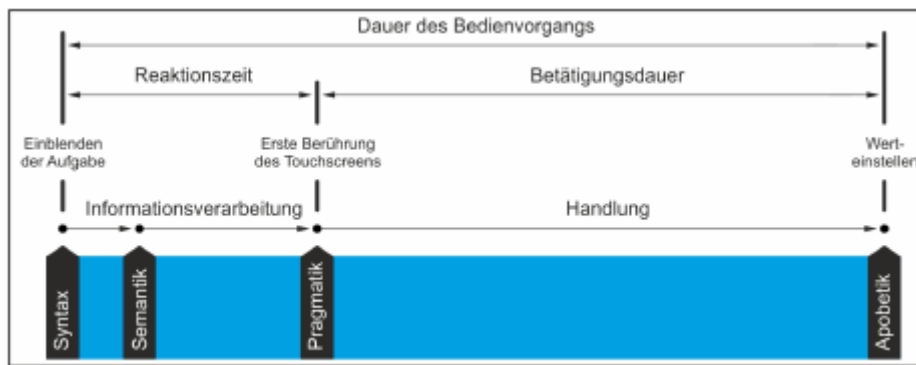
Bei der Neugestaltung von einer Interfacegestalt stellt sich zuallererst die Frage nach dem Informationsinhalt:

„Welches ist die für den Benutzer am besten geeignete Information?“

2.5.3 Informationsablauf des Bedienvorgangs

INFORMATIONSGEHALT VON ANZEIGERN

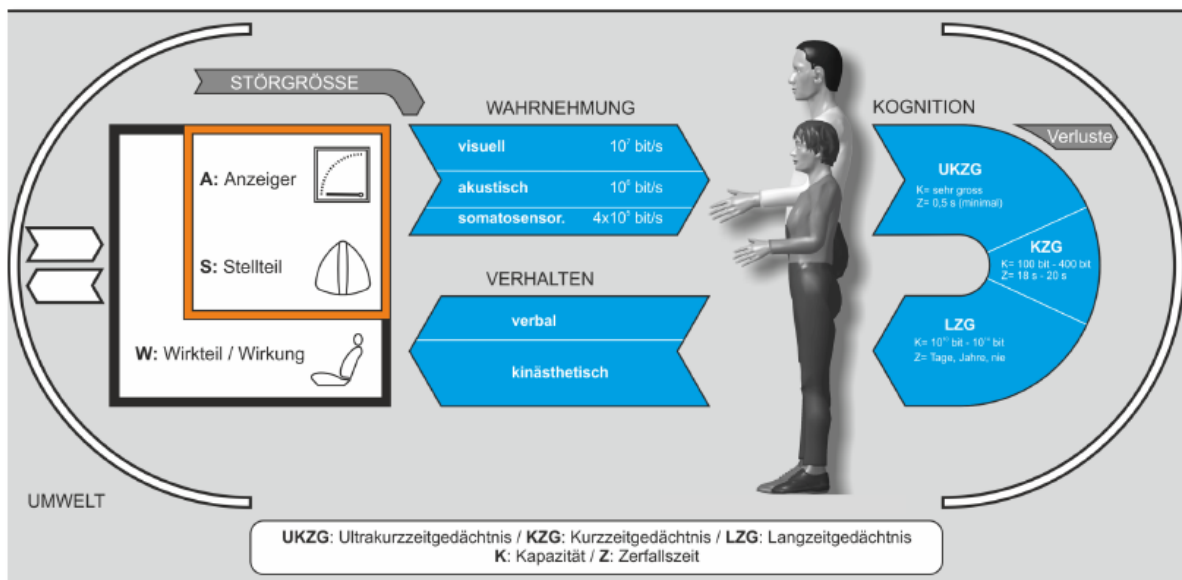
Dauer des Bedienvorgangs = Reaktionszeit + Betätigungsdauer



! Grafik

2.6 Das Basisschema der Mensch-Maschine-Interaktion

Werte bezüglich der Wahrnehmung, der Kognition bzw. Erkennung und des Verhaltens

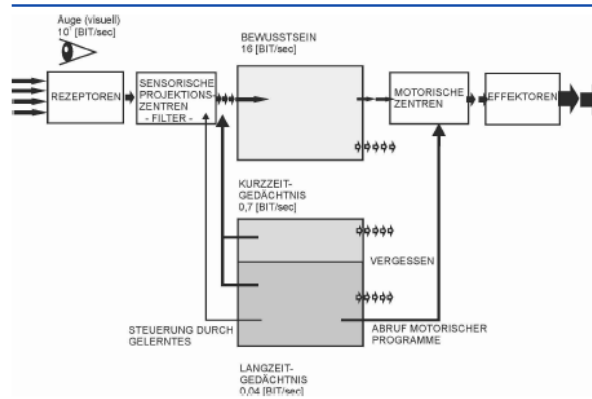


MENSCHLICHE INFORMATIONSVERARBEITUNG

- An den innerhalb eines Mensch-Maschine-Systems wirkenden Menschen werden bestimmte Aufgaben und Anforderungen gestellt.
- Abhängig von seiner Motivation und seine Fähigkeiten und Fertigkeiten wirkt sich die zu verarbeitende Belastung als mehr oder weniger hohe Beanspruchung aus.
- Die bewusste Informationsverarbeitung durch den Menschen beruht auf der Erfahrung des semantischen Gehalts der aufgenommenen Information.
- Sie unterscheidet sich grundlegend von der deterministischen Arbeitsweise einer Maschine oder eines Computers.
- Das Auge liefert einen Informationszufluss von 107 Bit/sec. Der Mensch ist nicht in der Lage, einen Informationszufluss von mehr als 16 Bit/sec zu verarbeiten
- Im Bewusstsein, unserem Gegenwartsgedächtnis, spielt sich der eigentliche Denkvorgang ab.
- Das Bewusstsein ist die Schaltzentrale für die Informationsverarbeitung, etwa vergleichbar mit dem Rechenwerk eines Computers oder Arbeitsspeicher eines Computers.
- Im Bewusstsein bleibt die zu Verarbeitung anstehende Information nur für maximal 10 Sekunden erhalten.
- Der Mensch ist gezwungen, im Rahmen der Datenverarbeitung weitere Filterungen bzw. Datenreduktionen vorzunehmen und neue, sparsame Codes zu finden.

- Vor allem solche Codes, die sich zur Arbeitsspeicherung und zur Zwischenspeicherung im Gedächtnis eignen.
- Die Zuflussgeschwindigkeit zum **Kurzzeitgedächtnis** beträgt ca. 0,7 Bit/sec und zum **Langzeitgedächtnis** ca. 0,04 Bit/sec.

MENSCHLICHE INFORMATIONSVERARBEITUNG



LEISTUNGSVERMÖGEN DER MENSCHLICHEN WAHRNEHMUNG

Das menschliche Gehirn fasst aufgenommene Daten zum Zwecke ökonomischer Verarbeitung zu „Klumpen“, **Chunks** genannt, zusammen. Solche ein Klumpen wird größer, wenn

- das Aufgenommene mit den Gedächtnisinhalten und dem durch Übung erworbenen Können gut übereinstimmen;
- die Elemente (z.B. Zeichen) des Dargebotenen in logischer (bspw. nach Größe geordnet), ästhetischer (z.B. Klangfolgen in der Musik), räumlicher, hierarchischer, chronologischer, usw. Beziehung zueinanderstehen.

Durch Versuche lässt sich die Hypothese von Miller bestätigen, dass die Kapazität des Kurzzeitgedächtnisses sehr konstant **Kapazität des Kurzzeitgedächtnisses** = 7 +/- 2 [Chunks] beträgt, wobei der untere Grenzwert (nämlich 5) bei den meisten Personen zutrifft.

Beispiel:

BAUM -> 1 Chunk

AUMB -> 4 Chunks

AUTOMATISIERUNGSGRAD

Sensoren und Aktoren übernehmen Bedienaufgaben und entlasten den Bediener.

Die Bedienung einer Maschine bewegt sich zwischen einem niedrigen und hohen Automatisierungsgrad.

Die Mensch-Maschine-Schnittstelle kann durch den Automatisierungsgrad kategorisiert werden.

Dabei werden folgende Kategorien festgelegt:

Automatisierungsgrad niedrig:

Bei einem niedrigen Automatisierungsgrad fungiert der „Mensch als Regler“. Ein gutes Beispiel dafür ist die Fahrzeuglenkung. Man spricht auch vom manuellen Betrieb.

Vorteil: Direktes Gefühl beim Bedienen durch direktes Feedback.

Nachteil: Überforderung des Menschen bei zu hoher Informationsmenge.

Automatisierungsgrad hoch:

Bei einem hohen Automatisierungsgrad übernimmt die Maschine als autonomes System fast alle Aufgaben. Der Mensch befindet sich außerhalb des Bedienkreises. Man könnte in diesem Falle auch von autonomen Maschinen sprechen.

Vorteil: Mensch hat Kapazitäten für andere Bedienaufgaben frei.

Nachteil: Unterforderung des Menschen bei zu geringer Informationsmenge. Probleme im Extremfall bei Übernahme der Regelung.

Teilautomatisierung:

Bei der Teilautomatisierung einer Mensch-Maschine-Schnittstelle wird das ideale Verhältnis zwischen den beiden Extrema gesucht. Die Maschine übernimmt genau die Funktionen, die den Mensch überfordern. Mit dem Akronym MABA (Man Are Better At - Machines Are Better At) wird genau auf diese Anforderung hingewiesen.

2.6.1 Modalität/Multimodalität/Multitasking

LEISTUNGSVERMÖGEN DER MENSCHLICHEN WAHRNEHMUNG

Modalität und Multimodalität werden folgendermaßen definiert:

Modalität:

Interaktionsmöglichkeiten des Menschen mit dem Produkt (i. S. der Schnittstellengestaltung)

Multimodalität:

Interaktion über mehrere Wahrnehmungskanäle, geprägt von:

- Anzahl involvierter Sinne d. Menschen
- Anzahl Wahrnehmungskanäle eines od. mehrerer Sinne
- Mögliche parallele Bearbeitung / Integration / Konstitution

MULTIMODALITÄT:

„Es lässt sich durch Versuche nachweisen, dass der Mensch zu deutlich niedrigeren Fehlerraten in der Bedienung technischer Geräte kommt, wenn sich ergänzende und teilweise redundante Reize über mehrere Sinneskanäle aufgenommen werden.“

Reaktionszeit:

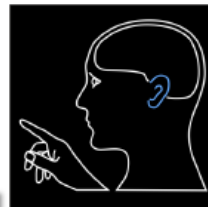
$$V,A,H < V,A < V,H = A,H < A < V < H$$

Wahrnehmungsleistung:

$$V,A,H > V,H > V,A = A,H > V > A > H$$

Quelle: StA S. Pfeffer, 2007

V= Visuell, H=Haptisch, A=Akustisch



MULTITASKING:

Folgende Aspekte müssen beim Multitasking berücksichtigt werden:

- Je intensiver Menschen dem Medien-Multitasking nachgehen, desto weniger können sie auswählen, was ihr Arbeitsgedächtnis speichert und desto stärker wird ihre Zerstreuung.
- Multitasker verlieren systematisch die Fähigkeit, zwischen Wichtigem und Unwichtigem in ihrer Umgebung zu unterscheiden. [...]
- Die geistigen Leistungen von Multitaskern werden in einigen Bereichen immer fehlerhafter, beginnen sogar zu sinken. Die Fähigkeit des Menschen zu denken, wird immer fehlerhafter.

2.6.2 Wahrnehmung

WAHRNEHMUNGSLEISTUNG

Beim Menschen ankommende Reize in „physikalischer“ Form werden von den **Rezeptoren** aufgenommen und zum Gehirn weitergeleitet.

Rezeptoren:

▪ Auge	ca.	10^7	[bit/s]	} somatosensorisch
▪ Ohr	ca.	10^6	[bit/s]	
▪ Haut	ca.	$4 \cdot 10^5$	[bit/s]	
▪ Geruch	ca.	20	[bit/s]	
▪ Geschmack	ca.	13	[bit/s]	

! Einheit

WAHRNEHMUNG – VISUELL

Wichtige Aspekte zur visuellen Wahrnehmung:

- Objekte der Umwelt werden auf der Netzhaut abgebildet.
- Das Auge verfügt über insgesamt 127 Millionen Sehsinneszellen auf der Netzhaut bzw. Retina.
- Es sind mindestens 5 Photonen nötig um eine Sehsinneszelle zu erregen.
- Der Mensch kann ca. 200 verschiedene Farbtöne unterscheiden sowie 20-25 Sättigungsstufen und ca. 500 Helligkeitsstufen wahrnehmen.
- Der Absorptionsbereich der Sehzellen (sichtbares Licht) umfasst 400-760 nm.
- Die Absorptionsmaxima der 3 Sehpigmente der Zapfen betragen für Blau 420 nm, für Grün 535 nm und für Rot 565 nm.

Das visuelle System nimmt optische Reize wie beschrieben auf und transformiert diese für die weitere Verarbeitung. Die Retina (Netzhaut) reagiert auf Intensität, Wellenlängen und räumliche Verteilung von Lichtreizen. Folgende Parameter wurden ermittelt:

- Bereich schärfsten Sehens: 2 Grad; in der Peripherie wahrgenommene Reize können durch Blick- und Kopfbewegungen fixiert werden
- Sakkaden (schnelle Augenbewegungen): Das Auge ist in einer Sequenz von Sakkaden ständig in kontinuierlicher Bewegung. Jede benötigt ca. 30 ms, um auf den neuen Betrachtungspunkt zu springen und bleibt dort für ca. 70 bis 700 ms.
- Zeitbedarf für Augenbewegungen: Im Mittel ca. 230 ms
- **Reaktionszeit**: Die Zeit, die das visuelle System benötigt, um auf einen kurzen Lichtimpuls zu reagieren beträgt ca. 100 ms (50 bis 200 ms). Der Zeitbedarf ist von der Art der Information abhängig: Bewegungsinformationen und niedrige räumliche Frequenzen werden rascher registriert; gleiches gilt für Stimuli größerer Intensität.
- Reizdiskrimination: Wenn zwei hinreichend ähnliche visuelle Reize nacheinander innerhalb von 60 bis 100 ms auftreten, dann werden sie zu einem Ereignis zusammengefasst; z.B. werden zwei Lichtsignale von nahe beieinanderliegenden Positionen, die innerhalb dieses Zeitraums auftreten, als sich bewegende Lichtquelle verfügbar.

Das zentrale Sehen, das periphere Sehen, Augen- und Kopfbewegungen bilden ein integriertes System, das ein kontinuierliches Bild der Szene erzeugt.

WAHRNEHMUNG - AKUSTISCH

Wichtige Aspekte zur akustischen Wahrnehmung:

- Durch integrative Verarbeitung der Informationen beider Ohren ist das Gehirn in der Lage, die Schallquelle im Raum zu orten.
- Der kleinste unterscheidbare Winkel zur Lokalisation einer Schallquelle ist $3,0^\circ$.
- Der Hörbereich eines gesunden Jugendlichen umfasst 20 Hz - 21.000 Hz.
- Im Alter kommt es zu einer Abnahme des oberen Hörbereichs. Mit 35 Jahren liegt dieser bereits nur noch bei 15.000 Hz, mit 50 Jahren bei 12.000 Hz und im Greisenalter bei 5.000 Hz.
- Die größte Empfindlichkeit liegt im Bereich von 2.000 – 5.000 Hz.

- Die Schmerzgrenze beim Hören liegt bei 130 dB. Hörschäden treten ab einer Dauerbelastung von 90 dB auf.

WAHRNEHMUNG - HAPTISCH

Wichtige Aspekte zur haptischen Wahrnehmung:

- Bei einem Händedruck werden ca. 1500 Druckrezeptoren erregt, pro Quadratzentimeter sind dies ca. 6 Millionen Zellen, darunter 500 Nervenzellen.
- Die Sensibilität der Haut ist nicht gleichmäßig verteilt. Je dichter die Sinnespunkte, umso feiner ist das örtliche Auflösungsvermögen. Quantitativ ist dies über die Raumschwelle bestimmbar. Gemessen werden die kleinsten Abstände, bei denen zwei gleichzeitig gesetzte Reize noch als getrennt wahrgenommen werden.
- Simultane Raumschwellen der Haut werden in Millimetern angegeben: Zunge 1,1 mm, Fingerspitze 2,3 mm, Daumen 9 mm, Handrücken 31,6 mm.
- Die durchschnittliche Anzahl der Druckrezeptoren beträgt 28 pro Quadratzentimeter.
- Die Reizschwelle für die Wahrnehmung von Drücken liegt bei 0,31 mg/mm²

2.6.3 Erkennung und Kognition

DEFINITION: KOGNITION

Die Gesamtheit aller geistigen Aktivitäten im Zusammenhang mit Denken, Wissen, Erinnern und Kommunizieren. Der Begriff stammt vom lateinischen „cognoscere“ = erkennen, erfahren, kennenlernen

Kognitive Ergonomie stellt die mentalen Prozesse, die in Zusammenhang mit jeder Mensch-System-Gestaltung zum Tragen kommen, in den Vordergrund. Dabei geht es nicht nur um die Frage, welche Informationen das jeweilige System bereitstellt, sondern es wird bei der Darstellung von Information gleichermaßen berücksichtigt, in welcher Weise Menschen Informationen wahrnehmen, selektieren und als Basis ihrer weiteren Handlungen integrieren.

Alle bioelektrischen Signale werden im UKZG für ganz kurze Zeit zwischengespeichert. Mit Hilfe der „selektiven Aufmerksamkeit“ filtert das KZG alle relevanten Signale aus dem UKZG (Selektionsmechanismus, Schutz vor Reizüberflutung). Im KZG (Arbeitsgedächtnis) werden Signale zu Informationen verarbeitet durch Kombination der Sinnes-modalitäten und die soeben aufgenommenen mit der im LZG gespeicherten Informationen (Assoziationen) verglichen. Die „Informationspakete“ werden im sogenannten Chunks abgespeichert. Anschließend werden Handlungsalternativen kreiert und ausgewählt (Einflussfaktoren: Befinden, Wünsche, Zielfunktion, etc). Die gewählte Handlungsalternativeninformation wird an die entsprechenden Effektoren weitergeleitet.

KOGNITION - LANGZEITGEDÄCHTNIS

In der Gedächtnispsychologie wird davon ausgegangen, dass das **Langzeitgedächtnis** (LZG) das einzige Speichersystem des menschlichen Organismus ist, das permanentgespeicherte Information enthält. Bei den im LZG gespeicherten Wissensbeständen wird zwischen vier Wissensformen unterschieden:

A) Deklaratives Wissen

Mittelbares Wissen, das die Kenntnis eines Menschen über die Realität; Personen, Sachverhalte, Ereignisse, Prozesse und Handlungen umfasst. Weiter unterteilt wird in episodisches und semantisches Wissen.

a) Episodisches Wissen: Wissen über Ereignisse, Objekte, Personen eingebettet in den eigenen raumzeitlichen Kontext. (z. B. Erinnerung eines Operateurs daran, wie er vor wenigen Tagen eine Störung im Kühlsystem entdeckt und behoben hat.

b) Semantisches Wissen: Abstraktes, begriffliches Wissen über die Realität (z. B. Wissen über den Aufbau und die Funktionsweise eines Kraftwerkes).

B) Prozedurales Wissen

Schlecht oder gar nicht verbalisierbare Wissensbestände, die vor allem auf assoziativem Lernen basieren. Wissen in Form von Handlungsabläufen. (z. B. Gespeicherte Routinen oder Prozeduren für den Umgang mit einem technischen System, die im Verlauf des Umgangs mit einem System entstanden sind).

C) Implizites Wissen

Beschreibt Leistungsvorteile bei der Bewältigung kognitiver Anforderungen, die auf einer unbewussten Nutzung vorher wahrgenommener und nicht intentional behaltener Informationen beruhen.

D) Explizites Wissen

Bewusster Abruf von vorher eingepprägter Information. (z. B. bewusste Erinnerung und bewusster Abruf einer vorher erhaltenen Instruktion zur Bedienung einer neuen Systemkomponente).

KOGNITION UND WISSEN

Allgemein:

Wissen ist eine zweckorientierte Vernetzung von Information. Dieses Wissen besteht aus vielen Informationen und ist somit eine Anhäufung ideeller Modelle. Das Wissen stellt die Abbildung (externer) realer Verhältnisse, Zustände und Vorgänge auf (interne) Modelle von der Außenwelt dar, über die ein Individuum oder eine Organisation verfügt.

Quelle: Schreyögg, G.: Wissensmanagement, 1996

In Alltagssituationen wirken internes Wissen und externe Information zusammen, um das Verhalten zu bestimmen. Zwischen dem verfügbaren Wissen (bzw. Information) und dem im Kopf gespeicherten Wissen besteht ein Austausch-prozess, dem sogenannten „Trade-Off“.

2.6.4 Betätigung und Benutzung

BETÄTIGUNG

Verbale oder kinästhetische Betätigung

Je nach Information wird Betätigung verbal oder kinästhetisch ausgeführt, was zu einer Veränderung der Rahmenbedingung führt. Die Parameter verändern sich (Bsp. Anzeigenwert steigt). Durch erneute Wahrnehmung der geänderten Situation entsteht ein Feedback, das der Person zur Kontrolle des Prozesses oder der Eigenbewegung dient. Diese werden im LZG gespeichert und können bei erneutem Auftreten wieder „schneller“ abgerufen werden.

2.6.5 Intuition und Bedienung

INTUITION ODER DIE INTELLIGENZ DES UNBEWUSSTEN

Aus der Umweltstruktur und unseren evolvierten Fähigkeiten entstehen Faustregeln, die wiederum das sogenannte „Bauchgefühl“ ergeben.

Was ist Intuition?

Bauchgefühle und Faustregeln:

Bauchgefühle sind das, was wir erleben. Sie tauchen rasch im Bewusstsein auf, wir verstehen nicht ganz, warum wir sie haben, aber wir sind bereit, nach ihnen zu handeln.

Faustregeln (Heuristiken) sind für die Entstehung von Bauch-gefühlen verantwortlich. Beispielsweise teilt uns die Gedankenleseheuristik mit, was andere wünschen, die Rekognitionsheuristik löst ein

Gefühl aus, das uns verrät, welchem Produkt wir trauen können, und die Blickheuristik erzeugt eine Intuition, die uns sagt, wohin wir laufen müssen.

Evolvierte Fähigkeiten:

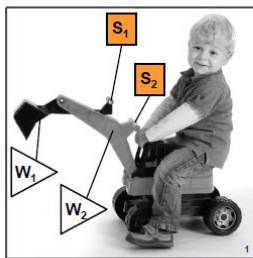
Evolvierte Fähigkeiten sind das Baumaterial für Faustregeln. So macht sich die Blickheuristik unsere Fähigkeit zunutze, bewegte Objekte vor einem unruhigen Hintergrund mit den Augen zu verfolgen. Im Gegensatz zu Robotern fällt dies den Menschen leicht; mit drei Monaten sind Säuglinge bereits in der Lage, bewegte Ziele im Auge zu behalten. Die Blickheuristik ist also für Menschen eine einfache Angelegenheit, jedoch nicht für Roboter auf dem heutigen Entwicklungsstand.

Umweltstrukturen:

Umweltstrukturen bestimmen, wie gut oder schlecht eine Faustregel funktioniert. Beispielsweise macht sich die Rekognitionsheuristik Situationen zunutze, in denen die Namenswiedererkennung der Qualität von Produkten oder der Größe von Städten entspricht. Ein Bauchgefühl ist nicht gut oder schlecht, rational oder irrational an sich. Sein Wert hängt von dem Kontext ab, in dem die Faustregel verwendet wird.

„Kinderleicht“ versus „Intuitiver Bedienung“

- Zuordnung von Stell- zu Wirkteil
- Intuitiver Bewegungszusammenhang



- Joystickbedienung
- Intuitiver Bewegungszusammenhang



2.7 Zentrifugale und zentripetale Vorgehensweise

Definition: Zentrifugale Konzeption der Interfacegestalt

Vorgehensweise: „Von Innen nach Außen.“

Das vom Produkt oder der Maschine erforderliche Funktionssystem wird festgelegt und daraufhin die für den Benutzer notwendigen Anzeiger und Stellteile konzipiert.

Vor- und Nachteile der zentrifugalen Konzeption der Interfacegestalt:

- kostengünstige Lösung
- ergonomische Kriterien können häufig nicht erfüllt werden
- zulässige Kräfte müssen berücksichtigt werden (z. B. DIN 33411-3)

Definition: Zentripetale Konzeption der Interfacegestalt

Vorgehensweise: „Von Außen nach Innen.“

Die vom Benutzer erforderlichen Anzeiger oder Stellteile werden festgelegt und daraufhin das Funktionssystem (z. B. das Werk einer Uhr) eines signalverarbeitenden Gerätes konzipiert.

Vor- und Nachteile der zentrifugalen Konzeption der Interfacegestalt:

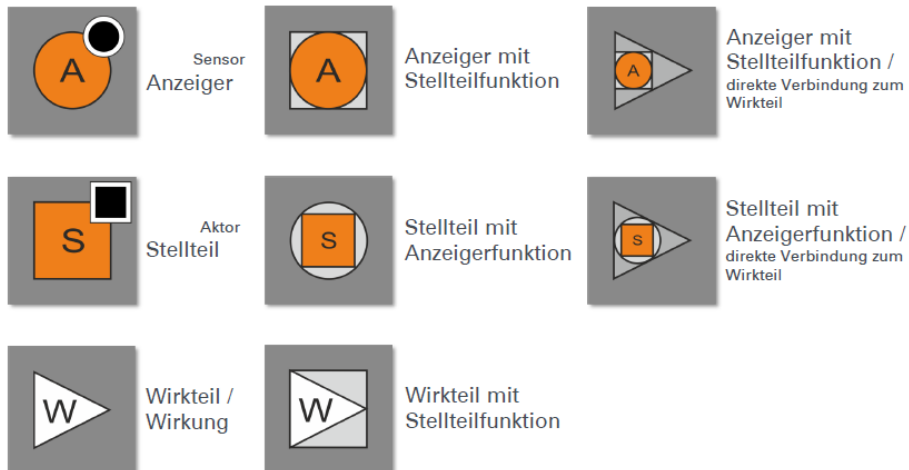
- ergonomische Kriterien können erfüllt werden
- Bedienkräfte können nach Komfortwerten ausgelegt werden
- „lokale Nähe“ von Stellteil und Wirkteil aufgehoben

2.8 Allgemeines Entwicklungsschema der Interfacegestaltung mit Mensch-Maschine-Kategorien

2.8.1 Anzeiger-Stellteil-Wirkteil-Modell

KATEGORIEN DES ANZEIGER-STELLTEIL-WIRKTEIL-MODELLS

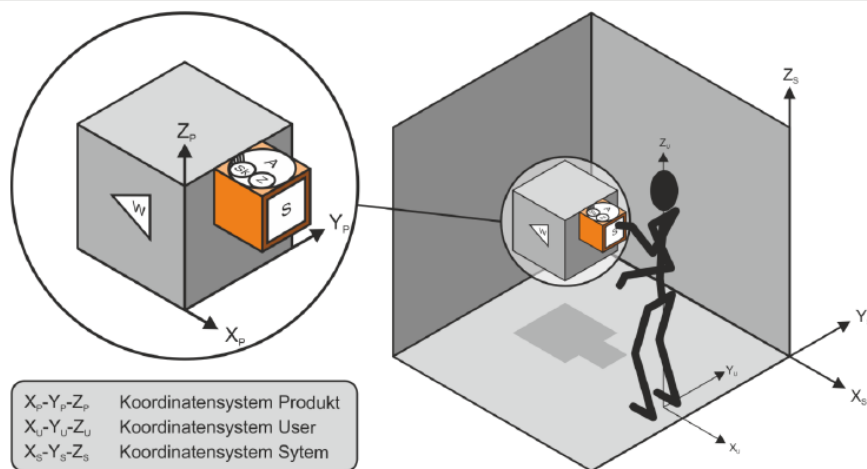
Basissymbole und deren Kombinationen



! Grafik

UASW-MODELL / KOORDINATENSYSTEME

Koordinatensysteme des Produktes, Users und Systems

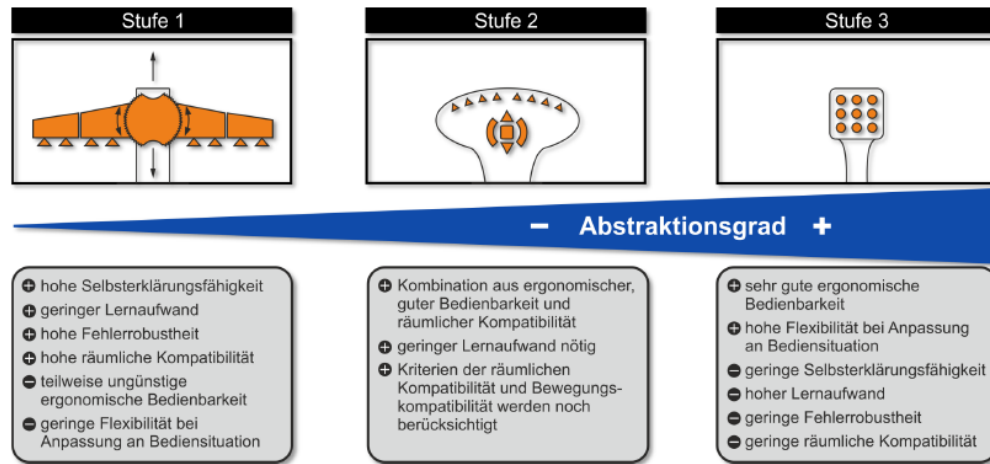


2.8.2 Ideales Interface in Abhängigkeit vom Abstraktionsgrad

NEUE INTERFACEGESTALT AUF DER BASIS DES ASW-MODELLS

am Beispiel eines Multifunktionshebels

Vor- und Nachteile bezüglich des Abstraktionsgrades



2.9 Usability-Evaluation im Sinne der Gebrauchstauglichkeit

2.9.1 Alternative Ziele der Usability-Bewertung

Die Idee der Usability-Evaluation beruht auf einer ingenieurwissenschaftlichen Bewertung der Gebrauchstauglichkeit, die auf Anforderungskriterien aufgebaut ist. Folgende Ziele können mit dem Usability-Faktor erreicht werden:

A) Entwicklung neuer Interfaces:

Mit dem Usability-Faktor soll eine objektive Bewertung von neu zu entwickelnden Bedienkonzepten in einer frühen Phase möglich sein. Dabei stecken in den Anforderungen Gestalthinweise für eine benutzer-gerechte Interfacegestalt.

B) Bewertung vorhandener Interfaces:

Mit dem Usability-Faktor soll eine objektive Bewertung von bestehenden Bedienkonzepten möglich sein. Dabei stecken in den Anforderungen Gestalthinweise für eine Verbesserung der Interfacegestalt.

2.9.2 Anforderung und Gewichtung

WICHTIGE ANFORDERUNGEN AUS DEM BASISSCHEMA

Aus dem Basisschema können entsprechend des Informationsablaufes folgende Anforderungen bezüglich der zwei Hauptgruppen beispielhaft genannt werden:

Anforderungen der Wahrnehmbarkeit und Erkennbarkeit:

- Anordnung der Interfaceelemente im Sichtfeld des Benutzers
- reflexionsfreies Ablesen der Information
- funktionale Gruppierung der Interfaceelemente
- Lesbarkeit von Schriften
- eindeutige Herstellerkennzeichnung
- „Stellteil als Anzeiger“
- eindeutige Farbcodierung

Anforderungen der Betätigbarkeit und Benutzbarkeit:

- Komfortkräfte und -momente berücksichtigen
- zulässige Flächenpressung einhalten

- anthropomorphe Gegenform realisieren
- eindeutiger Druckpunkt
- ungünstige Bedienhaltung vermeiden
- greifgerechter Griffdurchmesser

FEST-, BEREICHS- UND WUNSCHANFORDERUNGEN

Die Anforderungen können wie folgt definiert werden:

- Festanforderung (FA): Unter Festanforderungen werden Anforderungen verstanden, die einen Wertebereich besitzen, der aus genau einem Punkt besteht. Festanforderungen sind bei Nichterfüllung Ausschlusskriterien für die Lösung. Alle Festanforderungen sind daher gleich wichtig.
- Bereichsanforderung (BA): Alle von Festanforderungen verschiedenen Anforderungen, d. h. alle Anforderungen deren Mindestwert vom Höchstwert verschieden ist, heißen Bereichsanforderungen. Bei Mindest- bzw. Bereichsanforderungen gibt es Unterschiede in der Wichtigkeit bzw. Gewichtung (G).
- Wunschanforderung (WA): Bereichsanforderungen, die als Mindestwert den Ursprung (Nullpunkt der Skala) haben, werden Wunschanforderungen genannt.

METHODE DES PAARWEISEN VERGLEICHS

Zur Ermittlung von Gewichtungsfaktoren kann die Methode des paarweisen Vergleichs herangezogen werden.

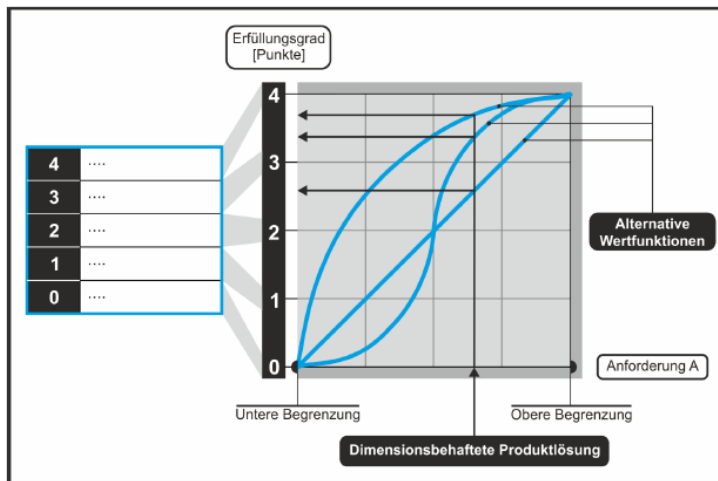
Nr.	Bewertungskriterien	1	2	3	4	5	aG	nG
1	Bewertungskriterium 1		2	2	0	1	5	25
2	Bewertungskriterium 2	0		1	0	2	3	15
3	Bewertungskriterium 3	0	1		0	1	2	10
4	Bewertungskriterium 4	2	2	2		0	6	30
5	Bewertungskriterium 5	1	0	1	2		4	20
Summe							20	100

Punktverteilung:
2:0 = 1. Kriterium wichtiger als 2. Kriterium
1:1 = 1. Kriterium gleich wichtig wie 2. Kriterium
0:2 = 1. Kriterium weniger wichtig als 2. Kriterium

Abkürzungen:
aG: absoluter Gewichtungsfaktor
nG: normierter Gewichtungsfaktor

WERTEKURVEN

Die Anforderung ist ein Tripel aus dem Wertebereich der Anforderung, der Wertfunktion und der Gewichtung.



2.9.3 Berechnung des Usability-Faktors

ANFORDERUNGEN ALS BASIS FÜR DEN USABILITY-FAKTOR

Die Anforderungskriterien zur Berechnung eines Usability-Faktors beziehen sich auf die Anforderungen aus dem Basisschema der Mensch-Maschine-Kommunikation und werden aus dem Stärken-/Schwächen-Profil der Gebrauchsanalyse gewonnen:

- Wahrnehmung (W) und Erkennung / Kognition (E/K)
- Betätigung und Benutzung / Verhalten (BB/V)

Definition: Usability-Faktor

Auf der Basis ausgewählter Bedienszenarien wird anhand von ergonomischen Anforderungen ein bestehendes oder neu zu konzipierendes Interfacesystem, das aus Interfacemodulen und -elementen besteht, objektiv bewertet. Diese Bewertung wird mit Erfüllungsgraden von 0 bis 4 entsprechend der Technischen Wertigkeit (VDI 2225-3) durchgeführt und kann entsprechend des Datenmaterials auch gewichtet werden. Für die Gewichtung werden die beiden Fälle WoC und MoFC herangezogen. Am Ende der Bewertung aller Bedienschritte in den jeweiligen Bedienszenarien wird aus dem Verhältnis der Summe des Produktes aus erreichten Erfüllungsgraden EG_{IST} und deren Gewichtung zu der Summe des Produktes der maximalen Erfüllungsgrade EG_{SOLL} und deren Gewichtung der Usability-Faktor berechnet. Der Bereich des Usability-Faktors liegt zwischen 0 und 100%. Je nach Höhe dieses Wertes kann eine Aussage über das Produkt und dessen Interfacegestalt gemacht werden.

$$U - F = \frac{\sum (\text{erreichten Erfüllungsgrade } EG_{IST} \times \text{Gewichtung } G)}{\sum (\text{maximalen Erfüllungsgrade } EG_{SOLL} \times \text{Gewichtung } G)}$$

Wertebereich des Usability-Faktors:

U-F > 0,8 → ausgezeichnete Bedienung der Interfacegestalt

U-F = 0,7 → gut zu bedienende Interfacegestalt

U-F < 0,6 → nicht befriedigende Bedienung der Interfacegestalt

2.9.4 Usability-Faktor für eine elektrische Sitzverstellung

Siehe Folien

3 MAKROERGONOMIE IN DER PLANUNGS- UND KONZEPTPHASE

Definition: Makroergonomie

Die Makroergonomie betrifft die Planungs- und Konzeptphase der Entwicklung einer zukünftigen Interfacegestalt (IG).

In der Planungsphase wird zuerst der gestalterische Freiheitsgrad (GFG) bezüglich aller Teilgestalten der Produktgestalt ermittelt. Diese Produktgestalt kann ein Einzelprodukt (EP), ein Produktprogramm (PP) oder ein Produktsystem (PS) darstellen. Je nach Innovationsgrad handelt es sich um eine Neu- oder Weiterentwicklung. Für die zukünftigen Benutzer oder Benutzergruppen der Interface-gestalt werden demografische, geografische und psychografische Anforderungen festgelegt.

Der Fokus in der Konzeptphase liegt auf dem Aufbau (A) der Interfacegestalt eines Interfacemetasystems (IMS) oder Interfacesystems (IS) im Kontext der Funktions- (FG) und Tragwerksgestalt (TG).

Grundlage für die Makroergonomie sind die verschiedenen Bedienszenarien (BSZ) einer ganzheitlichen Bedienung. Dabei wird speziell der Blick auf den Worst Case (WoC) und Most Frequent Case (MoFC) gerichtet. Die Gewichtung dieser Bedienszenarien hängt entsprechend von den Kriterien der Bedienzeit, der Schwierigkeit oder der Häufigkeit ab. Die Makroergonomie basiert auf einem den Körpergrößen entsprechenden räumlichen Ergonomie- und Höhen-raster. Darin wird der primäre, sekundäre und tertiäre Bereich der Seh- und Greifräume festgelegt. Innerhalb dieses ergonomischen Raumes werden Aufbauvarianten der Interfacegestalt im Kontext der Funktions- und Tragwerks-gestalt generiert. Auf der Basis der lösungsneutralen Anforderungen und deren Gewichtungs-faktoren werden Usability-Faktoren [U-F] Makro bzgl. der in der Makroergonomie entwickelten Varianten berechnet. Ergebnis der Makroergonomie ist die Variante des Aufbaus (A) eines Interfacemetasystems (IMS) bzw. Interface-systems (IS) mit dem höchsten Usability-Faktor, die so genannte Basisgestalt.

3.1 Planungsphase

FREIHEITSGRADE DER INTERFACEGESTALT im Kontext der Produktgestalt

Der Freiheitsgrad einer Produktgestalt ergibt sich aus den

- variablen und fixen Anteilen der
- Funktionsgestalt,
- Interfacegestalt und
- Tragwerksgestalt.

Eine schwierige Designaufgabe entsteht durch einen niedrigen Freiheitsgrad.

Eine einfache Designaufgabe entsteht durch einen hohen Freiheitsgrad.

! Phasen

DEMOGRAFISCHE UND GEOGRAFISCHE MERKMALE

Aufgrund der **demografischen Merkmale** kann der zukünftige Nutzer des Interfaces hinsichtlich seiner persönlichen Merkmale beschrieben werden. Die geografischen Merkmale beschreiben die Art und den Ort der Bedienung:

- Anzahl: maßgeschneidertes Interface <> massentaugliches Interface
- Alter: Interface für Kinder <> Interface für Senioren

	FG	IG	TG
A	A_{FG} $E_{A_{FG}}$ $O_{A_{FG}}$ Art. Anz. Art. Anz.	A_{IG} $E_{A_{IG}}$ $O_{A_{IG}}$ Art. Anz. Art. Anz.	A_{TG} $E_{A_{TG}}$ $O_{A_{TG}}$ Art. Anz. Art. Anz.
Fo	Fo_{FG} $E_{Fo_{FG}}$ $O_{Fo_{FG}}$ Art. Anz. Art. Anz.	Fo_{IG} $E_{Fo_{IG}}$ $O_{Fo_{IG}}$ Art. Anz. Art. Anz.	Fo_{TG} $E_{Fo_{TG}}$ $O_{Fo_{TG}}$ Art. Anz. Art. Anz.
Ob/Fa	Ob/Fa_{FG} $E_{Ob/Fa_{FG}}$ $O_{Ob/Fa_{FG}}$ Art. Anz. Art. Anz.	Ob/Fa_{IG} $E_{Ob/Fa_{IG}}$ $O_{Ob/Fa_{IG}}$ Art. Anz. Art. Anz.	Ob/Fa_{TG} $E_{Ob/Fa_{TG}}$ $O_{Ob/Fa_{TG}}$ Art. Anz. Art. Anz.
Gr	Gr_{FG} $E_{Gr_{FG}}$ $O_{Gr_{FG}}$ Art. Anz. Art. Anz.	Gr_{IG} $E_{Gr_{IG}}$ $O_{Gr_{IG}}$ Art. Anz. Art. Anz.	Gr_{TG} $E_{Gr_{TG}}$ $O_{Gr_{TG}}$ Art. Anz. Art. Anz.
PG = FG + IG + TG			
Freiheits-grad	var fix	var fix	var fix

- Geschlecht: Interface für Frauen <> Interface für Männer
- Körperlicher Zustand:
- Handicap-gerechtes Interfacedesign <> standardisiertes ID
- Nationalität: interkulturelles Interfacedesign <> nationales Interfacedesign
- Ausbildungsgrad: Interface für niedriges Qualifikationsniveau <> Interface für hohes Qualifikationsniveau
- Bedienungshaltung: Interface für stehende Bedienung <> Interface für sitzende Bedienung
- Bedienungsdauer: Interface für Kurzeinsatz <> Interface für Dauereinsatz
- Beruf: Interface für Laien <> Interface für Profis
- Bedienungsort: Outdoor-Interface <> Indoor-Interface
- Jahreszeit der Bedienung: Winter-Interface <> Sommer-Interface

PSYCHOGRAFISCHE MERKMALE

Nach der Kölner Kundentypologie lassen sich acht Einstellungstypen mit den jeweiligen **psychografischen Merkmalen** beschreiben:

- Sicherheitstyp: Sicherheitskritische Informationen formieren das Interface.
- Minimal-Aufwands-Typ: Ein auf das Wesentliche reduziertes Interface.
- Leistungstyp: Hohe Funktionalität und Individualisierbarkeit des Interfaces.
- Traditionstyp: Evolutionäre Veränderungen in der Interfaceentwicklung.
- Prestigetyp: Markenbild evtl. wichtiger als Funktion des Interfaces.
- Neuheitstyp: Innovation steht evtl. noch über der Bedienbarkeit.
- Ästhetiktyp: Reduzierte Funktionen und hohe Qualität des visuellen Erscheinungsbildes des Interfaces.
- Ökologietyp: Ökologische Informationen im Vordergrund des Interfaces.

3.2 Workflow und Produktionsprozess

Die WORKFLOW IN DER MAKRO- UND MIKROERGONOMIE

Makroergonomie beschreibt die Prä-, Intra- und Postphasen einer patientenbezogenen Operation und den durch den Workflow entstehenden Datenfluss.

Bei der Betrachtung einer Aggregationsstufe tiefer befinden wir uns in der Mikroergonomie am Produkt selbst und dessen Interfacegestalt. Die Mikroergonomie analysiert die Interfaceelemente Anzeiger und Stellteile der Interfacegestalt im Kontext der Makroergonomie.

MENSCH-MASCHINE-SCHNITTSTELLE IM PRODUKTIONSPROZESS

Der Produktionsprozess wird in die drei Bereiche Einrichten, Produktion und Service unterteilt. Der Einrichtvorgang einer Maschine benötigt Zeit und nimmt z. B. bei einer Kleinserie einen prozentual hohen Anteil ein. Umso größer die Serie (Großserie) einer Produktion wird, desto kleiner der zeitliche Anteil des Einrichtens. Da es bei der Produktion oft keinen großen Einfluss auf die Seriengröße gibt, werden Optimierungsvarianten gesucht, die Einrichtzeiten zu reduzieren:

Variante A: Die erste Möglichkeit besteht darin, den Einrichtvorgang auf der Basis einer Usability Optimierung zu verkürzen.

Variante B: Der Einrichtvorgang wird parallelisiert. Dieser Vorgang kann realisiert werden, wenn die zu einrichtende Einheit als separates Modul parallel zur Produktion eingerichtet wird. Dieses kann dann in einem wesentlich kürzeren Zeitraum eingebaut werden.

3.3 Bedienszenarien

BEDIENSZENARIOEN IN DER MAKROERGONOMIE

Die Interfacegestaltung ist im Kontext einer Produktentwicklung zu sehen. Dabei gibt es zwei grundsätzliche Vorgehensweisen. Bei der Produktinnovation steht häufig kein Vorgänger zur Bedienganalyse zur Verfügung. Handelt es sich dagegen um eine Weiterentwicklung oder Verbesserungskonstruktion, kann eine Analyse an der bestehenden Interfacegestalt durchgeführt werden. Dieser Bedienganalyse werden Bedienszenarien zugrunde gelegt mit der besonderen Gewichtung folgender Fälle:

- Worst Case (WoC)
- Most Frequent Case (MoFC)

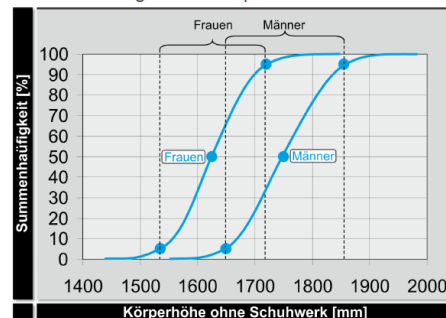
Wie einordnen?

3.4 Ergonomische Grundlagen

3.4.1 Körpergröße

KÖRPERGRÖßEN-KLASSEN

Summenhäufigkeit der Körperhöhe von Frauen und Männern



Länge: Leitmaß Körperhöhe

Korpulenz: Leitmaß Taillenumfang

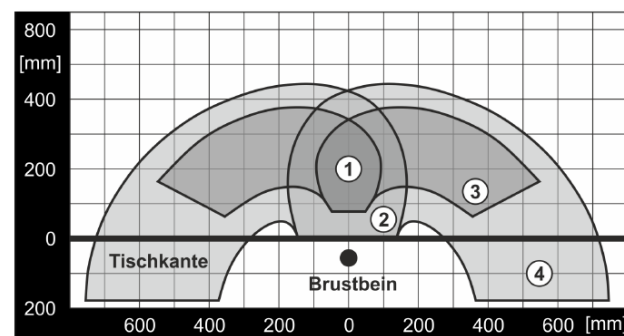
Proportion: Leitmaß Stammlänge -> Sitzriese

3.4.2 Greifraum und Sichtbereich

GREIFRAUM

Horizontalschnitt durch den Greifraum in Ellenbogenhöhe

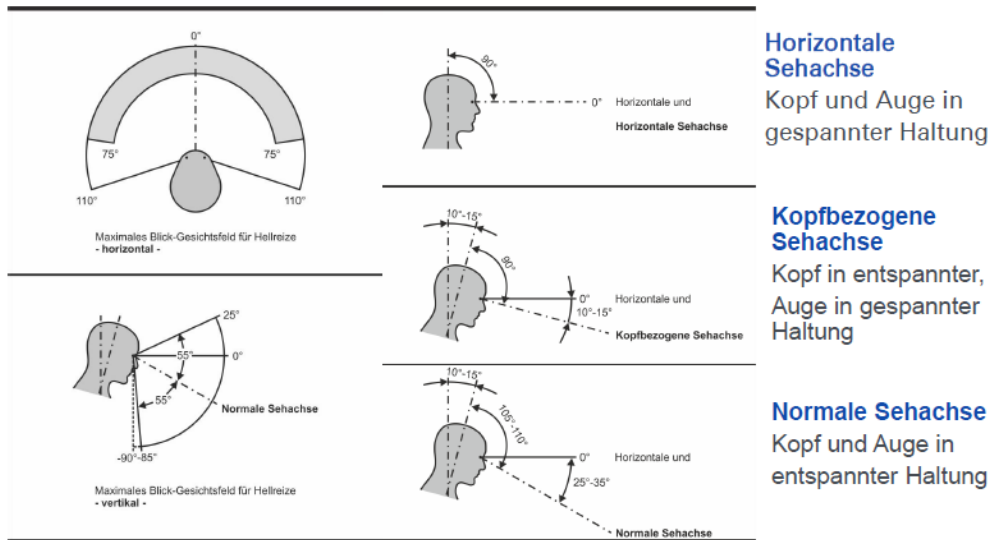
5. Perzentil Frau



Sichtkegel

! Grafik Werte +- 5, +- 15, +- 50

BLICK-GESICHTSFELD UND SEHACHSE



RÄUMLICHES ERGONOMIE- UND HÖHENRASTER

Definition der vier Höhenbereiche:

I: Unterer Bedienbereich

Bedienwinkel: 90° / 810 – 1000 mm

II: Unterer Bedien- und Anzeigenbereich

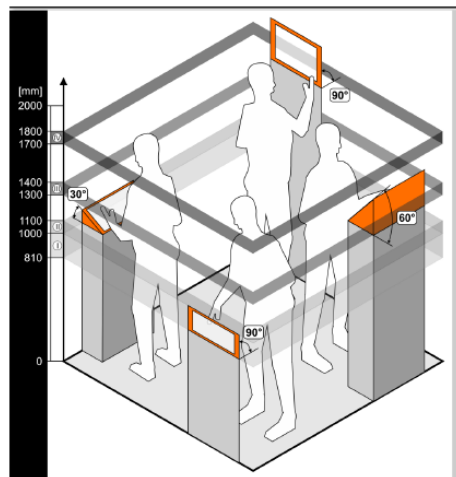
Bedienwinkel: 0° - 30° / 1000 – 1100 mm

III: Mittlerer Bedien- und Anzeigenbereich

Bedienwinkel: 60° / 1300 – 1400 mm

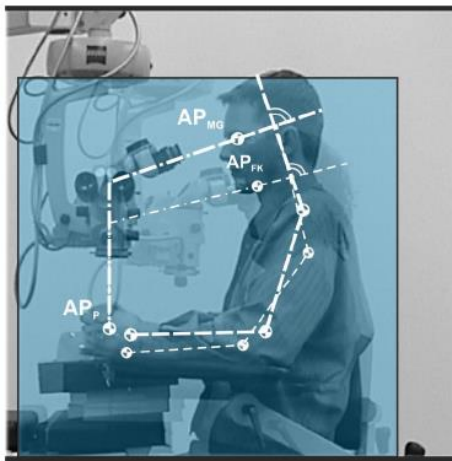
IV: Oberer Bedien- und Anzeigenbereich

Bedienwinkel: 90° / 1700 – 1800 mm



SEHACHSE UND GREIFRAUM

Big-Little-Vergleich am Beispiel eines Operationsmikroskops

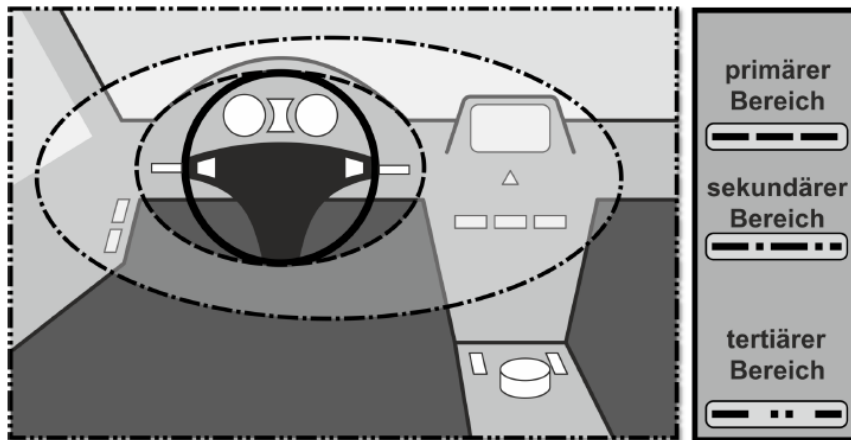


AP_{MG} = Augpunkt Mann groß
AP_{FK} = Augpunkt Frau klein
AP_P = Augpunkt Patient

3.4.3 Primärer, sekundärer und tertiärer Bereich im Fahrzeugcockpit

BEREICHE IM FAHRZEUGCOCKPIT

Systemgrenzen des primären, sekundären und tertiären Bereichs



Definitionen des primären, sekundären und tertiären Bereichs

	Sichtbereich	Greifbereich	Bedienelemente	Bereich im Cockpit
primärer Bereich	zentrales Sehfeld ($\pm 15^\circ$)	Beidhandzone / beide Hände im Sehfeld (Bereich A, Zone 1+2)	Wichtige Kontroll- und Bedienelemente, Warnhinweise, primäre Anzeige, primäre und sekundäre Stellteile, häufig benutzte Bedienelemente	Lenkrad, Kombiinstrument und direktes Umfeld
sekundärer Bereich	peripheres Sehfeld, zum Rand nimmt Farbsehfähigkeit ab	Einhandzone, (Zone 3)	Sekundäre Anzeigen, primäre und sekundäre Stellteile, häufig bis zeitweise einhändig benutzte Elemente	Armaturenbrett, vorderer Türbereich, oberer Bereich der Mittelkonsole
tertiärer Bereich	Greifraum	Erweiterte Einhandzone, (Zone 4)	selten benutzte Bedienelemente (nach Norm), im Fahrzeug für Stellteile zu nutzen	Mittlerer und hinterer Türbereich, Sitzseiten, Getriebetunnelkonsole und unterer Bereich der Mittelkonsole, Fußraum

FAHRZEUGCOCKPIT: SICHTKEGEL IN RAMSIS

Definition der drei Bereiche:

- I: Scharfsichtbereich: Öffnungswinkel $\pm 5^\circ$
- II: Optimalsichtbereich: Öffnungswinkel $\pm 15^\circ$
- III: Maximalsichtbereich: Öffnungswinkel $\pm 50^\circ$

3.4.4 Kategorien von Interfacegestalten

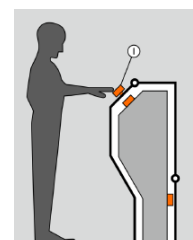
PRIMÄRE, SEKUNDÄRE UND TERTIÄRE INTERFACEGESTALT

Die **Interfacegestalten der Kategorie I** werden wie folgt definiert:

Primäre Interfacegestalt:

Die Primäre Interfacegestalt befindet sich im direkten Seh- und Greifraum und ist jederzeit bedienbar:

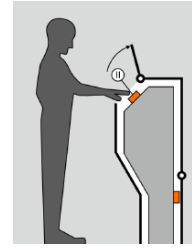
- häufige Bedienungsaufgaben während der Produktion (most-frequent-case)
- häufige Bedienungsaufgaben während dem Einrichten



Sekundäre Interfacegestalt:

Die Sekundäre Interfacegestalt befindet sich hinter einer Blende oder Verkleidung (einfacher Zugang!):

- seltene Bedienungsaufgaben während der Produktion
- seltene Bedienungsaufgaben während dem Einrichten



Tertiäre Interfacegestalt:

Die Tertiäre Interfacegestalt ist hinter der Verkleidung angeordnet (Zugang ermöglichen!):

- entsprechend den vorgegebenen Wartungsintervallen

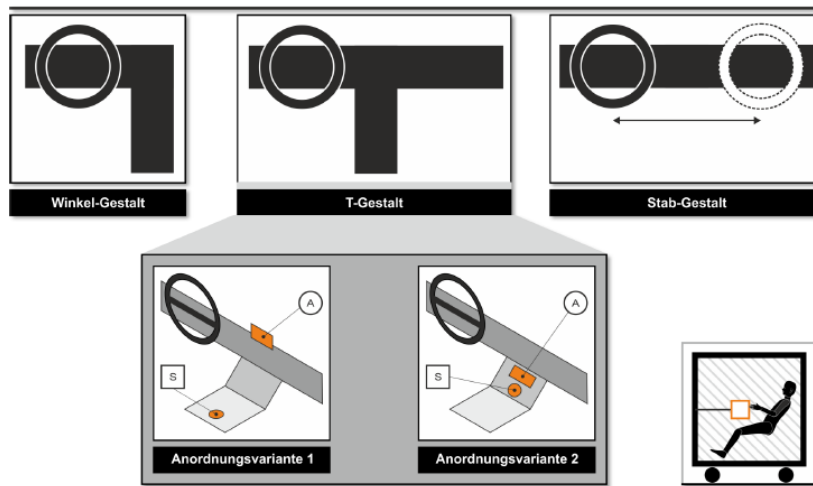


Hierarchie?

3.5 Aufbau der Interfacegestalt

AUFBAU- UND ANORDNUNGSVARIANTEN EINER INTERFACEGESTALT

am Beispiel eines Fahrzeugcockpits

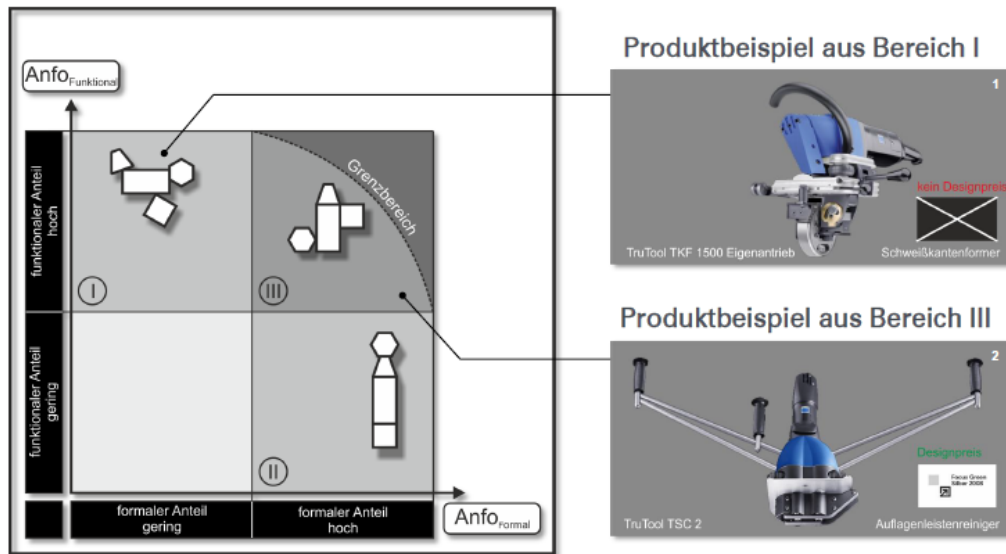


3.6 Funktionale / formale Qualität und Ordnung des Aufbaus

! Grafik

AUFBAUKONZEPTE IN DER 4-FELDER-MATRIX

Formal ästhetischer und funktional ergonomischer Anteil von Aufbaukonzepten am Beispiel von Elektrowerkzeugen



Wie verhält sich der Aufbau?

3.7 Usability-Faktor in der Makroergonomie

BEWERTUNG DER AUFBAUVARIANTEN

Folgende zwei Fälle stehen für eine **gewichtete oder ungewichtete Bewertung** zur Verfügung: Im Fall 1 werden die Aufbauelemente mit den bedienszenariospezifischen Anforderungen jeweils mit den Erfüllungsgraden EG von 0 - 4 Punkten bewertet. Das Verhältnis der Summe der erreichten (IST-) zu der Summe der maximalen (SOLL-)Erfüllungsgraden EG ergibt den Usability-Faktor für die Makroergonomie [U-F] Makro.

Im Fall 2 können die Bedienszenarien zueinander gewichtet werden. Aus der Bedienhäufigkeit (MoFC) werden die Gewichtungsfaktoren ermittelt. Der WoC beeinflusst die Gewichtung folgendermaßen:

- die WoC-BSZ-Anforderung wird am höchsten gewichtet
- die WoC-BSZ-Anforderung kommt während der Bedienung selten vor, muss aber als Festanforderung (FA) einen Erfüllungsgrad EG von 4 ergeben.

Fall 1: ungewichtete Bewertung

$$[U - F]_{\text{Makro}} = \frac{\sum (\text{erreichten Erfüllungsgrade } EG_{\text{IST}})}{\sum (\text{maximalen Erfüllungsgrade } EG_{\text{SOLL}})}$$

Fall 2: gewichtete Bewertung

$$[U - F]_{\text{Makro}} = \frac{\sum (\text{erreichten Erfüllungsgrade } EG_{\text{IST}} \times \text{Gewichtung } G)}{\sum (\text{maximalen Erfüllungsgrade } EG_{\text{SOLL}} \times \text{Gewichtung } G)}$$

Folgende lösungsneutrale Anforderungen werden beispielhaft aus den Bedienszenarien für die Bewertung der Makroergonomie gewonnen:

Wahrnehmungs - und Erkennungsanforderungen in der Makro-ergonomie:

AnfoIS = visuelle Kontrolle der Markierungslinie während der Betätigung in allen Haltungspositionen ermöglichen

Betätigungs- und Benutzungsanforderungen in der Makroergonomie:

AnfoIS = Griffposition soll bei eingefahrener Schwertstellung für idealen Tragekomfort (siehe Schwerpunktlage) sorgen

BEWERTUNG DER AUFBAUVARIANTEN

Berechnung des Usability-Faktors in der Makroergonomie zur Ermittlung der Aufbauvariante des zukünftigen Interfacesystems.

Usability-Faktor in der Makroergonomie					Varianten zum Aufbau A _{MS/IS}						
Bedien-szenarien	lösungsunabhängige [Anforderungen] _{MAKRO}	EG _{IST/SOLL}		x	G	Variante A		Variante B		Variante ...	
		0	4			[EGxG] _{ist}	[EGxG] _{soll}	[EGxG] _{ist}	[EGxG] _{soll}	[EGxG] _{ist}	[EGxG] _{soll}
BSZ 1	Anforderung _{BSZ 1A}		4	x	WoC/MoFC						
	Anforderung _{BSZ 1B}		4	x							
	...		4	x							
BSZ 2	Anforderung _{BSZ 2A}		4	x							
	Anforderung _{BSZ 2B}		4	x							
Kontext	Anforderung _{Kon Makro A}		4	x							
Allgemein	Anforderung _{All Makro A}		4	x							
[Usability-Faktor] _{Makro} =					$\frac{\sum [EGxG]_{Makro\ IST}}{\sum [EGxG]_{Makro\ SOLL}}$	[U-F] _{Makro A}	[U-F] _{Makro B}	[U-F] _{Makro ...}			
Aufbau A _{MS/IS}											
Anordnung An _{MS/IS} / Form Fo _{MS/IS}											
Oberfläche O _{MS/IS} / Farbe Fa _{MS/IS} / Grafik G _{MS/IS}											

4 MIKROERGONOMIE IN DER KONZEPT- UND ENTWURFSPHASE

Definition: Mikroergonomie

Die Mikroergonomie Teil 1 betrifft die Konzept- und Entwurfsphase der Entwicklung einer zukünftigen Interfacegestalt (IG).

Der Aufbau (A) der Interfacegestalt (IMS/IS) im Kontext der Produktgestalt (FG/TG) ist die Basis für die Mikroergonomie Teil 1.

Der Fokus in der Konzeptphase liegt auf der Anordnung (An) und Aufbau (A) und in der Entwurfsphase der Form (Fo) der Interfacemodule (IM) und Interface-elemente (IE).

Grundlage für die Mikroergonomie Teil 1 sind die verschiedenen Bedienschritte (BSC) eines Bedienszenarios (BSZ). Die Bedienschritte des jeweiligen Bedien-szenarios werden in einer Gebrauchsanalyse bezüglich der Wahrnehmung (W), der Erkennung (E) und des Verhaltens (V) analysiert und resultieren in einem Stärken-/Schwächenprofil. Ziel dieser Analyse ist die Umwandlung der Schwächen in Stärken. Gleichzeitig werden die einzelnen Bedienschritte auf eine ganzheitliche Betrachtung bezüglich der Konsistenz und Inkonsistenz analysiert. Dabei wird wie bei der Makroergonomie der Blick auf den Worst Case (WoC) und Most Frequent Case (MoFC) gerichtet.

Die Gewichtung der Bedienschritte hängt entsprechend von den Kriterien der Bedienzeit, der Schwierigkeit oder der Häufigkeit des jeweiligen Bedienschrittes ab. Die der Mikroergonomie zugrundeliegenden Bedienschritte werden durch die Interfaceelemente (IE) Anzeiger (A) und Stellteile (S) des jeweiligen Interfacemoduls (IM) repräsentiert.

Auf der Basis der lösungsneutralen Anforderungen und deren Gewichtungs-faktoren werden Usability-Faktoren [U-F] Mikro1 bzgl. der in der Mikroergonomie Teil 1 entwickelten Varianten berechnet. Ergebnis der Mikroergonomie Teil 1 ist das aufgebaute Interfacemetasystem (IMS) bzw. Interfacesystem (IS) im Kontext der Produktgestalt aus der Makroergonomie mit aufgebauten, angeordneten und geformten Interfacemodulen (IM) und -elementen (IE) mit dem höchsten Usability-Faktor.

4.1 Gebrauchsanalyse in der Mikroergonomie

Die Aufgabe des Gerätes kann in folgende Bedienszenarien unterteilt werden: ...

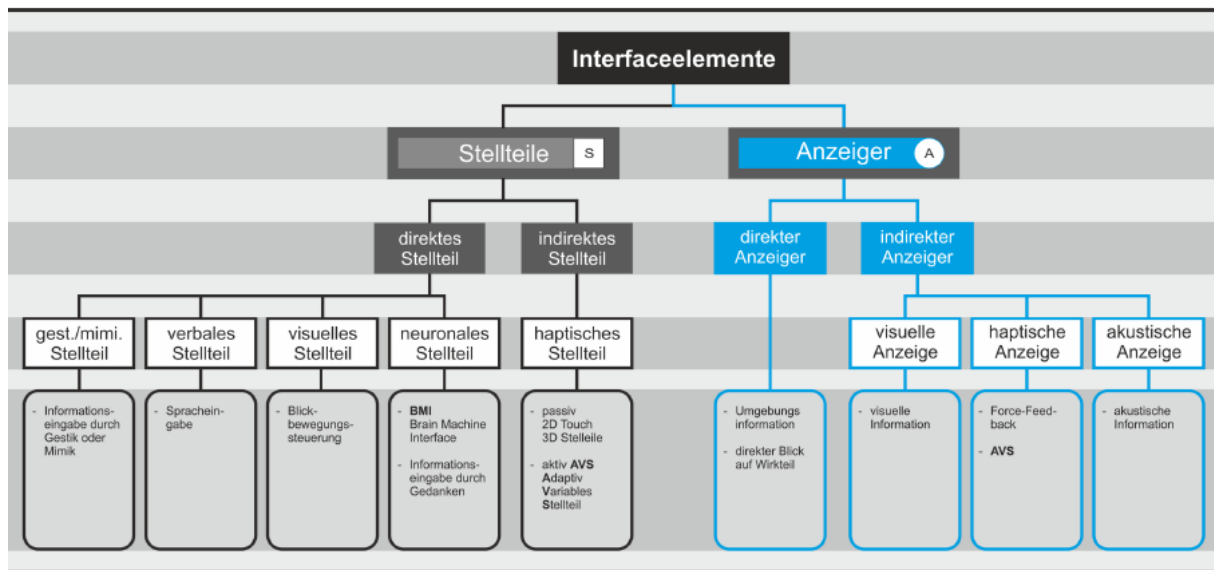
Aus der Gebrauchsanalyse entstehen erste Skizzen und Ideen für den zukünftigen Microarrayer ... Entwurfszeichnung und Umsetzung des neuen Microarrayers ...

Für eine vollständige Erfassung des Bedienablaufes zwischen Mensch und Maschine wird folgendes Datenblatt für eine Gebrauchsanalyse verwendet:

Bereich	Nr.	Abbildung und allgemeine Beschreibung	Wahrnehmung	Erkennung	Verhalten		Konsistenz	Inkonsistenz	Stärken und Schwächen / Bemerkungen
					Betätigung und Benutzung	Verbale Äußerungen			

4.2 Konzeption von Anzeigern

SYSTEMATIK DER INTERFACEELEMENTE -> ANZEIGER



Anzeige

Information, die über den Anzeiger den menschlichen Sinnen (Rezeptoren) wahrnehmbar angeboten wird.

Definition: Anzeiger

Technische Gebilde, die Informationen den menschlichen Sinnen wahrnehmbar darbieten.

Anzeige(-einrichtung)

Eine Einrichtung zur Informationsdarstellung, mit deren Hilfe sichtbare, hörbare oder durch Berührung (taktil) unterscheidbare Sachverhalte angegeben werden.

Signal

Ein Reiz, der in Beziehung zu einem Zustand oder dem Wechsel eines Zustandes eines Arbeitsmittels steht und auf die Sinnesorgane des Operators einwirkt. Diese Europäische Norm beschreibt Signale, die mit den Augen (von optischen Anzeigeeinrichtungen), den Ohren (von akustischen Anzeigeeinrichtungen) oder durch Berührung mit der Haut (von taktilen Anzeigeeinrichtungen) wahrgenommen werden können.

Anzeiger werden verwendet, wenn:

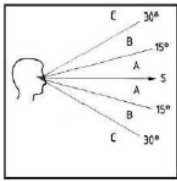
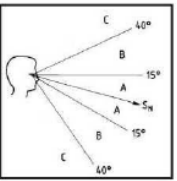
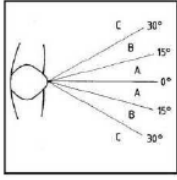
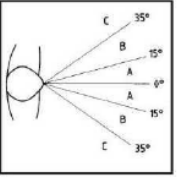
- zu beobachtende Größen nicht direkt wahrnehmbar sind.
- die natürliche Informationsaufnahme durch äußere Umstände gestört ist.
- die Aufgabenstellung Genauigkeitsanforderungen an den Menschen stellt, die das Leistungsvermögen seiner Sinnesorgane überfordert.

Entdeckungsaufgaben sind die, bei denen der Operator vom System gewarnt wird

Überwachungsaufgaben sind die, bei denen der Operator aktiv nach Informationen sucht.

Eignungsstufen und deren Bedeutungen



Eignungsstufe	Bedeutung		
A: empfehlenswert	Dieser Bereich ist zu verwenden, wo immer es möglich ist.	Vertikales Sehfeld	
B: geeignet	Dieser Bereich kann verwendet werden, wenn der empfohlene Bereich nicht verwendet werden kann.		
C: ungeeignet	Dieser Bereich sollte nicht gewählt werden.	Horizontales Sehfeld	
			
			Entdeckungsaufgabe Überwachungsaufgabe

KONTRAST BEI OPTISCHEN ANZEIGERN

Kontrast zwischen Zeichen, Buchstaben, Ziffern, Zeigern, Linien und dem direkten Hintergrund und der nächsten Umgebung muss Lesbarkeit und Unterscheidbarkeit sicherstellen.

Bei leuchtenden (aktiven) Anzeigen muss das Kontrastverhältnis (Verhältnis der Vordergrund- zur Hintergrundleuchtdichte) mindestens 3:1 betragen um den Anforderungen zu entsprechen. Ein Verhältnis von 6:1 wird empfohlen.

LESBARKEIT / SCHRIFTHÖHE

Für Beschriftungen gelten die Regeln der Typografie und spezielle Normen (DIN 6776).

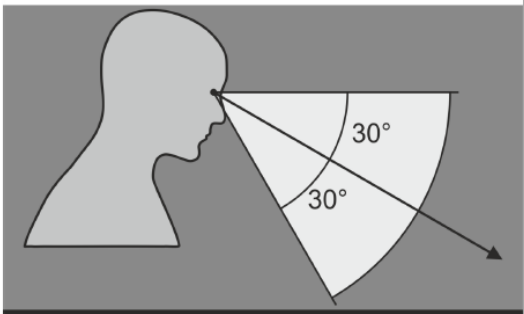
Das entscheidende Kriterium bei allen Schriften ist deren Lesbarkeit.

Hierfür gilt folgende **Formel**:

$$\text{Schriftgröße } h \text{ [mm]} = \frac{\text{Leseabstand [m]}}{0,3}$$

GESICHTSFELD / DETAILGRÖßEN

Detailgrößen in Abhängigkeit vom Sehabstand

Anordnung wichtiger Informationsquellen im zentralen Bereich des Gesichtsfeldes:		Anhaltswerte für noch erkennbare Detailgrößen, abhängig vom Sehabstand:	
		Sehabstand in [mm]	Detailgröße in [mm]
		200	0,10
		300	0,15
		400	0,20
		500	0,25
		600	0,30
		700	0,35

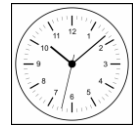
NORMZIFFERNBLÄTTER ALS LEITBILD ANALOGER ANZEIGER

DIN 41090 Zifferblätter und Zeiger für elektrische Uhren

ANALOG / QUASIANALOG / DIGITAL / HYBRID

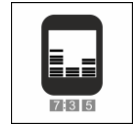
Definition: Analoganzeiger

Analoganzeiger sind Einrichtungen, bei denen die Information in einer dem Original gleichartigen (analogen), jedoch von unseren Sinnesorganen gut erfassbaren Weise dargestellt wird. Insbesondere wird ein im Originalvorgang vorhandenes Kontinuum wieder als Kontinuum abgebildet.



Definition: Quasianaloganzeiger

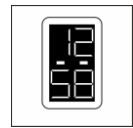
Eine Reihe von 1Bit-Elementen ist die einfachste digitale Nachbildung eines analogen Anzeigerelements. Auch wenn sie mit analogen elektrischen Bauelementen gebaut werden kann, ist die Art der Darstellung für den Benutzer diskretisiert, also digital.



Der Wert einer kontinuierlichen Variablen wird damit als Säule näherungsweise dargestellt. Nur Änderungen der Variablen mit einer Signalamplitude, die größer als die Schrittweite zwischen zwei Elementen ist, sind darstellbar.

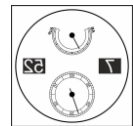
Definition: Digitalanzeiger

Die Digitalanzeiger geben die Information auch über kontinuierliche Originale in quantisierter Form wieder. Es wird beispielsweise nur das Quant angezeigt, in dem sich ein Istwert gerade befindet. Dieses Quant ist durch Ziffern, Buchstaben, Farben, usw. codiert (digital = ziffernmäßig). Die Anzeige des betreffenden Quants erfolgt im Allgemeinen stets am selben Ort.



Definition: Hybridanzeiger

Um die Vorteile der Analog- und Digitalanzeiger zu nutzen, werden in vielen Fällen die sogenannten Hybridanzeiger, eine Kombination aus Analog- und Digitalanzeiger, eingesetzt.



! Skizzieren können

Einsatzmöglichkeiten entsprechend der Anwendungsgebiete

! Grafik

Anwendung	Digital-Anzeiger	Analog Anzeiger	
		bewegte Skale	bewegter Zeiger
1. Quantitative Ablesung	gut	mässig	mässig
2. Qualitative Ablesung	ungünstig	ungünstig	gut
3. Einstellen von Werten	gut	mässig	gut
4. Regeln	ungünstig	mässig	gut

ELEMENTE EINES ANALOGEN ANZEIGERS

! Grafik: Aufbau Anzeige

Definition: Skale

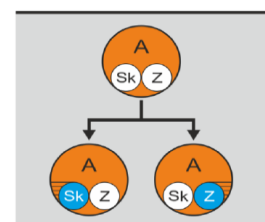
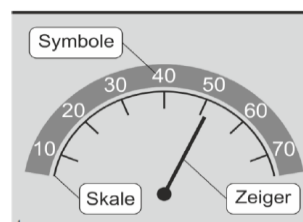
Anzeigeelement, das eine Teilung trägt. Die Teilung wird von Punkten Linien oder Flächen gebildet.

Definition: Symbol

Symbole sind informationstragende Zeichen. Symbole sind beliebige sichtbare Zeichen, hierzu gehören insbesondere Ziffern und Buchstaben sowie abstrakte Zeichen (geometrische Zeichen, Sinnbilder).

Definition: Symbol

Skala fest - Zeiger beweglich / Skala beweglich - Zeiger fest

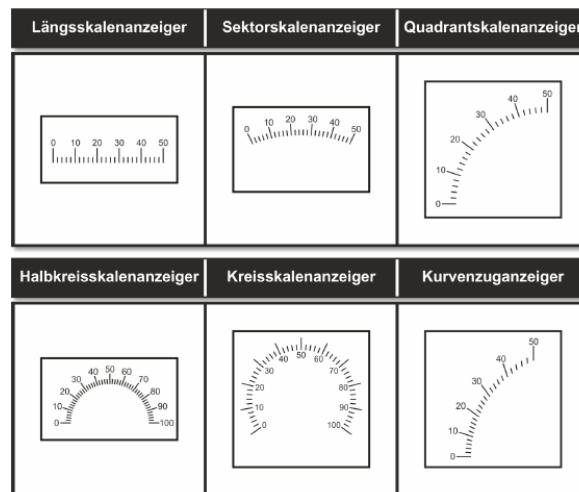


Symbole sind informationstragende Zeichen. Symbole sind beliebige sichtbare Zeichen, hierzu gehören insbesondere Ziffern und Buchstaben sowie abstrakte Zeichen (geometrische Zeichen, Sinnbilder).

Definition: Zeiger

Anzeigeelement, das zusammen mit der Skale und/oder dem Symbol die Anzeige und Ablesung einer bestimmten Information ermöglicht. In fester, flüssiger und gasförmiger Form einsetzbar.

VARIANTEN VON ANZEIGERFORMEN



Frage: Welcher Informationsinhalt ist für den Benutzer wichtig?

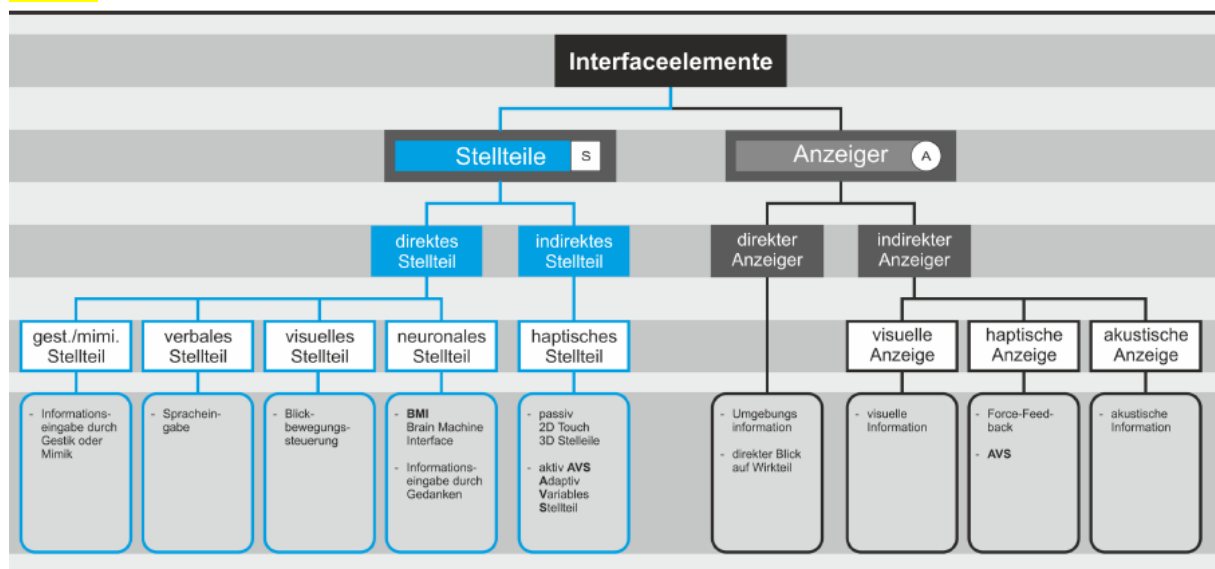
4.2.1 Nutzerzentrierte Anzeigerentwicklung

Analyse von Kombiinstrumenten bezüglich innovativer Informationsdarstellung von zwei Anzeigewerten: Geschwindigkeit und Drehzahl

4.3 Konzeption von Stellteilen

SYSTEMATIK DER INTERFACELEMENTE -> STELLTEILE

! Grafik



DEFINITION: STELLTEILE

Stellteile sind Elemente eines Systems, mit dessen Hilfe der Benutzer das System bedienen bzw. steuern kann. Die Eingabe kann manuell über Bedienungskräfte oder aber auch akustisch über Spracheingabe erfolgen.



Stellteil

Der Teil eines Stellteil-Systems, der vom Operator, z. B. durch Druck, direkt betätigt wird.

Handbetätigtes Stellteil

Ein Stellteil, das von Hand gestellt oder beeinflusst wird, um eine Veränderung an einem System zu bewirken, z. B. ein Druckknopf, Drehknopf oder Steuerrad. Berührungsempfindliches Stellen ist nicht einbezogen.

Stellteiltyp

Eine Reihe von Stellteilen mit den gleichen Bewegungs- und Greifeigenschaften, die vergleichbare aufgabenbezogene Anforderungen erfüllen.

RICHTLINIE 2006/42/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTES UND DES RATES

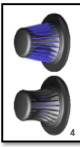
Stellteile müssen

- deutlich sichtbar und erkennbar sein; wenn geeignet, sind Piktogramme zu verwenden;
- so angebracht sein, dass sie sicher, unbedenklich, schnell und eindeutig betätigt werden können;
- so gestaltet sein, dass das Betätigen des Stellteils mit der jeweiligen Steuer-wirkung kohärent ist;
- außerhalb der Gefahrenbereiche angeordnet sein, erforderlichenfalls mit Ausnahme bestimmter Stellteile wie NOT-HALT-Befehlsgeräte und Handprogrammiergeräte;
- so angeordnet sein, dass ihr Betätigen keine zusätzlichen Risiken hervorruft;
- so gestaltet oder geschützt sein, dass die beabsichtigte Wirkung, falls sie mit einer Gefährdung verbunden sein kann, nur durch eine absichtliche Betätigung erzielt werden kann;
- so gefertigt sein, dass sie vorhersehbaren Beanspruchungen standhalten; dies gilt insbesondere für Stellteile von NOT-HALT-Befehlsgeräten, die hoch beansprucht werden können.

Ist ein Stellteil für mehrere verschiedene Wirkungen ausgelegt und gebaut, d. h., ist seine Wirkung nicht eindeutig, so muss die jeweilige Steuerwirkung unmissverständlich angezeigt und erforderlichenfalls bestätigt werden.

Stellteile müssen so gestaltet sein, dass unter Berücksichtigung ergonomischer Prinzipien ihre Anordnung, ihre Bewegungsrichtung und ihr Betätigungs-widerstand mit der Steuerwirkung kompatibel sind.

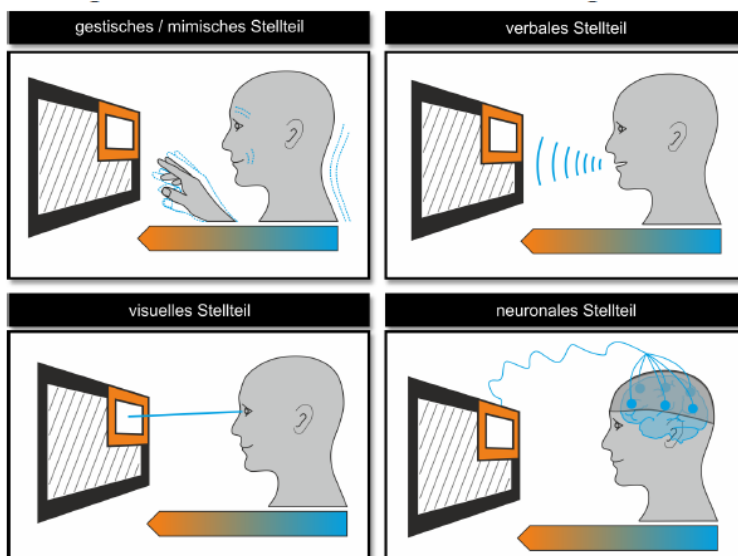
Folgende Ansätze für neue Interfaceelemente:

- Bedeutungs-/ Bewegungskompatibilität → 
- Konzeption als flexibles Element → 
- Konzeption als Linkshändervariante → 
- Konzeption als situationsabhängiges Element → 
- Konzeption als Ikon → 

4.3.1 Entwicklungsschritte von Stellteilen

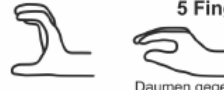
STELLTEILKATEGORIEN

Vom gestischen zum neuronalen Betätigen einer Interfacegestalt



4.3.2 Greif- und Bewegungsarten

! Grafik: 5 Bewegungsarten

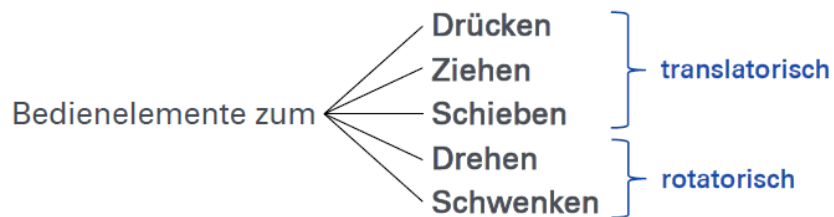
Kontakt-Griff	Zufassungs-Griff	Umfassungs-Griff
1 Finger 	2 Finger  Daumen gegenübergestellt Daumen quergestellt	2 Finger 
Daumen 	3 Finger  gleichverteilt Daumen gegenübergestellt	3 Finger 
Hand 	5 Finger  gleichverteilt Daumen gegenübergestellt	4 Finger 
Handkamm 	Hand 	Hand 

! Skizze: Kontaktgriff und Drehung -> wie sieht Stellteil aus

VDI / VDE 2258 BEDIENELEMENTE

„Bedienelemente übertragen auf nachgeordnete Teile Stellteile durch Betätigung mittels Finger, Hand oder Fuß, Geradbewegungen (Drücken, Ziehen, Schieben) oder Drehbewegungen (Drehen, Schwenken).

Bewegungsarten:



! Grafik: Flächenpressung

BEDIENELEMENTE ZUM „DRÜCKEN“

Grundform der Tastfläche	Bedienung durch	Bedienung ist	Bemerkung
 plan	Finger Hand Fuß	unsicher unsicher sicher	gutes Abgleiten möglich
 konkav	Finger	sehr sicher	gutes Finden kleiner Flächendruck zentrischer Kraftangriff
 konvex	Finger Hand Fuß	unsicher sicher sicher	gutes Finden und Abgleiten

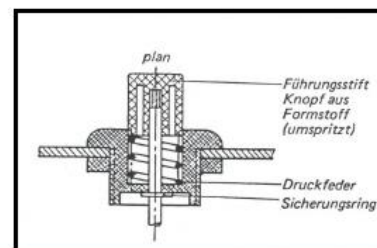
Flächenpressung $p_{FL} = F_{max} / A_{min}$

$$p_{FLzul} < 0,2 \text{ N/mm}^2$$

$$p_{Fi} = 8 \text{ N} / 78,54 \text{ mm}^2 = 0,102 \text{ N/mm}^2$$

$$p_{Ha} = 20 \text{ N} / 314,16 \text{ mm}^2 = 0,063 \text{ N/mm}^2$$

Benennung	Betätigung durch	F_{max} N	F_{min} N	Durchmesser d mm	Stellweg mm	Mindestabstand mm
Druck-taste	Finger	8	1,0	10 bis 25	2 bis 10	15*), 8*)
	Hand	20*)	4	20 bis 60	6 bis 30	
	Fuß	40	15	15 bis 100	12 bis 60	75



KOMBINATIONEN AUS BEWEGUNGS- UND GREIFARTEN

Die 5x3-Matrix als Lösungsraum für zukünftige Stellteile

Bewegungs- art Greifart	Drehen	Drücken	Schieben	Schwenken	Ziehen
Kontakt-griff					
Zufassungs-griff				 	
Umfassungs-griff		 			

4.3.3 Stellteil als Anzeiger

Definition: **Stellteil als Anzeiger**

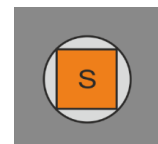
„Stellteile können auch als Anzeiger in dem Sinne interpretiert werden, als auch aus ihrer Stellung Rückschlüsse auf den aktuellen Funktions- oder Betriebszustand eines technischen Systems zu ziehen sind.“

STELLTEIL ALS INFORMATIONSTRAGENDES ELEMENT

Scan-Line bei gruppierten Stellteilen

siehe Definition: Information

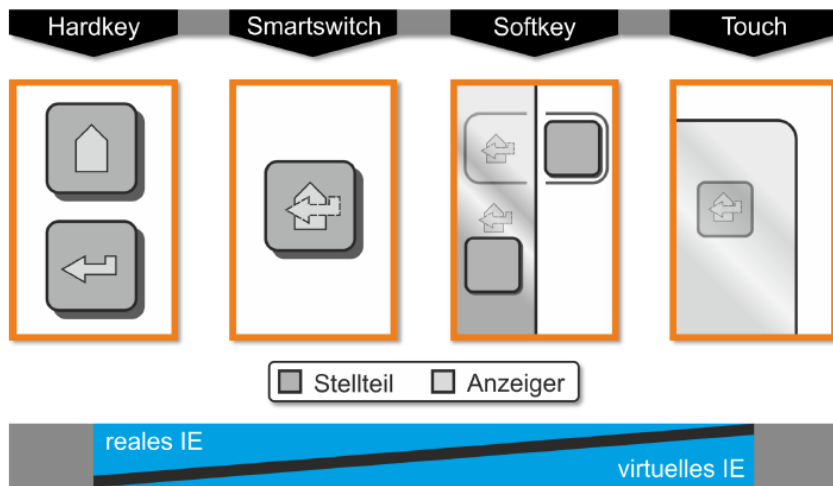
„Häufigere Ereignisse haben geringeren, seltenere dagegen einen hohen Informationsgehalt.“



4.3.4 Stellteilvarianten

ÜBERGANG VON HARDKEY- ZU TOUCH-INTERFACEELEMENTEN

Realer und virtueller Anteil der Interfacegestalt



Definition: Smartswitches

„Stellteile mit integrierter situativer Anzeige.“

Definition: Taster

Ein Taster schließt oder öffnet für die Dauer der Betätigung kurzzeitig einen Stromkreis, um z. B. eine Leuchtengruppe ein- oder auszuschalten.

Definition: Schalter

Ein Schalter schließt oder öffnet einen Stromkreis. Er rastet in einer Position ein und muss nicht gedrückt gehalten werden wie ein Taster.

Definition: Hardkey

Hardkey = festbelegte Funktionstaste

Definition: Softkey

Softkey = variabel belegbare Funktionstaste

Definition: Adaptiv Variables Stellteil

„Unter einem adaptiv variablen Stellteil ist die Anpassungsfähigkeit eines Eingabegerätes an einer Bediensituation (Kontext) und die davon abhängig abwechselnde Verschiedenartigkeit seiner Teilgestalten Aufbau, Form und Oberfläche zu verstehen.“

adaptare = anpassen

varius = verschiedenartig, abwechselnd

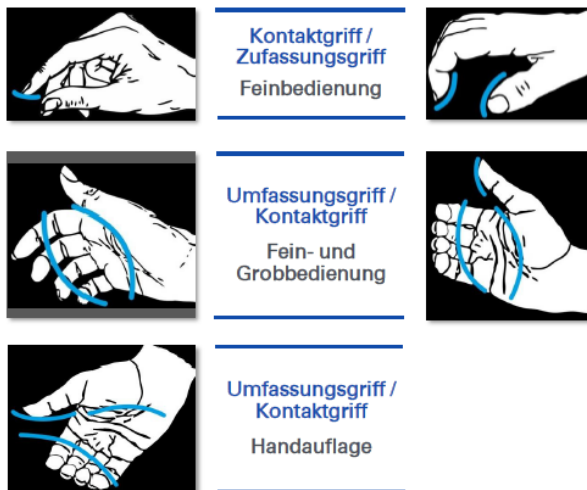
Vorteil: Eindeutigkeit zwischen semantischer und pragmatische Ebene

4.3.5 Anthropomorphe Gegengestalt

Die Kugelform ist keine ideale anthropomorphe Gegenform!

ANTHROPOMORPHE GEGENFORMEN entsprechend der jeweiligen Greifart

Druckanthropomorph mit Gummierung



MANIPULATORGRIFF ALS GEGENFORM ZUM HAND-FINGER-SYSTEM

Bewegungskompatibilität als Basis für eine intuitive Bedienung

4.4 Anordnung von Stellteilen und Anzeigern

4.4.1 Die Gestaltprinzipien

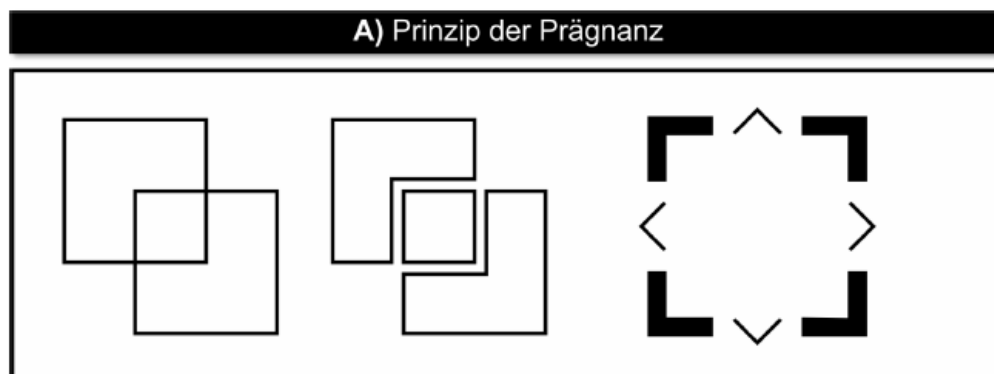
Definition: Gestaltprinzipien

Gestaltprinzipien sind eine Reihe von Regeln, die festlegen, wie wir kleine Teile zu einem Ganzen organisieren.

- A) Prinzip der Prägnanz
- B) Prinzip der Ähnlichkeit
- C) Prinzip des guten Verlaufs
- D) Prinzip der Nähe
- E) Prinzip der Vertrautheit
- F) Prinzip der gemeinsamen Region
- G) Prinzip der Verbundenheit von Elementen
- H) Prinzip des gemeinsamen Schicksals
- I) Prinzip der zeitlichen Synchronität

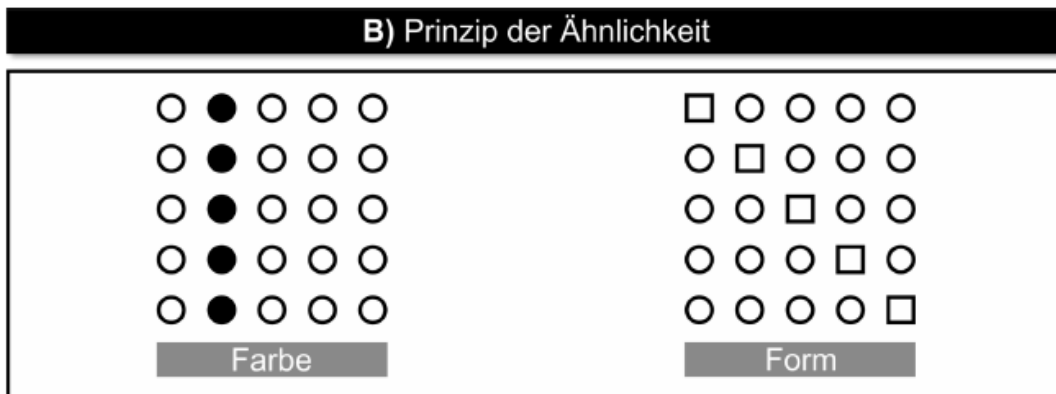
A) Prinzip der Prägnanz

Jedes Reizmuster wird so gesehen, dass die resultierende Struktur so einfach wie möglich ist.



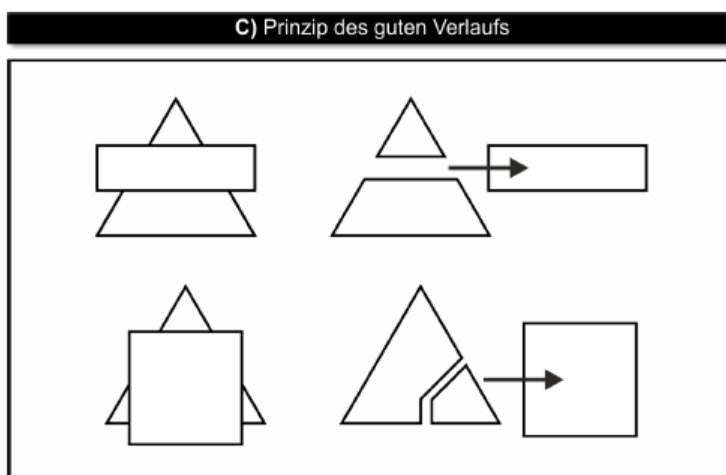
B) Prinzip der Ähnlichkeit

Ähnliche Dinge erscheinen zu Gruppen geordnet (z. B. über Farben oder Formen)



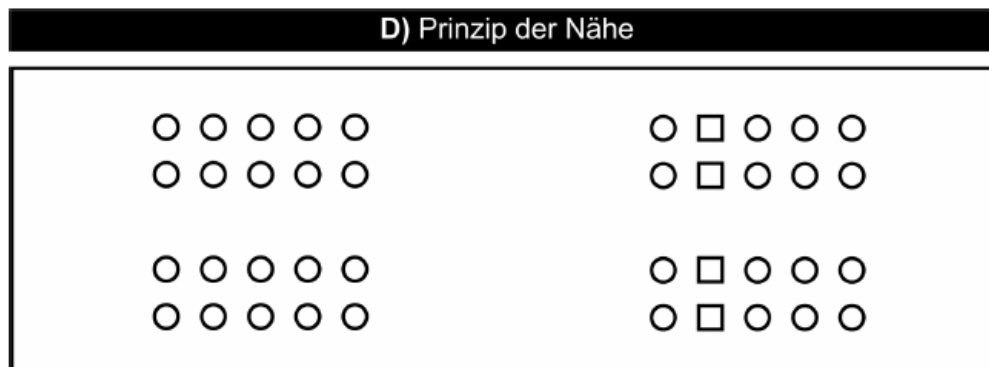
C) Prinzip des guten Verlaufs

Auch Prinzip der gestaltgerechten Linienfortsetzung. Linien werden tendenziell so gesehen, als folgten sie dem einfachsten Weg.



D) Prinzip der Nähe

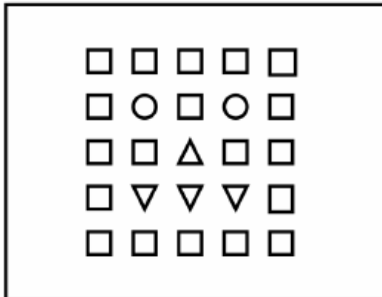
Dinge, die sich nahe beieinander befinden erscheinen als zusammengehörig.



E) Prinzip der Vertrautheit

Dieses Prinzip wird auch als Prinzip der Bedeutung bezeichnet. Dinge bilden mit größerer Wahrscheinlichkeit Gruppen, wenn die Gruppen vertraut erscheinen oder etwas bedeuten.

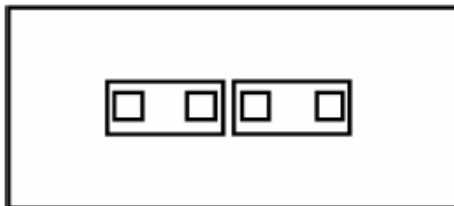
E) Prinzip der Vertrautheit



F) Prinzip der gemeinsamen Region

Elemente, die innerhalb einer gemeinsamen Region liegen, werden zusammengruppiert.

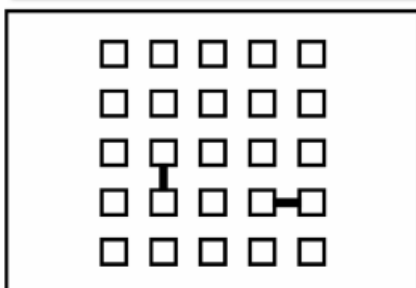
F) Prinzip der gem. Region



G) Prinzip der Verbundenheit von Elementen

Verbundene Elemente innerhalb einer Region mit gemeinsamen visuellen Charakteristiken wie Helligkeit, Farbe, Textur oder Bewegung, werden als Einheit gesehen.

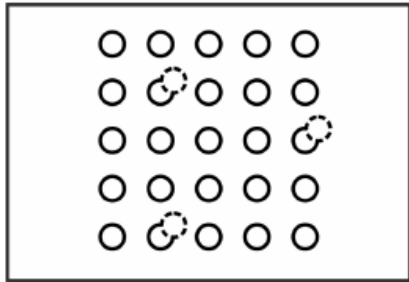
G) Prinzip der Verbundenheit von Elementen



H) Prinzip des gemeinsamen Schicksals

Dinge, die sich in die gleiche Richtung bewegen, erscheinen als zusammengehörig.

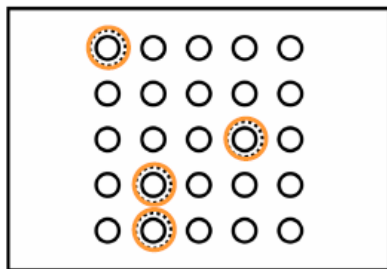
H) Prinzip des gemeinsamen Schicksals



I) Prinzip der zeitlichen Synchronizität

Visuelle Ereignisse, die zur selben Zeit auftreten, werden als zusammengehörig wahrgenommen.

I) Prinzip der zeitlichen Synchronizität



4.4.2 Anordnungsprinzipien

ANORDNUNGSPRINZIPIEN VON STELLTEILEN UND ANZEIGERN

Gruppierung nach Funktion und Ablauf

- logische Abfolge
- wahrscheinliche Häufigkeit
- Grad der Gefährdung

Positionierung der Anzeiger über den Stellteilen

Anordnung der Stellteile unter den Anzeigen im gemeinsamen Greifraum und Sehfeld, da die Stellteile gleichzeitig auch Anzeiger sind.

Zentralisierung der Anzeigen und Stellteile auf die Position der Bedienperson im Unterschied zu einer dezentralisierten Anordnung.

Symmetrische Anordnung bei Aktions-Symmetrie oder Links-Rechts-Händigkeit

4.5 Benutzergerechte Touchscreengestaltung

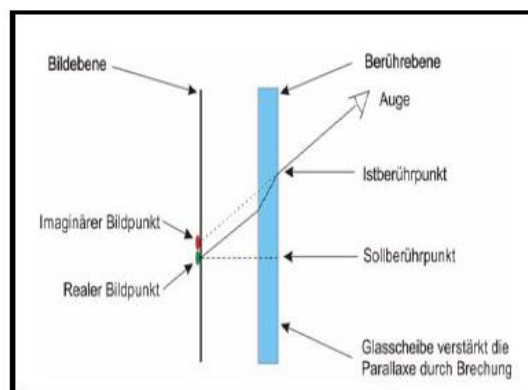
VDI/VDE 3850 BLATT 3

Definition: Touchscreen

- Touchscreens ermöglichen ein Bedienen durch Berühren auf die gewünschte Stelle in einem angezeigten Bild auf dem Bildschirm.
- Ein Touchscreen ist ein flächiger, durchsichtiger und berührungsempfindlicher Sensor.
- Der Touchscreen wird als koordinatengebendes Interaktionsgerät zur manuellen Betätigung für grafische Benutzungsoberflächen eingesetzt.
- Eingabeelement, das auf jede Stelle der Benutzungsoberfläche zeigen kann.

Allgemeine Beschreibung:

- Die Funktionsauslösung kann dabei beim Erstkontakt oder Letztkontakt stattfinden.
- **Erstkontakberührung**: Darunter wird die Funktionsauslösung beim Berühren des Displays verstanden.
- **Letztkontakberührung**: Darunter wird die Funktionsauslösung beim Abheben des Berührelementes vom Display verstanden.
- Fehlt die kinästhetisch-taktile Rückmeldung bei einer Eingabe, muss das Handlungsfeedback visuell und/oder auditiv erfolgen.
- Das Problem des direkten Wirkprinzips liegt in der Verschmutzung der Bildschirmfläche.
- Das direkte Wirkprinzip führt zu einer intuitiven Bedienbarkeit.
- Berührebene und die Bildebene sind in der Realität nicht identisch.
- Wird ein Bildpunkt nicht senkrecht zur Flächentangenten betrachtet, kommt es zu einer Parallaxe.
- Der Benutzer berührt den Bildschirm nicht an der Stelle des realen Bildpunktes; es kommt zu einer Fehleingabe.



Haptisches Feedback bei Touchscreens

Multimodale Informationsübertragung erhöht die Sicherheit bei der Touchbedienung

Multitouch - Anwendungen

Mit Multitouch wird die Fähigkeit eines berührungsempfindlichen Eingabegeräts bezeichnet, die in der Lage ist, mehr als nur einen Finger zu erkennen. Geräte wie Microsofts Multitouch-Tisch Surface erkennen sogar so viele Finger, dass mehrere Personen gleichzeitig miteinander arbeiten können. Dazu gibt es einen Gestenkatalog

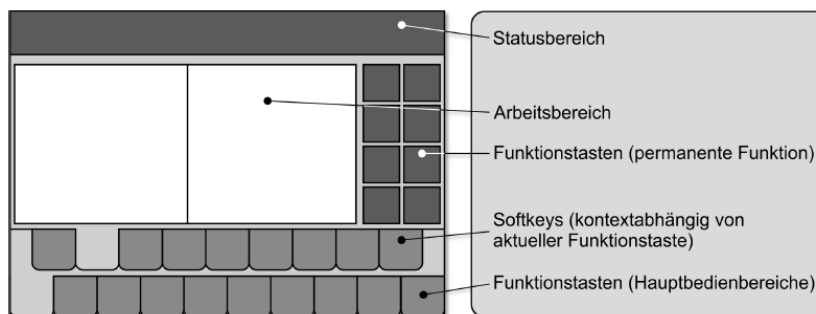
Nutzergerechte Anforderungen:

- Objektabstände: Abstand zwischen Touchfeldern sollte ca. 5 mm nicht unterschreiten.
- Verdeckung: Reduktion der Gefahr, dass Informationen während der Bedienung durch die Hand verdeckt werden.

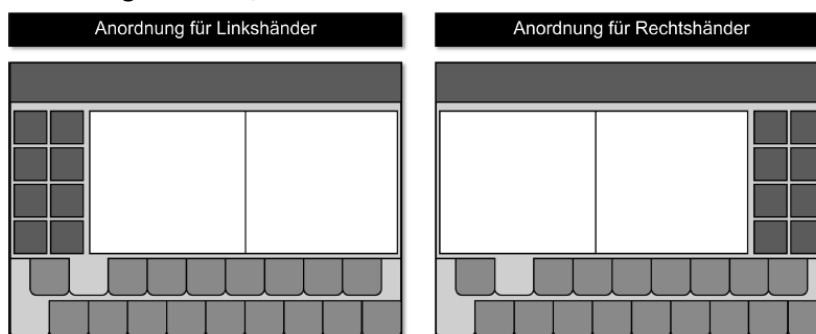
- Rückmeldung: Wenn bei der Touchscreen-Technologie die kinästhetisch-taktile Rückmeldung nicht vorhanden, sollte dem Benutzer unmittelbar nach Berührung ein Handlungsfeedback in visueller und/oder auditiver Form gegeben werden.
- Mindestmaße für Touchfelder

	Größe in [mm]
Touchfeldhöhe	10
Touchfeldbreite	20
Touchfeldabstand: horizontal	10
vertikal	5 oder 10

- Arbeitsbereiche und Funktionszuordnung



- Anordnung für Links-/Rechtshänder

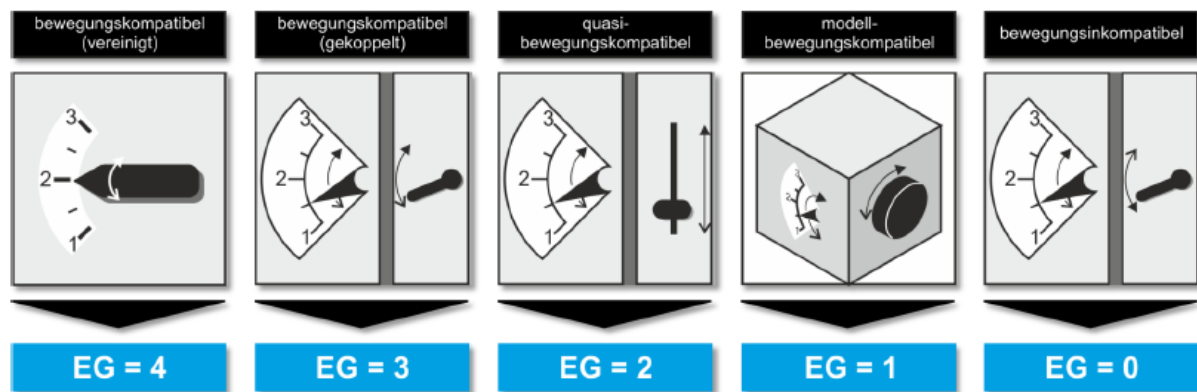


4.6 Bewertungskriterien der Interfacegestalt

Die-X-Kompatibilitäten

Die X-Kompatibilitäten als wichtige Anforderungen

Im Folgenden werden die sogenannten X-Kompatibilitäten beschrieben. Diese Kompatibilitätsanforderungen entstehen durch die Beziehungen im Anzeiger-Stellteil-Wirkteil-Dreieck.



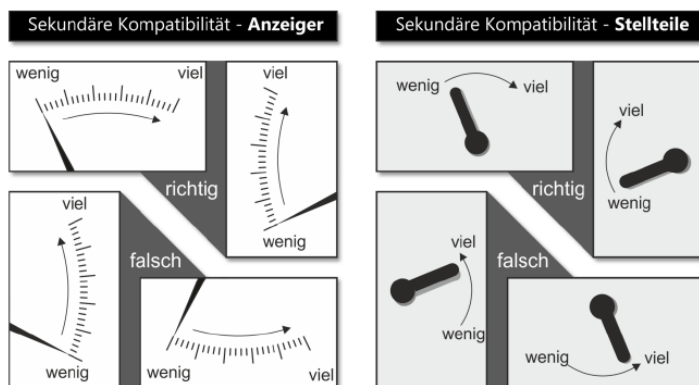
C) Sekundäre Kompatibilität

Definition: Sekundäre Kompatibilität

„Überlagerung von rotatorischer und translatorischer Bewegung bei Anzeigern und Stellteilen.“

„Die Forderung der sekundären Kompatibilität verlangt, dass Anzeigen und Stellteile so im Raum angeordnet sein müssen und dass für sie nur solche Bereiche für die Bewegung zur Verfügung stehen dürfen, dass die Bewegung ohne Widerspruch mit den oben genannten Bewegungstereotypen erfolgt.“

Empfohlene Bereiche für Anzeiger und Stellteile:



Bsp: ?

D) Räumliche Kompatibilität

Definition: Räumliche Kompatibilität

„Anordnung der Anzeiger und Stellteile entsprechend der Lage der Wirkteile.“

„Die Anordnung der Anzeige- und Bedienelemente entspricht der Anordnung in der realen Anlage.“
z.B. Kochfeldanordnung

Bsp: ?

E) Konsistenz

Definition: Konsistenz

„Übereinstimmung der Kriterien A - D zwischen mehreren Interface-modulen und -systemen.“

„Konsistenz ist gegeben, wenn die Gestaltung von Darstellungen, Strukturen, Begriffen, (Dialog)Abläufen einheitlich ist und dadurch widerspruchsfreie und zusammenhängende Gedankengänge gefördert werden.“

z.B. Betrachtung des Konsistenzgrades bei der Gestaltung von Anzeigern in PKW-Kombiinstrumenten

Bsp: ?

4.6.2 Dialogeigenschaften

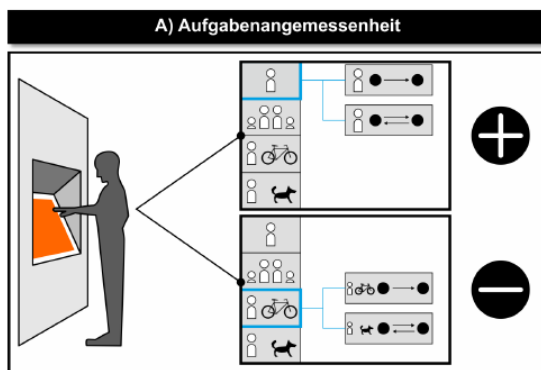
DIE 7 BEWERTUNGSKRITERIEN DER DIALOGEIGENSCHAFTEN

Erste Beschreibung der Dialogeigenschaften:

- A) Aufgabenangemessenheit - geeignete Funktionalität, Minimierung unnötiger Interaktionen
- B) Selbstbeschreibungsfähigkeit - Verständlichkeit durch Hilfen / Rück-meldungen
- C) Steuerbarkeit - Steuerung des Dialogs durch den Benutzer / Benutzerin
- D) Erwartungskonformität - Konsistenz, Anpassung an das Benutzermodell
- E) Fehlertoleranz - erkannte Fehler verhindern nicht das Benutzerziel, unerkannte Fehler: leichte Korrektur
- F) Individualisierbarkeit - Anpassbarkeit an Benutzer/-innen und Arbeitskontext
- G) Lernförderlichkeit - Anleitung des Benutzers, Erlernzeit minimal, Metaphern

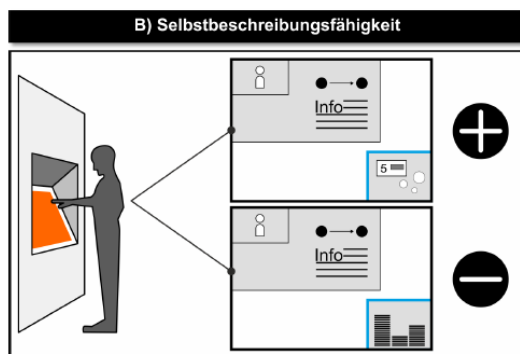
A) Aufgabenangemessenheit (Suitability for specific task)

Ein Bediensystem ist **aufgabenangemessen**, wenn es den Benutzer unterstützt, seine Aufgabe effektiv und effizient zu erledigen.



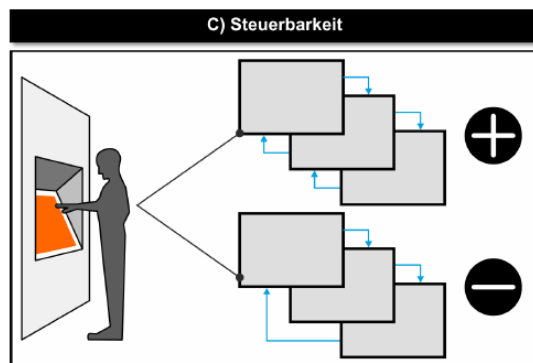
B) Selbstbeschreibungsfähigkeit (Self-descriptivness)

Ein Bediensystem ist **selbstbeschreibungsfähig**, wenn jeder einzelne Bedienschritt durch Rückmeldung des Bediensystems unmittelbar verständlich ist oder dem Benutzer auf Anfrage erklärt wird.



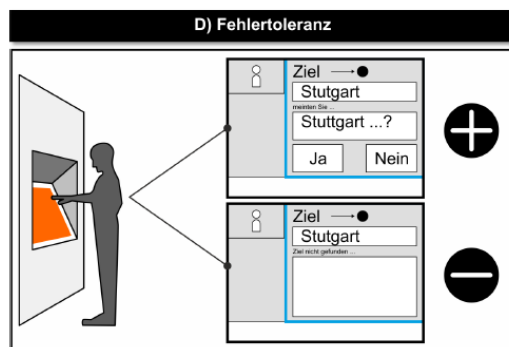
C) Steuerbarkeit (Controllability)

Ein Bediensystem ist **steuerbar**, wenn der Benutzer in der Lage ist, den Bedienablauf zu starten sowie seine Richtung und Geschwindigkeit zu beeinflussen, bis das Ziel erreicht ist.



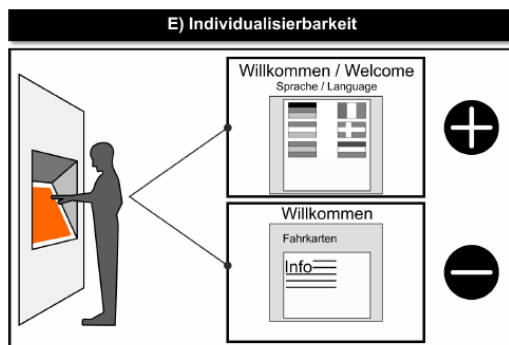
D) Fehlertoleranz (Error tolerance)

Ein Bediensystem ist **fehlertolerant**, wenn das beabsichtigte Arbeitsergebnis trotz erkennbar fehlerhafter Eingaben entweder mit keinem oder mit minimalem Korrekturaufwand seitens des Benutzers erreicht werden kann.



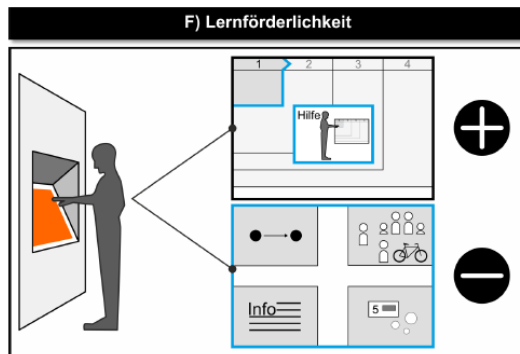
E) Individualisierbarkeit (Suitability for individualization)

Ein Bediensystem ist **individualisierbar**, wenn das System Anpassungen an die Erfordernisse der Arbeitsaufgabe sowie die individuellen Fähigkeiten und Vorlieben des Benutzers zulässt.



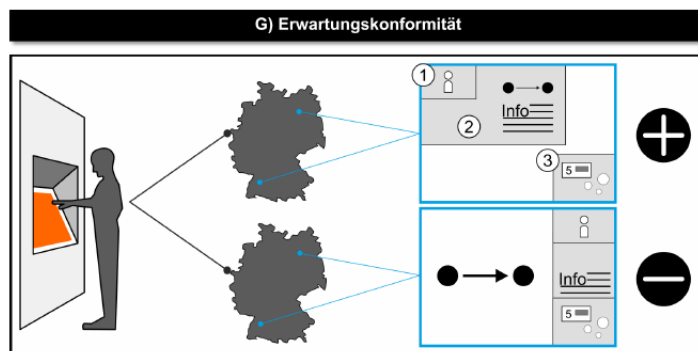
F) Lernförderlichkeit (Suitability for learning)

Ein Bediensystem ist **lernförderlich**, wenn es den Benutzer beim Erlernen der Bedienung unterstützt und anleitet.



G) Erwartungskonformität (Conformity to expectations)

Ein Bediensystem ist **erwartungskonform**, wenn es konsistent ist und den Merkmalen des Benutzers entspricht, z. B. seinen Kenntnissen aus dem Arbeitsgebiet, seiner Ausbildung und seiner Erfahrung sowie den allgemein anerkannten Konventionen.



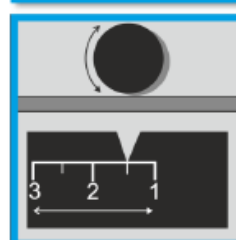
4.7 Morphologischer Kasten für neue Interfacegestalten

KOMBINATIONEN AUS DEN PARAMETERN EINER INTERFACEGESTALT

Entwicklung neuer Anzeiger und Stellteile

A) Bew.art Sk / Z	drehen ¹	schieben²	schwenken ³	ziehen ⁴	drücken ⁵
B) Bew.art Stellteil	drehen¹	schieben ²	schwenken ³	ziehen ⁴	drücken ⁵
C) Skale / Zeiger	Skale fest / Zeiger bew. ¹	Skale bew. / Zeiger fest²			
D) Skale Form	Kreis ¹	Teilkreis ²	linear³		
E) Stellteil - Zeiger	vereinigt ¹	gekoppelt²			

A2-B1-C2-D3-E2

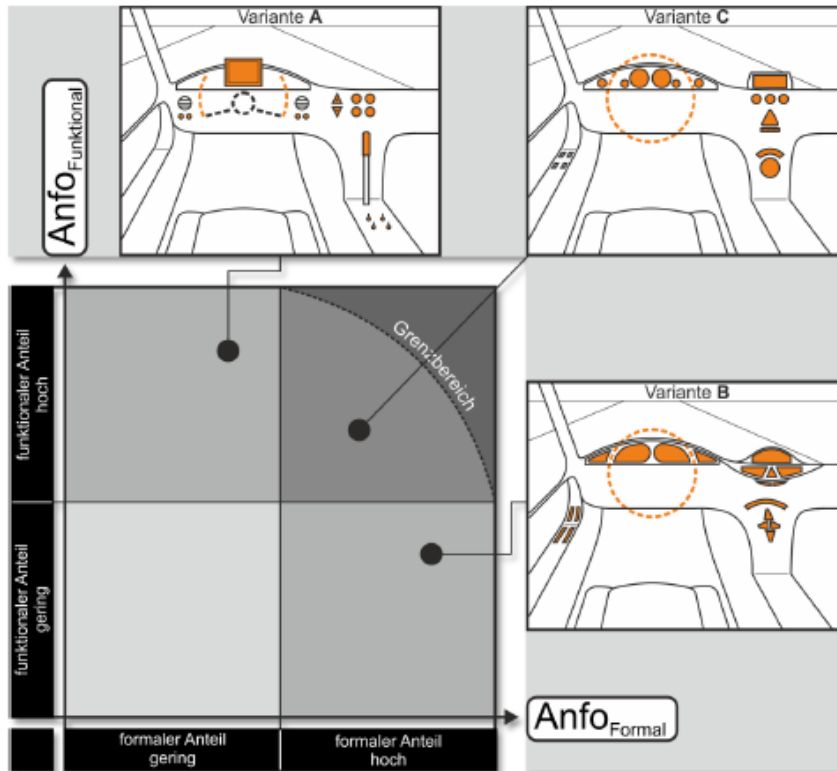


4.8 Formgebung in der Konzeptphase

FORMVARIANTEN IN DER 4-FELDER-MATRIX

Funktional ergonomischer / formal ästhetischer Anteil im Cockpit

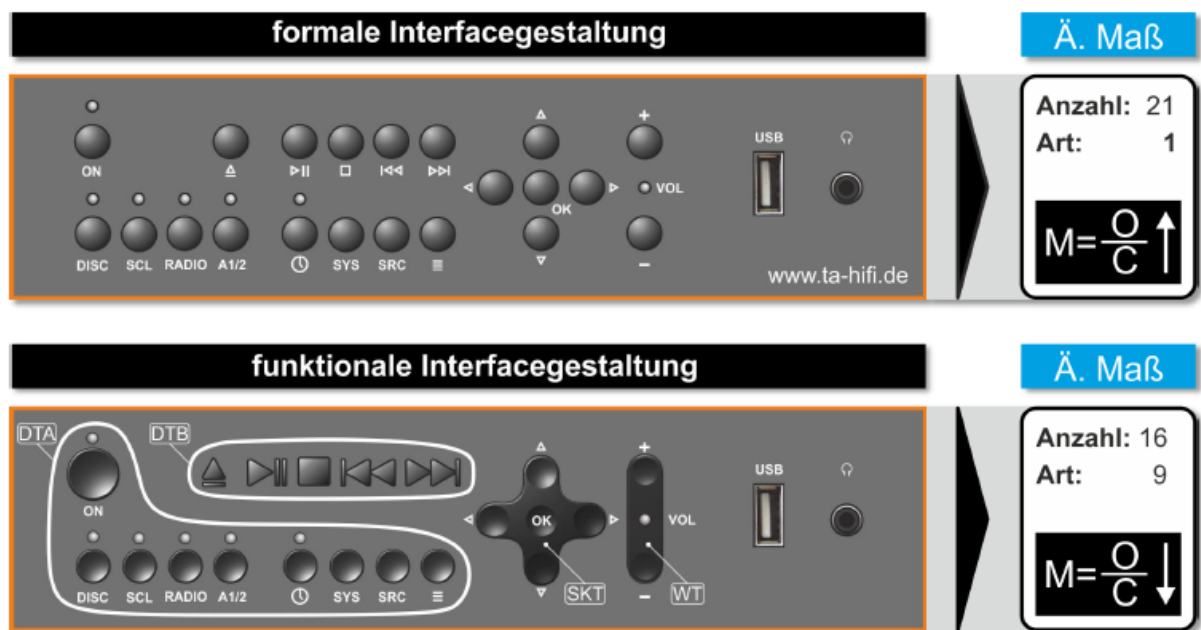
! Grafik: 4-Feldermatrix (formal/funktional)



Eindeutigkeit entsteht durch Mehrfachcodierung

FORMKONZEPTE UND DAS ÄSTHETISCHE MAß

Funktional ergonomischer und formal ästhetischer Anteil von Formkonzepten am Beispiel einer HIFI-Interfacegestalt



DTA = Drucktaste Variante A / DTB = Drucktaste Variante B / SKT = Steuerkreuztaste / WT = Wipptaste

HANDBETÄTIGUNGSELEMENTE

„Unterscheidung ohne Sichtkontrolle möglich“

4.9 Bewertung der Mikroergonomie Teil 1

NEUE STELLEINORDNUNG FÜR EINE DREHMASCHINE

Bewegungskompatibilität als Verbesserungsanforderung

Konzept ALT:

Ursprünglich war die Anordnung der Handräder an der Maschinenfront mit Achsen senkrecht zur Drehachse des Werkstücks -> Inkompatibilität zur x-Achse

Konzept NEU:

Das Handrad für die z-Achse wurde um 90° gedreht. Durch die konsequente Umsetzung der Anforderung der Bewegungskompatibilität wurde eine Verbesserung der Usability erreicht.

Bewertung auf der Basis von Lernkurven

Lernkurven beschreiben den Minderbedarf an Zeit in Abhängigkeit von der Zahl von Wiederholungen für Handlungen oder Operationen. Sie drücken damit den Zuwachs an Geschicklichkeit aus.

„JOY-OF-USE“ ALS BEWERTUNGSANSATZ

Definition: Joy-of-Use

„Joy-of-Use bezeichnet das positiv subjektive Empfinden eines Benutzers in der Produktnutzung; dieser empfindet Freude bei der Benutzung. Der Begriff Joy-of-Use umfasst jedoch weitaus mehr als nur Freude. Er bezieht sich zunächst nur auf positive Affekte, impliziert als Anwendungskonzept in der Gestaltung aber auch das Vermeiden von negativen Empfindungen beim Benutzer und beschränkt sich nicht auf das Gestalten optischer Merkmale, sondern richtet den Fokus auf das Gestalten „schön“ funktionierender Produkte.

Quelle: 1: <http://eduspiral.files.wordpress.com/>

Schlussendlich wird der Benutzer durch Joy-of-Use zur verstärkten und weiteren Nutzung des Produktes animiert.

Nach Donald Norman: „Attractive things work better!“

„UNIVERSAL FACIAL EXPRESSIONS“ ALS BEWERTUNGSANSATZ

Paul Ekman:

„Mit 43 Muskeln kann unser Gesicht Freude, Entsetzen, Wut und Überraschung ausdrücken - und lügen. Doch gute Beobachter merken, wie es um uns steht, selbst wenn wir uns verstecken.“

Die 7 Basisemotionen:

- Fear = Angst
- Contempt = Verachtung
- Disgust = Ekel
- Anger = Ärger
- Sadness = Traurigkeit
- Happiness = Freude
- Surprise = Überraschung

4.10 Usability-Faktor in der Konzept- und Entwurfsphase der Mikroergonomie

BEWERTUNG DER ANORDNUNGS- UND FORMVARIANTEN

Der Aufbau des Interfacesystems im Kontext der Produktgestalt (FG/TG) ist die Basis für die Usability-Bewertung in der Konzept- und Entwurfsphase der Mikroergonomie Teil 1. Die Bewertung bezieht

sich auf die Anordnungs- und Formvarianten bezüglich der Interfacemodule IM und Interfaceelemente IE (A, S).

Der Bewertung liegen spezielle Anforderungen und allgemeine Anforderungen aus den Bediensritten (BSC) des jeweiligen Bedienszenarios (BSZ) der Gebrauchsanalyse zugrunde. Dabei werden Informationen aus der Kontextbetrachtung bezüglich des Moduls und des Systems in Kontextanforderungen umgewandelt. Die Anforderungen werden mit Erfüllungsgraden und einer kombinierten Gewichtung bewertet. Die **Gewichtung** wird aus der Häufigkeit (Most Frequent Case) und dem Schwierigkeitsgrad (Worst Case) ermittelt.

Folgende zwei Fälle stehen für eine gewichtete oder ungewichtete Bewertung zur Verfügung:

Fall 1: ungewichtete Bewertung

$$[U - F]_{Mikro1} = \frac{\sum (\text{erreichten Erfüllungsgrade } EG_{IST})}{\sum (\text{maximalen Erfüllungsgrade } EG_{SOLL})}$$

Fall 2: gewichtete Bewertung

$$[U - F]_{Mikro1} = \frac{\sum (\text{erreichten Erfüllungsgrade } EG_{IST} \times \text{Gewichtung } G)}{\sum (\text{maximalen Erfüllungsgrade } EG_{SOLL} \times \text{Gewichtung } G)}$$

Folgende **lösungsneutralen Anforderungen** werden aus den Bedien-schritten der jeweiligen Bedienszenarien für die Bewertung der Mikro-ergonomie Teil 1 gewonnen:

Wahrnehmungs – und Erkennungsanforderungen in der Mikroergonomie Teil 1:

AnfoIE = Erkennung der Links-/Rechtshandhabung durch Anordnung und Form der Griffgestalt

Betätigungs- und Benutzungsanforderungen in der Mikroergonomie Teil 1:

AnfoIE = Formschlüssige Unterstützung der Griffgestalt bei Wand-arbeiten.

Kontextanforderung bezüglich dem Interfacesystem:

AnfoIS = Einheitlich anthropomorphe Formgebung

Berechnung des Usability-Faktors in der Mikroergonomie Teil1 zur Ermittlung der Anordnungs- und Formvarianten zukünftiger Interfacemodule und -elemente.

Usability-Faktor in der Mikroergonomie Teil1

Varianten zur Anordnung An_{IM/IE} / Form Fo_{IM/IE}

BSZ	Bedien- schritte	lösungsunabhängige [Anforderungen] _{Mikro 1}	EG _{IST/SOLL}	X	G	Variante A	Variante B	Variante ...				
			0 - 4	4	X	WoC/MoFC	[EGxG] _{IST}	[EGxG] _{SOLL}	[EGxG] _{IST}	[EGxG] _{SOLL}	[EGxG] _{IST}	[EGxG] _{SOLL}
BSZ 1	BSC 1A	Anforderung _{BSC 1Aa}		4	X							
		Anforderung _{BSC 1Ab}		4	X							
		...		4	X							
	BSC 1B	Anforderung _{BSC 2Aa}		4	X							
		Anforderung _{BSC 2Ab}		4	X							
Kontext	Anforderung _{Kon Mikro1 A}		4	X								
Allgemein	Anforderung _{All Mikro1 A}		4	X								
[Usability-Faktor] _{Mikro1} =			$\frac{\sum [EGxG]_{\text{Mikro1 IST}}}{\sum [EGxG]_{\text{Mikro1 SOLL}}}$			[U-F] _{Mikro1 A}	[U-F] _{Mikro1 B}	[U-F] _{Mikro1 ...}				

Aufbau A_{IMS/IS}

Anordnung An_{IM/E} / Form Fo_{IM/E}

Oberfläche O_{IM/IE} / Farbe Fa_{IM/IE} / Grafik_{IM/IE}

5 MIKROERGONOMIE IN DER AUSARBEITUNGSPHASE

Definition: Mikroergonomie Teil 2

Die **Mikroergonomie Teil 2** betrifft **NUR die Ausarbeitungsphase** der Entwicklung einer zukünftigen Interfacegestalt (IG).

Der Aufbau (A) der Interfacegestalt (IMS/IS) im Kontext der Produktgestalt (FG/TG) mit angeordneten und geformten Interfacemodulen (IM) und deren -elementen (IE) ist die Basis für die Mikroergonomie Teil 2.

Der Fokus in der Ausarbeitungsphase liegt auf der Farbe (Fa), Oberfläche (Ob) und Grafik (Gr) der gesamten Interfacegestalt (IMS/IS/IM/IE).

Grundlage für die Mikroergonomie Teil 2 sind die in der Gebrauchsanalyse der Mikroergonomie Teil 1 gewonnenen lösungsneutralen Anforderungen und deren Gewichtungsfaktoren bezüglich der Farbe Fa, Oberfläche Ob und Grafik Gr. Auch hier werden Informationen aus der Kontextbetrachtung in Anforderungen umgewandelt.

Auf der Basis der genannten Anforderungen werden Usability-Faktoren [U-F] Mikro2 bzgl. der in der Mikroergonomie Teil 2 entwickelten Varianten berechnet. Ergebnis der Mikroergonomie Teil 2 ist eine vollständige Interface-gestalt (IG). Diese besteht aus den aufgebauten Interfacemetasystemen (IMS) oder Interfacesystemen (IS) der Makroergonomie auf der sich die angeordneten und geformten Interfacemodule (IM) und Interfaceelementen (IE) aus der Mikro-ergonomie Teil 1 befinden, die mit einer farbigen (Fa) Oberfläche (Ob) und Grafik (Gr) mit dem höchsten Usability-Faktor ausgearbeitet wurden.

5.1 Farbgebung in der Ausarbeitungsphase

5.1.1 Definition Farbe

Definition: Farbe

„Farbe ist der durch das Auge vermittelte Sinneseindruck, durch den sich zwei aneinandergrenzende, strukturlose Teile des Gesichtsfeldes bei einäugiger Beobachtung mit unbewegtem Auge unterscheiden lassen.“

„Im Folgenden wird Farbe als Sinneseindruck angesehen, der durch visuelle Wahrnehmung von Strahlen einer gegebenen spektralen Zusammensetzung entsteht.“

PARAMETER DER FARBE

Die Farbe wird im klassischen Sinne aus **drei Parametern** aufgebaut:

- FARBTON -> Bunttonzahl T
- SÄTTIGUNG -> Sättigungsstufe S
- HELBIGKEIT -> Dunkelstufe D
- Der Farbton T oder auch Buntton bezieht sich auf die Grund- oder Urfarben Blau, Grün, Gelb, Rot und daraus die Mischfarben. Gelb, orange und rot werden als warme Farben bezeichnet. Violett, blau und grün als kalte Farben. Die Unbuntfarben schwarz und weiß dagegen als neutral.
- Bei der Sättigung S handelt es sich um den Grad der Sättigung eines Farbtons gegenüber Grau bei konstanter Helligkeit. Dabei gibt es stark gesättigte (bunt, Vollfarbe) und schwach gesättigte (unbunt, grau) Farben.
- Die Helligkeit bei Farben wird in die Kategorie hell (90-50%), mittel (50-35%) und dunkel (35-10%) eingeteilt.

ORDNUNGSSYSTEME

Farbspektrum und Einschränkung durch Farbsysteme

Licht ist im Allgemeinen der für den Menschen sichtbare Bereich der elektromagnetischen Strahlung von etwa 380 bis 780 nm.

„Der Sinn von Farbordnungssystemen ist, Farben und die Zusammenhänge zwischen Farbtönen zu beschreiben. Diese Ordnungssysteme bzw. Modelle unterscheiden sich. Zu beachten ist, dass sie aus unterschiedlichen Zeiten stammen, sich von unterschiedlichen Seiten dem Thema nähern und unterschiedliche Ziele verfolgen.“

DEFINITION: KÖRPERFARBE

Körperfarben entstehen durch subtraktive Farbmischung

- Alle Farben die man "angreifen" kann bzw. die durch Gegenstände dargestellt sind, nennt man Körperfarben.
- Wir sehen die Farben, weil der jeweilige Gegenstand Teile des Lichts absorbiert, und Teile reflektiert. Das reflektierte Licht ist dann die Farbe des Gegenstandes.
- Ein schwarzer Gegenstand zum Beispiel reflektiert kein Licht, deswegen erscheint es uns als Farbe Schwarz.
- Die Körperfarben nennt man wegen der Absorption, also der Subtraktion zu Weiß hin, auch die Subtraktionsfarben. Hier gilt: Werden alle Grundfarben beim subtraktiven Farbsystem gemischt, ergibt das eine Art Schwarz.

DEFINITION: LICHTFARBE

Lichtfarben entstehen durch additive Farbmischung

- Die Lichtfarben werden durch das Licht selbst dargestellt. Ohne Lichtquelle entsteht auch keine Farbe.
- Lichtfarben entstehen durch additive Farbmischung. Additive Farbmischung bedeutet, dass wenn sich die Grundfarben addieren, entstehen immer hellere Töne.
- Bei Addition von allen drei Grundfarben des RGB-Modells zum Beispiel entsteht Weiß. Deshalb auch additive Farbmischung.
- Beispiele für Lichtfarben wären:
 - Monitore
 - Fernseher
 - Diaprojektoren
 - Beamer

5.1.2 Farb-Farb-Relation

MONOCHROMIE UND KOMPLEMENTÄRKONTRAST

- **Monochromie** ergibt sich aus einem Ton in zwei Helligkeiten
- Komplementärkontrast ergibt sich aus den sich auf dem Farbkreis gegenüberliegenden Farben

SIMULTANKONTRAST

Eine Farbe verändert ihr Aussehen in Abhängigkeit von den umgebenden Farben. Diese Wirkung entsteht durch eine Kontraststeigerung des Sehorgans, was dazu führt, dass man eventuell verschiedene Farben nutzen muss, um sie in unterschiedlichen Umgebungen gleich aussehen zu lassen. Dieselbe Farbe wirkt aufgrund des Simultankontrasts vor einem dunklen Hintergrund heller und vor einem hellen Hintergrund dunkler.

Zusätzlich verändert sich je nach Umgebungsfarbe auch die Wirkung eines Farbtons. So wirkt beispielsweise ein blaugrüner Streifen auf einem blauen Untergrund grünlicher und auf einem grünen Untergrund bläulicher. Ein in einer warmen Farbe gestalteter Hintergrund lässt einen

davorstehenden Farbton kühler wirken, ein kühler Hintergrund lässt den gleichen Farbton wärmer wirken.

Ein heller Hintergrund lässt eine darauf liegende Farbe so erscheinen, als rücke diese in den Vordergrund, ein dunkler Hintergrund lässt sie eher in die Ferne verschwinden. Unbunte Umgebungen, insbesondere Schwarz, können bunte Farben noch stärker zum Leuchten bringen. Je nach Umgebungsfarbe wirkt Rot auf dunklerem Hintergrund heller, auf hellem Hintergrund dunkler, auf blauem Hintergrund näher, auf rosafarbenem Hintergrund entfernter, im Umfeld von Grau gedämpfter und auf Weiß feuriger.

HELL-DUNKEL-KONTRAST

„Die optische Täuschung beim Hell-Dunkel-Kontrast ist aufgrund eines Mangels unseres Sehapparates zurückzuführen. „Wenn wir eine helle Fläche auf dunklem Grunde betrachten, so wird die Begrenzung dieser Fläche infolge Aberrationsstreuung gleichsam verschoben, und scheint uns größer, als ihren wahren geometrischen Ausmaßen entspricht; sie wird gewissermaßen über den Rand des darum herumliegenden dunklen Grundes hinaus ausgedehnt. Der Irradiationseffekt macht sich umso stärker bemerkbar, je schlechter die Akkommodation ist.“

FLIMMERKONTRAST

„Durch die chromatische Abberation (Lichtbrechung abhängig von der Wellenlänge des Lichtes) werden beim helladaptierten Auge grüne bis gelbe Objekte genau auf der Netzhaut abgebildet, blaue Objekte vor und rote Objekte hinter der Netzhaut scharf abgebildet. Hieraus folgt, dass beispielsweise rote Zeichen auf blauem Grund oder umgekehrt eine permanente Umfokussierung des Auges erfordern und somit zu starker Ermüdung führen.

[STROOP-EFFEKT

Erstmals ausführlich beschrieben hat das Phänomen 1935 der amerikanische Psychologe John Ridley Stroop. Er nannte es Farb-Wort-Interferenz, und es bedeutet Folgendes: Wenn sich die Druckfarbe des Wortes und dessen Bedeutung voneinander unterscheiden, also inkongruent sind, erfolgt das Benennen des Farbtons verzögert. Dieses wird auch als mühsam erlebt und ist sogar fehleranfällig. Das Lesen des Wortes dagegen bereitet trotz der Inkongruenz keine Probleme. Selbst wenn man die Reize getrennt voneinander darbietet, etwa wenn das Wort „GRÜN“ in normaler schwarzer Schrift und daneben ein roter Farbkleck gesetzt wird, erfolgt das Lesen immer noch schneller als die Benennung der Farbe - um etwa 100 bis 200 Millisekunden, wie Messungen ergeben haben.]

5.1.3 Farbwirkungen

FARBASSOZIATIONEN

Bei der Bezeichnung von unterschiedlichen Farben und deren Nuan-cen beziehen sich die Menschen oft auf Assoziationen aus der Natur, Tier- und Pflanzenwelt. Folgende Beispiele sollen dies verdeutlichen:

Farbe Grau: Steingrau, Hausmausgrau, Feldmausgrau, Silbergrau

FARBWIRKUNG - TEMPERATUR

Mit kalten und warmen Farben wird am Beispiel einer Klima-steuerung die Luftverteilung im Fahrer- und Beifahrerbereich dargestellt.

FARBWIRKUNG - ENTFERNUNG

dunkel = nah / hell = fern

warm = nah / kalt = fern

Fern- und Nahwirkung durch den hell-dunkel-/warm-kalt-Kontrast

5.1.4 Sicherheitsfarben

In folgender Tabelle werden den Farben Bedeutungen bezüglich der Sicherheit zugewiesen:

Farbe	Bedeutung		
	Sicherheit von Personen	Zustand der Maschine / Des Prozesses	Schaltstellung des Betriebsmittels
Rot	Gefahr, Verbot	Notfall	keine allgemeine Bedeutung
Gelb	Vorsicht	Anormal	
Grün	Sicherheit	Normal	
Blau	Gebot		
Weiß, Grau, Schwarz	keine bestimmte Bedeutung zugeordnet		
Quelle: DIN EN 61310-1, 1996			

Mehrfachcodierte Warnhinweise bezüglich Farbe und Form

5.1.5 Systematik der Farbcodierung

Bsp. **Farbcodierung** als Optimierung einer Menüstruktur für mehr Übersicht, zB Audi Navi

5.1.6 Farbsysteme

FARBSYSTEME ALS ORDNUNGSSYSTEME

Aufzählung bekannter **Farbsysteme**:

- RAL-Farbsystem, RAL-Design-System
- DIN-Farbenkarte
- NCS - Natural Color System
- CMYK
- RGB
- HKS-Farbsystem
- Pantone
- Munsell
- Colorcurve

! 2 davon nennen können

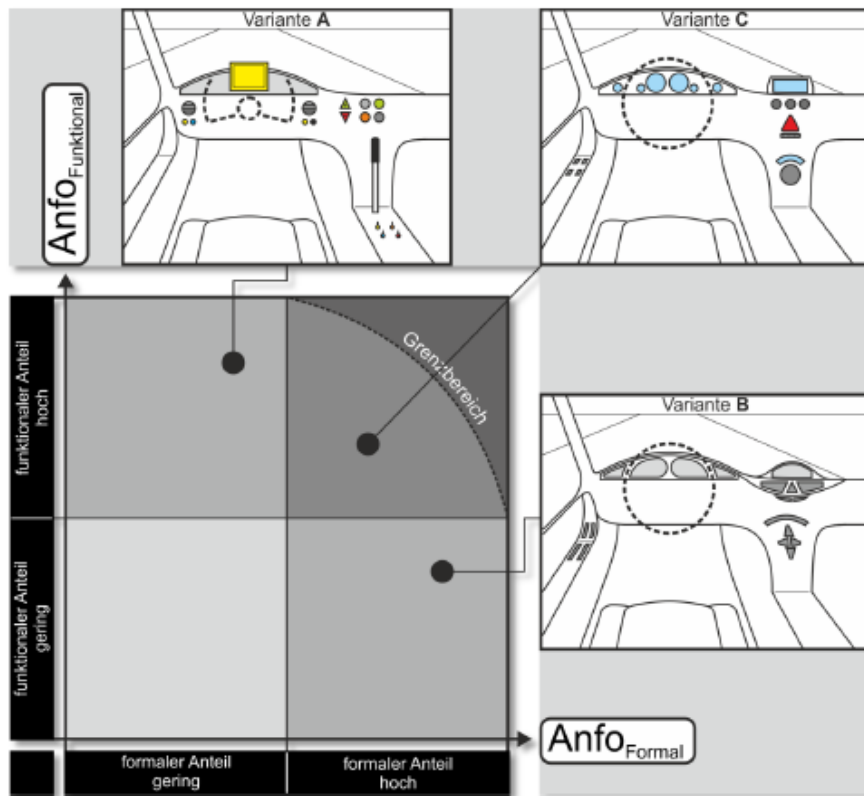
5.1.7 Funktionale und formale Farbgebung

FARBVARIANTEN IN DER 4-FELDER-MATRIX

Funktional ergonomischer / formal ästhetischer Anteil im Cockpit

- Die Form der Interfaceelemente und -module bildet die Basis für die Farbgebung
- Mehrfachcodierung der Form durch Farbgebung

! Grafik: 4-Feldermatrix (funktional/formal)



Funktional ergonomischer / formal ästhetischer Anteil im Cockpit

Variante A (funktional hoch / formal gering):

- Bedienungsoptimierung
- Fokus auf **Eindeutigkeit** im Informationsablauf
- klare Festanforderungen
- kein gesamtheitliches Erscheinungsbild

Variante B (funktional gering / formal hoch):

- Farbgebung der einzelnen Interfaceelemente ordnet sich einem gesamtheitlichen Gestaltungsprinzip unter
- einzelne Interfaceelemente schwer identifizierbar
- formale Prinzipien missachten ergonomische Anforderungen
- Mehrdeutigkeit bei der Erkennung induziert Fehlhandlungen

Variante C (funktional hoch / formal hoch):

- Optimum aus beiden Anforderungsgruppen
- funktionale Interfaceelemente des Basiscockpits werden mit formalen Gestaltelementen ergänzt
- formal ästhetische Elemente funktionieren nach einem ganzheitlichen Prinzip, das sich den ergonomischen fixen Gestalten unterordnet

FARBE ALS INFORMATIONSTRAGENDES ELEMENT

Beispiel: Visualisierung des Informationsablaufs funktionaler und formaler Anteile zwischen Mensch und Maschine

Motto: Weniger Farbe, mehr Information!

5.2 Oberflächendesign auf Stellteilen und Anzeigern

OBERFLÄCHENGESTALTUNG IM INTERFACE-DESIGN

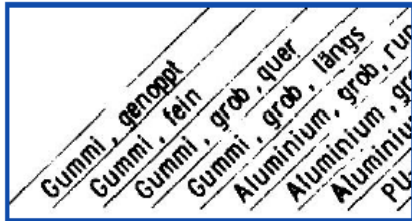
Die **Oberflächengestaltung** teilt sich wie folgt auf:

- betätigungs- und benutzungsorientierten Aspekte
- kennzeichnende Aspekte

Betätigungs- und benutzungsorientierte Aspekte

- Stark texturierte Oberflächen wie z.B. Rändel, Kordel und Strukturlacke sind nur dann sinnvoll, wenn eine Drainagewirkung notwendig ist (Wasser, Farbe, Öl, Blut).
- Ansonsten sind glatte (bzw. gummierte) Oberflächen grifftechnisch besser und haben eine bessere haptische Anmutung (greifsympatisch!).

Rangfolge gebräuchlicher Materialien für Arbeitsmittel-Handseiten nach Fallenden Reibungswerten sortiert:

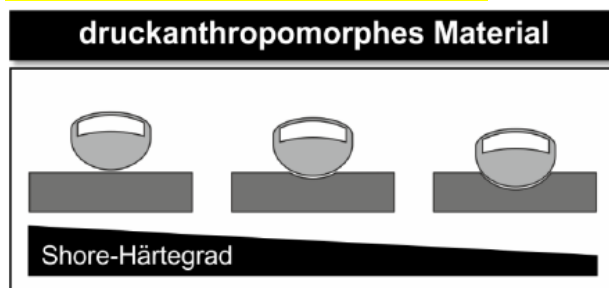


Definition: Fein- und grobprofilierte Oberflächen:

Feinprofilierte Oberfläche	Grobprofilierte Oberfläche
Breite des Profil-Formelements max. 1 mm und der Abstand zwischen solchen Elementen max. 3 mm. bei Überbeanspruchung „Rutschkupplung“	Breite des Profil-Formelements min. 1 mm und der Abstand zwischen solchen Elementen min. 3 mm. bei Überbeanspruchung „Rasterkupplung“

Konstruktionsrichtlinien bei der Oberflächengestaltung:

- Profilerte Oberflächen haben einen niedrigeren Reibungswert als glatte
- als günstigstes Material schneidet Gummi ab
- **Druck-Anthropomorphe Materialien mit Feinprofilierung sind besonders geeignete Werkstoffe für Arbeitsmittel-Handseiten**



Betätigungs- u. benutzungsorientierte / kennzeichnende Aspekte

Virtuelle Oberflächengestaltung: Sinnvoll oder digitaler Luxus?

Anhand der Untersuchungsergebnisse wurde festgestellt, dass die Aufmerksamkeit der Versuchspersonen stark von der Aufgabe bzw. von der Zielerreichung gelenkt wurde. Eine Eye-Tracking-Analyse zeigte eine Fixation insbesondere auf den Zeiger und den Anzeiger des Stellteils. Weitere Details der Stellteil-gestalt wurden als irrelevant bewertet. Dadurch wurde konstatiert, dass die Erfüllung der Aufgabe höhere Priorität bezüglich des Kontextes der Bedienober-fläche hat. Betrachtet man die Bedienungssituation aus Sicht der unterschiedlichen Kundentypen, kann das Ergebnis dieser Untersuchung so interpretiert werden, dass das subjektiv ästhetische Wahrnehmen einer Interfacegestalt einen unbedeutenden Einfluss auf die Bedienungsqualität besitzt. Die Interfacegestalt kann somit bei gleicher Funktionalität in kundentypischen Designs ausgeführt werden.

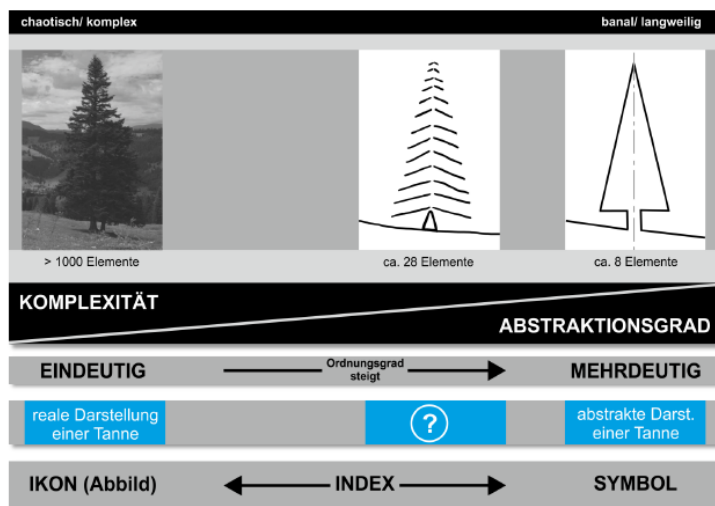
5.3 Produktgrafik auf Stellteilen und Anzeigern

5.3.1 Piktogramme und Bildzeichen

Produktgrafik in Form von Piktogrammen oder Bildzeichen.

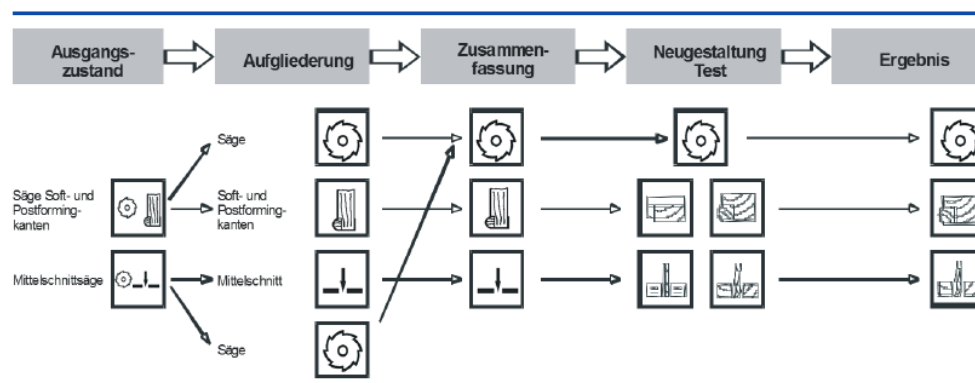
Piktogramm stellen ein bildliches Alphabet dar. Diese Bildzeichenalphabetete liegen entweder als firmeninterne Alphabete oder in genormter Ausführung vor.

! Grafik



Abbild ist zu komplex – Symbol ist zu abstrakt; Index in der Mitte

Vorgehensweise bei der Vereinheitlichung



Grundfigur mit Raster als Hilfsmittel zur Erstellung von Bildzeichen

SICHERHEITS- UND GESUNDHEITSSCHUTZKENNZEICHNUNG AM ARBEITSPLATZ

Kombination aus Grafik und Form



5.3.2 Beschriftung

[LESBARKEIT DER ZIFFERNFORMEN]

Die Ziffern der Anzeiger können auch als Anzeiger-Grafik bezeichnet werden. In der DIN/EN894-2 wird auf die Lesbarkeit der Ziffernformen hingewiesen und zu jeder, der 10 arabischen Ziffern, Grundsätze genannt.]

FORMALE QUALITÄT DER PRODUKTGRAFIK

Relationen für die formale Qualität der Produktgrafik einer bestimmten Schriftart sind:

- die Reinheit der Schriftzeichengestaltung z. B. als Serifenschrift;
- die Wort-Anordnung, wie z. B. links- und rechtsbündig, als Mittelachs-Satz oder als Blocksatz;
- die Relation zwischen Schriftzeichen und Zeichenträger; (Namensschild) mit der Möglichkeit zur Mehrfachkodierung;
- die Relation zwischen Zeichengestalt und Produktgestalt mit den Fällen der Ordnungserhaltung und Ordnungsauflösung.
- Beispiele: Integration des formalen Grafikelements in die Interfacegestalt unter Beibehaltung einer hohen ergonomischen Qualität

5.4 Usability-Faktor in der Ausarbeitungsphase der Mikroergonomie

BEWERTUNG DER FARB-, OBERFLÄCHEN- UND GRAFIKVARIANTEN

Der Aufbau von Interfacesystemen im Kontext der Produktgestalt (FG/ TG) mit den angeordneten und geformten Interfacemodulen IM und -elementen IE ist die Basis für die **Usability-Bewertung** in der Ausarbeitungsphase der Mikroergonomie Teil 2. Die Bewertung bezieht sich auf die Varianten bezüglich der Farbe Fa, der Oberfläche Ob, und der Grafik Gr.

Der Bewertung liegen die allgemeinen Anforderungen und spezielle Anforderungen aus den Bedienschriften (BSC) des jeweiligen Bedien-szenarios (BSZ) der Gebrauchsanalyse der Mikroergonomie Teil 1 zugrunde. Die Anforderungen werden mit Erfüllungsgraden und einer kombinierten Gewichtung bewertet. Die Gewichtung wird aus der Häufigkeit (Most Frequent Case) und dem Schwierigkeitsgrad (Worst Case) ermittelt. Jeder Bedienschritt generiert eine oder mehrere lösungsneutrale Anforderungen.

Folgende zwei Fälle stehen für eine **gewichtete oder ungewichtete Bewertung** zur Verfügung:

Fall 1: ungewichtete Bewertung

$$[U - F]_{\text{Mikro2}} = \frac{\sum (\text{erreichten Erfüllungsgrade } EG_{\text{IST}})}{\sum (\text{maximalen Erfüllungsgrade } EG_{\text{SOLL}})}$$

Fall 2: gewichtete Bewertung

$$[U - F]_{\text{Mikro2}} = \frac{\sum (\text{erreichten Erfüllungsgrade } EG_{\text{IST}} \times \text{Gewichtung } G)}{\sum (\text{maximalen Erfüllungsgrade } EG_{\text{SOLL}} \times \text{Gewichtung } G)}$$

Folgende lösungsneutralen Anforderungen werden aus den Bedien-schritten der jeweiligen Bedienszenarien für die Bewertung der Mikro-ergonomie Teil 2 gewonnen:
Wahrnehmungs- und Erkennungsanforderungen in der Mikroergonomie Teil 2:
AnfoIE = Eindeutigkeit des Bildzeichens beachten.
Betätigungs- und Benutzungsanforderungen in der Mikroergonomie Teil 2:
AnfoIE = Oberfläche mit geringem Reibwert für komfortable Relativ-bewegung zwischen Handschuh und Griffgestalt.
-> druckanthropomorphes Material am Griffübergang

Kontextanforderung bezüglich dem Interfacesystem:

AnfoIS = Eindeutigkeit der Farbcodierung beachten.
Berechnung des Usability-Faktors in der Mikroergonomie Teil 2 zur Ermittlung der Oberflächen-, Farb- und Grafikvarianten zukünftiger Interfacemodule und -elemente.

Usability-Faktor in der Mikroergonomie Teil2						Varianten zur O _{IME} / Fa _{IME} / Grafik _{IME}					
BSZ	Bedien-schritte	lösungsunabhängige [Anforderungen] _{Mikro2}	EG _{IST/SOLL}	X	G	Variante A		Variante B		Variante ...	
			0 - 4	4	X WoC/MoFC	[EGxG] _{IST}	[EGxG] _{SOLL}	[EGxG] _{IST}	[EGxG] _{SOLL}	[EGxG] _{IST}	[EGxG] _{SOLL}
BSZ 1	BSC 1A	(Anforderung _{BSC 1Aa}) [*]		4	X						
		(Anforderung _{BSC 1Ab}) [*]		4	X						
		...		4	X						
	BSC 1B	(Anforderung _{BSC 2Aa}) [*]		4	X						
		(Anforderung _{BSC 2Ab}) [*]		4	X						
	Kontext	(Anforderung _{Kon Mikro2 A}) [*]		4	X						
	Allgemein	(Anforderung _{All Mikro2 A}) [*]		4	X						
[Usability-Faktor] _{Mikro2} =			$\frac{\sum [EGxG]_{Mikro2\ IST}}{\sum [EGxG]_{Mikro2\ SOLL}}$			[U-F] _{Mikro2 A}	[U-F] _{Mikro2 B}	[U-F] _{Mikro2 ...}			
Aufbau A _{IMSIS}											
Anordnung An _{IME} / Form Fo _{IME}											
Oberfläche O _{IME} / Farbe Fa _{IME} / Grafik _{IME}											

Je tiefer man einsteigt, desto mehr auf Kontext achten

5.5 Ganzheitliches Bewertungsschema einer Interfacegestalt im Kontext der Produktgestalt

BEWERTUNG VON DER MAKRO- BIS ZUR MIKROERGONOMIE

Am Ende der Makro- und Mikroergonomie Teil 1 und 2 entsteht eine Interfacegestalt mit einem Aufbau (A) von Interfacemetasystemen und Interfacesystemen mit angeordneten (An) und geformten (Fo) Interface-modulen und -elementen, die mit einer Farbe (Fa), Oberfläche (Ob), und Grafik (Gr) vervollständigt werden.

BEWERTUNG VON DER MAKRO- BIS ZUR MIKROERGONOMIE

Systematische Darstellung der Methode am Beispiel einer Griff-entwicklung für ein handgeführtes Elektrowerkzeug:

Makroergonomie:

Aufbau AIMS/IS

Mikroergonomie Teil 1:

Anordnung AnIM/IE / Form IM/IE

Mikroergonomie Teil 2:

Oberfläche ObIM/IE / Farbe FaIM/IE / GrafikIM/IE

Bei einer ganzheitlichen Betrachtung wird eine kontextbehaftete Bewertung notwendig. Bei der 2. und 3. Bewertungsstufe der Detaillierung in der Mikroergonomie Teil 1 und 2 werden

Kontextanforderungen aufgrund einer gesamtheitlichen Betrachtung angewendet. Diese Kontextanforderungen lassen sich in zwei Gruppen aufteilen:

Kontextanforderungen der Kategorie A: Kontextanforderungen der Interfacegestalt IG bezüglich der Produktgestalt PG (FG/TG)

Kontextanforderungen der Kategorie B: Kontextanforderungen der Inter-faceteilgestalten (IMS, IS, IM, IE) bezüglich der Interfacegestalt IG

PRODUKTSYSTEM ALS INTERFACEMETASYSTEM

Teilgestalten eine Interfacemetasystems IMS unterschiedlicher Produktgestalten

6 DIE WORKFLOWANALYSE ALS QUERSCHNITTSFUNKTION

6.1 Darstellung der Methodik

Folgende Aspekte haben zur Entwicklung der **Workflowanalyse** geführt:

- Die Workflowanalyse baut auf der Gebrauchsanalyse auf und dem damit verbundenen Informationsablauf (Wahrnehmen, Erkennen, und Verhalten).
- Die Workflowanalyse ermöglicht die Visualisierung eines Bedien-ablaufes.

-> Eine Visualisierung unterschiedlicher Bedienphilosophien ist durch das Workflowdiagramm möglich.

Zur Visualisierung des Workflows der Mensch-Maschine-Schnittstelle sind derzeit keine sinnvollen Tools bekannt!

ANALOGIE UND BASISIDEE

Als Vorbild für die Workflowanalyse diente die Partitur eines Dirigenten für das Dirigieren eines Orchesters, das mit unterschiedlichen Instrumenten besetzt ist. Die Partitur ermöglicht dem Dirigenten das musikalische Geschehen der Einzelstimmen eines Orchesters auf einen Blick zu überschauen und dadurch beim Dirigieren zu synchronisieren und die exakten Einsätze zu geben.

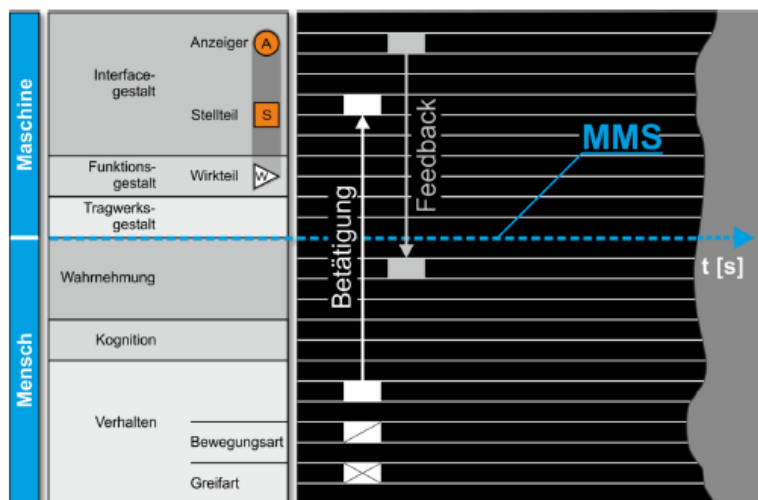
Definition Partitur:

„Musiknotation in der alle Stimmen eines Stückes übereinander notiert sind.“

AUFBAU UND SYSTEMATIK DES WORKFLOWDIAGRAMMS

Mensch-Maschine-Schnittstelle MMS:

- **Bottom-Up-Prozess: Betätigung**
- **Top-Down-Prozess: Feedback**



! Aufbau wissen

6.2 Ziel der Workflowanalyse

VISUALISIERUNG DES INFORMATIONSAUSTAUSCHES ZWISCHEN MENSCH UND MASCHINE

Folgende Ziele können mit der Workflowanalyse erreicht werden:

- Tool für eine grundlegende Gebrauchsanalyse und Produktentwicklung
- Visualisierungstool für alle am Produktentwicklungsprozess Beteiligten
- Objektive Bewertung unterschiedlicher Bedienphilosophien

Aus den Workflowdiagrammen einer Interfacegestalt lässt sich die so genannte Bediensignatur erkennen. Der Begriff der Bediensignatur soll den mehrdeutigen Begriff der Bedienphilosophie ersetzen.

Definition: Bediensignatur

„Die Bediensignatur einer Interfacegestalt wird durch das Workflowdiagramm visualisiert. Die vergleichbaren Bedienschritte unterschiedlicher Bedienkonzepte weisen verschiedene Bediensignaturen auf. Aufgrund individueller Unterschiede der Bediener, besitzen die Bediensignaturen einer Interfacegestalt einen hohen Ähnlichkeitsgrad. Die Variation der Bediensignaturen können aber auch auf die alternativen Bedienschritte zur Erreichung des identischen Bedienziels hinweisen.“

6.3 Integration von Makro- und Mikroergonomie

WORKFLOWANALYSE ALS ALTERNATIVE DARSTELLUNG VON MAKRO- UND MIKROERGONOMIE

Makroergonomie: Darstellung der Bedienszenarien (BSZ) im Workflowdiagramm

Mikroergonomie: Darstellung der Bedienschritte (BSC) im Workflowdiagramm

6.4 Bewertung des Workflows

USABILITY-BEWERTUNG IM WORKFLOWDIAGRAMM

Horizontale und vertikale Bewertungsvarianten (Kriterien) (1-2 können)

Vertikale Bewertung:

- 1) Konsistenz
- 2) Multimodalität

Horizontale Bewertung:

- 3a) visuelle Ablenkung
- 3b) motorische Ablenkung
- 4) Bedienzeit der Bedienschritte

6.5 Anwendungsbeispiele bzgl. des Workflows

ANWENDUNGSBEISPIEL 1: BETRIEB EINES DIGITALKAMERAS

Bewertung der Bedienkonzepte mit dem Usability-Faktor

Bewertungskriterien:

- Bedienzeit
- Anzahl der Bedienschritte
- Anzahl der Umgreifvorgänge
- Anzahl der Modalitäten
- Art der Modalitäten

6.5.1 Zukünftige Bedeutung des Workflowdiagramms

WORKFLOW ALS ZUKUNFTSTHEMA

Aufgrund der typischen Bediensignaturen von Interfacegestalten können folgende Zukunftsthemen identifiziert werden:

- Ähnlichkeitsgrad der Bediensignaturen entsprechend der psychografischen Bedientypen
- Varianten von Bediensignaturen des gleichen Bedienschrittes einer fehlerfreien Bedienung
- Identifizierung des Most Frequent Case aufgrund von gleichen oder ähnlichen Bedienschritten
- Veränderung der Bediensignatur bei Bedienwiederholungen einzelner Bedienschritte: Die Veränderung der Bediensignatur über der Lernkurve

- Einfluss des formalen Aspektes einer Interfacegestalt auf die Bediensignatur eines Bedienschrittes

7 BEISPIELE AUS DER PRAXIS