

Usability Engineering



Prof. Dr. rer. nat. Rainald Schöneberg

Diese Lerneinheit wurde für den Studiengang Angewandte Informatik (M.Sc.) der Fachhochschule Südwestfalen entwickelt und wird im Verbundstudium der Fachhochschulen Nordrhein-Westfalens eingesetzt.

Stand: März 2021
© 2021 Fachhochschule Südwestfalen

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung und des Nachdrucks, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung der Fachhochschule Südwestfalen reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Redaktion: Institut für Verbundstudien der Fachhochschulen Nordrhein-Westfalens – IfV NRW
Im Alten Holz 131, D-58093 Hagen
Telefon +49 (0) 2331 9330-901, Telefax +49 (0) 2331 9330-903
Internet: <http://www.ifv-nrw.de/>

Inhaltsverzeichnis

Einführung 7

1	Begriffsbestimmungen	28
1.1	Interaktive IT-Systeme	28
1.2	Usability und User Experience (UX)	32
1.3	Usability- und UUX-Engineering	43
1.4	Übungen	52
2	Rahmenbedingungen für die menschzentrierte Gestaltung interaktiver IT-Systeme	54
2.1	Menschliche Eigenarten, die für die Interaktion mit IT-Systemen relevant sind	54
2.1.1	Empfindung	58
2.1.2	Wahrnehmung	72
2.2	Qualitätskriterien für interaktive IT-Systeme, die auf einem Konsens beruhen	75
2.2.1	Heuristiken	76
2.2.2	Style-Guides	79
2.2.3	Richtlinien	80
2.2.4	Normen	87
2.2.5	Leitfäden	98
2.3	Qualitätskriterien für interaktive IT-Systeme, die verpflichtend vorgegeben sind	99
2.3.1	Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV)	99
2.3.2	Barrierefreie Informationstechnik-Verordnung (BITV)	101
2.4	Übungen	102
3	Aspekte der Benutzeroberflächen interaktiver IT-Systeme	107
3.1	Grundlegende Aspekte	107
3.1.1	Texte und Symbole	108
3.1.2	Schriftarten	110
3.1.3	Farben	112
3.1.4	Kontraste	112
3.1.5	Proportionen	113
3.2	Standardgeräte	115
3.2.1	Tastatur und Maus	115
3.2.2	Bildschirm und Drucker	116
3.3	Grafische Benutzeroberflächen	118
3.3.1	Interaktionselemente	120
3.3.2	Bedienung	124
3.3.3	Navigation	125
3.4	Aspekte des Anwendungsbereiches	127

3.4.1	Arbeitsplätze	127
3.4.2	Aufgaben.....	128
3.5	Übungen.....	131
4	Bestimmung des Nutzungskontextes eines interaktiven IT-Systems.....	134
4.1	Bestandteile Nutzungskontext.....	134
4.1.1	Benutzer.....	135
4.1.2	Aufgaben.....	138
4.1.3	Ausrüstung	140
4.1.4	Umgebung.....	140
4.2	Verfahren für die Bestimmung des Nutzungskontextes.....	141
4.2.1	Dokumentenanalyse	141
4.2.2	Fokusgruppe.....	142
4.2.3	Offenes Interview mit Leitfragen.....	143
4.2.4	Aufgabenmodellierung.....	147
4.2.5	User Journey Map.....	153
4.3	Übungen.....	155
5	Festlegen der Anforderungen an ein interaktives IT-System	156
5.1	Arten von Anforderungen	156
5.1.1	Gesetzliche/Regulatorische Anforderungen	157
5.1.2	Technische Anforderungen (Systemanforderungen)	158
5.1.3	Fachliche Anforderungen (Nutzungsanforderungen)	158
5.1.4	Marktanforderungen	159
5.1.5	Umweltanforderungen	161
5.1.6	Organisatorische Anforderungen	164
5.2	Aktivitäten zur Festlegung der Anforderungen	165
5.2.1	Erfordernisse im Nutzungskontext identifizieren	165
5.2.2	Ableiten der Anforderungen aus den identifizierten Erfordernissen	168
5.2.3	Strukturieren der Anforderungen	170
5.2.4	Priorisieren der Anforderungen	172
5.2.5	Konsolidieren der Anforderungen	174
5.3	Werkzeuge zur Festlegung der Anforderungen	175
5.4	Übungen.....	177
6	Erzeugen von Gestaltungslösungen interaktiver IT-Systeme	178
6.1	Gestaltungsmuster	179
6.1.1	Eingabe	181
6.1.2	Verarbeitung	183
6.1.3	Ausgabe.....	186
6.2	Gestaltungsmethoden.....	187
6.2.1	Card-Sorting-Methoden.....	187
6.2.2	Walkthrough-Methoden	189
6.2.3	Erstellen von Scribbles, Story-Boards und Mock-Ups	190
6.2.4	Erstellen von Wireframes und Click-Dummies	192

6.2.5	Prototyping.....	195
6.3	Übungen.....	198
7	Evaluieren der Gestaltungslösungen interaktiver IT-Systeme	200
7.1	Systematische Beobachtung von Benutzern.....	204
7.2	Standardisierte, schriftliche Befragung von Benutzern.....	208
7.2.1	AttrakDiff	210
7.2.2	ErgoNorm	213
7.2.3	ISOMetrics.....	215
7.2.4	ISONORM 9241-110.....	216
7.2.5	PANAS	217
7.2.6	QUIS.....	219
7.2.7	SUMI	220
7.2.8	SUS.....	221
7.2.9	UMUX-Lite.....	223
7.2.10	UEQ.....	223
7.2.11	WAMMI	228
7.3	Heuristische Evaluation durch Experten	230
7.4	Einsatz der Critical-Incident-Technik (CIT).....	232
7.5	Übungen	233
8	Lösungen der Übungen.....	236
8.1	Kapitel 1	236
8.2	Kapitel 2	237
8.3	Kapitel 3	239
8.4	Kapitel 4	241
8.5	Kapitel 5	242
8.6	Kapitel 6	245
8.7	Kapitel 7	247
9	Wichtige Links	250
	Abbildungsverzeichnis	251
	Literaturverzeichnis	254

Inhaltsverzeichnis

Einführung

Die **Informationstechnik (IT)**¹ ist heute allgegenwärtig: im Haus, im Freien, im Auto, im Zug, im Flugzeug und am Arbeitsplatz. Tablets, Laptops, PCs, Smartphones, Fitnessarmbänder, Digitalkameras, Navigationsgeräte u.v.m. sind aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken.

Als Privatpersonen können wir uns heute ein Leben ohne E-Mail, Wikipedia, WhatsApp, Instagram, Facebook und Google fast nicht mehr vorstellen. Für Verbände, Behörden und Unternehmen ist das Thema „Digitalisierung“ in einem globalen Umfeld ein Muss. Die Stichworte hier sind „Industrie 4.0“ und „Wirtschaft 4.0“.

Zunehmend ist die Informationstechnik (IT) auch nicht mehr nur ein Hilfsmittel, um traditionelle Prozesse zu unterstützen: IT selbst gestaltet heute sowohl menschliche Interaktion und Arbeit, als auch zahlreiche Organisationen und – ultimativ - die gesamte Gesellschaft.

Dabei erwarten wir, dass die Nutzung der Informationstechnik (IT) einfach ist und keine Schulungen mehr erfordert. Wer ein Handbuch liest, gilt als feige. Wir setzen voraus, dass eine intuitive Nutzung problemlos möglich ist.

Wie ist es dazu gekommen?

Die Antwort lautet:

Eine zunehmend menschzentrierte² Gestaltung der Produkte der Informationstechnik (IT) unterstützt durch einen enormen Preisverfall und eine sagenhafte Leistungssteigerung.

Gestatten Sie mir, Ihnen diese Entwicklung der Informationstechnik (IT) anhand meines persönlichen Lebenslaufs skizzenhaft zu verdeutlichen:

Als ich 1970 an der **RWTH Aachen** das Studium der Mathematik begann, gab es (jedenfalls in Aachen) Begriffe wie Informationstechnik (IT) oder gar Informatik nicht. Es gab allerdings ein **Rechenzentrum**, das für die **Elektronische Datenverarbeitung (EDV)** mit so genannten analogen³ und digitalen Rechenanlagen ausgestattet war.

Die persönliche Nutzung des Rechenzentrums erforderte den erfolgreichen Besuch zahlreicher Veranstaltungen. Beispielsweise musste ich Scheine in „Einführung in die Datenverarbeitung“,

¹ Genaue Begriffsbestimmungen erfolgen im Verlauf des Lehrbriefs, insbesondere im Kapitel 1.

² Der Begriff **menschzentriert** soll ausdrücken, dass die Gestaltung ganz speziell auf den Menschen ausgerichtet ist und dass der Mensch im Mittelpunkt steht. Die verwandten Begriffe **menschenorientiert** oder **menschenbezogen** würden diesen Sachverhalt nur unvollkommen beschreiben.

³ Tatsächlich wurde die Integration und die Differentiation von Signalverläufen damals auch noch „analog“ bewältigt.

„Programmiersprache Algol 60“ und „Programmiersprache Fortran IV“ erwerben, bevor ich als Benutzer des Rechenzentrums zugelassen wurde.

Lfd.-Nr.	Nummer und Bezeichnung der Vorlesungen / Übungen / Praktika		Name des Hochschullehrers
1	10080	EINF I D MENGENLEHRE	ROESSLER
2	10170	ANALYT GEOMETR LIN ALGEBR II	SCHOENERORN
3	10183	ANALYSIS II	ERWE
4	10194	TOPOLOGIE	REINERMANN
5	16550	EINF I D DATENVERARBEITUNG II	HAUPT
6	20172	ANAL GEOM U L ALGEBRA II UEB	SCHOENEGBORN
7	20185	ANALYSIS II UEB	ERWE
8	30081	EINF I D MENGENLEHRE UEB	ROESSLER
9	30171	ANAL GEOM U L ALGEBRA II UEB	SCHOENEGBORN
10	30184	ANALYSIS II UEB	ERWE
11	30195	TOPOLOGIE UEB	REINERMANN
12	50070	PROGRAMMIERSPR ALGOL 60	REUTTER
13			
14			
15			
16			
17			

Abbildung 1: Auszug aus meinem Studiennachweis für das Sommersemester 1971⁴

Die EDV des Rechenzentrums erfolgte im so genannten **Batch-Betrieb**: Man schrieb sein Programm (etwa in Fortran IV) auf Kodierungsformulare, übertrug das Programm auf Lochkarten und gab dann seinen Stapel Lochkarten an die Arbeitsvorbereitung des Rechenzentrums.

Wollte man etwa alle Primzahlen kleiner 1000 bestimmen, so konnte man nachfolgendes Programm entwerfen:

```

DO 100 I=1,1000
J=2
K=2
2  L=J*K
   IF (L-I) 10,100,10
10 M=2+3
   IF (K-I) 20,3,3
20 K=K+1
   GO TO 2
3  K=2
   IF (J-I) 5,4,4
5  J=J+1
   GO TO 2
4  WRITE (3,6) I
6  FORMAT (I10)
100 CONTINUE
STOP
END

```

Abbildung 2: Auszug aus einem meiner gedruckten Fortran IV-Programme

Dieses Programm musste dann auf Lochkarten übertragen werden, wobei genauestens auf die Spaltenvorgaben zu achten war:

⁴ Man beachte die Druckqualität dieses im Rechenzentrum erstellten Beleges: Nur Großbuchstaben und keine Umlaute. Der Hochschullehrer hieß nämlich z.B. Schöneborn.

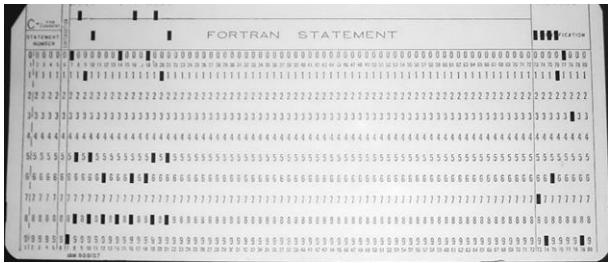


Abbildung 3: Fortran-Lochkarte (Quelle: IBM)

Allerdings waren die verfügbaren Lochkartenstanzer im Rechenzentrum der RWTH Aachen fast immer belegt, so dass häufig ein Besuch am Samstagabend um 23:00 Uhr notwendig war:

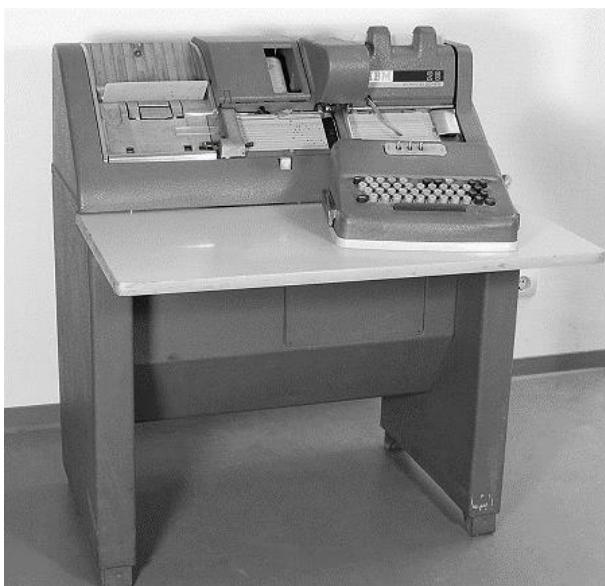


Abbildung 4: Lochkartenstanzer (Quelle: IBM)

Anschließend mussten die Fortran-Lochkarten noch um so genannte Job-Control-Lochkarten ergänzt werden. Dann konnte das Lochkartenpaket der Arbeitsvorbereitung des Rechenzentrums übergeben werden und man erhielt nach Stunden oder Tagen das Ergebnis des Programmalaufs als Ausdruck auf Endlospapier.

Der **Terminalbetrieb**, also die unmittelbare Kommunikation mit dem Rechner über Sichtgeräte, wurde an der RWTH Aachen erst im Jahr 1976 mit einem System **CDC Cyber 175** ermöglicht: Etwa 350 Sichtgeräte waren an das System angeschlossen.



Abbildung 5: CDC Cyber 175 (Quelle: CONTROL DATA CORPORATION (CDC))

Nunmehr war es möglich, Programme „papierlos“ zu erstellen und zu erproben. Dies war meine erste Begegnung mit einem so genannten „**interaktiven IT-System**“: Ich erstellte über die Tastatur Arbeitsanweisungen für das EDV-System und dieses gab nach Durchführung eine Rückmeldung auf dem Bildschirm an mich zurück.

Aber die Nutzung dieser Terminals war auch nicht problemlos. Abgesehen von der Bildschirmgröße und der grünen Zeichendarstellung war vor allem die Bedienung über die Tastatur manchmal akrobatisch. Sie kennen das vielleicht heute noch unter dem Begriff **Shortcut**: Den Einsatz von STRG-, CTRL-, ALT- und SHIFT-Tasten gleichzeitig mit Buchstaben- und/oder Zahlen-Tasten.

Zwar gab es schon seit Anfang der 1960er Jahre das Konzept der **Maus** als Eingabehilfe, dieses war jedoch noch Jahre davon entfernt, der breiten Masse zur Verfügung zu stehen:

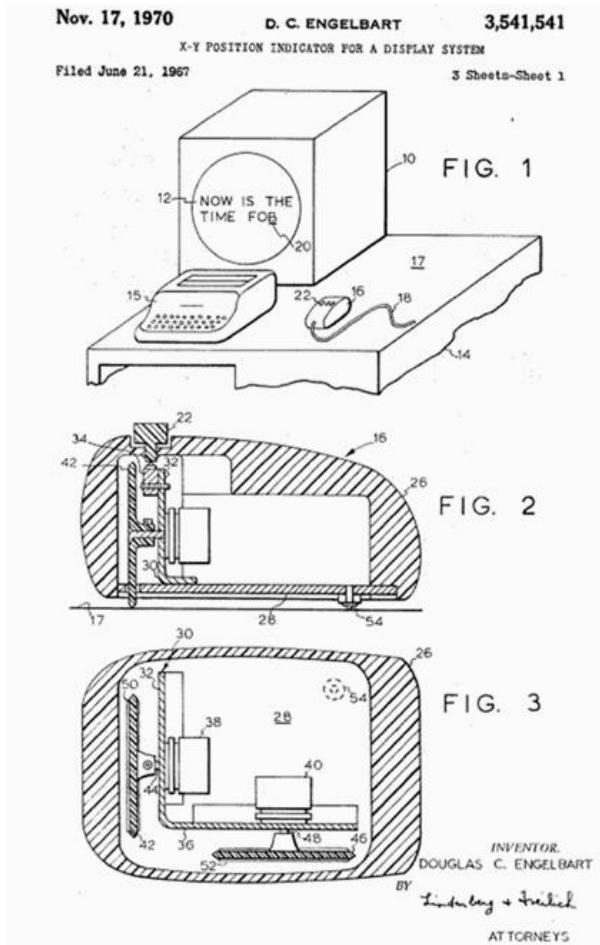


Abbildung 6: Auszug aus einer Patentschrift von D. C. Engelbart (1925 - 2013), dem Erfinder der Maus (Quelle: Patentamt der USA)

Zudem waren wir noch weit von dem **WYSIWYG-Prinzip** entfernt. Dieses Akronym steht ja bekanntlich für den Grundgedanken „What You See Is What You Get“ (übersetzt etwa „Was du siehst, ist das, was du bekommst.“).

Es gab lediglich alphanumerische Anzeigen und (später durch Erweiterung des 7-Bit-ASCII-Codes) so etwas wie „Klötzchen Grafik“.

Der MIT-Student Ivan Sutherland hatte zwar in seiner Doktorarbeit⁵ mit dem Programm „Sketchpad“ schon Anfang der 1960er Jahre demonstriert, wie eine **interaktive Grafikanwendung** aussehen kann:

⁵ Ivan Edward Sutherland: Sketchpad: A man-machine graphical communications system. In: Technical Report 296, MIT Lincoln Laboratories, 1963.



Abbildung 7: Sketchpad-Demo (Quelle: <http://www.history-computer.com>)

Aber auch hier mussten wir noch viele Jahre warten, bis das zugrunde liegende Konzept, das wir heute als **graphische Benutzeroberfläche** (englisch: **Graphical User Interface (GUI)**) kennen, in die Büros und Wohnzimmer Einzug hielt.

Interessanterweise war es das vor allem wegen seiner Drucker und Fotokopierer bekannte Unternehmen **XEROX CORPORATION**, genauer: dessen **Palo Alto Research Center (PARC)** in Kalifornien, das in den 1970er Jahren den weltweit ersten Minicomputer mit WYSIWYG-Texteditor, Maus und grafischer Benutzeroberfläche (GUI), den **XEROX ALTO**, entwickelte.

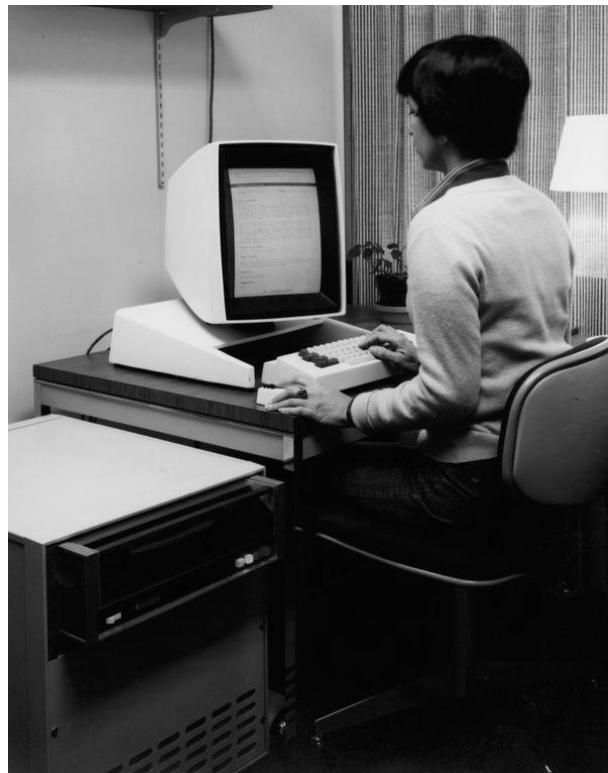


Abbildung 8: XEROX ALTO (Quelle: PARC)

Tausende dieser Minicomputer wurden gebaut, viele verschenkt, aber kein einziger wurde jemals im Handel verkauft.

Im Jahr 1980 wechselte ich dann von der RWTH Aachen in die technische Datenverarbeitung eines Ölkonzerns in Hamburg (den es heute nicht mehr gibt). Hier gab es ebenfalls den Terminalbetrieb, diesmal aber auf Basis einer **IBM System/360**.



Abbildung 9: IBM System/360 (Quelle: IBM)

Diese wurde von meiner Abteilung u.a. für die Produktionsplanung von Raffinerien (Stichwort: Lineare Optimierung) und für die Erweiterungsplanung von Schmierstoffproduktionen (Stichwort: Simulation) genutzt. Der Hauptspeicher war nur 512 KB⁶ groß, so dass unsere extensiven Programmläufe nach wie vor im Batchbetrieb und somit oft am Wochenende oder in der Nacht abgearbeitet werden mussten.

Erst mit der Vermarktung der **IBM Personal Computer (PC)** auf Basis von **MICROSOFT**-Software ab etwa 1981 und der **APPLE Arbeitsplatzcomputer** (Stichworte: **Lisa** und **Macintosh**) ab etwa 1983 wandelte sich der Arbeitsalltag: Arbeitsvorbereitungen und Rechenzentren wurden mehr und mehr überflüssig (auch weil statt Bändern nun Festplatten eingesetzt wurden), der Terminalnutzer übernahm (in Grenzen) die Herrschaft über die zentral verfügbare EDV und individuelle Rechenleistung stand lokal und benutzerkontrolliert auf dem Schreibtisch zur Verfügung.

Kurioserweise schwamm auch die XEROX CORPORATION – trotz des ALTO-Flops - auf dieser Welle mit und bot ab etwa 1981 das im PARC entwickelte System **STAR** zum Verkauf an:

⁶ In diesem Lehrbrief werden folgende Bezeichnungen und Abkürzungen für Speichergrößen verwendet: 1 Byte (B) = 8 Bit, 1 Kilobyte (KB) = 1.024 B, 1 Megabyte (MB) = 1.024 KB, 1 Gigabyte (GB) = 1.024 MB, 1 Terabyte (TB) = 1.024 GB.



Abbildung 10: XEROX STAR (Quelle: XEROX CORPORATION)

Dieses konnte sich jedoch (wahrscheinlich wegen der Preisgestaltung) nicht im Markt durchsetzen und führte dazu, dass viele gute Ingenieure und Entwickler des PARC gerne ein Angebot von Steve Jobs annahmen und zu APPLE wechselten. Man kann sicherlich daraus ableiten, dass der APPLE-Siegeszug wohl viele Väter hatte.

1983 bewarb ich mich dann bei einem großen Hamburger Verlagshaus (das es heute noch gibt) und wurde in der Abteilung EDV-Steuerung mit dem Aufgabengebiet „**Qualitätssicherung**“ betraut. Wie viele andere Firmen hatte der Verlag nämlich erkannt, dass es bei der EDV nicht mehr nur darauf ankam, dass etwas funktionierte. Es war ebenso wichtig, sich von einzelnen Programmierern unabhängig zu machen und die Entwicklungstätigkeiten zu systematisieren. Rückblickend kann man sagen, dass dies im Verlag der Beginn dessen war, was wir heute **Software-Engineering** nennen.

Das Verlagshaus setzte im Rechenzentrum für den Terminalbetrieb ausschließlich Rechner der **SIEMENS AG** ein, mit Betriebssystemen, die BS1000 und BS2000 genannt wurden. Als Arbeitsplatzrechner vermarktete SIEMENS damals aber auch **UNIX**-Systeme (der Siemens Name für das UNIX-Derivat war **SINIX**), was mir sehr entgegen kam.

Besonders in Erinnerung aus dieser Zeit ist mir der Versuch der SIE-MENS AG, die Terminologie der EDV „einzudeutschen“. So entstanden Formulierungen wie beispielsweise „Sprungwerk für den stockungsfreien Programmablauf bei Sprungbefehlen“.

Der Markterfolg der neuen, „persönlichen“ Arbeitsplatzrechner führte nun auch schnell zu wesentlichen Produktverbesserungen, wie Festplatten und Farbbildschirmen mit „hohen Auflösungen“ (Stichworte: **EGA** (16 Farben aus einer Palette von 64 Farben bei einem Bildschirmraster von 640×350 Pixel⁷), **VGA** (256 Farben aus einer Palette von 262.144 Farben bei einem Bildschirmraster von 640×480 Pixel)). Diese waren zwar recht teuer in der Anschaffung⁸ aber boten auch einen echten Mehrwert.

IBM Fortsetzung		DM/Kauf
AUSBAU IBM PC		
ze	Netzanschlußkabel	OB
	1. Hauptspeichererw. 64 KB	607
	zus. Hauptsp. Erw. 64 KB (max.544 KB)	282
bs	Bildschirm, schwarz-weiß	712
	Tastatur (DIN 2137)	718
	Adapter f. schwarz-weiß BS/DRU	692
	Farb/Grafik-Bildschirm	1.809
	Adapter f. Farb-/Grafik BS	752
pl	2. Disketten-Laufwerk 160 KB	626
	2. Disketten-Laufwerk 320/360 KB	1.145
	2. Festplatte 10 MB	3.095
dr	Grafikdrucker 80 Z/s, 40-132 Z/Zl	1.757
	Adapter f. Drucker	333
dfv	Adapter f. asynchr. Übertragung	333
	SDLC Adapter	665
	BSC Adapter	665
	Adapter für Computerspiele	122
	Prototyp Karte	100
	5520-Adapter	1.913

Abbildung 11: Preisliste aus dem Jahr 1985 (Quelle:
<http://www.cc-computerarchiv.de>)

Es dauerte bis etwa Mitte der 1980er Jahre bevor die ersten grafischen Benutzeroberflächen zu erschwinglichen Preisen im Einzelhandel angeboten wurden. Diese orientierten sich mehr oder weniger stark am weiter oben schon vorgestellten XEROX-STAR-System.

Die erste grafische PC-Benutzeroberfläche **WINDOWS 1.0** von MICROSOFT aus dem Jahre 1985 war allerdings beispielsweise ein Flop, da für einen sinnvollen Einsatz teure Hardwarekomponenten wie Maus,

⁷ Die genaue Definition dieses und weiterer Begriffe zu Bildschirmen findet sich in Abschnitt 3.2.2. Bis dahin genügt es, sich unter einem Pixel einen Bildpunkt vorzustellen.

⁸ Eine 10 MB Festplatte hatte 1985 z.B. einen Verkaufspreis von über 3.000 DM. Heute bezahlen wir für eine 1 TB Festplatte weniger als 50 €. Das bedeutet: Der Preis für 1 MB Festplattenspeicher ist von umgerechnet etwa 150 € auf unter 0,005 Cent gefallen.

Festplatte, Erweiterungsspeicher und Farbgrafikkarte benötigt wurden und dennoch die Leistungen äußerst bescheiden waren⁹.

Im Jahre 1987 begann ich eine selbstständige Tätigkeit, die sich zunächst auf mittelständische Kunden und mittlerweile „preisgünstig“ verfügbare **kompakte EDV-Systeme für den Mehrbenutzerbetrieb** konzentrierte. So vermarktete etwa **HEWLETT PACKARD** Geräte mit dem Betriebssystem MPE, die unter jeden Schreibtisch passten und schon bei knapper Ausstattung ein halbes Dutzend Benutzer von Warenwirtschaftssystemen und/oder Finanzbuchhaltungen im Terminalbetrieb problemlos unterstützten:



Abbildung 12: Hewlett Packard 3000 Series 37 (Quelle: HEWLETT PACKARD)

Die Programmierung erfolgte in **COBOL (Common Business Oriented Language)**, einer Programmiersprache, die vor allem bei der Programmierung kaufmännischer Anwendungen eingesetzt wurde und wird.

⁹ Als MICROSOFT 1986 an die Börse ging, empfahl mir ein Kollege den Kauf einiger Aktien. Als begeisterter UNIX-Nutzer war ich jedoch so vom Misserfolg der WINDOWS-Produkte überzeugt, dass ich darauf verzichtete. Hätte ich damals 100 Aktien gekauft (wenn ich mich recht erinnere zum Preis von US-\$ 21 je Aktie), wäre diese Investition heute etwa 1,5 Millionen US-\$ wert. Der Einsatz eines Brutto-Monatsgehalts 1986 hätte mich heute zum €-Millionär machen können.

```

000100 ID DIVISION.
000200 PROGRAM-ID. ACCEPT1.
000300 DATA DIVISION.
000400 WORKING-STORAGE SECTION.
000500 01 WS-FIRST-NUMBER      PIC 9(3).
000600 01 WS-SECOND-NUMBER    PIC 9(3).
000700 01 WS-TOTAL           PIC ZZZ9.
000800*
000900 PROCEDURE DIVISION.
001000 0000-MAINLINE.
001100   DISPLAY 'ENTER A NUMBER: '.
001200   ACCEPT WS-FIRST-NUMBER.
001300*
001400   DISPLAY 'ANOTHER NUMBER: '.
001500   ACCEPT WS-SECOND-NUMBER.
001600*
001700   COMPUTE WS-TOTAL = WS-FIRST-NUMBER + WS-SECOND-
NUMBER.
001800   DISPLAY 'THE TOTAL IS: ', WS-TOTAL.
001900   STOP RUN.

```

Abbildung 13: Beispiel eines einfachen COBOL-Programms

Bis zu diesem Zeitpunkt (Ende der 1980er Jahre) hatte HEWLETT PACKARD bereits den Druckemarkt revolutioniert, in dem die legendären **Laserjet**-Modelle dominierten:



Abbildung 14: Mein noch funktionsfähiger Laserjet II aus dem Jahr 1985

Mit diesen konnten brillante Schwarzweißdrucke mit einer „hohen“ Auflösung erstellt werden. Und dies gab der **Nutzung von Arbeitsplatzcomputern für Textverarbeitungsaufgaben** einen Riesenschub: Klassische Schreibmaschinen mussten umso schneller weichen, wie grafische Benutzeroberflächen mehr und mehr zum Standard wurden. Dies war spätestens Anfang der 1990er Jahre durchweg der Fall.

Zu jener Zeit (Anfang der 1990er) hatte ich meine selbstständige Tätigkeit schon in die USA verlegt¹⁰. Und der Schwerpunkt meiner Arbeit hatte sich auch verschoben: Jetzt ging es eher um Peripheriegeräte. Anfänglich (auch dem Aufkommen von **mobilen Telefonen** und dem Siegeszug des **Internet** geschuldet) um **Datenübertragungsgeräte** (damals **Modems** genannt): Es galt, mehr KB pro Sekunde über existierende Infrastrukturen (Telefon, Funk, ...) zu transportieren. Tatsächliche Datenraten erreichten damals nämlich kaum einstellige KB-Bereiche:

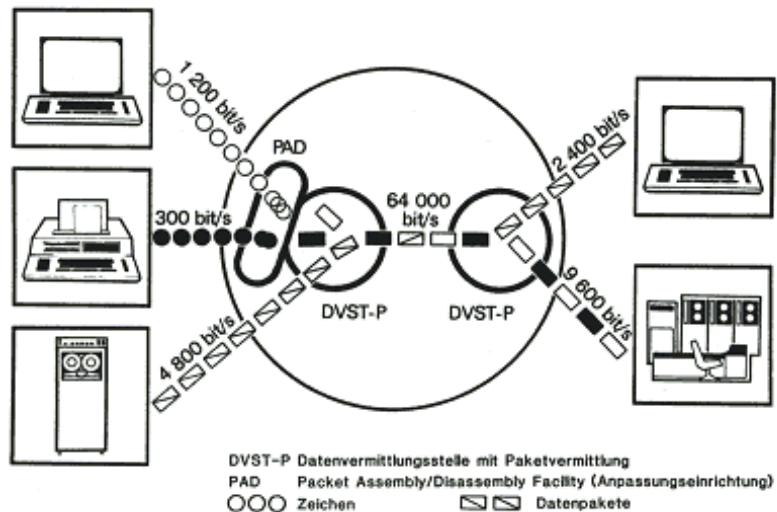


Abbildung 15: Datenübertragungsraten in den 1980er-Jahren (Quelle: TELE-KOM)

Der US-Fernsehsender **Cable News Network (CNN)** war Anfang der 1990er Jahre besonders daran interessiert, aus Krisengebieten (es war die Zeit der Irak-Kriege) Video- und Audiobotschaften mittels mobiler Telefone (aus Qualitätsgründen) **digital** an die Mutter in Atlanta zu übermitteln. Zu diesem Zweck kooperierte meine Firma mit den damaligen Telefongiganten **BELLSOUTH** und **CELLULARONE**, um die Möglichkeiten für CNN auszuloten.

¹⁰ Der Vollständigkeit wegen sei jetzt schon erwähnt, dass ich im Jahr 1999 meine selbstständige Tätigkeit aufgegeben habe und in die akademische Lehre zurückgekehrt bin, zuletzt als Professor für Wirtschaftsinformatik an der Fachhochschule Südwestfalen.



Abbildung 16: Testanordnungen für die Datenübertragung mit verschiedenen mobilen Telefonen, insbesondere dem legendären MOTOROLA FLIPPHONE

Dazu setzten wir eine neue, patentierte Übertragungstechnologie ein, die über Mikrofoneingänge und Lautsprecherausgänge Daten asynchron mit „hohen“ Geschwindigkeiten auch aus fahrenden PKWs übermitteln konnte.

Das Ganze war zu dieser Zeit natürlich auch für Privatanwender interessant, da digitale Video- und Audiogeräte auf dem Markt erschienen, die erschwinglich waren.



Abbildung 17: Meine noch funktionsfähige PHILIPS ESP2 von 1997 mit einem Bildsensor von 640x480 Pixel

Was mir aus dieser Zeit zudem in Erinnerung blieb, war eine Kooperation mit der **US-ARMY**: Dabei ging es um asynchrone Datenübertragungen im HF- und VHF-Bereich. Die US-ARMY wollte für den VHF-Bereich ein Funkgerät nutzen, das auch einem Atomangriff standhielt¹¹. Im HF-Bereich (der bei günstigen Bedingungen Übertragungen rund um den Globus ermöglicht) ging es darum, auch im Krisenfall mit allen Botschaften weltweit Daten austauschen zu können.

Ein Schwerpunkt meiner damaligen Tätigkeit lag also in der **kabellosen Datenübertragung**, die damals noch am Anfang stand, aber von Benutzern stark nachgefragt wurde (den Begriff **WLAN** gab es erst ab 1997). Unterstützt wurde dieser Trend auch durch das Aufkommen von tatsächlich tragbaren, PC-ähnlichen Geräten (damals **Portables** genannt). Mein erster Portable war ein COMPAQ mit einem Graustufen-VGA-Bildschirm:



Abbildung 18: Mein COMPAQ CONTURA von 1995 mit einer 40 MB Festplatte

Und ich besaß zu jener Zeit auch schon ein Gerät, das man heute als **Tablet** bezeichnen würde:

¹¹ Ich habe nie in Erfahrung bringen können, wer denn nach einem atomaren Angriff diese so genannten SINCGARS (Single Channel Ground and Airborne Radio System) -Geräte noch bedienen sollte.



Abbildung 19: Mein noch funktionsfähiger DAUPHIN DTR-1¹² mit Windows 3.1

Gerade wegen der Verfügbarkeit derartiger Geräte wurden von den Benutzern aber auch völlig neue Einsatzmöglichkeiten erwartet.

Eine zunächst auf die Schifffahrt und die Luftfahrt begrenzte Erwartung war die **grafische Darstellung von GPS-Daten in Echtzeit**. An dieser Entwicklung nahm ich mit den Firmen **DELORME** und **GARMIN** ab etwa 1997 teil.

Zur Erinnerung: Das **Global Positioning System (GPS)** ist ein weltweites Satellitensystem zur Positionsbestimmung. Es wurde vom US-Verteidigungsministerium entwickelt und ist seit Mitte der 1990er-Jahre voll funktionsfähig. Nach der Abschaltung der künstlichen Signalverschlechterung (Stichwort: Selective Availability) im Jahr 2000 konnte es prinzipiell auch von zivilen Nutzern mit ausreichender Genauigkeit genutzt werden¹³. Die eigentliche Berechnung der Position erfolgt bei GPS mittels Triangulationsverfahren: Beim Empfang von drei Satelliten können Längen- und Breitengrad und beim Empfang von mindestens vier Satelliten zusätzlich die Höhe über Normal Null berechnet werden.

Die Firma **DELORME** stellte u.a. zum damaligen Zeitpunkt recht handliche und preisgünstige GPS-Empfänger her:

¹² Von IBM produziertes PC-Gerät mit INTEL 80486 Prozessor, 4 MB RAM, 20 MB Festplatte, Ethernet-Anschluss, serielllem und parallelem Port, VGA-Anschluss, ... und mit einem Verkaufspreis von etwa US-\$ 2.500. Ich habe nur etwa US-\$ 300 bezahlt, da die Firma DAUPHIN 1995 Insolvenz anmelden musste. Das Gerät war nämlich ein Verkaufs-Flop. Die Festplatte war im Übrigen eine 1,3 Zoll Festplatte, die Hewlett Packard herstellte. Sie war damals die (den Abmessungen nach) kleinste Festplatte der Welt.

¹³ In den 1990er-Jahren mussten noch gezielt platzierte Leuchtfelder (Beacon) installiert und zusätzlich ausgewertet werden, um die absichtlich verfälschten Daten zu korrigieren.



Abbildung 20: Mein noch funktionsfähiges DELORME Tripmate

Für den Datenaustausch zwischen GPS-Empfängern und anderen Geräten gab es seit 1983 den **NMEA-0183-Standard**. Er besteht aus einer seriellen Schnittstelle und einer Definition von Datensätzen:

```
$GPRMC,235951,V,3719.5955,N,08001.8584,W,0.000,0.0,120895,7.4,W*64
$GPRMC,235952,V,3719.5955,N,08001.8584,W,0.000,0.0,120895,7.4,W*67
$GPRMC,235953,V,3719.5955,N,08001.8584,W,0.000,0.0,120895,7.4,W*68
$GPRMC,235954,V,3719.5955,N,08001.8584,W,0.000,0.0,120895,7.4,W*69
$GPRMC,235955,V,3719.5955,N,08001.8584,W,0.000,0.0,120895,7.4,W*70
$GPRMC,235956,V,3719.5955,N,08001.8584,W,0.000,0.0,120895,7.4,W*71
$GPRMC,235957,V,3719.5955,N,08001.8584,W,0.000,0.0,120895,7.4,W*72
$GPRMC,235958,V,3719.5955,N,08001.8584,W,0.000,0.0,120895,7.4,W*73
$GPRMC,235959,V,3719.5955,N,08001.8584,W,0.000,0.0,120895,7.4,W*74
$GPRMC,235960,V,3719.5955,N,08001.8584,W,0.000,0.0,120895,7.4,W*75
```

Abbildung 21: Beispielhafte NMEA-0183-Datensätze

Damit waren zum damaligen Zeitpunkt alle technischen Voraussetzungen gegeben, um tragbare GPS-Empfänger an handelsübliche Portables anzuschließen. Was fehlte war die Software. In diesem Umfeld entwickelte ich in einem BASIC-Dialekt mit ASSEMBLER-Routinen grafische Benutzeroberflächen für die GPS-Nutzung in der Luftfahrt, der Schiffsfahrt und dem Autoverkehr mit den Namen **GPSCGA** und **GPSVGA**, die jeweils entsprechende Bildschirmraster (nämlich: 320x200 und 640x480 Pixel) unterstützten:



Abbildung 22: GPSCGA Menü

Besonders beliebt war die Nutzung von GPSCGA mit dem so genannten **Palmtop** von HEWLETT PACKARD Serie 100 oder 200:



Abbildung 23: Mein HP100LX mit MS-DOS 5.0 und CGA-Bildschirmraster (320x200 Pixel)

Der Bildschirm stellte sich dann im Betrieb etwa wie folgt dar:



Abbildung 24: GPSCGA im Flugzeug beim Anflug auf KMCO (Orlando International Airport)

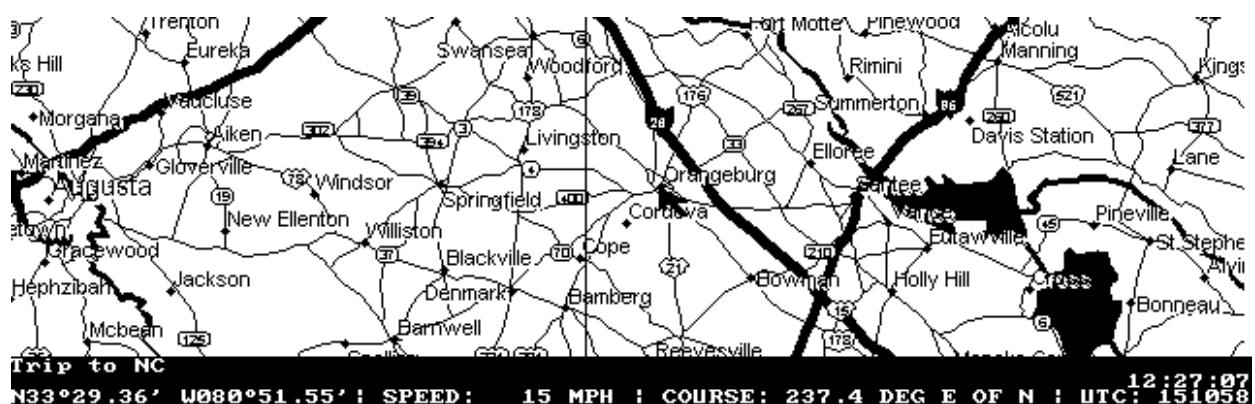


Abbildung 25: GPSCGA im Auto auf dem Weg nach North Carolina

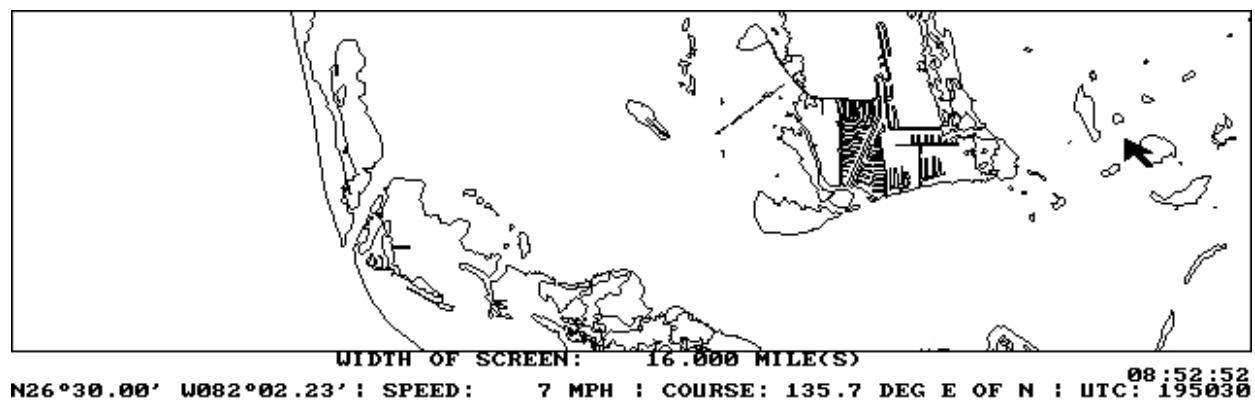


Abbildung 26: GPSCGA auf einem Motorboot in den Florida Keys

Diese Software (GPSCGA/GPSVGA) nutzte frei verfügbare, präzise Daten für die Karten und hatte beispielsweise auch schon „Way-Point“-, „Sliding-Window“- und „Zoom“-Funktionen. Die präzisen Daten für die Küstenlinien kamen beispielsweise von der NOAA (siehe <https://shoeline.noaa.gov>).

Das Charmante an dieser Software war zum damaligen Zeitpunkt die neuartige Möglichkeit, tatsächlich mobile und nachhaltige Unterstützung auch nicht EDV-affinen Benutzern im Alltag zu geben. Dies ist heute keine Besonderheit mehr, aber das war eben bis zur Jahrtausendwende durchaus nicht so.

Trotz einer gewissen Benutzerfreundlichkeit war der prinzipielle Entwicklungsansatz der bis dahin verfügbaren interaktiven IT-Systeme nämlich noch weitgehend **technikzentriert**: Es wurde (mit einigem Erfolg) versucht, so viele Arbeitsschritte wie möglich auf Rechengeräte zu übertragen. Der Restposten verblieb beim Menschen. Er war sozusagen der verlängerte Arm der Rechengeräte, ein (in der Wirtschaft vom Management oftmals unerwünschter) Lückenfüller.

Erst mit den Jahren (insbesondere auch seit der breiten Nutzung des Internet) fand ein Umdenken statt: Man besann sich (vor allem auch in Bezug auf Arbeit) darauf, dass Menschen vielfältige Bedürfnisse haben und dass diese einem steten Wandel unterliegen und zu einer bestimmten Zeit nicht für alle Menschen gleich sind. Und Menschen sind ja nun einmal Nutzer und Käufer der interaktiven IT-Systeme.

Dies führte zu einem Paradigmenwechsel, den wir heute **mensch-zentriert** nennen: Die interaktiven IT-Systeme werden hier als verlängerter Arm des Menschen gesehen und nicht umgekehrt. Sie unterstützen die menschlichen Fähigkeiten und fördern die menschlichen Kompetenzen. Ziel ist es, dass interaktive IT-Systeme für den Menschen und sein Umfeld wirkungsvoll, nachhaltig und annehmbar sind. Der Mensch soll sich nicht mehr an das interaktive IT-System anpassen müssen, sondern das System muss so gestaltet sein, dass es für Menschen mit unterschiedlichsten Fähigkeiten zufriedenstellend nutzbar ist¹⁴.

Insbesondere dürfen Bedingungen, die auf den Menschen bei der Nutzung interaktiver IT-Systeme einwirken, keine unzumutbaren **Beanspruchungen** (i.S.v. inneren Reaktionen auf die **Belastungen**) nach sich ziehen. Dies beginnt bei Bildschirmen, geht über Tastaturen und endet nicht selten bei Arbeitsergebnissen und Umgebungen. Man sollte beispielsweise heute keine Kopfschmerzen, keine Nackenverspannungen und keine Frustrationen mehr akzeptieren müssen, wenn man Bildschirmarbeit betreibt.

Das primäre Ziel dieses Lehrbriefes ist, die Studierenden in die Lage zu versetzen, an der Erstellung und Beurteilung von interaktiven IT-Systemen mitzuwirken, die das Bedürfnis des Menschen nach einer zufriedenstellenden, abwechslungsreichen, selbst bestimmten und produktiven Nutzung der modernen Informations-technik (IT) befriedigen.

¹⁴ Ob etwa autonome Fahrzeugsysteme eher technik- oder eher menschzentriert sind, wird vielfach diskutiert. Ich lehne sie als technikzentriert ab, da sie m.E. den wichtigen Punkt der menschlichen Kompetenzförderung völlig vernachlässigen. Aber aus dem gleichen Grund bin ich auch gegen Taschenrechner im Schulunterricht der Unterstufen und stehe da wohl ziemlich alleine mit meiner Meinung.

Er beschreibt daher im Detail die **Hauptaktivitäten eines mensch-zentrierten Gestaltungsprozesses**: Analyse des Nutzungskontextes, Festlegen der Nutzungsanforderungen, Gestaltung¹⁵ und Evaluierung von interaktiven IT-Systemen. Für jede Hauptaktivität werden in separaten Kapiteln die wichtigsten Begriffe und Methoden an Hand von theoretischen und praktischen Beispielen erläutert.

Vorbereitend dafür werden zunächst mögliche Bestandteile interaktiver IT-Systeme - soweit nötig - vorgestellt und die wesentlichen Rahmenbedingungen für menschzentrierte Gestaltungsprozesse benannt.

Praktisch eingeübt wird u.a. die von der Deutschen Akkreditierungsstelle (DAkkS) erarbeitete Zusammenstellung von Methoden zur Entwicklung und Überprüfung von interaktiven Produkten und deren Entwicklungsprozessen gemäß international anerkannter Normen (siehe (DAkkS, 2010)). Ergänzt werden die DAkkS-Inhalte durch weitere praxisrelevante Methoden und international anerkannte Grundsätze der Informationsdarstellung und Benutzerführung.

Wichtige Hinweise:

Falls in diesem Lehrbrief von Benutzer, Student, ... die Rede ist, sind selbstverständlich auch Benutzerinnen, Studentinnen, ... gemeint. Die Verwendung nur einer Geschlechtsform wurde wegen der besseren Lesbarkeit gewählt und ist nicht benachteiligend gemeint.

In den nachfolgend genannten Fällen werden im Lehrbrief **keine Zitatstellen** angegeben, da nur die folgenden Links die verbindlichen, aktuellen Versionen enthalten und alle anderen Referenzen typisch nicht aktuell sind:

- Alle im Text zitierten, nationalen Gesetze finden Sie verbindlich unter <http://www.gesetze-im-internet.de>, einem Service des **Bundesministeriums der Justiz und für Verbraucherschutz**.
- Nur das **Deutsche Institut für Normung e.V. (DIN)**, die unabhängige Plattform für Normung und Standardisierung in Deutschland und weltweit, stellt die jeweils aktuellen Normen und Standards verbindlich (und leider kostenpflichtig) unter der Adresse <http://www.din.de> zur Verfügung¹⁶.
- Das **World Wide Web Konsortium (W3C)** stellt die jeweils aktuellen Richtlinien (insbesondere die verschiedenen Versionen der

¹⁵ In diesem Lehrbrief wird der Begriff **Gestaltung** im Sinne des englischen Begriffs **Design** verwendet.

¹⁶ Nahezu alle Universitäten und Fachhochschulen haben für ihre Studenten die DIN-Normen in elektronischer Form abonniert. **Es wird dringend geraten, von diesem Abonnement Gebrauch zu machen und ergänzend zu diesem Lehrbrief alle einschlägigen Normen (siehe Abschnitt 2.2.4) eingehend zu studieren.** Beachten Sie aber, dass eine kommerzielle Nutzung der so erlangten Unterlagen stets untersagt ist. Bitte lesen Sie vor einer anderweitigen Verwendung auf jeden Fall § 53 Urheberrechtsgesetz.

WCAG) verbindlich unter der Adresse <https://www.w3.org> zur Verfügung.

Die Inhalte dieses Lehrbriefs wurden mit großer Sorgfalt erstellt und geprüft. Trotzdem können Fehler nicht vollkommen ausgeschlossen werden. Herausgeber und Autor können für fehlerhafte Angaben und deren Folgen weder eine juristische Verantwortung noch irgendeine Haftung übernehmen.

Die im Lehrbrief enthaltenen Links, Screenshots, Bezeichnungen, Beschreibungen und Funktionen waren zum Zeitpunkt der Erstellung (Mai 2020) aktuell und gültig.

Sollten die Webseiten nicht mehr unter den angegebenen Adressen zu finden sein, sind diese eventuell inzwischen komplett aus dem Internet genommen worden oder unter einer neuen Adresse zu finden.

Falls Screenshots, Bezeichnungen, Beschreibungen und Funktionen nicht mehr den beschriebenen Produkten entsprechen, hat der Hersteller der jeweiligen Produkte nach Drucklegung Änderungen vorgenommen oder vorhandene Funktionen geändert oder entfernt.

“Success is not the key to happiness. Happiness is the key to success. If you love what you are doing, you will be successful.”
(Albert Schweitzer)

1 Begriffsbestimmungen

In diesem Kapitel werden die für den Lehrbrief besonders relevanten Begriffe definiert, abgegrenzt und eingeordnet. Dadurch soll sichergestellt werden, dass die im Text verwendeten Begriffe korrekt eingesetzt und Unklarheiten vermieden werden.

1.1 Interaktive IT-Systeme

“Programming today is a race between software engineers striving to build bigger and better idiot-proof programs, and the universe trying to produce bigger and better idiots. So far, the universe is winning.”

(Rich Cook)

Ein **informationstechnisches System** (abgekürzt: **IT-System**) ist jeder konkrete Einsatz von elektronischen Geräten für die Erhebung und Verwendung von Daten durch Menschen oder Maschinen.

Daten sind dabei Darstellungen von Sachverhalten (Fakten), Konzepten, Vorstellungen und Anweisungen in formalisierter Weise, die für die Übertragung, die Speicherung und die Verarbeitung durch Menschen und/oder technische Mittel geeignet sind. **Informationen** sind dann die Bedeutungen, die aufgrund der den Daten zugrundeliegenden Vereinbarungen (Konventionen) diesen beigelegt werden kann.

Beispiel für Daten und Informationen:

Die Buchstabenfolge **IC** stellt Daten dar. Die Bedeutung (also die Information) ist jedoch vom Kontext abhängig: Der Elektroniker wird damit Integrierte Schaltungen (englisch: Integrated Circuits) assoziieren, während der Pendler wohl eher an einen Intercity-Zug denkt.

“You can have data without information, but you cannot have information without data.”

(Daniel Keys Moran)

“The goal is to turn data into information and information into insight.”

(Carly Fiorina)

Ein **interaktives IT-System** ist der konkrete Einsatz von elektronischen Geräten für die ergebnisorientierte Erhebung und Verwendung von Daten durch Menschen (auch **Anwender**, **Nutzer** oder **Benutzer** genannt). Es kombiniert **Hardware- und Softwarekomponenten**, die mit Menschen in einem bestimmten **Anwendungsbereich** Daten austauschen, um ein Ergebnis zu erzielen:

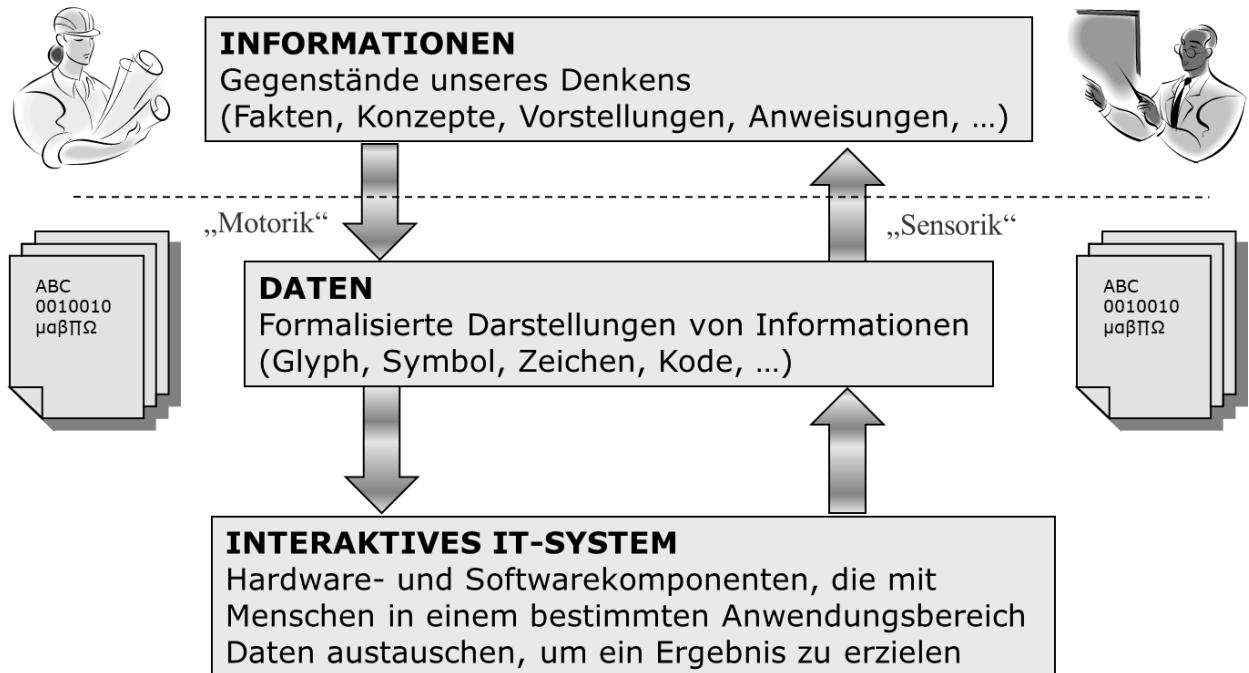


Abbildung 27: Menschliche Interaktion mit IT-Systemen

Der Mensch nimmt dabei mithilfe seiner **Sensorik** Daten entgegen und nutzt seine **Motorik** für die Eingabe von Daten, die das System erkennt und verarbeitet.

Die Eingabemöglichkeiten sind bei einem interaktiven IT-System heutzutage meist recht vielfältig: Sie reichen von der Texteingabe, über die Aktivierung von grafischen Symbolen und die Spracherkennung bis hin zur Gestenerkennung. Die Ausgabemöglichkeiten sind insbesondere:

- Braillezeile zur fühlbaren Ausgabe.
- Drucker/Plotter zur permanenten sichtbaren Ausgabe.
- Lautsprecher/Kopfhörer zur hörbaren Ausgabe.
- Monitor/Beamer zur flüchtigen sichtbaren Ausgabe.

Interaktive IT-Systeme nutzen also regelmäßig verschiedene **Medien** (Materialien und/oder Geräte) und **Modalitäten** (Verfahrensweisen) zur Dateneingabe und Datenausgabe¹⁷.

Beispiele für Medien und Modalitäten interaktiver IT-Systeme:

- Medien
 - Sprache, Mimik, Gesten,
 - Ausdrucke, PDF-Dateien, MP3-Dateien,
 - Telefone, E-Mail-Systeme, Kameras,
- Modalitäten
 - Anzeige eines Bildes auf einem Bildschirm.

¹⁷ Medien sind demnach die Kommunikationsmittel und Modalitäten die Kommunikationsverfahren.

- Ausdruck eines Textes auf einem Drucker.
- Spracheingabe mithilfe eines Mikrofons.
- Gestenerkennung mithilfe einer Kamera.

Jeden ergebnisorientierten Datenaustausch zwischen Mensch und interaktivem IT-System nennt man einen **Dialog** (englisch: **Dialog** oder **Dialogue**). Mit **Benutzeroberfläche** (englisch: **User Interface (UI)**) wird jede reale Ausgestaltung derartiger Dialoge bezeichnet. Umfasst eine Benutzeroberfläche sichtbare grafische Elemente, so spricht man von einer **grafischen Benutzeroberfläche** (englisch: **Graphical User Interface (GUI)**).

Dialog = Ergebnisorientierter Datenaustausch zwischen Mensch und IT-System

Benutzeroberfläche = Reale Ausgestaltung eines Dialogs

Der Begriff Dialog umfasst sowohl die Form (Syntax) als auch die Bedeutung (Semantik) des ergebnisorientierten Datenaustausches zwischen Mensch und IT-System.

Interaktive IT-Systeme haben definitionsgemäß einen bestimmten **Anwendungsbereich** in einer realen, sozialen und materiellen **Umgebung**, die von der Umwelt abgrenzt ist. Die **soziale Umgebung** kann eine Einzelperson, eine Familie, eine gesamte Firma oder auch nur ein einzelner Teil einer Firma (Beispiel: Abteilung) sein. Die **materielle Umgebung** umfasst Sachgüter, wie Lampen oder Schreibtische, die den Einsatz des interaktiven IT-Systems erst ermöglichen. Zum Anwendungsbereich gehört schließlich auch die **Aufgabe**, also die Gesamtheit der Tätigkeiten, die durchgeführt werden müssen, um das beabsichtigte Ergebnis zu erzielen. Sowohl Umgebung als auch Aufgabe haben eine gewisse **Organisation**, also eine (mehr oder weniger explizite) Gestaltung, die idealerweise auf einem planmäßigen und zielorientierten Zusammenwirken der beteiligten Elemente beruht.

Anwendungsbereich = (soziale und materielle) Umgebung + Aufgabe

Aufgabe = Gesamtheit der Tätigkeiten, die durchgeführt werden müssen, um das beabsichtigte Ergebnis zu erzielen

Zur **Hardware**¹⁸ eines interaktiven IT-Systems gehören die Rechengeräte (z.B. Computer, Tablets, Smartphones), die Netzwerkgeräte (z. B. Switches, Router), Peripheriegeräte (z. B. Tastaturen, Bildschirme, Drucker, Scanner, Kameras) sowie Geräte zum Betrieb der Hardware (z. B. Ladegeräte). Zur **Software**¹⁹ gehört neben den anwendungsreichspezifischen Teilen (heute **Applikationen** oder kurz **Apps**

¹⁸ **Hardware** steht für die physischen Komponenten eines IT-Systems.

¹⁹ **Software** bezeichnet in diesem Lehrbrief nicht nur ein (ausführbares) Programm, sondern auch zugehörige Elemente, wie z.B. Dokumentationen, Schriftarten, Grafiken, Audio- und Videomedien, Vorlagen, Wörterbücher.

genannt) vor allem die **Systemsoftware** (z.B. **Firmware**, **Betriebssystem**).

“The good news about computers is that they do what you tell them to do. The bad news is that they do what you tell them to do.”
(Ted Nelson)

Hardware und Software der Rechengeräte folgen bis zum heutigen Tag dem bewährten **Von-Neumann-Konzept** für Rechnerarchitekturen:
Dies Konzept beschreibt die Architektur eines Universalrechners, der erst durch Software Funktionalität erlangt, und in dem Befehle und Daten binär, also allein mit den Zeichen 0 und 1, dargestellt und verwendet werden:

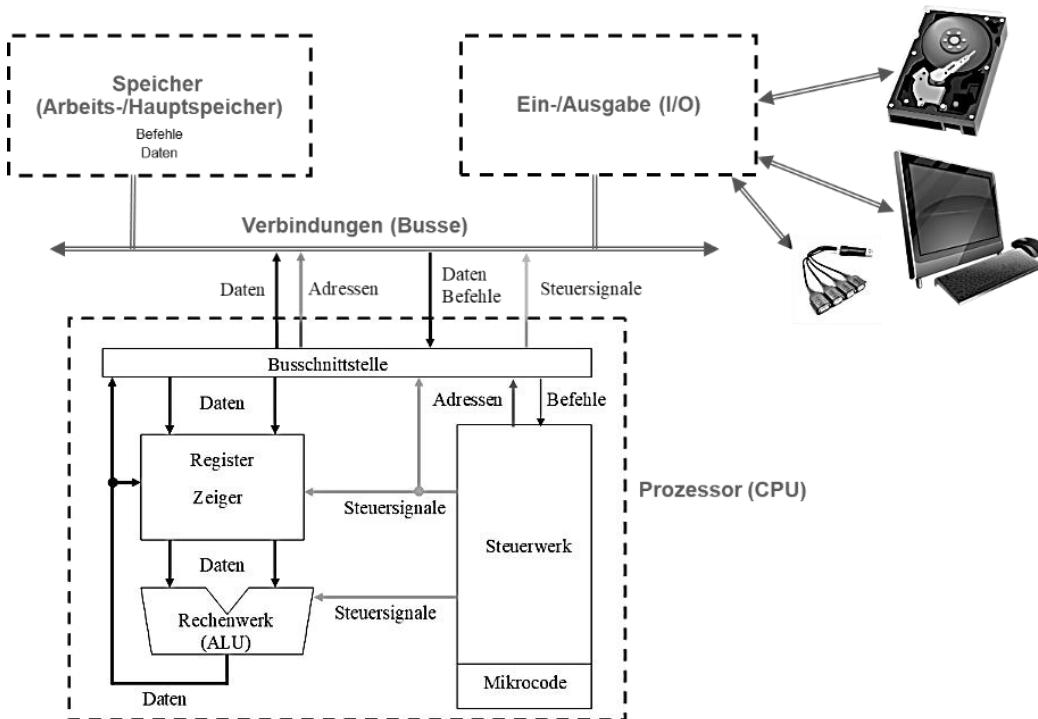


Abbildung 28: Von-Neumann-Rechnerarchitektur

Hardware und Software kooperieren bei den heutigen Rechengeräten mit WINDOWS-, LINUX-, OS X-, iOS- und ANDROID-Betriebssystemen prinzipiell wie folgt: Nach dem Einschalten ist für den so genannten Boot-Vorgang die Firmware zuständig. Diese übernimmt die Grundfunktionen der Initialisierung bis zum Start des Betriebssystems. Die Firmware ist heutzutage eine UEFI-kompatible Firmware. Das Unified-Extensible-Firmware-Interface (UEFI) ermöglicht eine modulare Erweiterung der Firmware durch verschiedene Firmware Module. Hierzu können zum Beispiel ein eingebettetes Netzwerkmodul für die Fernwartung, Module für Digital Rights Management (DRM), die BIOS-Emulation oder auch der Bootloader eines Betriebssystems gehören. UEFI beinhaltet zudem die Möglichkeit zur Nutzung eines Secure-Boot-

Mechanismus, der den Start von Betriebssystemen auf ausdrücklich erlaubte Dateien beschränkt.

"It's hardware that makes a machine fast. It's software that makes a fast machine slow."
(Craig Bruce)

Netzwerkgeräte unterstützen entweder Netzwerke einer einheitlichen Technologie (Beispiele: LAN, WLAN, BLUETOOTH, UMTS, LTE, 5G) oder Netzwerke von Netzwerken, die heute überwiegend auf der Protokollfamilie TCP/IP beruhen.

Zusammenfassend ergeben sich für interaktive IT-Systeme daher drei **Ebenen der Gestaltung und Bewertung: Anwendungsbereich, Software und Hardware**. Bildlich:

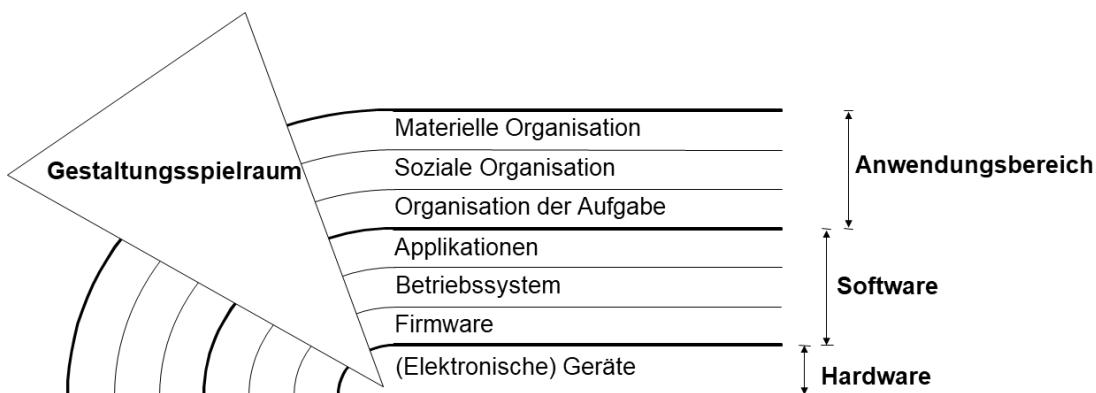


Abbildung 29: Gestaltungs- und Bewertungsebenen eines interaktiven IT-Systems (Quelle: In Anlehnung an (Heinecke, 2012))

Dabei ist typisch der Gestaltungsspielraum im Anwendungsbereich am größten. Bei der Software besteht zumindest bei den Applikationen noch häufig ein großer Gestaltungsspielraum. Bei der Hardware sind in den meisten Fällen der Gestaltung enge Grenzen gesetzt; hier muss man sich meist mit Verfügbarem zufriedengeben.

1.2 Usability und User Experience (UX)

"If you don't care about quality, you can meet any other requirement."
(Gerald M. Weinberg)

Jedes interaktive IT-System hat eine gewisse **Qualität** (genauer: **Systemqualität** bzw. **Produktqualität**). Das bedeutet, dass es klar definierte Anforderungen in einem gewissen Ausmaß erfüllt.

Qualität = Ausmaß der Übereinstimmung mit definierten Anforderungen

Der Begriff Qualität ist ursprünglich wertneutral, wird aber umgangssprachlich meist wertend eingesetzt: Qualität ist dann ein Synonym für Güte und oft ist daher von „guter“ oder „schlechter“ Qualität die Rede. In diesem Lehrbrief bedeutet Qualität jedoch keine Wertung. Man kann einem interaktiven IT-System nämlich meist nicht einfach das Vorhandensein bzw. Fehlen von Qualität attestieren. Es sind vielmehr die Ausprägungen zwischen beispielsweise „niedrig“ und „hoch“, die aussagefähig sind.

Beispiele für Qualitätsaussagen über interaktive IT-Systeme:

- Die Batterie des Smartphones explodiert nicht, solange die Umgebungstemperatur 70 Grad Celsius nicht überschreitet.
- Die vollgeladene Batterie des Laptops gestattet etwa 72 Stunden „normale“ Nutzung, bevor sie wieder aufgeladen werden muss.
- Das Gewicht des Tablets ist mit 0,8 kg eher gering.

Qualität im oben definierten Sinne muss quantifizierbar sein, d.h. sie muss durch numerische Werte einer gewissen Einheit oder durch die Angabe von Ausprägungen einer gewissen Skala darstellbar sein. Daher ist die häufig zu findende Ansicht, dass Quantität der Gegenbegriff zu Qualität ist, auch falsch: Die Quantität als Angabe des Zahlenwerts einer Einheit bzw. Skala definiert die Ausprägung eines qualitativen Aspektes.

Beispiel für den Zusammenhang zwischen Quantität und Qualität:

- Der Stromverbrauch eines Desktop-PC mit modernem Mehrkern-Prozessor und mit dedizierter Grafikkarte beträgt etwa 135 Wh. Die quantitative Feststellung bezieht sich auf die Qualität Stromverbrauch, die in der Maßeinheit Wh angegeben ist. Sie beschreibt den qualitativen Aspekt, dass der Stromverbrauch relativ hoch ist.

Bei interaktiven IT-Systemen werden Qualitätsanforderungen häufig durch den Benutzer begründet bzw. vorgegeben. Daher gilt es zwischen objektiver und subjektiver Qualität zu unterscheiden:

Objektive Qualität ist der Grad, zu dem ein interaktives IT-System Kriterien erfüllt, die auf messbaren technischen Maßstäben, Grenzwerten oder Stichproben beruhen. Die Maßstäbe und Grenzwerte sind dabei oft durch Normen, die den Stand der Technik zusammenfassen, vorgegeben. Hinsichtlich Stichproben liefert die Statistik meist hilfreiche Ansätze, um sinnvolle Messungen durchzuführen.

Beispiele für objektive Qualitätskriterien interaktiver IT-Systeme:

- **Funktionalität:** Sind alle gewünschten bzw. nötigen Funktionen vorhanden?
- **Fehlerfreiheit:** Gibt es technische Fehler oder Darstellungsprobleme?
- **Zuverlässigkeit:** Wie stabil läuft die Anwendung, auch unter Last und auf verschiedenen Konfigurationen?

Subjektive Qualität hingegen ist die wertmäßige Einschätzung eines interaktiven IT-Systems durch ein Individuum anhand persönlicher Maßstäbe. Die Bewertung erfolgt hier auf der Grundlage individueller Qualitätsindikatoren und im Kontext bisheriger Erfahrungen, des Qualitätsbewusstseins, der Verwendungsziele, Risikoeinschätzungen sowie weiterer persönlicher und situationsbedingter Gegebenheiten. Sie ist damit die Qualität aus der Sicht des Nutzers. Das bedeutet (leider) auch, dass sie oft mehr vom Geltungs- als vom Gebrauchsnutzen bestimmt wird, wie z.B. Statussymbol, Image oder ansprechendes Produktdesign.

Beispiele für subjektive Qualitätskriterien interaktiver IT-Systeme:

- **Aufmachung:** Farbe, Gewicht, Form, ...
- **Geschäftsgebaren:** Vertrieb, After-Sales Service, ...
- **Markenimage:** Apple, Samsung, ...

Subjektive Qualität entscheidet meist über den Markterfolg eines interaktiven IT-Systems, wenn man einmal von Monopolen (z.B. Facebook) oder Hypes (z.B. iPhone) absieht. Bei technisch vergleichbaren Produkten kann ein Wettbewerbsvorteil beispielsweise sogar nur durch eine herausragende subjektive Qualität erreicht werden.

Durch **Evaluation** bzw. **Evaluierung** bestimmt man die Qualität interaktiver IT-Systeme: Hierbei wird nach vorgegebenen Zielen und (begründeten) Qualitätskriterien ein interaktives IT-System eingestuft. Sie ermöglicht rückblickende Wirkungskontrollen, vorausschauende Steuerungen und das Verständnis von Situationen und Prozessen.

Evaluation/Evaluierung = Bestimmung der Qualität

Man unterscheidet zwischen formativen und summativen Evaluationen:

- Die **formative Evaluation** findet entwicklungsbegleitend statt mit dem Ziel, konkrete Nutzungsprobleme identifizieren und Lösungsansätze ableiten zu können.
- Dagegen erfolgt die **summative Evaluation** nachdem die Entwicklung bereits abgeschlossen ist mit dem Ziel, eine Gesamteinschätzung des interaktiven IT-Systems zu erlangen.

Die wichtigsten **Methoden der Evaluation**, die insbesondere die empirische Forschung für derartige Qualitätsbestimmungen bereitstellt, sind:

- **Beobachtung:** Zielgerichtete, aufmerksame Wahrnehmung, bei der vorab festgelegt wird
 - was von wem, wann und wo beobachtet wird,
 - wie das Beobachtete zu protokollieren ist, und
 - wie das Beobachtete interpretiert wird.
- Bei einer **teilnehmenden Beobachtung** nimmt die beobachtende Person an den Interaktionen, die beobachtet werden, mehr oder weniger aktiv teil. Bei einer **nicht-teilnehmenden Beobachtung** bleibt die beobachtende Person außerhalb der Interaktionssituation, die sie beobachtet.
- **Messung/Zählung:** Beobachtung von meist physikalischen Größen, die durch einen Wert in einer bestimmten Einheit angegeben werden können. Viele physikalischen Größen können nicht direkt gemessen/gezählt werden, sondern müssen aus anderen gemessenen Daten berechnet werden. Manche nicht physikalische Größen lassen sich auf physikalische Größen zurückführen, wie etwa Lautstärkeempfindungen auf Schalldruck und Farbwahrnehmungen auf Verteilungen im Lichtspektrum (siehe Abschnitt 2.1). Daher sind auch gewisse nicht physikalische Größen messbar bzw.zählbar.
- **Experiment:** Eine methodisch angelegte Untersuchung zur empirischen Gewinnung von Beobachtungsdaten. Im Unterschied zur bloßen Beobachtung werden im Experiment Einflussgrößen systematisch verändert. Meist sind Zählungen bzw. Messungen ein wichtiger Teil des Experiments.
- **Inspektion:** Beurteilung eines interaktiven IT-Systems durch einen oder mehrere Evaluatoren, die das interaktive IT-System untersuchen und nutzen. Typisch sind die Evaluatoren Experten in gewissen Fachgebieten. Inspektionen sind meinungsbasiert und können Meinungskriege verursachen.
- **Heuristische Evaluierung:** Eine Evaluierungsmethode, bei der ein oder mehrere Evaluatoren, vorzugsweise Experten in gewissen Fachgebieten, ein interaktives IT-System mit einer Liste von Heuristiken vergleichen und dabei identifizieren, wo das interaktive IT-System diesen Heuristiken folgt bzw. nicht folgt.
- **Interview (Befragung)/Fragebogen/Checkliste:** Methode zur Datensammlung, die einige ausgewählte Personen eingehend befragt, um zu einem besseren Verständnis der Nutzungsaspekte eines vorhandenen oder geplanten interaktiven IT-Systems zu gelangen. Ein **offenes Interview** liegt vor, wenn lediglich Erzählaufforderungen an die Person ergehen. Ein **standardisiertes Interview** ist ein Interview, bei dem die Fragen (einschließlich Antwortvorgaben) und die Reihenfolge der Fragen fest vorgeschrieben sind. Die Fragen selbst können offen oder geschlossen sein. **Offene Fragen** geben keine Antwortkategorien vor. **Geschlossene Fragen** beschränken die Antwortmöglichkeiten auf feste Vorgaben.

Mischformen sind möglich. Antwortmöglichkeiten bei Fragen werden in der Praxis oft durch **semantische Differentiale mit bipolaren Begriffen** und einer fünf- oder siebenstufigen Skala vorgegeben. Beispiel:



Die Person beantwortet die Frage dann durch eine Einstufung auf der Skala und für die Gesamtheit der Einstufungen können dann **Mittelwert** und **Streuungsmaß** berechnet werden. Mit den Methoden der **Korrelationsrechnung** und der **Hauptkomponentenanalyse** findet man nicht selten wenige Basisdimensionen (so genannte **Faktoren**), die all diesen Einstufungen zu Grunde liegen. Fragen werden zu einem **Fragebogen** zusammengefasst. Eine **Checkliste** ist ein Fragebogen, der nur Fragen mit den Antwortkategorien Ja/Nein (typisch als Checkbox) zulässt. Probleme entstehen bei vagen Fragestellungen und bei Suggestivfragen.

Um sicherzustellen, dass aus einer Evaluation verlässliche Schlussfolgerungen gezogen werden können, muss gewissen **Gütekriterien einer Evaluierung** hinreichend Beachtung geschenkt werden.

Hier sind insbesondere die drei Gütekriterien **Objektivität, Reliabilität** und **Validität** zu nennen.

Objektivität besagt, dass das Resultat der Evaluation unabhängig von der evaluierenden Person und der Umgebung der Evaluation ist. Fragestellungen, die einem Interviewer z.B. einen gewissen Spielraum zur Interpretation lassen, sollte man also noch einmal überarbeiten.

Unter **Reliabilität** versteht man die Zuverlässigkeit einer Evaluation. Eine Evaluation wird dann als zuverlässig bezeichnet, wenn sie bei einer Wiederholung unter denselben Bedingungen und an denselben Gegenständen zu demselben Ergebnis kommt. Zum Beispiel kann die Körpergröße einer Person sehr reliabel gemessen werden, eine Antwort auf die Frage „Wie geht es Ihnen heute?“ aber nicht.

Die **Validität** gibt die Gültigkeit einer Evaluation bezüglich der Zielsetzung an. Eine Evaluation ist valide, wenn die erhobenen Werte geeignete Kennzahlen für die zu untersuchende Fragestellung liefern. Ein Test bestehend aus zwanzig Rechenaufgaben etwa ist sehr valide, falls man sich für Mathematikkenntnisse von Studierenden interessiert. Derselbe Test wiederum ist aber alles andere als valide für Wortschatzkenntnisse der Studierenden.

Folgende Rangordnung gibt es bei den drei Gütekriterien:

1. Validität (eine valide Evaluation ist auch reliabel und objektiv).
2. Reliabilität (eine reliable Evaluation ist auch objektiv aber nicht unbedingt valide).

3. Objektivität (eine objektive Evaluation ist nicht unbedingt auch reliabel oder valide).

Die **Qualität eines interaktiven IT-Systems** soll nach dem oben Gesagten widerspiegeln, inwieweit das System die gestellten Anforderungen sowie die Bedürfnisse und Erwartungen der Nutzer erfüllt. Es geht im Kern um die **Tauglichkeit und Attraktivität des Systems**. Daher benötigt man **Qualitätskriterien** und **Qualitätsindikatoren** die dazu beitragen können, das Ausmaß der jeweiligen Tauglichkeit und Attraktivität einzuschätzen.

Wichtige derartige Kriterien und Indikatoren werden heutzutage unter dem Begriff **Usability** (deutsch: **Gebrauchstauglichkeit**) zusammengefasst, dem Hauptthema dieses Lehrbriefs.

Laut Teil 110 der Norm **DIN EN ISO 9241**²⁰ versteht man darunter das Ausmaß, in dem ein interaktives IT-System durch bestimmte Menschen in einem bestimmten Kontext genutzt werden kann, um bestimmte Ziele **effektiv, effizient** und **zufriedenstellend** zu erreichen.

Usability = Effektivität + Effizienz + Zufriedenstellung
 (Quelle: ISO 9241-110)

Effektivität beschreibt dabei den Grad der Zielerreichung:

Effektivität = Die Genauigkeit und Vollständigkeit mit der Benutzer ein bestimmtes Ziel erreichen
 (Quelle: ISO 9241-110)

Effektiv sein bedeutet also, dass ein angestrebtes Ergebnis durch den konkreten Einsatz eines interaktiven IT-Systems tatsächlich erreicht wird. Effektivität ist demnach ein **Maß für die Wirksamkeit** eines interaktiven IT-Systems.

Beispiele zu Effektivität:

- Der Webauftritt eines Hotels bietet Benutzern keine Möglichkeit, eine Zimmerreservierung zu stornieren. Eine Analyse des Anwendungsbereichs zeigt aber, dass Benutzer

²⁰ Genaueres zu dieser Norm finden Sie unter 2.2.4.1 und im gesamten Text des Lehrbriefs. Wegen der Häufigkeit des Auftretens wird im Folgenden die Norm meist kurz als **ISO 9241** oder bestimmte Teile nnn der Norm als **ISO 9241-nnn** bezeichnet. DIN EN ISO bedeutet in diesem Zusammenhang übrigens, dass es eine deutsche, europäische und international gültige Norm darstellt. Im Lehrbrief werden der Einfachheit halber alle derartigen Normen oft nur mit **ISO** gekennzeichnet. Dabei verweist ISO auf die Kurzbezeichnung für die internationale Vereinigung von Normungsorganisationen.

diese Funktion benötigen. Es gibt ein Problem mit der Effektivität der Website²¹.

- Der Webauftritt eines Hotels ermöglicht es Benutzern, eine Zimmerreservierung zu stornieren. Eine Evaluierung zeigt, dass nur etwa 15 von 100 Benutzern herausfinden können, wie sie ihre Zimmerreservierung stornieren können. Es gibt ein Problem mit der Effektivität der Webseite.

Effizienz entspricht dem Aufwand, mit dem ein angestrebtes Ziel durch den konkreten Einsatz eines interaktiven Systems erreicht wird:

Effizienz = Der im Verhältnis zur Genauigkeit und Vollständigkeit eingesetzte Aufwand, mit dem Benutzer ein bestimmtes Ziel erreichen

(Quelle: ISO 9241-110)

Der Aufwand kann psychische oder physische Beanspruchung, Zeit, Betriebskosten, Material oder andere monetäre Kosten umfassen. Effizient sein bedeutet demnach, dass erzieltes Ergebnis und eingesetzte Mittel in einem möglichst günstigen Aufwand-Nutzen-Verhältnis stehen. Effektivität ist folglich ein **Maß für die Wirtschaftlichkeit** eines interaktiven IT-Systems.

Beispiele zu Effizienz:

- Der Webauftritt eines Hotels ermöglicht es Benutzern, eine Zimmerreservierung zu stornieren. Ein Test zeigt, dass das Stornierungsverfahren unnötig kompliziert ist, obwohl alle Testteilnehmer es schließlich schaffen, ihre Zimmerreservierung zu stornieren. Die Effektivität der Webseite ist in Ordnung, da alle Benutzer ihr Ziel erreichen können. Es gibt aber ein Problem mit der Effizienz der Webseite.
- Ein mobiles Navigationsgerät benötigt viel Zeit (teilweise über fünf Minuten), bevor es GPS-Signale empfängt und für eine Fahrt genutzt werden kann. Die Effektivität ist gegeben, da das Gerät irgendwann betriebsbereit ist. Durch die lange Wartezeit kann sich aber die Abfahrt des Benutzers verzögern. Wartet er nicht und startet ohne NAVIunterstützung seine Fahrt, können sich möglicherweise größere Umwege ergeben. Das mobile Navigationsgerät ist daher nicht effizient.

²¹ Eine **Website**, auch **Webpräsenz** oder **Webauftritt**, ist eine unter einer individuellen IP-Adresse erreichbare Menge von Dokumenten im Internet, die mit einem Browser wiedergegeben werden können. Die Einstiegsseite einer Website wird **Homepage** genannt.

“It is fundamentally the confusion between effectiveness and efficiency that stands between doing the right things and doing things right. There is surely nothing quite so useless as doing with great efficiency what should not be done at all.”

(Peter Drucker)

Der **Einfluss des Anwendungsbereiches auf Effektivität und Effizienz** sei an einem einfachen Beispiel verdeutlicht: Man kann eine Rechnung auf einem schwarz-weißen Laserdrucker auf Normalpapier oder auf einem Tintenstrahlfarldrucker auf Photopapier drucken. Beides führt zum Ziel und ist somit effektiv. Die Rechnung mit einem Tintenstrahlfarldrucker auf Photopapier zu drucken ist allerdings teurer und daher normalerweise nicht so effizient wie der Druck mit einem schwarz-weißen Laserdrucker auf Normalpapier. Stünde allerdings kein anderer Drucker zur Verfügung, so kann es auch effizient sein, die Rechnung mit einem Tintenstrahlfarldrucker auf Photopapier zu drucken, insbesondere dann, wenn der Nutzen des unmittelbaren Drucks der Rechnung größer ist als die dadurch entstehenden Kosten.

“More sins are committed in the name of efficiency (without necessarily achieving it) than for any other single reason - including blind stupidity.”

(William A. Wulf)

Die **Zufriedenstellung** als Qualitätsmerkmal definiert die Norm ISO 9241 wie folgt²²:

Zufriedenstellung = Freiheit von Beeinträchtigungen und positive Einstellungen gegenüber der Nutzung des Produkts

(Quelle: ISO 9241-110)

Im Kern meint Zufriedenstellung die „Abwesenheit von Unzufriedenheit“, wobei die Unzufriedenheit ihrerseits als „Nichterfüllung der gestellten Erwartungen“ verstanden wird. Gemeint sind demnach bei Zufriedenstellung die Erwartungen des Nutzers sowie der Grad der Erfüllung dieser Erwartungen. Werden die Erwartungen nämlich nicht nur erfüllt, sondern übertroffen, stellt sich ein Gefühl der Zufriedenheit ein.

Beispiele für Unzufriedenheit:

- Längerer Gebrauch eines Notebooks ohne externe Maus führt bei Benutzern zu Muskelbeschwerden.
- Benutzer sagen, dass es „ewig dauert“, ein Zimmer auf einer Hotelwebsite zu stornieren.

²² Bei der Neuausgabe der Norm ISO 9241-110 in 2018 hat man die Definition von Zufriedenstellung geschärft und besser überprüfbar gemacht: Zufriedenstellung ist danach „das Ausmaß der Übereinstimmung der physischen, kognitiven und emotionalen Reaktionen des Benutzers, die aus der Benutzung eines Systems, eines Produkts oder einer Dienstleistung resultieren, mit den Benutzererfordernissen und Benutzererwartungen.“

- Benutzer sagen spontan, dass sie das Aussehen der Home-page eines Hotels nicht mögen.

Die Zufriedenstellung umfasst im Bereich Usability folglich die Wahrnehmungen und Reaktionen eines Benutzers, die sich aus der Benutzung eines interaktiven IT-Systems ergeben. Der Benutzer ist positiv gegenüber einer Software, Website oder einem Smartphone eingestellt, wenn er sich damit wohlfühlt im Sinne einer umfassenden Zufriedenheit bei der Benutzung. Man trifft im Englischen in diesem Zusammenhang auch gelegentlich auf den Begriff **Joy Of Use**: Dieser beschreibt allerdings lediglich das positive, ästhetisch-emotionale Erlebnis des Benutzers beim Arbeiten mit interaktiven IT-Systemen.

Der Aspekt Zufriedenstellung im Bereich Usability ist das zentrale Thema dieses Lehrbriefes. In Kapitel 2 des Lehrbriefs wird im Detail erläutert, was er konkret bedeutet und welche Merkmale ein interaktives IT-System (mehr oder weniger) aufweisen muss, um ein hohes Ausmaß an Zufriedenstellung bei der Nutzung zu erreichen.

"I have always wished for my computer to be as easy to use as my telephone; my wish has come true because I can no longer figure out how to use my telephone."
(Bjarne Stroustrup)

Ein der Usability verwandter Begriff ist hinsichtlich Zufriedenstellung noch wichtig, der nicht nur die tatsächliche Nutzung eines interaktiven IT-Systems berücksichtigt:

User Experience (UX) ist definiert als die Zufriedenstellung, die vor, während und nach der Benutzung eines interaktiven IT-Systems vorliegt. User Experience vor der Benutzung kann durch Markenbildung, Kundenbewertungen, frühere Interaktionen usw. beeinflusst werden. User Experience nach der Benutzung kann durch Kundendienst usw. beeinflusst werden.

"Most business models have focused on self-interest instead of user experience."
(Tim Cook)

User Experience (UX) lässt sich wohl am besten mit Benutzererlebnis oder Benutzererfahrung ins Deutsche übersetzen.

Die ISO 9241 definiert den Begriff wie folgt:

User Experience (UX) = Wahrnehmungen und Reaktionen einer Person, die aus der tatsächlichen und/oder der erwarteten Benutzung eines Produkts, eines Systems oder einer Dienstleistung resultieren
(Quelle: ISO 9241-210)

Alle Wahrnehmungen und Reaktionen einer Person, die bei der Benutzung oder der geplanten bzw. vollendeten Verwendung eines interaktiven IT-Systems auftreten, spielen demnach eine Rolle. Um eine optimale User Experience zu gewährleisten, müssen also mithilfe von Gestaltung, Funktionalität und Leistungsmerkmalen die Benutzer emotional angesprochen werden: Er soll nicht nur schnell und reibungslos zum Ziel kommen, sondern – abhängig vom Anwendungsbereich – auch nachhaltig positive Gefühle wie Spaß oder Freude erleben.

User Experience umfasst also den gesamten Prozess des Erlebens eines Nutzers – vor, während und nach der Nutzung des interaktiven IT-Systems. Usability bezieht sich dagegen im Kern auf die tatsächliche Interaktion mit einem IT-System. Die User Experience berücksichtigt darüber hinaus, was vor und nach der Interaktion geschieht. Bei User Experience handelt es sich zudem ausschließlich um Zufriedenstellung und die Erfüllung von Erwartungen.

Die folgende Abbildung verdeutlicht die Beziehung zwischen User Experience (UX) und Usability:

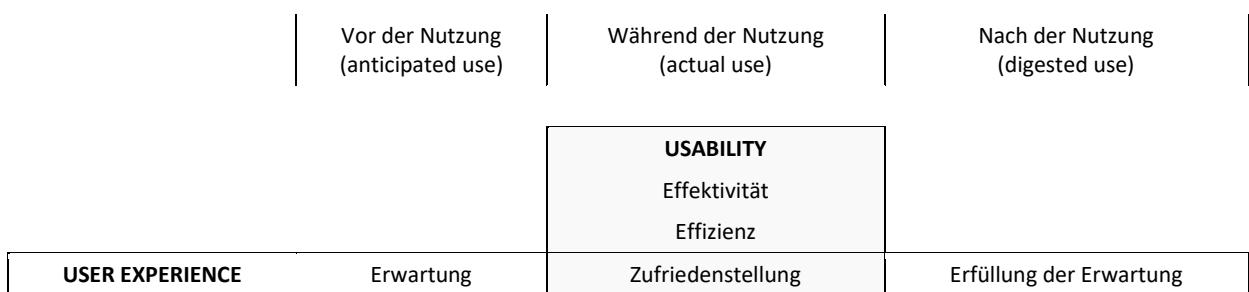


Abbildung 30: Beziehung zwischen Usability und User Experience (UX)

Beispiele, die den Unterschied zwischen Usability und User Experience veranschaulichen, wenn Pizza auf der Website einer Pizzeria zur Auslieferung bestellt wird:

- Effektivität-Probleme während des Bestellvorganges beeinflussen sowohl User Experience als auch Usability.
- Die Qualität der physisch gelieferten Pizza beeinflusst ausschließlich die User Experience. Sie hat keinen Einfluss auf die Usability der Website der Pizzeria.
- Die gemachte Erfahrung beim physischen Besuch der Pizzeria kann die User Experience zukünftiger Besuche der Website beeinflussen. Sie hat aber keinen Einfluss auf die Usability der Website der Pizzeria.

Leider gibt es keinen festen Regelkatalog für gute User Experience (UX). Die Erfahrungen, Anforderungen und Gewohnheiten der Nutzer ändern sich halt laufend, und auch die Hersteller interaktiver IT-Systeme probieren immer wieder Neues – und ändern damit wieder die Erfahrungen, Anforderungen und Gewohnheiten der Nutzer. Menschen haben nun mal eine natürliche Neugier und damit ein Bedürfnis nach Neuem und nach Abwechslung.

Aber es gibt erprobte Verfahren, die User Experience (UX) zumindest ansatzweise zu bestimmen (siehe dazu u.a. Kapitel 7).

Wesentliche Aspekte der Usability werden gelegentlich auch als die **pragmatische Qualität** eines interaktiven IT-Systems bezeichnet, während für wichtige Aspekte der User Experience (UX) der Begriff **hedonische Qualität** genutzt wird. Typische pragmatische Qualitätskriterien interaktiver IT-Systeme sind demnach: klar, unterstützend, nützlich und kontrollierbar, typische hedonische Qualitätskriterien hingegen: auffallend, besonders, beeindruckend, aufregend und interessant.

In der ISO 9241-220 werden im Übrigen Usability und User Experience (UX) lediglich als zwei von mehreren Dimensionen der so genannten menschzentrierten Qualität interaktiver IT-Systeme gesehen:

Menschzentrierte Qualität = Das Ausmaß, in dem ein interaktives System Anforderungen bezüglich Usability, User Experience, Barrierefreiheit und Vermeidung von Schäden durch die Benutzung erfüllt

(Quelle: ISO 9241-220)

Dieser Lehrbrief fokussiert auf die Qualitätsdimensionen »Usability« und »User Experience«. »Barrierefreiheit« und »Vermeidung von Schäden durch die Benutzung« werden nur kurz angerissen.

Abschließend sei in diesem Abschnitt noch kurz der Bezug zu einem weiteren Begriff hergestellt, der schon viel länger als Usability oder User Experience (UX) auch für interaktive IT-Systeme verwendet wird: **Ergonomie**.

Nach internationaler Übereinstimmung bedeutet **Ergonomie** allgemein die Untersuchung der Beziehungen zwischen dem Menschen und seiner Tätigkeit, der Maschine und der Arbeitsumgebung, insbesondere die Anwendung anatomischer, physiologischer und psychologischer Kenntnisse darauf. Laut ISO 6385 „Grundsätze der Ergonomie für die Gestaltung von Arbeitssystemen“ ist das angestrebte Ziel der Ergonomie, das „Wohlbefinden des Menschen und die Leistung des Gesamtsystems zu optimieren“.

Konkret bedeutet dies etwa bei interaktiven IT-Systemen die Beantwortung von Fragen wie „Was macht die Hardware mit meinem Körper?“ und „Was macht die Software mit meinem Kopf?“.

Bei der Ergonomie geht es also um die Gestaltung von interaktiven IT-Systemen unter Berücksichtigung der körperlichen und geistigen Fähigkeiten, Forderungen und Grenzen der Nutzer. Damit wirkt sie auch in Richtung Zufriedenstellung der Nutzer, beschränkt sich aber darauf, eine gute Atmosphäre für die Nutzer zu schaffen und die Bedingungen

so zu gestalten, dass möglichst geringe gesundheitliche Belastungen der Nutzer entstehen.

Erkenntnisse der Ergonomie haben daher auch Einzug in zahlreiche Regelwerke der Usability gefunden (siehe Kapitel 2).

1.3 Usability- und UUX-Engineering

Qualitativ hochwertige interaktive IT-Systeme fallen (meist) nicht vom Himmel. Sie erfordern gute Planungen und herausragende Gestaltungen.

Aus Langzeitbeobachtungen ist bekannt, dass bei der Gestaltung qualitativ hochwertiger interaktiver IT-Systeme zumeist der so genannte **Paretoeffekt**²³ auftritt, der auch als **80-20-Regel** bekannt ist. Die Regel besagt, dass 80 Prozent der Qualität 20 Prozent des Gestaltungsaufwands benötigen, während die restlichen 20 Prozent der Qualität tatsächlich 80 Prozent des Gestaltungsaufwands erfordern.

Das bedeutet im Grunde, dass der eigentliche Aufwand nicht bei der Gestaltung von interaktiven IT-Systemen liegt, sondern in der anschließenden Optimierung der Qualität. Irgendwo in den aufwändigen restlichen 20 Prozent Qualität liegt dann auch der Kompromiss, bei dem Benutzer und Gestalter zusammenfinden sollten. Denn 100 Prozent Qualität sind in der Praxis fast nie zu erzielen.

Im Laufe der Jahre hat sich zudem herauskristallisiert, dass ein Prozess eher dann qualitativ hochwertige interaktive IT-Systeme hervorbringt, wenn ein sogenanntes **ingenieurmäßiges Vorgehen** (man benutzt hierfür selbst im Deutschen oft den englischen Begriff **Engineering**) dem Prozess zugrunde liegt.

Jedes ingenieurmäßige Vorgehen zeichnet sich u.a. durch folgende Merkmale aus:

- **Definition und Standardisierung:** Bevor etwas getan wird, wird festgelegt, warum, wozu, wie und womit es getan werden soll. Daraus resultieren eine klare Zielsetzung und eine klare Strategie sowie geeignete Methoden und Verfahren. Das Rad wird nicht neu erfunden. Stattdessen greift man auf bewährte Methoden und Verfahren im Sinne von „Best Practice“ zurück.
- **Kontinuierliche Überprüfung:** Wer etwas steuern oder verbessern will, muss bestimmen beziehungsweise messen, wo er jeweils aktuell steht. Die Metriken müssen so definiert sein, dass sie korrekte Aussagen liefern und keinen Spielraum für Fehlinterpretationen zulassen.
- **Nachvollziehbarkeit:** Alle Aktivitäten und Ergebnisse werden so dokumentiert, dass ihre Nachvollziehbarkeit auch Jahre später

²³ Benannt nach dem italienischen Ingenieur, Ökonom und Soziologen Vilfredo Pareto (1848–1923)

noch sichergestellt ist, um eventuelle Unzulänglichkeiten aufdecken und korrigieren zu können.

- **Prioritätensetzung:** Da wir in einer begrenzten Welt leben und mit begrenzten Ressourcen nachhaltig auskommen müssen, können wir nicht alles gleichzeitig erledigen und müssen daher Prioritäten setzen. Die Prioritätensetzung erfolgt unter Berücksichtigung der Nutzerbedürfnisse, der Wirtschaftlichkeit und Machbarkeit sowie der logischen Abhängigkeiten.
- **Professionalität:** Für jede Aktivität wird ein entsprechender Experte eingesetzt. Insbesondere bedeutet dies typisch ein interdisziplinäres Vorgehen.

“Learn from the mistakes of others. You can't live long enough to make them all yourself.”

(Eleanor Roosevelt)

Wir haben Usability und User Experience (UX) als Qualitätsanforderungen für interaktive IT-Systeme kennengelernt: Sie fordern neben Effektivität und Effizienz der Nutzung eine andauernde Zufriedenstellung des Nutzers.

Ingenieurmäßige Vorgehensweisen, die die Erreichung dieser Qualitätsanforderungen begünstigen, bezeichnet man konsequenterweise als **Usability-User Experience-Engineering (UUX-Engineering)**. Beschränkt man sich auf die Erreichung der Qualitätsanforderungen, die unter Usability subsumiert sind, spricht man entsprechend vom **Usability-Engineering**.

Nach dem oben Gesagten, können wir in Anlehnung an eine entsprechende Definition des International Council on Systems Engineering (INCOSE) also festhalten:

UUX-Engineering ist ein interdisziplinärer Ansatz, die Verwirklichung qualitativ hochwertiger interaktiver IT-Systeme zu ermöglichen. Er zielt darauf, Bedürfnisse der Nutzer und die notwendige Funktionalität früh im Entwicklungsprozess zu definieren, die Anforderungen zu dokumentieren und dann unter Berücksichtigung aller Anforderungen mit der Gestaltung in kontinuierlicher Abstimmung mit den Nutzern fortzufahren. Der Ansatz betrachtet sowohl die wirtschaftlichen als auch die technischen Bedürfnisse des Nutzers, mit dem Ziel, ein qualitativ hochwertiges interaktives IT-System zu erzeugen, das allen Bedürfnissen der Nutzer gerecht wird und insbesondere eine dauerhafte Zufriedenstellung fördert.

UUX-Engineering ist demzufolge der interdisziplinäre Weg zur Erzeugung von bestmöglicher Usability und User Experience (UX). Er ist ein Teil der Entwicklung und Gestaltung von interaktiven IT-Systemen und ergänzt das „klassische“ Engineering, beispielsweise Software-Engineering, vor allem um benutzerorientierte Perspektiven.

Daher kann UUX-Engineering auch gut mit dem Begriff **menschzentrierte Gestaltung** umschrieben werden:

UUX-Engineering = Menschzentrierter Planungs- und Gestaltungsprozess für qualitativ hochwertige interaktive IT-Systeme

Menschzentrierte Gestaltung ist demnach der Ansatz, der vor allem darauf abzielt, interaktive IT-Systeme benutzerfreundlich zu machen. Der zugrunde liegende Prozess muss konsequent darauf ausgerichtet sein, gut nutzbare und gleichermaßen attraktive interaktive IT-Systeme zu entwickeln, die die Anforderungen der Auftraggeber und der künftigen Benutzer erfüllen; idealerweise diese sogar übertreffen.

Die menschzentrierte Gestaltung muss folglich auf einem expliziten Verständnis von Benutzern, Zielen, Aufgaben, Ressourcen und Umgebungen basieren. Benutzer sind während des gesamten Gestaltungsprozesses zu beteiligen. Die Gestaltung muss durch Evaluierung gesteuert und verfeinert werden. Der Prozess ist iterativ auszulegen, das heißt er wird fortgesetzt, bis die Anforderungen erfüllt sind. Die Gestaltung spricht typisch die gesamte User Experience (UX) an.

Die Aufgeschlossenheit einer Organisation gegenüber UUX-Engineering kann durch seine so genannte **Usability-Reife** beschrieben werden²⁴.

Usability-Reife beschreibt die Existenz und die Umsetzung eines systematischen Prozesses menschzentrierter Gestaltung in einer Organisation. Sie kann in Anlehnung an das „Rahmenwerk für Prozessmessungen zur Beurteilung der Prozessfähigkeit“ der ISO 33020 in einem Modell mit 4 Stufen ausgedrückt werden:

1. **Unvollständig:** Der Prozess zur menschzentrierten Gestaltung ist nicht umgesetzt oder erreicht seinen Prozesszweck nicht. In diesem Reifegrad gibt es wenig Anzeichen dafür, dass der Prozess überhaupt in systematischer Weise zu Erfolgen führt. Verantwortliche sagen, dass ihnen Usability wichtig sei, aber wenn es darum geht, Ressourcen bereitzustellen oder unbequeme Entscheidungen zugunsten der Usability zu treffen, geschieht nichts. Usability ist okay, solange sie kostenfrei zu haben ist, aber niemand hat sich darauf verpflichtet, sie zu liefern.
2. **Ausgeführt:** Der Prozess zur menschzentrierten Gestaltung erreicht seinen Prozesszweck. Usability wird zumindest von enthusiastischen Einzelpersonen mit Ad-Hoc-Prozessen erreicht.
3. **Gemanagt:** Der Prozess zur menschzentrierten Gestaltung ist in einer geführten Weise implementiert und seine Arbeitsprodukte sind angemessen etabliert, kontrolliert und gepflegt. Der Prozess wird geplant, überwacht und angepasst.

²⁴ Natürlich wäre UUX-Reife treffender. Aber die Praxis nutzt nun mal diesen Begriff.

4. **Optimierend:** Der Prozess zur menschzentrierten Gestaltung wird kontinuierlich verbessert, um auf Veränderungen zu reagieren, die sich aus organisatorischen Zielen ergeben. Es sind Ziele für Prozessinnovationen definiert worden, die die relevanten Geschäftsziele unterstützen.

Grundsätzlich sind Bestrebungen zur Verbesserung von Usability und/oder User Experience (UX) an kein bestimmtes **Prozessmodell** gebunden. Bei einer geplanten Verbesserung von Usability und/oder User Experience (UX) kann daher berücksichtigt werden, ob bereits ein Prozessmodell mit hohem Reifegrad im Unternehmen existiert, oder ob die bisherige Vorgehensweise eher einen Ad-Hoc-Charakter hat.

Wenn ein Prozessmodell mit hohem Reifegrad vorliegt, dann ist es einfacher, zusätzliche menschzentrierte Gestaltungsaktivitäten einzuplanen. Dies trifft insbesondere dann zu, wenn diesem ausgereiften Prozessmodell ein generisches Vorgehensmodell wie etwa das allseits bekannte von Barry W. Boehm zugrunde liegt:

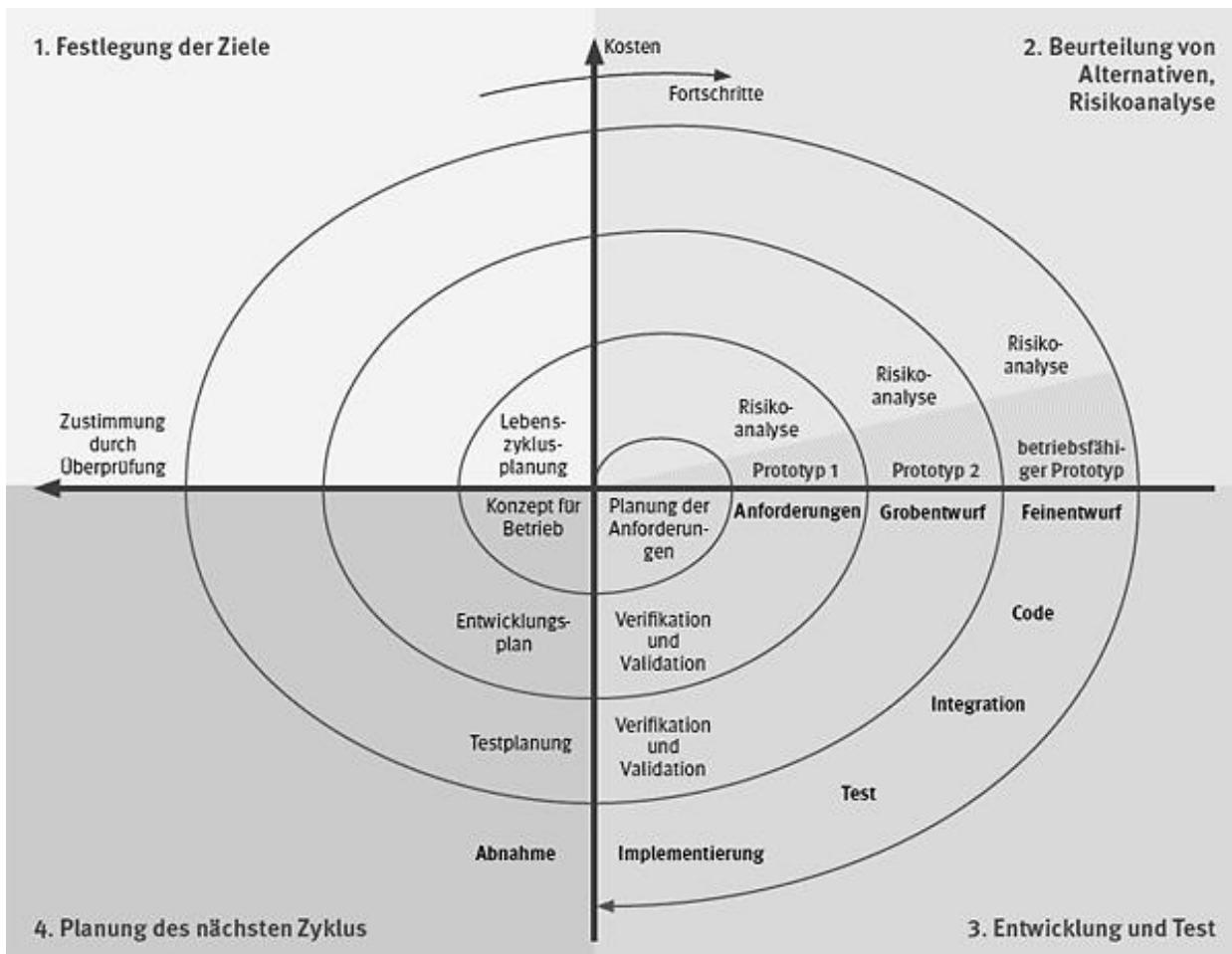


Abbildung 31: Spiralmodell von Boehm (Quelle: Wikipedia)

Wenn andernfalls der aktuell eingesetzte Prozess nicht reproduzierbar ist, dann ist es sinnvoll, einen erprobten menschzentrierten

Gestaltungsprozess zu übernehmen. Einen derartigen Ansatz findet man beispielsweise in (DAkkS, 2010) im dortigen Kapitel 3 in Form eines „Entwicklung-Nutzung-Zyklus“:

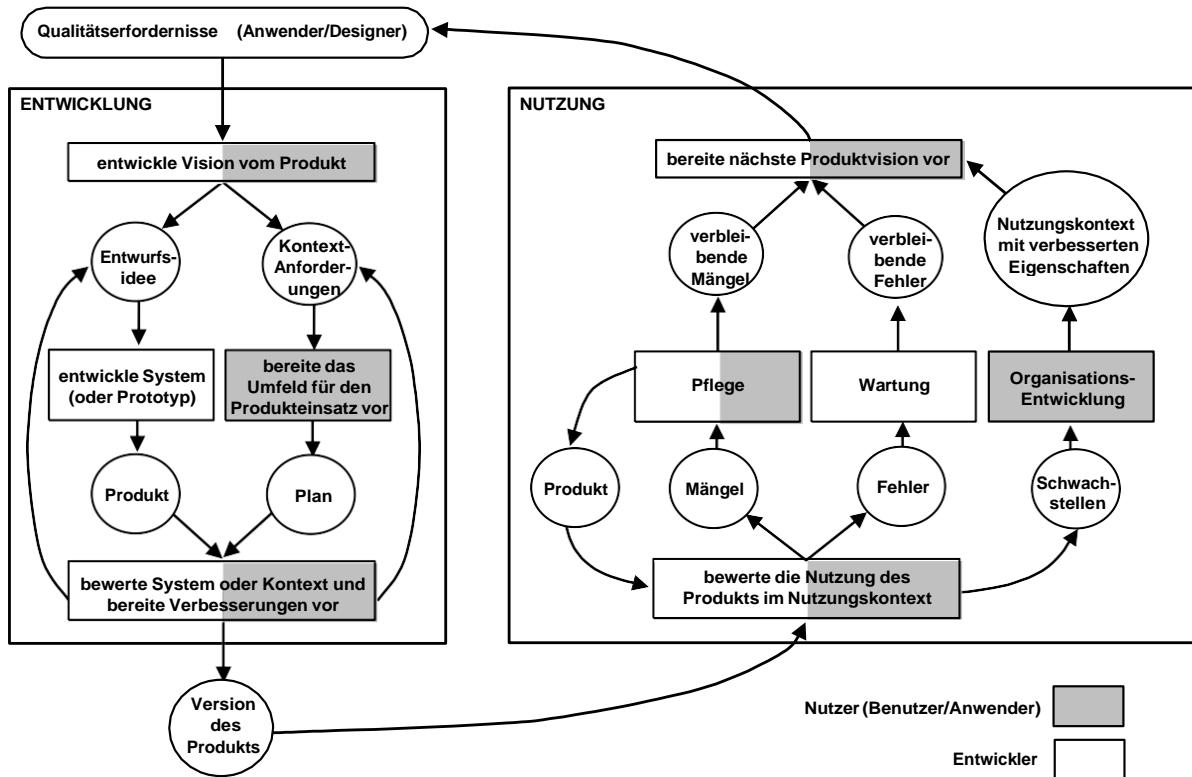


Abbildung 32: Beispiel eines UUX-Engineering-Prozessmodells (Quelle: (DAkkS, 2010))

Ein anderes Prozessmodell, das insbesondere für die Gestaltung interaktiver IT-Systeme mit komplexen Benutzeroberflächen gut verwendbar ist, stammt von **Deborah J. Mayhew**, auch wenn einige Aspekte, wie z.B. die zentrale Stellung eines Style-Guide (siehe Abschnitt 2.2.2), sicher diskussionswürdig sind.

Es besteht aus **15 Aktivitäten**, die in die drei Phasen: **Requirements Analysis, Design/Testing/Development** und **Installation** eingegordnet sind:

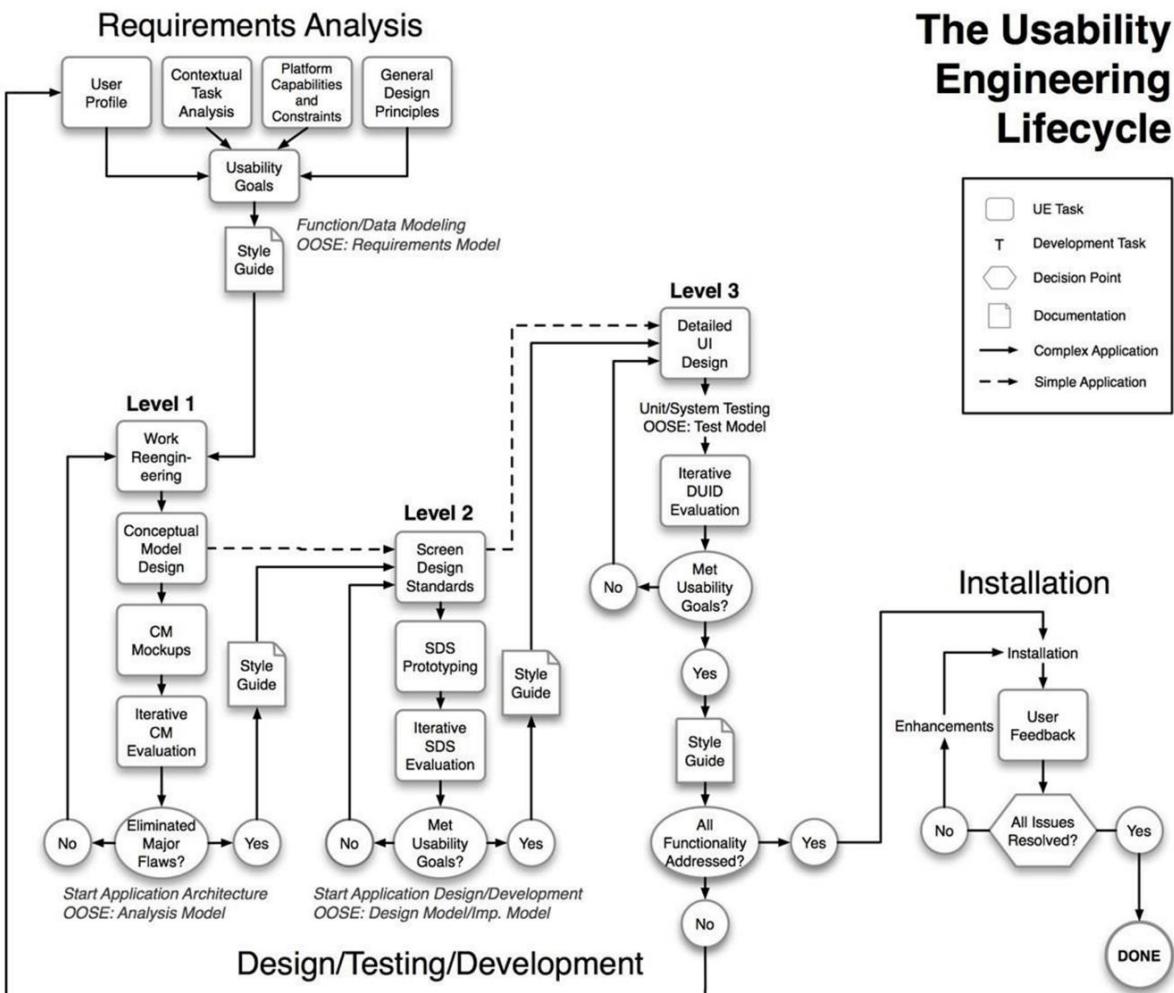


Abbildung 33: Beispiel eines Usability-Engineering-Prozessmodells für die Gestaltung komplexer Benutzeroberflächen (Quelle: In engster Anlehnung an (Mayhew, 1999))

Dieses Drei-Phasen-Modell ist gekennzeichnet durch immer wieder stattfindende Iterationen, welche bei Verfehlung der gesetzten Usability Ziele unter Umständen zu einer Wiederholung aller schon erledigten Aktivitäten führen kann.

Alle drei Phasen sind zudem eng miteinander verzahnt und erzeugen zwingend viele unterschiedliche Dokumente (hier – entgegen der allgemeinen Verwendung des Begriffs - immer Style Guide genannt), durch welche der Erfolg der Entwicklung nachhaltig gesichert werden soll.

Im Zuge der ersten Phase und somit im Bereich einer Anforderungsanalyse werden zunächst erste Nutzerprofile und die Aufgaben der Nutzer bestimmt. Dann werden auf Basis dieser ersten Schritte Systemanforderungen und Usabilityziele ermittelt.

Die zweite Phase ist diejenige, die das Prozessmodell nach Mayhew kennzeichnet und aufgrund ihrer enormen Bedeutung in drei Stufen (Level) aufgeteilt ist. Auf der ersten Stufe der zweiten Phase steht die Neugestaltung der Arbeit und die Ausarbeitung eines konzeptuellen Designs im Mittelpunkt. Sobald die hier gesetzten Ziele erreicht und durch Evaluation bestätigt wurden, ist ein Übergang in die nachgelagerte, zweite Stufe der zweiten Phase vorgesehen. Stufe zwei beinhaltet die Entwicklung und die darauffolgenden Tests der entworfenen Prototypen inklusive deren iterativer Evaluation. Der Übertritt in die letzte Stufe der zweiten Phase ist erst mit korrektem und vollständigem Abschluss der vorhergehenden Stufen sinnvoll. Hier wird die Entwicklung eines detaillierten Entwurfs solange verbessert und iterativ evaluiert, bis die zuvor definierten Anforderungen erreicht sind.

Die dritte und zugleich letzte Phase im Usability-Engineering Prozessmodell nach Mayhew ist die abschließende Installationsphase, in welcher mit Hilfe von Kunden-Feedbacks nochmals Verbesserungen stattfinden.

Die ISO 9241 gliedert den menschzentrierten Gestaltungsprozess interaktiver IT-Systeme in einem **Referenzmodell** exemplarisch wie folgt:

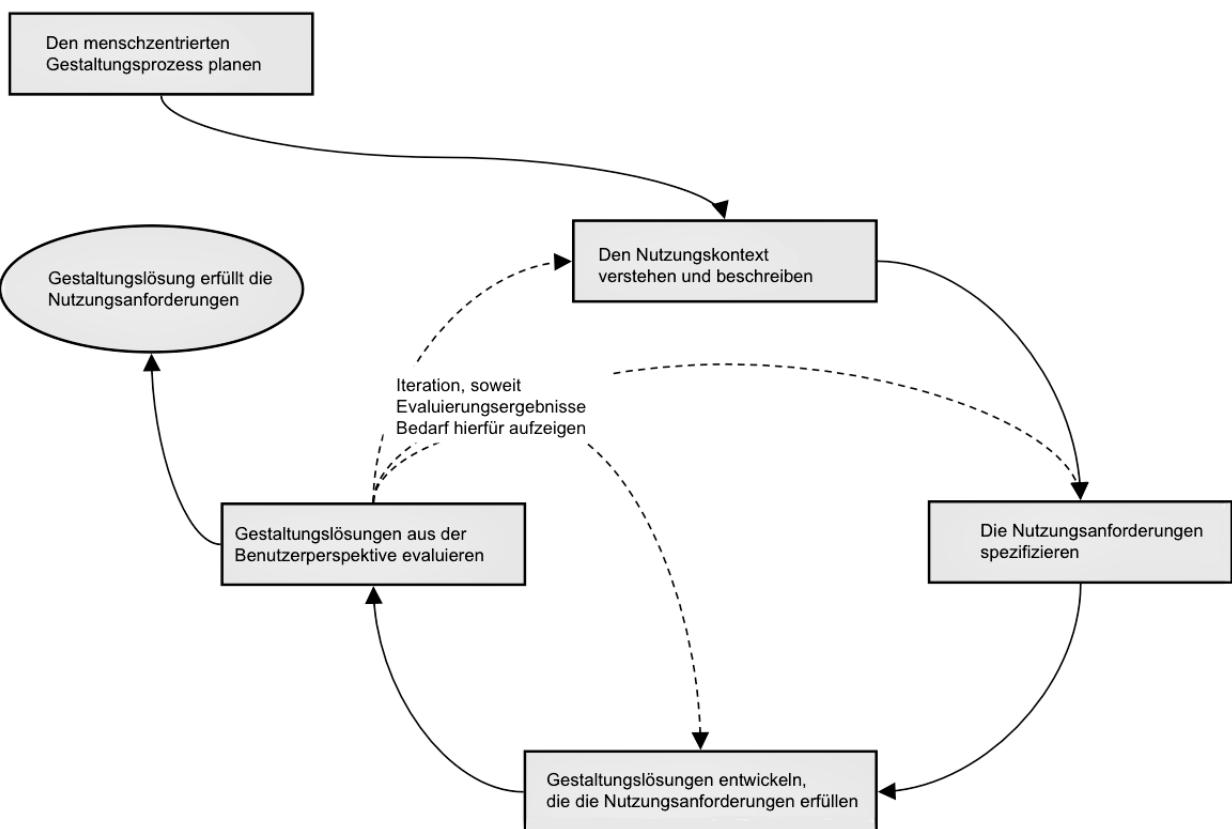


Abbildung 34: Struktur und wechselseitige Abhängigkeit menschzentrierter Gestaltungsaktivitäten (Quelle: ISO 9241-210)

Die vier unabdingbaren Gestaltungsaktivitäten:

- Den Nutzungskontext verstehen und beschreiben (siehe Kapitel 4)
- Die Nutzungsanforderungen spezifizieren (siehe Kapitel 5)
- Gestaltungslösungen entwickeln, die die Nutzungsanforderungen erfüllen (siehe Kapitel 6)
- Gestaltungslösungen aus der Benutzerperspektive evaluieren (siehe Kapitel 7)

sind dabei von überragender Wichtigkeit und dürfen in keinem konkreten Prozessmodell unberücksichtigt bleiben. Dieser Lehrbrief widmet daher jeder dieser Aktivitäten ein eigenes Kapitel²⁵.

Lediglich die vorgelagerte **Planungsphase** soll nur kurz in diesem Lehrbrief kommentiert werden:

In dieser Phase planen die Verantwortlichen den menschzentrierten Teil der Gestaltungsaktivitäten für ein interaktives IT-System. Zu dieser Planung gehören die Benennung des Managers für die Aktivitäten der menschzentrierten Gestaltung und entweder das Verfassen des Projektplans oder die Einfügung der Aktivitäten menschzentrierter Gestaltung in einen existierenden Projektplan. Der Projektplan beinhaltet notwendigerweise menschzentrierte Qualitätsziele. Die Planung umfasst zudem die Benennung von Experten verschiedener Disziplinen, die am Projekt teilnehmen werden.

Folgende **Maximen** müssen laut ISO 9241-210 bei der Planung beachtet werden:

- Bei der Gestaltung wird die gesamte User Experience berücksichtigt.
- Benutzer werden in die Gestaltung und Entwicklung einbezogen.
- Das Gestaltungsteam vereint fachübergreifende Kenntnisse und Gesichtspunkte.
- Das Verfeinern und Anpassen von Gestaltungslösungen wird fortlaufend auf der Basis von Evaluationen vorangetrieben.
- Der Prozess sieht Iterationen vor.
- Die Gestaltung basiert auf einem umfassenden Verständnis der Benutzer, Arbeitsaufgaben und Arbeitsumgebungen.

“When to use iterative development? You should use iterative development only on projects that you want to succeed.”
(Martin Fowler)

Dies ist im Einklang mit der Ergonomie-Norm ISO 6385, die diesbezüglich die nachfolgenden Forderungen aufstellt:

²⁵ Auch wenn diese Aktivitäten folglich konsekutiv in diesem Lehrbrief beschrieben werden, darf niemals der zyklische Aspekt vergessen werden: Es findet im Prozessverlauf typisch ein fortwährendes Springen zwischen diesen Aktivitäten statt.

- Die Iteration von Gestaltungslösungen.
- Eine aktive Beteiligung der Benutzer und ein klares Verständnis von Benutzer- und Aufgabenanforderungen.
- Eine geeignete Aufgabenaufteilung zwischen Benutzern und Technik.
- Eine multidisziplinäre Gestaltung.

Insbesondere ist also nicht nur Usability, sondern auch User Experience (UX) ein leitendes Motiv. Wir haben es folglich in der ISO 9241-210 mit einem **Referenzmodell für UUX-Engineering** zu tun.

Zur Sicherstellung des UUX-Engineerings sind in der Planungsphase allerdings nicht nur die Aktivitäten zu detaillieren und die Kosten-/Nutzenberechnungen zu erstellen. Es ist vor allem die **Rollenverteilung** festzulegen, wobei meist nachfolgende Gruppen zwingend zu berücksichtigen sind:

- Einkäufer, Führungskräfte.
- Endbenutzer, Anwender.
- Fachleute für Arbeitswissenschaft und Ergonomie.
- Gestalter von Benutzungsschnittstellen, Grafikdesigner.
- Marketing- und Verkaufspersonal.
- Systemanalytiker, Systemdesigner, Programmierer.
- Technische Autoren, Ausbilder.
- Vertreter der Fachseite, Organisatoren.
- Wartungspersonal.

Da dieser Lehrbrief nicht umfassend über alle Ansätze im Bereich UUX-Engineering informieren kann, sei zum Schluss dieses Abschnitts auf zwei besondere Prozessmodelle der menschzentrierten Gestaltung interaktiver IT-Systeme zumindest hingewiesen:

Lean UX ist ein Ansatz für die menschzentrierte Gestaltung, der sich auf ein schnelles, iteratives Vorgehen durch frühzeitige Evaluierungen und leichtgewichtige Arbeitsergebnisse konzentriert. Lean UX unterstützt die so genannte **agile Entwicklung**, bei der funktionierende, aber unvollständige interaktive IT-Systeme, früh und häufig geliefert werden, um schnell Rückkopplung vom Benutzer zu erlangen. Charakteristisch sind selbstorganisierende Teams sowie eine iterative und inkrementelle Vorgehensweise.

Design Thinking ist ein Vorgehen bei der menschzentrierten Gestaltung, welches ebenfalls ein schnelles Erarbeiten kreativer Lösungen durch Teamarbeit im Fokus hat. Dieses Vorgehen berücksichtigt allerdings Nutzungsanforderungen nur implizit, sie werden nicht explizit formuliert oder für eine spätere Verwendung dokumentiert. Im Mittelpunkt von Design Thinking stehen idealerweise ein umfassendes und tiefes Verstehen der Benutzer sowie eine uneingeschränkte Kreativität bei der Lösungsfindung. Gefundene Lösungen werden dann angepasst.

Das Vorgehen beruht auf drei zentralen Komponenten:

1. **Teilnehmer:** Multidisziplinäre Teams, die schnell handeln, ihre kollektive Intelligenz nutzen, nachhaltige Arbeitsprozesse erzeugen und so (hoffentlich) gute Ergebnisse erzielen.
2. **Ort:** Ideen entfalten sich am besten in einer freien und flexiblen Arbeitsumgebung. D.h., variable Projekträume, bewegliche Tische und Stellwände, Platz für Visualisierungen sowie eine große Vielfalt an Materialien, um Ideen, Gedanken und Ergebnisse zu veranschaulichen.
3. **Prozess:** Ein meist sechsstufiger iterativer Prozess (Verstehen, Beobachten, Sichtweise definieren, Ideenfindung, Prototyping, Test) mit einer toleranten Art und Weise, Fehler zu betrachten, Fehler zu bewerten und mit Fehlern umzugehen.

Design Thinking und Lean UX werden oft gemeinsam bei Entwicklungsprojekten eingesetzt:

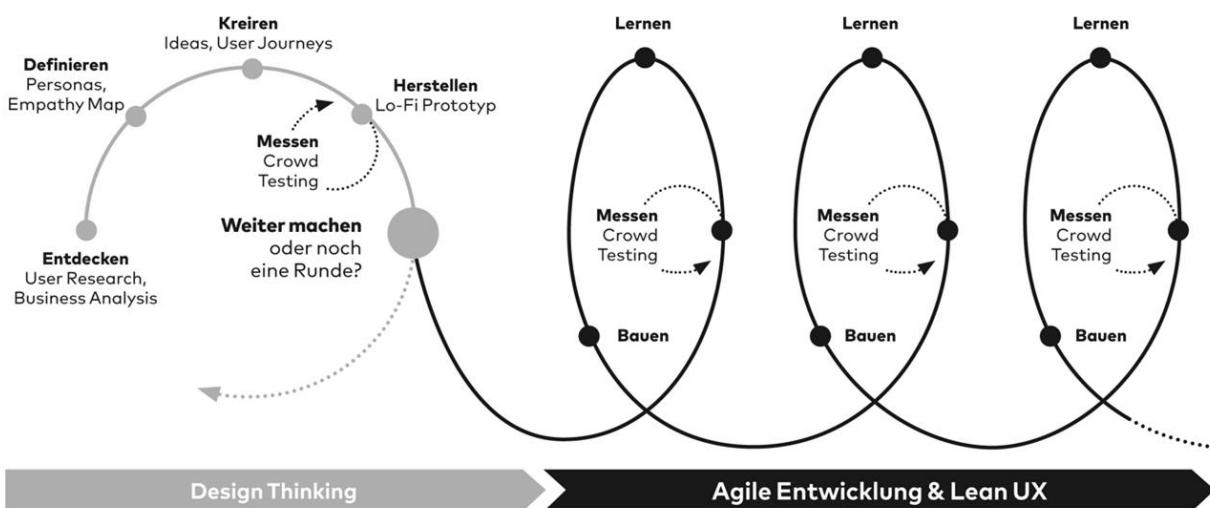


Abbildung 35: Kombination von Design Thinking und Lean UX bei Entwicklungsprojekten (Quelle: <https://page-online.de/branche-karriere/ux-design-in-der-praxis-bei-aperto>)

1.4 Übungen

Aufgabe 1.1

Welche der folgenden Aspekte beeinflussen die User Experience, nicht aber die Usability des Webauftritts einer Fluggesellschaft?

1. Die Bilder auf der Website sind ansprechend.
2. Die Gepäckkosten bleiben verborgen, bis der Benutzer seinen Namen eingegeben hat.
3. Es ist möglich, ein Ticket zu stornieren und einen Teil des Geldes rückerstattet zu bekommen, aber alle Benutzer haben Schwierigkeiten damit, herauszufinden, wie sie die Rückerstattung erhalten.

4. Die Benutzer empfinden die Preise auf der Website als ziemlich hoch.
5. Die Flughafensuche ist nicht fehlertolerant. Zum Beispiel wird bei einer Suche nach 'Straßburg' nicht 'Strasbourg' vorgeschlagen.
6. Nach dem Flug ärgern sich die Benutzer über unerwünschte Marketing-E-Mails der Fluggesellschaft.

Aufgabe 1.2

Geben Sie 10 semantische Differentiale an, die für die Ermittlung der User Experience (UX) eines interaktiven IT-Systems bei einer Befragung von Belang sein könnten.

Beispiel: originell - konventionell

Aufgabe 1.3

Benennen Sie mindestens drei Faktoren, die die Validität einer Befragung beeinflussen können?

Aufgabe 1.4

Welche Standardfunktionen bieten moderne Betriebssysteme (etwa: Windows 10), um die Usability bzw. User Experience von Applikationen zu verbessern? Beschreiben Sie insbesondere, für wen und wie ein Screenreader nützlich ist.

2 Rahmenbedingungen für die menschzentrierte Gestaltung interaktiver IT-Systeme

“It is impossible to work in information technology without also engaging in social engineering.”
(Jaron Lanier)

Bei Usability und User Experience (UX) geht es – wie oben ausgeführt – vorrangig um die Zufriedenstellung des Benutzers. Aber was stellt einen Menschen eigentlich zufrieden?

Einige Antworten auf diese Frage sollen in diesem Kapitel gegeben werden. Dazu betrachten wir zunächst den Menschen selbst und seine Fähigkeiten und deren Grenzen. Was ich nämlich z.B. nicht richtig sehen kann, kann mich auch nicht zufriedenstellen.

Danach werden zunächst die Qualitätskriterien für interaktive IT-Systeme benannt, über die lediglich Konsens besteht. Weitere Qualitätskriterien, die uns als Gesellschaft so wichtig sind, dass wir sie verpflichtend vorgegeben haben, werden anschließend behandelt.

2.1 Menschliche Eigenarten, die für die Interaktion mit IT-Systemen relevant sind

Es ist offenkundig, dass wesentliche Eigenarten der (potenziellen) Benutzer eines interaktiven IT-Systems bei der Gestaltung berücksichtigt werden müssen. Ansonsten ist Effektivität, Effizienz und Zufriedenstellung nicht möglich. Zu diesen Eigenarten gehören körperliche Merkmale (Größe, Gewicht, ...), körperliche Fähigkeiten (Geschicklichkeit, Leistungsfähigkeit, ...), geistige Fähigkeiten (Informationsaufnahme, Informationsverarbeitung, ...) und individuelle Gegebenheiten (Alter, Kultur, ...).

In diesem Abschnitt werden einige Eigenarten der (potenziellen) Benutzer eines interaktiven IT-Systems erläutert, die für die Interaktion mit IT-Systemen von Bedeutung sind.

“If we want users to like our software, we should design it to behave like a likeable person: respectful, generous and helpful.”
(Alan Cooper)

Für die Belange dieses Lehrbriefs wird unter **äußere Wirklichkeit** die Gesamtheit dessen verstanden, was existiert. Immanuel Kant hat dies als das „Ding an sich“ bezeichnet.

Es wird wohl nicht zu klären sein, zu welcher Zeit sich das für den Menschen charakteristische **Erkenntnisinteresse an den Gegenständen der äußeren Wirklichkeit** herausgebildet hat. Weitgehend unbestritten ist jedoch, dass es ein Evolutionsergebnis ist.

Die gewonnenen Erkenntnisse über die äußere Wirklichkeit werden auf eine, uns noch weitgehend unbekannte Art im menschlichen Gehirn gespeichert, kombiniert und ausgewertet²⁶.

Sie repräsentieren in ihrer Gesamtheit eine Fülle von Informationen, die man **innere Wirklichkeit** (früher auch: **Geist**) nennt. Innere Wirklichkeit ist demnach das subjektive Erleben, das individuelle Modell der äußeren Wirklichkeit. Sie umfasst alle Erkenntnisse und Vorstellungen eines bewusstseinsfähigen Individuums.

Und jeder kennt unzählige Beispiele dafür, dass seine innere Wirklichkeit durchaus von der äußeren Wirklichkeit abweichen kann. Dies liegt insbesondere an den begrenzten Fähigkeiten jedes Menschen und ist auch wenig verwunderlich, da die innere Wirklichkeit als Evolutionsergebnis ja vor allem dazu dient, möglichst effizient und effektiv in der äußeren Wirklichkeit zurechtzukommen. Dazu brauchen wir nämlich über gewisse Elemente der äußeren Wirklichkeit keine Informationen. Beispielsweise können wir weder die Polarisationsebene von Licht wahrnehmen noch die Richtung magnetischer Felder. Bei anderen Phänomenen der Umwelt hingegen aktualisiert der Mensch (bewusst und unbewusst) fortlaufend sein Modell der äußeren Wirklichkeit.

Menschen, die miteinander interagieren, teilen oft innere Wirklichkeiten. Aber auch geteilte innere Wirklichkeiten sind nicht immer ein treffender Ausschnitt aus der äußeren Wirklichkeit.

Wirklichkeitskonstruktionen, die man mit anderen teilt, bezeichnet man als **Konsenswirklichkeit**. Sie ist somit eine Version der äußeren Wirklichkeit, über die sich Menschen in einer bestimmten Gruppe zu einer gewissen Zeit einig sind.

Bei der Gestaltung von interaktiven IT-Systemen muss es darum gehen, Konsenswirklichkeiten für möglichst viele (potenzielle) Benutzergruppen herzustellen.

Bei der Konsenswirklichkeit geht es ausdrücklich **nicht um die Wahrheit** im Sinne einer Übereinstimmung gedanklicher Vorstellungen mit der äußeren Wirklichkeit: Konsens stiftend ist allein die intersubjektiv übereinstimmende Vorstellung. Und Intersubjektivität ist eben nicht zwingend Objektivität.

Letzten Endes ist Konsenswirklichkeit eine unabdingbare Voraussetzung für eine funktionierende zwischenmenschliche Beziehung.

²⁶ Die häufig geäußerte Vorstellung, dass das Gehirn ähnlich wie ein Computer funktioniert, hat sich als falsch erwiesen. So wird beispielsweise ein Bild nicht als Ganzes „gespeichert“, sondern durch Fragmente, die bei jeder Erinnerung neu zusammengesetzt werden.

Es ist das Anliegen der **Kognitionswissenschaft**²⁷ allgemein zu untersuchen, in welcher Beziehung Konsenswirklichkeiten zu inneren Wirklichkeiten stehen, insbesondere was es mit Komplikationen wie Täuschungen, Auslassungen und Einbildungen auf sich hat. Der **Physik** obliegt es, allgemeingültige Elemente der Konsenswirklichkeiten aus der äußeren Wirklichkeit abzuleiten²⁸.

Gegenstand der Kognitionswissenschaft ist also das (bewusste und unbewusste) menschliche Erleben, das zwischen Sensorik und Motorik lokalisiert ist, sowie die Verarbeitung von Erlebtem im Rahmen menschlichen Denkens und Entscheidens.

Angelpunkt dieses menschlichen Erlebens ist die **Interaktion** eines Menschen mit seiner Umwelt. Diese umfasst stets zwei Arten von Prozessen: zeitliche und psychologisch-inhaltliche.

Der **psychologisch-inhaltliche Prozess** dieser Interaktion ist im Kern ein innerer Vorgang, bei dem die Umweltaspekte vom Menschen vor allem subjektiv interpretiert werden.

Der **zeitliche Prozess** dieser Interaktion erfolgt in drei Stufen:

- Informationsaufnahme (**Reiz wird Empfindung**)
- Informationsverarbeitung (**Empfindung wird Wahrnehmung**)
- Informationsabgabe (**Wahrnehmung wird Reaktion**)

Dabei nutzt der Mensch seine **Sensorik**, um Reize aufzunehmen, und seine **Motorik**, um zu reagieren.

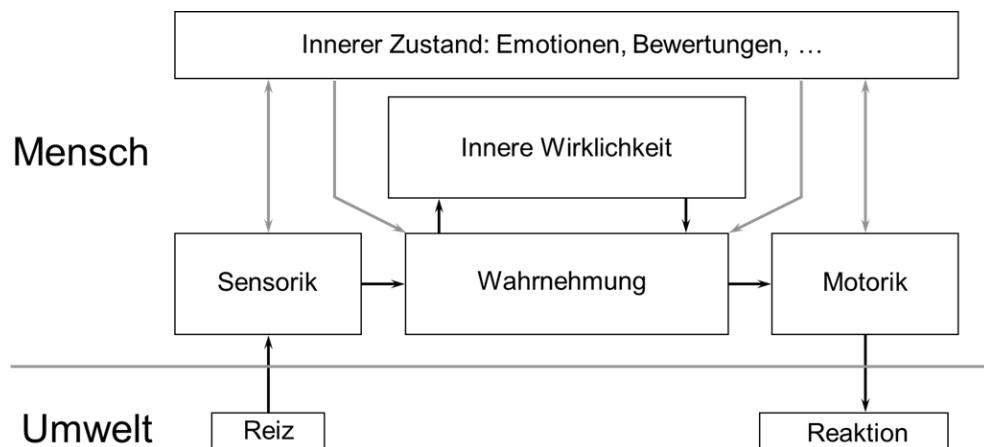


Abbildung 36: Interaktion Mensch - Umwelt (Quelle: In Anlehnung an (Heinecke, 2011))

²⁷ Der Begriff **Kognition** meint die Gesamtheit aller psychischen Fähigkeiten, Funktionen und Prozesse, die der Aufnahme, der Verarbeitung und der Speicherung von Informationen dienen.

²⁸ Für eine Diskussion dieses Themas aus der Sicht eines Physikers siehe (Tegmark, 2016).

Phänomene der Umwelt erzeugen durch geeignete Sensoren zunächst elektrische Signale. Diese werden über das zentrale Nervensystem an das Gehirn weitergeleitet und beeinflussen dort gewisse (sensorische) Gehirnbereiche durch Stimulation von Nervenzellen, was zu einem **Sinneseindruck** (einer **Empfindung**) führt.

Die das Gehirn erreichenden elektrischen Signale lassen meist keinen Rückschluss mehr auf den physikalischen Reiz zu. So können z.B. elektrische Signale im Sehnerv sowohl durch optische wie auch durch mechanische oder elektrische Reizung des Auges entstehen.

Zudem werden Empfindungen nicht nur von den Stimulationen sensorischer Nervenzellen, sondern auch vom jeweiligen inneren Zustand des Menschen beeinflusst.

Das **Weber-Fechner-Gesetz** besagt, dass sich (außer bei Schmerz- und Temperaturempfindungen) in einem mittleren Geltungsbereich die Intensität einer Empfindung stets proportional zum Logarithmus der objektiven Stärke des physikalischen Reizes verhält. Eine Verdopplung der physikalischen Reizstärke bewirkt also einen Zuwachs der subjektiven Empfindung um etwa 30 %, eine Verzehnfachung eine Verdoppelung. Das Gesetz bedeutet auch, dass in einem mittleren Geltungsbereich das Verhältnis von bemerkbaren Reizstärkeunterschieden zur Ausgangsreizstärke konstant ist.²⁹

Wahrnehmung (auch **Perception** genannt) entsteht nach der Informationsaufnahme durch unbewusstes (und manchmal bewusstes) Filtern und Zusammenführen von Empfindungen zu subjektiv sinnvollen Gesamteindrücken. Diese werden laufend mit gespeicherten Konstrukten und Schemata der inneren Wirklichkeit abgeglichen. Der Abgleich wird ebenfalls vom jeweiligen inneren Zustand des Menschen beeinflusst.

Empfindung ist demnach eine Vorbedingung der Wahrnehmung, sozusagen die erste Stufe neuronaler Vorgänge, die letztlich Wahrnehmung ermöglichen.

Das Ergebnis der Wahrnehmung ist die Reaktion auf die Umwelt. Diese Reaktion kann den nächsten Durchlauf der Interaktionsprozesse beeinflussen, indem beispielsweise neue Phänomene der Umwelt für die Empfindung zugänglich gemacht werden (z. B. Augenbewegung, Abtasten einer Oberfläche).

Wahrnehmung allein ermöglicht den Aufbau und die Pflege der inneren Wirklichkeit und dadurch antizipatorisches und planerisches Denken. Sie ist somit auch eine Grundlage von Lernprozessen.

²⁹ Beispielsweise steht der gerade noch bemerkbare Reizunterschied zwischen zwei Gewichten in einem konstanten Verhältnis zur Größe des Bezugsgewichts. So empfindet man eine Gewichtszunahme eines Gegenstands von zunächst 50 g, wenn das Gewicht um 1 g auf 51 g angewachsen ist. Bei einem Gegenstand von 5000 g muss aber das Gewicht um fast 100 g anwachsen, um als schwerer empfunden zu werden.

Inhalte und Qualitäten einer Wahrnehmung können manchmal (aber nicht immer) durch gezielte Steuerung der Aufmerksamkeit und durch Wahrnehmungsstrategien verändert werden.

Es ist wichtig zu verstehen, wie die menschliche Wahrnehmung funktioniert, damit man interaktive IT-Systeme gestalten kann, die von (potenziellen) Benutzern gut wahrgenommen werden können. Besonders wichtig ist auch zu verstehen, wo die Grenzen der menschlichen Wahrnehmung sind.

2.1.1 Empfindung

Empfindungen basieren auf den Sinnen des Menschen, die zusammen als **Sensorik** bezeichnet werden:

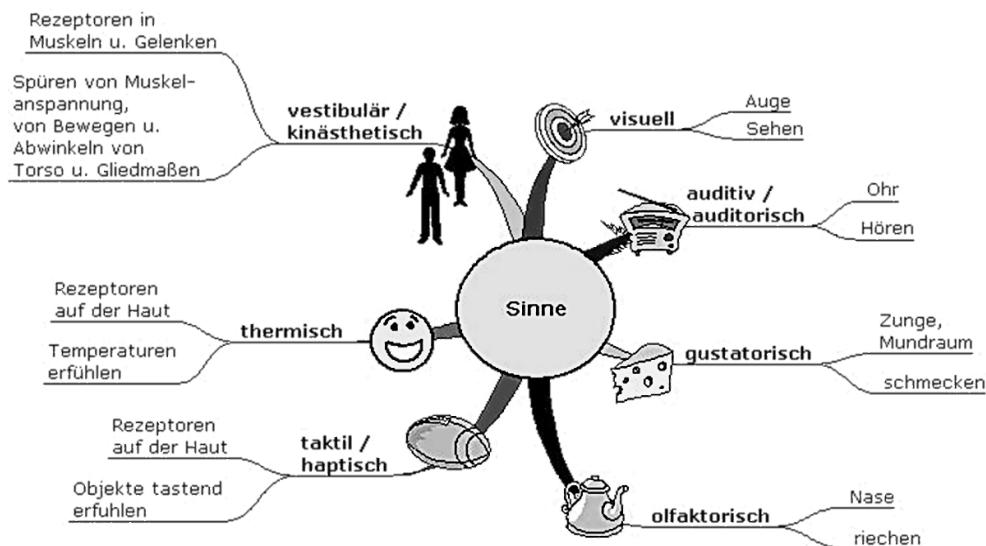


Abbildung 37: Sinne des Menschen (Quelle: <http://www.teachsam.de>)

Der Beitrag der Sinne zur Fülle der Empfindungen ist allerdings normalerweise sehr unterschiedlich:

So entfallen auf das Auge etwa 87 % der Empfindungen, auf das Ohr weitere 10 %. Die verbleibenden 3 % sind auf Geschmack, Geruch, Druck, Schmerz, Wärme, sowie Kälte verteilt.

Wir beschränken uns in diesem Lehrbrief daher auf eine Erläuterung des Sehens und des Hörens, da somit im Normalfall etwa 97 % der Empfindungen abgedeckt sind.

Hierfür benötigen wir aus der Physik das Konzept einer **Welle**, die dort definiert ist als eine Schwingung einer physikalischen Größe, die sich räumlich ausbreitet und dabei Energie transportiert. Unter **Schwingung** ist hierbei eine zeitlich abwechselnd positive und

negative Abweichung von einem mittleren Wert der physikalischen Größe zu verstehen. Schwingungen treten auf, wenn Störungen mechanischer, elektrischer oder auch thermischer Gleichgewichte zu Kräften führen, die den Störungen entgegenwirken.

Man spricht von **Longitudinalwellen**, wenn die Schwingung der physikalischen Größe in Ausbreitungsrichtung der Welle erfolgt. Bei Schwingungen senkrecht zur Ausbreitungsrichtung spricht man von **Transversalwellen**. Periodische, ungedämpfte Transversalwellen kann man durch mathematische Sinusfunktionen visualisieren:

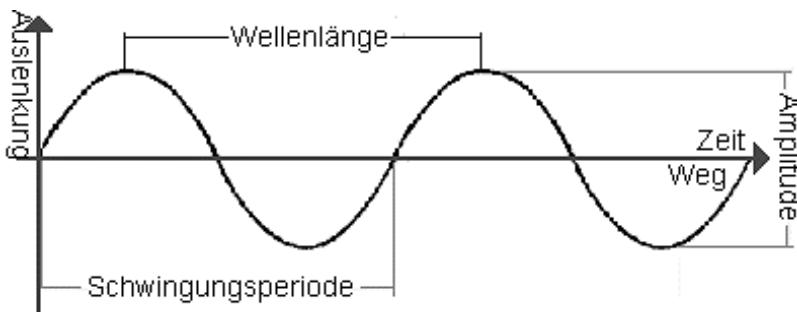


Abbildung 38: Parameter einer periodischen, ungedämpften Transversalwelle

Eine Welle kann durch folgende Eigenschaften beschrieben werden:

- **Amplitude:** Auslenkung der Schwingungen der Welle.
- **Ausbreitungsgeschwindigkeit:** Geschwindigkeit mit der sich die Welle fortbewegt.
- **Frequenz:** Anzahl der Schwingungen pro Zeiteinheit. Für die Anzahl Schwingungen pro Sekunde wird die Einheit **Hertz [Hz]** verwendet.
- **Schwingungsperiode:** Zeit für den Durchgang zweier benachbarter Wellenberg.
- **Wellenlänge:** Abstand zweier benachbarter Wellenberg.

Dabei gilt:

$$\text{Ausbreitungsgeschwindigkeit [m/s]} = \text{Frequenz [Hz]} * \text{Wellenlänge [m]}$$

Folgende Wellenphänomene sind von Bedeutung:

- **Absorption:** Beim Durchgang von Wellen durch materielle Medien verringert sich die transportierte Energie der Welle.
- **Dispersion:** Bei der Ausbreitung einer Welle in einem materiellen Medium hängt die Ausbreitungsgeschwindigkeit in der Regel von der Wellenlänge bzw. von der Frequenz ab.

- **Interferenz:** Überlagerung von Wellen gleicher Frequenz. Bei einer solchen Überlagerung können sich Bereiche der Verstärkung und der Abschwächung bzw. Auslöschung bilden.
- **Polarisation:** Begrenzung von Transversalwellen auf eine bestimmte Schwingungsrichtung³⁰.
- **Streuung:** Hindernisse bei der Ausbreitung, die im Vergleich zur Wellenlänge sehr klein sind, erzeugen neue Wellen, die sich von dort aus in alle Richtungen ausbreiten.
- **Überlagerung:** Mehrere ähnliche Wellen breiten sich gleichzeitig aus, ohne sich gegenseitig zu behindern. Mathematisch entspricht dies einer Linearkombination von Wellenfunktionen.

2.1.1.1 Sehen

"It's not what you look at that matters, it's what you see."
(Henry David Thoreau)

Wellen, die durch periodische Schwingungen physikalischer Feldstärken entstehen, benötigen kein Ausbreitungsmedium. Solche Wellen können sich also auch im Vakuum fortpflanzen.

Wichtige Beispiele für derartige Wellen sind **elektromagnetische Wellen**, bei denen sowohl die elektrische als auch die magnetische Feldstärke periodische Schwingungen ausführen: Die zeitliche Änderung des elektrischen Feldes ist dabei stets mit einer räumlichen Änderung des magnetischen Feldes verknüpft und umgekehrt.

Elektromagnetische Wellen im Vakuum sind Transversalwellen und breiten sich dort mit der konstanten **Lichtgeschwindigkeit** von 299.792.458 m/s aus.

Die Ausbreitungsgeschwindigkeit elektromagnetischer Wellen in Festkörpern ist kleiner als die Lichtgeschwindigkeit, da durch die ständige Absorption und Reemission der elektromagnetischen Wellen durch die Atome des Festkörpers Verzögerungen auftreten.

Das **elektromagnetische Spektrum** ist die Gesamtheit aller elektromagnetischen Wellen verschiedener Frequenzen.

(Sichtbares) Licht ist jede Überlagerung von elektromagnetischen Wellen, deren Frequenzen (Wellenlängen) im Bereich von ca. **380 - 790 THz** (ca. **380 - 780 nm**) liegen³¹. Konkrete Ausprägungen des sichtbaren Lichts nennt man eine **Lichtwelle** oder einen **Lichttreiz**.

³⁰ Wenn man es ganz genau nimmt, beschreibt dies nur die lineare Polarisation. Es gibt aber beispielsweise auch die zirkulare Polarisation.

³¹ Ein **Terahertz [THz]** ist 10^{12} Schwingungen pro Sekunde. Ein **Nanometer [nm]** ist 10^{-9} Meter.

Für die **Erzeugung von sichtbarem Licht** erhitzt man klassisch einen Festkörper. Dies führt ab einer gewissen Temperatur dazu, dass Lichtreize über einen großen (von der Temperatur des Festkörpers abhängigen) Bereich von Frequenzen (Wellenlängen) ausgesendet werden.

Objekte, die Licht aussenden, nennt man eine **Lichtquelle**. Der Betrag der Lichtenergie, die eine Lichtquelle verlässt, ist deren **Strahlung**. Der Betrag der Lichtenergie, die ein Objekt erreicht, bestimmt dessen **Beleuchtung**.

Sehen ist der Prozess der **Empfindung von sichtbarem Licht mit Hilfe der menschlichen Augen**: Die in das Auge eintretenden Lichtreize werden zunächst durch die optischen Komponenten des Auges (Hornhaut, Linse, Glaskörper) gebündelt und dann auf die Netzhaut projiziert. Dort erfolgt die Umwandlung der Lichtreize in elektrische Signale, die über die Sehbahn in das Gehirn gelangen.

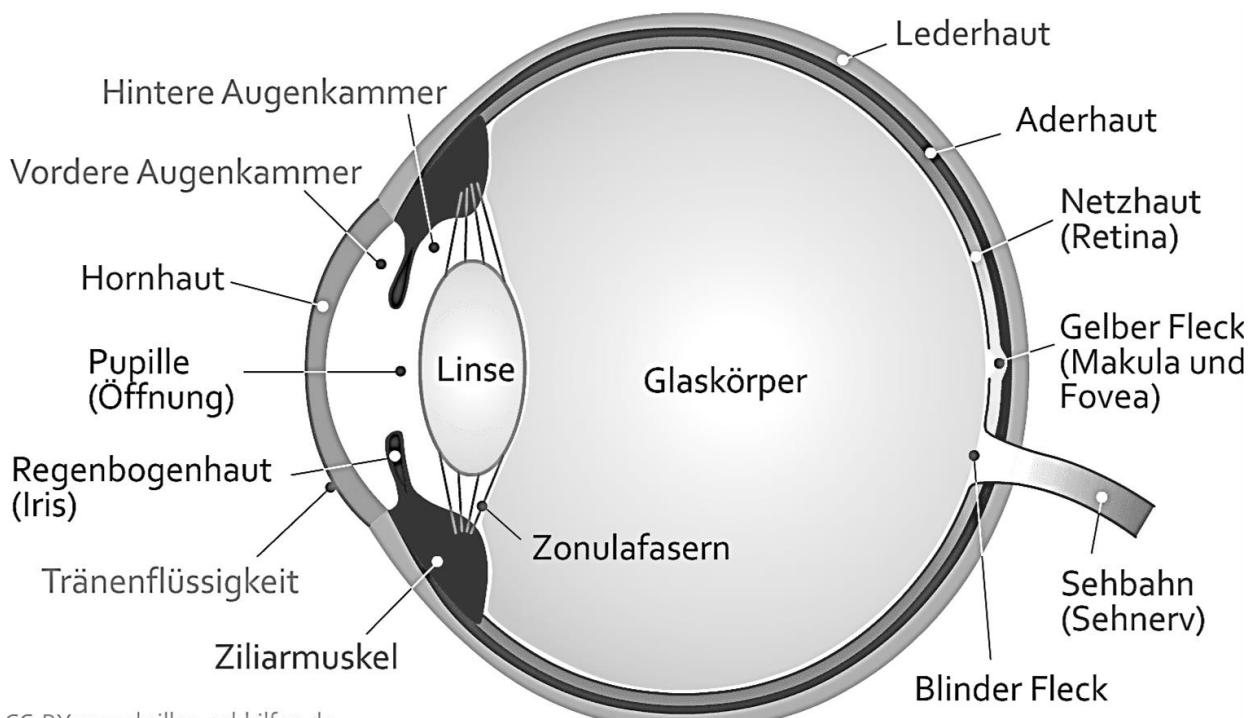


Abbildung 39: Das menschliche Auge (Quelle:
<http://www.brillen-sehhilfen.de>)

Der Ziliarmuskel beeinflusst die Krümmung der elastischen Augenlinse und verändert so die optische Brechkraft der Augenlinse. Dadurch kann man sowohl in der Ferne als auch in der Nähe scharf sehen. Die für ein scharfes Sehen notwendige Anpassung der Krümmung der Augenlinse an die jeweilige Entfernung nennt man **Akkommodation**. Unter **Akkommodationsbreite** versteht man dementsprechend den Entfernungsbereich, in dem ein Mensch scharf sehen kann. Die untere Grenze der Akkommodationsbreite (der so genannte **Nahpunkt**) liegt bei Kindern und Jugendlichen zwischen 7 und 20 cm, bei Erwachsenen

zwischen 20 und 50 cm und bei alten Menschen zwischen 50 und 100 cm.

Die Netzhaut des Auges ist für die Umwandlung der Lichtreize in elektrische Signale mit zwei Arten von Sinneszellen ausgestattet: Die **Stäbchen** zeichnen sich durch eine hohe Sensitivität für Amplitudenunterschiede der Lichtreize aus. Sie sind daher für das Sehen in der Dämmerung geeignet, können jedoch kaum Frequenzen (Wellenlängen) von Lichtreizen unterscheiden. Die **Zapfen** hingegen, die an stärkere Amplituden der Lichtreize angepasst sind, kommen in drei verschiedenen Typen vor, die jeweils bei einer anderen Frequenz (Wellenlänge) ihr Sensitivitätsmaximum haben. Ihre Verschaltung ermöglicht das Farbensehen³².

Amplituden eines Lichtreizes werden vom Menschen als **Helligkeit** empfunden. Das Auge kann sich durch verschiedene Mechanismen an unterschiedlichste Amplituden anpassen (**Adaption**). Die empfundene Helligkeit hängt dabei mit der tatsächlichen Amplitude des Lichtreizes entsprechend dem Weber-Fechner-Gesetz zusammen.

Da die etwa 100 - 120 Millionen Stäbchen eines Auges äußerst sensitiv auf Amplitudenänderungen eines Lichtreizes reagieren, gestatten sie auch bei sehr schwachen Lichtreizen noch ein Hell-Dunkel-Sehen. Unter normalen Lichtverhältnissen sind sie jedoch hoffnungslos übersteuert und unbrauchbar. Dann kommen die etwa 6 - 8 Millionen Zapfen eines Auges ins Spiel.

Es gibt so genannte lange, mittlere und kurze Zapfen, die auf unterschiedliche Wellenlängenbereiche reagieren. Diese werden als **L-Typ**, **M-Typ** und **S-Typ** Zapfen bezeichnet:

³² Neben Zapfen und Stäbchen gibt es eine dritte Art von Sinneszellen im menschlichen Auge: Gewisse Ganglienzellen reagieren besonders auf „blaues“ Licht und beeinflussen den Melatoninhaushalt, der für die „innere Uhr“ des Menschen bedeutsam ist. Ihre Entdeckung zu Beginn dieses Jahrhunderts ermöglichte u.a. die Entwicklung von menschzentrierten Beleuchtungskonzepten für Innenräume. Auch für Smartphones hatte dies Auswirkungen: Es gibt jetzt meist einen Nachtmodus, bei dem ein Blaufilter zugeschaltet wird.

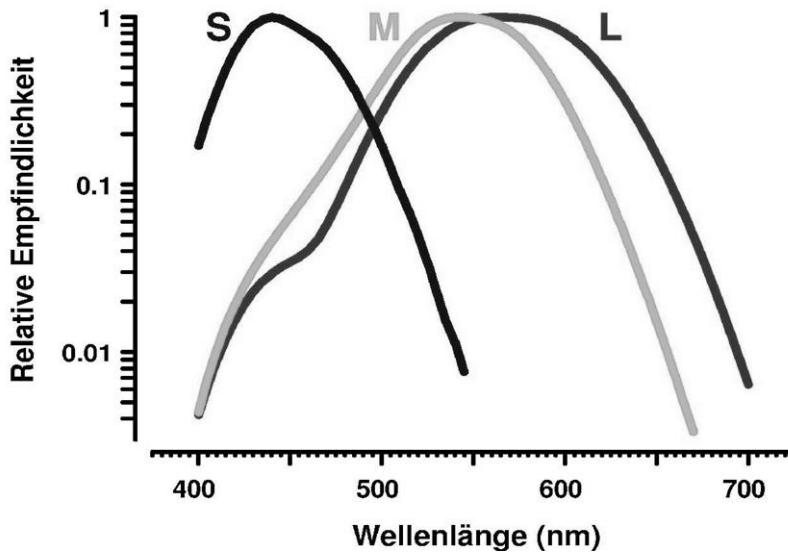


Abbildung 40: Relative Empfindlichkeit der Zapfentypen (Quelle: <http://www.allpsych.uni-giessen.de/karl/teach/farbe.html>)³³

Die drei Zapfentypen reagieren folglich auf unterschiedliche Frequenzen im Bereich des sichtbaren Lichts, wobei jeder Lichtreiz aber mindestens zwei Typen stimuliert. Nachgeschaltete Nervenzellen „verrechnen“ dann die unterschiedlichen Erregungen der Zapfen-Typen und senden ein elektrisches Signal an das Gehirn, das zunächst einmal vom Menschen als **Farbe** empfunden wird.

Farbe ist daher (wie übrigens auch Helligkeit) keine Eigenschaft eines Objekts, sondern lediglich eine spezifische Empfindung des Menschen, ausgelöst von Lichtreizen, die dieses Objekt ausstrahlt oder reflektiert.

Farben gehören zur Konsenswirklichkeit, in der verschiedene Farbnamen normiert sind, beispielsweise:

Farbname	Wellenlängenbereich	Frequenzbereich
rot	≈ 780–640 nm	≈ 384–468 THz
orange	≈ 640–600 nm	≈ 468–500 THz
gelb	≈ 600–570 nm	≈ 500–526 THz
grün	≈ 570–490 nm	≈ 526–612 THz
blau	≈ 490–430 nm	≈ 612–697 THz
violett	≈ 430–380 nm	≈ 697–789 THz

Daneben gibt es die „Farben“ **schwarz**, mit der die Empfindung der Abwesenheit von Lichtreizen beschrieben wird, und **weiß** für die Empfindung, dass alle drei Zapfentypen in der Netzhaut des Auges

³³ Die Abbildung zeigt die Ähnlichkeit der Sensitivitätskurven der M- und L-Typen.

Dies hat evolutionäre Gründe: Diese zwei Zapfentypen sind nämlich erst vor entwicklungsgeschichtlich relativ kurzer Zeit aus einem gemeinsamen Urzapfen entstanden.

gleichmäßig mit hoher Intensität stimuliert werden. Weiß wird zu **grau**, wenn diese Intensitäten gleichmäßig verringert werden.

Verschiedene Überlagerungen von Lichtreizen können zu gleichen Farbempfindungen führen (im Fachjargon: **Metamerie**). Beispiel: Ein rein gelber Lichtreiz (580 nm) erzeugt die gleiche Farbempfindung wie eine Überlagerung aus einem grünen (530 nm) und einem roten Lichtreiz (660 nm).

Da Zapfen das Farbensehen ermöglichen, wird oftmals behauptet, dass allein Stäbchen für das Helligkeits- bzw. Schwarz-Weiß-Sehen zuständig sind. Das stimmt nicht: Unter normalen Lichtverhältnissen liefern die Stäbchen keine brauchbaren Signale. Sie helfen nur beim Dämmerungs- und Nachtsehen. Beim Tagessehen sind es die Zapfen, die neben der Farbempfindung auch eine (**spektrale**) **Helligkeitsempfindung** liefern.

Allerdings sind Zapfen – wie erläutert – für verschiedene Wellenlängen unterschiedlich empfindlich.

Als Faustregel kann gelten, dass die Rotanteile eines Lichtreizes (also Wellenlängen von $\approx 780\text{--}640$ nm) etwa 26 % zur Helligkeitsempfindung durch Zapfen beitragen, Grünanteile ($\approx 570\text{--}490$ nm) etwa 66 % und Blauanteile ($\approx 490\text{--}430$ nm) etwa 8 %³⁴.

$$\text{(Spektrale) Helligkeitsempfindung} \approx 0,26 \cdot \text{Rot} + 0,66 \cdot \text{Grün} + 0,08 \cdot \text{Blau}$$

Dies bedeutet u.a., dass Blauanteile eines Lichtreizes recht wenig zur (spektralen) Empfindung von Helligkeit beitragen und dass bei gleicher Intensität Grüntöne (spektral) heller empfunden werden als Rottöne.

Für die menschliche Empfindung der Helligkeit einer Lichtquelle mithilfe Stäbchen oder Zapfen gilt das Weber-Fechner-Gesetz: Bei einem exponentiellen Anstieg der Strahlung einer Lichtquelle wächst die Empfindung der Helligkeit linear. Insbesondere ist das menschliche Auge für Helligkeitsunterschiede in Bereichen geringer Helligkeit empfindlicher als in Bereichen großer Helligkeit.

Zapfen werden beim Menschen in den ersten 8 Lebensmonaten gebildet. Zapfen und Stäbchen sind ungleichmäßig auf der Netzhaut verteilt. Sie häufen sich im Zentrum und sind in den Randgebieten dünner gesiedelt.

Der Mensch empfindet im direkten Vergleich verschiedene Farben und Helligkeiten unterschiedlich. Aneinander grenzende Farben und Helligkeiten werden selbst dann unterschieden, wenn sie sehr ähnlich

³⁴ In der Literatur finden Sie manchmal leicht unterschiedliche Prozentsätze. Dies liegt an gewissen „Korrekturen“, die mehr oder weniger mit eingerechnet werden.

sind. Sind aber Farben und Helligkeiten nicht eng benachbart, so kann ein normalsichtiger Erwachsener nur etwa 5 bis 7 Helligkeiten und 10 bis 13 Farben unterscheiden. So erzeugen beispielsweise zwei nicht benachbarte Rottöne, die sehr ähnlich sind, keine unterscheidbaren Empfindungen.

Der **Kontrast** (genauer: **Helligkeitskontrast**) eines Objektes ist das Verhältnis der Helligkeit des Objektes zur Helligkeit des Hintergrundes des Objektes. Als Faustregel gilt, dass ein normalsichtiger Erwachsener absolut etwa 250 Kontrastabstufungen unterschiedlich empfinden kann. Kontraste sind für das **Formsehen** und **Bewegungssehen** fundamental: Die entsprechenden psychologisch-inhaltlichen Prozesse erfordern ja offensichtlich die Trennung von Lichtreizen.

Die Gene für die M-Typ und L-Typ Zapfen befinden sich beim Menschen auf dem X-Chromosom. Fehlt einer dieser Gene, dann kommt auch der entsprechende Zapfentyp nicht vor. Man spricht dann von **Rot-Grün-Blindheit**. Da Männer nur ein X-Chromosom besitzen, tritt diese genetisch bedingte Art von Farbensehstörung bei Männern sehr viel häufiger auf als bei Frauen (ca. 8 % der Männer, ca. 0,4 % der Frauen).

Beim **Auflösungsvermögen des menschlichen Auges** geht es um die Fähigkeit, zwei räumlich benachbarte Lichtreize (**räumliches Auflösungsvermögen**) oder zwei zeitlich aufeinander folgende Lichtreize (**zeitliches Auflösungsvermögen**) getrennt zu empfinden.

Bei einem normalsichtigen Erwachsenen beträgt das **räumliche Auflösungsvermögen** bei senkrechter Blickrichtung (im Fachjargon: bei zentraler Fixation) etwa **1 Winkelminute**³⁵: Auf 10 m Entfernung können also Strukturen im Abstand von ca. 3 mm von einem normalsichtigen Erwachsenen noch unterschieden werden, wenn sie im Zentrum des Sichtfeldes sind. Dies bedeutet beispielsweise, dass die **Bildpunkte (Pixel)** eines Smartphones, das aus 30 cm Entfernung betrachtet wird, getrennt empfunden werden, wenn ihr Abstand mindestens 0,09 mm beträgt. Daher müssen Smartphone Bildschirme mindestens **283 ppi (Pixel Per Inch)** aufweisen, um eine zufriedenstellende Darstellung für die meisten Menschen zu garantieren³⁶.

Das **zeitliche Auflösungsvermögen** eines normalsichtigen Erwachsenen ist stark von den Lichtverhältnissen abhängig und beträgt beim **Tagessehen etwa 50**, beim **Dämmerungssehen etwa 10 Lichtreize pro Sekunde**. Eine höhere Anzahl von Lichtreizen wird zunächst als Flimmern, bei noch höheren Anzahlen als kontinuierlicher Lichtreiz wahrgenommen. Dies bedeutet insbesondere, dass sich bei raschen Änderungen Bildinhalte mit den für Millisekunden weiterbestehenden vorherigen Bildinhalten überlagern und die aufeinanderfolgenden Einzelbilder dadurch in der Empfindung miteinander verschmelzen. Eine

³⁵ Dies ist der sechzigste Teil eines Winkelgrads und entspricht definitionsgemäß einer Sehschärfe von 1,0.

³⁶ $0,09 = 3 \cdot 300 / 10.000$ und $25,4 / 0,09 = 282,2\dots$ Näheres hierzu siehe Abschnitt 3.2.2.

Bildrate sollte daher bei normaler Helligkeit einen Wert von ca. **20 - 30 Bildern/Sekunde** nicht unterschreiten, um dem Menschen bei moderat unterschiedlichen Bildinhalten eine flüssige Empfindung zu vermitteln.

Mit normalsichtigen Augen hat ein Erwachsener ungefähr folgende **räumliche Gesichts-, Blick- und Sichtfelder**:

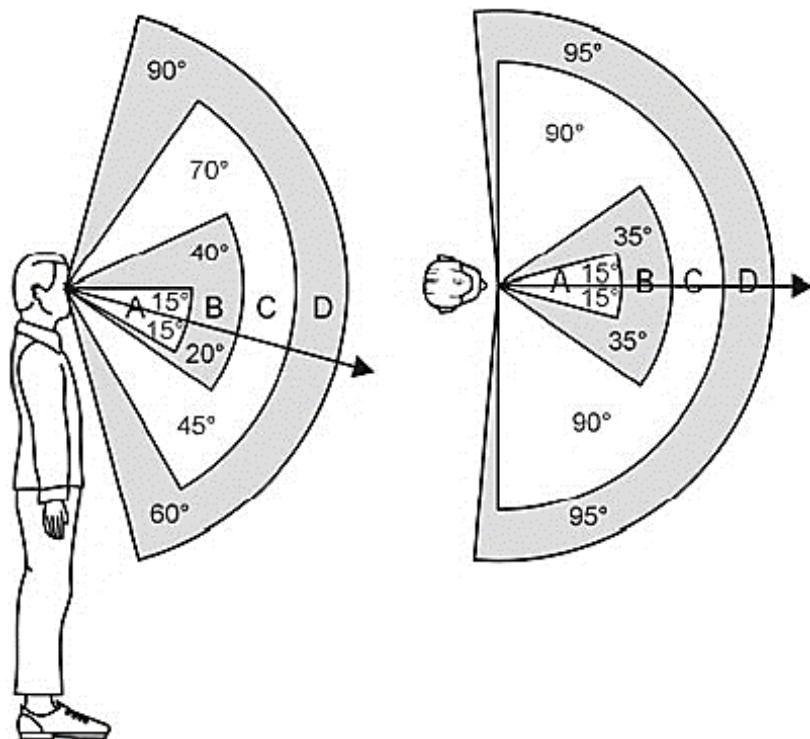


Abbildung 41: Vertikales und horizontales Gesichts-, Blick- und Sichtfeld des Menschen bei der normalen Neigung des Blickes um ca. 15 Winkelgrad
(Quelle: (Lange & Windel, 2017))

Das **Gesichtsfeld** ist dabei definiert als der Bereich, der bei **fester Kopfhaltung ohne Augenbewegungen** gesehen werden kann. Das **Blickfeld** ist der Bereich, der bei **fester Kopfhaltung mit Augenbewegungen** gesehen werden kann, und das **Sichtfeld** (auch **Umblickfeld** genannt) ist der Bereich, der bei ansonsten **fester Körperhaltung durch Kopf- und Augenbewegungen** gesehen werden kann. **A** ist in der obigen Abbildung dann der Bereich des optimalen Gesichtsfeldes, **B** das maximale Gesichtsfeld, **C** das maximale Blickfeld und **D** das maximale Sichtfeld.

Für die Gestaltung interaktiver IT-Systeme bedeutet das bisher Gesagte u.a.:

1. Interaktive IT-Systeme sollten so gestaltet sein, dass ihre Bedienung ab einem Sehabstand von 20 – 50 cm erfolgen kann. Der untere Wert gilt für Jugendliche, der obere für Senioren. Für normalsichtige Erwachsene liegt der Wert bei mindestens 25 cm.
2. Visuelle Objekte eines interaktiven IT-Systems, zwischen denen räumlich keine Lücken gesehen werden sollen, müssen unter 1 Bogenminute Sehwinkel bei senkrechter Blickrichtung voneinander entfernt sein.
3. Objekte eines interaktiven IT-Systems, die ohne ermüdende Augen- und Kopfbewegungen als Ganzes gesehen werden sollen, dürfen in der Ausdehnung horizontal optimal 30° und maximal 70° Sehwinkel und vertikal optimal 30° und maximal 60° Sehwinkel einnehmen.
4. Bei Bildfolgen eines interaktiven IT-Systems, die flüssig empfunden werden sollen, müssen die einzelnen Bilder bei normalen Lichtverhältnissen innerhalb von ca. 30 - 50 Millisekunden aufeinander folgen.

Abschließend sei noch auf zwei Einheiten hingewiesen:

Lumen [lm] ist eine standardisierte Einheit für die **Helligkeit einer Lichtquelle**. 1 Lumen ist der Lichtstrom, dessen empfundene Helligkeit der von 1/683 W Strahlleistung bei 540 THz (etwa 555 nm) entspricht. Eine klassische 100-W-Glühlampe leuchtet im Neuzustand mit etwa 1.200 lm. LED-Leuchtmittel erreichen bis zu 140 lm/W. Damit sind sie mehr als 10-mal so effizient wie klassische Glühlampen.

Das **Lux [lx]** ist eine Einheit für die **Beleuchtungsstärke einer beleuchteten Fläche**. Die Beleuchtungsstärke beträgt 1 lx, wenn ein Lichtstrom von 1 lm auf eine Fläche von 1 m² gleichmäßig auftrifft. Sonnenlicht kann mittags bis zu 100.000 Lux Beleuchtungsstärke erzeugen. Für Büroumgebungen sind beispielsweise am Arbeitsplatz mindestens 500 Lux vorgeschrieben (siehe Abschnitt 2.3.1).

2.1.1.2 Hören

Schall bezeichnet mechanische Schwingungen in einem elastischen Medium (Gas, Flüssigkeit, Festkörper). Diese Schwingungen pflanzen sich in Form von **Schallwellen** als Druckschwankungen fort.

In ruhenden Gasen und Flüssigkeiten ist eine Schallwelle immer eine **Longitudinalwelle**, also näherungsweise auch in Luft und Wasser. Schallwellen breiten sich mit einer für das Medium und dessen Zustand (Temperatur, Druck, ...) charakteristischen **Schallgeschwindigkeit** aus. Bei einer Temperatur von 20 °C beträgt diese in Luft ca. 343 m/s und in Wasser ca. 1.484 m/s.

Als **Schalldruck** werden die Druckschwankungen des Mediums bezeichnet, die bei der Ausbreitung von Schallwellen auftreten. Der

Schalldruck ist also ein Wechseldruck, der dem statischen Druck des umgebenden Mediums überlagert ist.

Sind diese Druckschwankungen eines Mediums sinusförmig, so spricht man von einem **Ton**. Die Frequenz der entsprechenden Welle nennt man **Tonhöhe** und die Amplitude heißt **Lautstärke**.

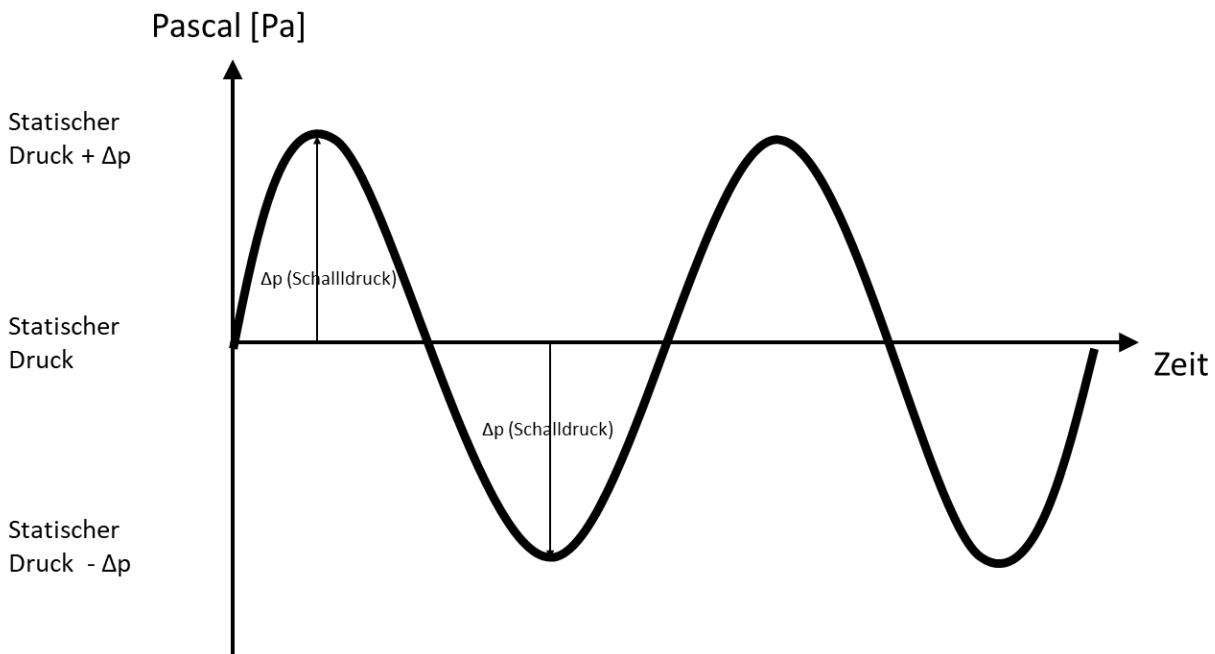


Abbildung 42: Visualisierung eines Tons

Dabei ist die Einheit **Pascal [Pa]** definiert als der Druck, den eine Kraft von einem Newton auf eine Fläche von einem Quadratmeter ausübt. Der mittlere Luftdruck auf Meereshöhe (= statischer Druck der Luft) beträgt beispielsweise ungefähr 100.000 Pa.

Das **Newton [N]** ist bekanntlich die offizielle Maßeinheit für die Stärke einer Kraft. Ein Newton entspricht ungefähr der Gewichtskraft eines Körpers mit 102 Gramm auf der Erdoberfläche – also etwa dem Gewicht einer Tafel Schokolade.

Eine **Schallquelle** ist ein Objekt, das Schallwellen erzeugt, indem es dem statischen Druck des umgebenden materiellen Mediums einen Wechseldruck überlagert. Beispiele für Schallquellen sind Lautsprecher, Musikinstrumente und Stimmbänder des Menschen. Der Schalldruck nimmt bei einer punktförmigen Schallquelle umgekehrt proportional zum Abstand ab.

Hören ist der Prozess der **Empfindung von Schallwellen mithilfe der menschlichen Ohren**. Die Ohrmuschel bündelt zunächst die Schallwellen und führt sie über den Gehörgang zum Trommelfell, das durch die Schallwellen in mechanische Schwingungen versetzt wird. Mit dem Trommelfell verbunden sind Ohrknöchelchen, die wie ein

Hebelsystem die Schwingungen des Trommelfells verstärken und mechanisch auf die Schnecke übertragen. Die Schnecke ist mit Flüssigkeit gefüllt und mit ca. 25.000 so genannten Haarzellen ausgestattet. Diese Haarzellen leiten die entstehenden Flüssigkeitsschwingungen dann als elektrische Signale über den Hörnerv an das Gehirn weiter. Der gesamte Prozess dauert (abhängig vom Frequenzbereich der Schallwellen) etwa 25 -70 ms.

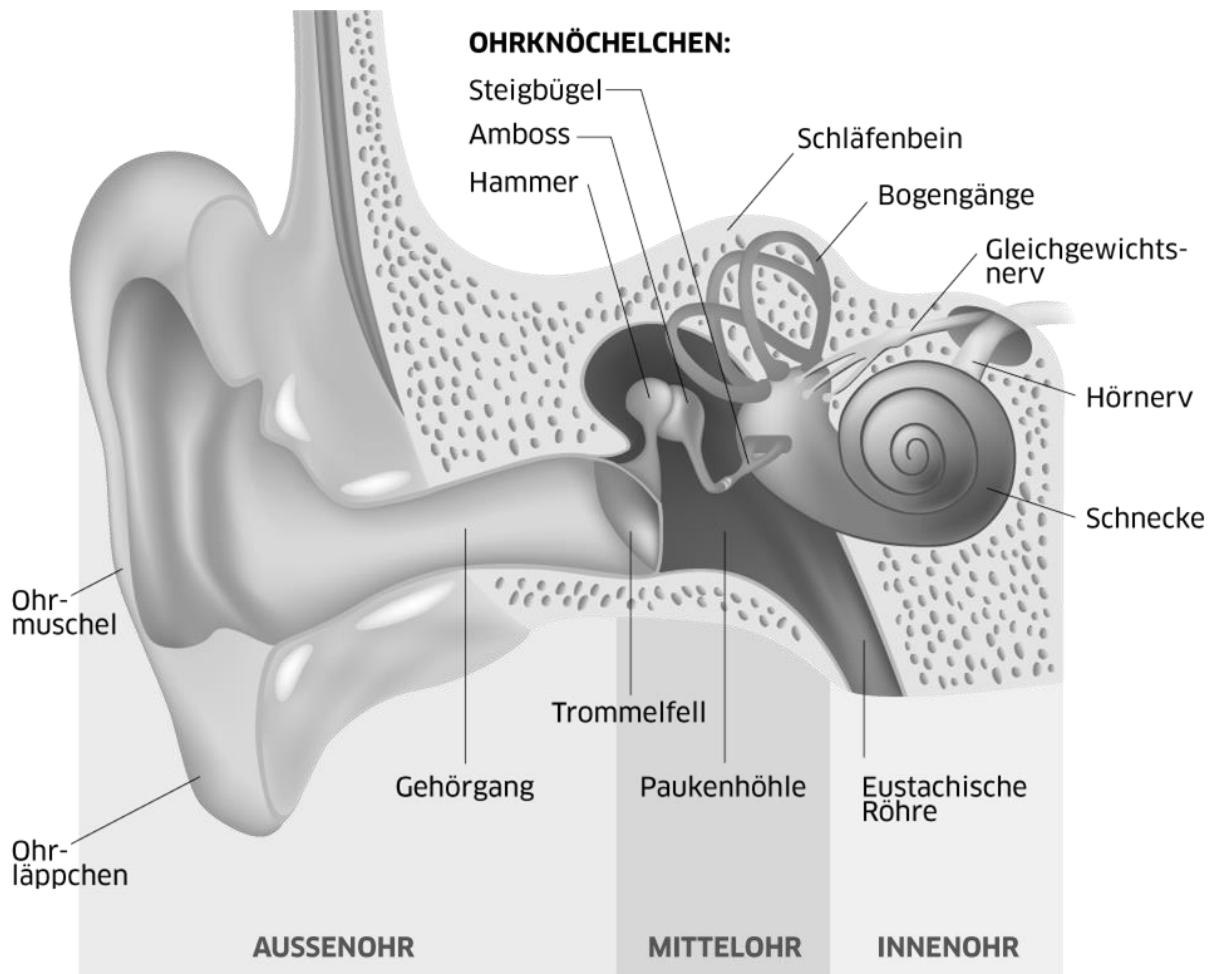


Abbildung 43: Das menschliche Ohr (Quelle: <http://www.aktivoptik.de>)

Ein normaler Erwachsener kann nur Töne bestimmter Tonhöhen und Lautstärken hören. Der hörbare Bereich umfasst frequenzmäßig etwa 20 Hz bis 20.000 Hz, wird aber im Alter deutlich kleiner (bis hinunter zu 100 bis 5.000 Hz). Amplitudenmäßig sind schon Druckschwankungen von etwa 20 Millionstel Pascal hörbar. Dieser Wert (etwa ein Fünf-milliardstel des mittleren Luftdrucks auf Meereshöhe) ist unvorstellbar klein und macht deutlich, dass das Ohr ein sehr empfindliches Sinnesorgan des Menschen ist. Wäre das Ohr für noch geringere Druckschwankungen empfindlich, würde man die Wärmebewegung der Luftmoleküle (im Fachjargon: die Brownsche Molekularbewegung) als Rauschen hören, was wahrscheinlich sehr störend wäre. Die Schmerzschwelle für das Hören liegt bei einem Schalldruck von etwa 20 Pascal.

Die höchste Sensitivität eines menschlichen Ohrs liegt bei 400 bis 3.000 Hz, dem Bereich menschlicher Sprache.

Die **Lautstärkeempfindung des Menschen ist in etwa logarithmisch**, d. h. sie steigt linear mit dem Logarithmus des Schalldrucks (Weber-Fechner-Gesetz).

Dementsprechend wird zur Beschreibung der Stärke eines Schallereignisses ein logarithmischer Maßstab (in **Dezibel [dB(A)]**) für den **Schalldruckpegel L(p)** eines Schalls verwendet:

$$L(p) = 20 * \log_{10} \frac{p}{p_0} \text{ mit } p = \text{Schalldruck des Schalls in [Pa]}$$

Der in der Definition verwendete Bezugsschalldruck p_0 beträgt $2 \cdot 10^{-5}$ Pa (= Hörschwelle (siehe oben)) und hat (natürlich) einen Schalldruckpegel von $L(p_0) = 0$ dB(A). 1 Dezibel = 1 dB(A) ist definitionsgemäß etwa die kleinste Differenz, die das menschliche Ohr noch unterscheiden kann. Offenbar gilt:

$$L(10 * p) = L(p) + 20 \text{ und } L(2 * p) \sim L(p) + 6.$$

Folgenden Schalldruckpegeln ist der Mensch eventuell ausgesetzt:

Schallquellen	Schalldruckpegel in dB(A)
Raketenstart (Schadensschwelle)	140
Explosion (Schmerzschwelle)	130
Düsenflugzeug (Unwohlseinsschwelle)	120
Propellerflugzeug	110
Rock-Konzert	100
LKW	90
PKW	80
Lautes Gespräch (Beeinträchtigungsschwelle)	70
Normales Gespräch	60
Leises Gespräch	50
Leise Radiomusik	40
Flüstern	30
Ticken einer Taschenuhr	20
Blätterschellen in der Ferne	10
Hörschwelle (unhörbar)	0

Hohe Schalldruckpegel verursachen Unbehaglichkeit und Schmerzempfindungen. Die Schmerzschwelle liegt je nach Frequenzzusammensetzung des Schalls zwischen 120 dB(A) und 140 dB(A). Ist das Gehör Schalldruckpegeln oberhalb der Schmerzschwelle ausgesetzt, sind bleibende Hörschäden selbst bei nur kurzer Einwirkzeit zu erwarten.

Die **Lautstärkeempfindung des Menschen** ist allerdings nicht nur abhängig vom Schalldruckpegel, sondern auch vom Frequenzspektrum des Schalls sowie dem Zeitverhalten des Schalls.

Sie wird in **Phon** gemessen und ist definiert als ein psychoakustisches Vergleichsmaß, das beschreibt, welchen Schalldruck ein Ton mit der Tonhöhe 1.000 Hz haben müsste, damit dieser Ton genauso laut empfunden wird, wie der betrachtete Schall.

Die **Lautstärkeempfindung des Menschen in Phon** lässt sich leider nicht aus dem Schalldruckpegel errechnen und umgekehrt (außer natürlich für einen Ton mit der Frequenz 1.000 Hz). Die Richtlinien zur Schallmessung und -bewertung benutzen daher oft den Schalldruckpegel in dB(A), welcher die empfundene Lautstärke zwar weniger genau als die Lautstärkeempfindung in Phon wiedergibt, dafür aber wesentlich einfacher zu handhaben ist. Als praktikable Faustregel kann man sich aber merken: +/- 10 dB(A) Schalldruckpegeländerung entspricht doppelter/halber realer Lautstärkeempfindung in Phon.

Das Maximum der Empfindlichkeit für Lautstärken liegt beim Menschen um 1 - 2 KHz. In diesem Bereich kann auch die größte Zahl von Lautstärkeunterschieden wahrgenommen werden. Das menschliche Ohr hat prinzipiell ein Unterscheidungsvermögen nach Tonhöhe und Lautstärke für ca. 300.000 verschiedene Schallereignisse.

Der beim Ohr eintreffende Schall, der Informationen übermittelt, wird gelegentlich auch **Nutzschall** genannt. Nicht zur Informationsübermittlung gehöriger Schall ist in dem Augenblick als **Störschall (Lärm)** zu bewerten. Durch Lärm ändert sich die Empfindung von Nutzschall.

Für die Gestaltung interaktiver IT-Systeme bedeuten diese Ausführungen u.a.:

1. **Interaktive IT-Systeme sollten den erzeugten Schalldruckpegel so niedrig halten, wie es nach der Art des Betriebes möglich ist. Insbesondere sollte kein Lärm oberhalb von etwa 55 dB(A) erzeugt werden. Das entspricht etwa dem Geräusch eines Laserdruckers.**
2. **Bei der Auswahl der zugehörigen Geräte sollten lärmarme Produkte bevorzugt werden. Die Angaben der Hersteller können hierzu herangezogen werden. Auch Tastaturen können stören.**
3. **Laute Geräte wie Drucker oder Kopierer gehören in separate Räume. Schallisolierte Unterlagen oder Schallschutzhäuben reduzieren solche Lärmquellen.**

2.1.2 Wahrnehmung

"Anything we can do to make things simpler and more transparent is a plus."
(Cap Watkins)

Im Alltag haben Menschen mit dem **Verständnis von Wahrnehmung** in der Regel keine Probleme: Wahrnehmen bedeutet einfach, sich ein für das Handeln angemessenes Bild der physikalischen Umwelt zu machen.

Will man tiefer in diese Problematik eindringen, erkennt man jedoch, dass es schwierig ist, die Wahrnehmung, also beispielsweise den psychologisch-inhaltlichen Prozess einer Interaktion, allgemeingültig zu beschreiben, da er von Mensch zu Mensch grundlegend verschieden sein kann. Insbesondere ist dies auch deshalb schwierig, weil Wahrnehmung oft unterschwellig bzw. unbewusst und vegetativ abläuft.

Allerdings gibt es drei allgemein gültige **Prinzipien der Wahrnehmung**:

- **Selektion:** Die Anzahl der Empfindungen, denen der Mensch täglich ausgesetzt ist, übersteigt bei Weitem seine Fähigkeiten. Aus diesem Grund muss selektiv gefiltert werden, was genau er wahrnehmen möchte. Diese Auswahl erfolgt u.a. durch Aufmerksamkeit, Erfahrung, Bedürfnisse und Vorlieben.
- **Organisation:** Sobald er weiß, was er wahrnehmen möchte, werden die ursprünglich einzelnen Empfindungen zu ganzheitlichen Abbildern von Dingen oder Ereignissen zusammengefügt. Diese Organisation erfolgt nicht zufällig, sondern nach ganz bestimmten Kriterien.
- **Interpretation:** Sobald die gewählten Empfindungen organisiert sind, werden sie verarbeitet, um ihnen eine Bedeutung beizumessen. Erst dann wird eine Reaktion möglich. Der Interpretationsprozess wird durch Erfahrungen und Erwartungen beeinflusst.

2.1.2.1 Selektion

Selektion sorgt dafür, dass nur bestimmte Aspekte der Umwelt wahrgenommen und andere ausgeblendet werden. Dies ist erforderlich, um die Fülle an Empfindungen überhaupt bewältigen zu können. Beweggründe für eine Selektion sind u.a. persönliche Interessen, Erwartungen, bewusste Fokussierung oder Schutzmechanismen wie Verdrängung.

Basis für die selektive Wahrnehmung ist die menschliche Fähigkeit, Muster zu erkennen, und die ständige (meist unbewusste) Suche nach Mustern. Mit Hilfe dieser Muster ist das Gehirn besser in der Lage, neue Informationen in die bereits vorhandenen einzugliedern, um so

überhaupt erst in der Lage zu sein, die einstürmende Informationsflut zu bewältigen.

Bei der Gestaltung von interaktiven IT-Systemen ist zu beachten, dass der Mensch nach wiederkehrenden, bekannten Mustern selektiert.

Akustische Empfindungen kann der Mensch nur schwer selektieren. Daher hat Lärm typisch negative Auswirkungen: Die Konzentration wird beeinträchtigt, die Leistungsfähigkeit ebenso. Lärm, der als störend und hinderlich empfunden wird, führt zu Stress.

Und Lärm wirkt besonders dann störend, wenn komplexe Aufgaben zu erfüllen sind. Dann nehmen Bearbeitungsdauer und Fehlerrate zu. Bei einfachen Aufgaben lässt sich hingegen die Störwirkung von Geräuschen durch erhöhte Aufmerksamkeit kompensieren. Auf Dauer kann man aber nicht „weghören“. Lärmresistenz kann man nicht entwickeln, die Leistung bei Lärm sinkt.

Bei der Gestaltung von interaktiven IT-Systemen ist zu beachten, dass der Betrieb in möglichst lärmarmen Umgebungen erfolgen sollte.

2.1.2.2 Organisation

Ziel der Organisation ist, eine ganzheitliche Vorstellung davon zu gewinnen, was die Empfindungen ausgelöst hat. Psychologen haben nachgewiesen, dass diese Organisation nach ganz bestimmten Kriterien erfolgt, die u.a. durch folgende **Assoziationsgesetze** bestimmt sind:

- **Gesetz der Nähe:** Elemente, die räumlich oder zeitlich nahe beieinander liegen, werden als zusammengehörig aufgefasst.
- **Gesetz der gemeinsamen Region:** Elemente in abgegrenzten Bereichen werden als zusammengehörig aufgefasst.
- **Gesetz der Ähnlichkeit:** Einander ähnliche Elemente werden eher als zusammengehörig aufgefasst als einander unähnliche.
- **Gesetz der Gleichzeitigkeit:** Elemente, die sich gleichzeitig verändern, werden als zusammengehörig aufgefasst.
- **Gesetz der guten Fortsetzung:** Elemente, die eine Fortsetzung vorangehender oder unterbrochener Elemente zu sein scheinen, werden als zusammengehörig aufgefasst.
- **Gesetz der Geschlossenheit:** Es werden bevorzugt Strukturen erkannt, die eher geschlossen als offen wirken.
- **Gesetz der guten Gestalt (Einfachheit):** Es werden bevorzugt Strukturen erkannt, die einprägsam und einfach sind.

Daneben gibt es noch so genannte sekundäre Assoziationsgesetze, die z.B. die Wirkung der Dauer des ursprünglichen Reizes und die Wirkung der Häufigkeit der Wiederholungen thematisieren.

Bei der Gestaltung von interaktiven IT-Systemen müssen die Gesetze der Nähe, der gemeinsamen Region, der Ähnlichkeit, der Gleichzeitigkeit, der guten Fortsetzung, der Geschlossenheit und der guten Gestalt (Einfachheit) beachtet werden.

Für das Lesen von Texten implizieren die selektive Mustererkennung in Verbindung mit den genannten Gesetzen insbesondere, dass ein normaler Erwachsener regelmäßig nicht einzelne Buchstaben, sondern vielmehr Wörter als Ganzes wahrnimmt. Wir lesen nämlich typisch keine Buchstaben, sondern Wörter.

Dies (und mehr) wird eindrucksvoll belegt durch das nachfolgende

Beispiel zur Mustererkennung von Wortbildern (Quelle:
<https://www.typolexikon.de/lesbarkeit>):

Aufgrund enier Sdutie an enier Elingshcen Unvirestiät ist es egal, in welehcer Rienhnelfoge die Bcuhtsbaen in einem Wort sethen, das enizg wcihitge dabei ist, dass der estre und lzete Bcuhtsbae am rcihgiten Paltz ist. Der Rest knan toltaer Bölsdinn sein, und du Knast es torztedm ohne Probleme lseen. Das geht dseshalb, wiel wir nicht Bcuhstsbae für Bcuhtsbae enzizlen lseen, sondern Wrörter als Ganzes.

2.1.2.3 Interpretation

Empfindungen werden stets zum Gegenstand einer bewussten und absichtlichen Interpretation. Dabei unterstellt der Mensch ihnen, dass sie tatsächlich eine Bedeutung haben. Bewusste Interpretation bedeutet, dass der Mensch aus verschiedenen Alternativen eine Deutung auswählt. Da geht es also um die Entscheidung: mehr oder weniger relevant.

Zunächst bewusste Interpretationsvorgänge werden durch Wiederholung allerdings zur Routine. Alternativen werden dann immer weniger in Erwägung gezogen und die Interpretation folgt immer mehr dem gleichen Muster. Sie läuft letzten Endes automatisch und unwillkürlich ab.

Bei der Gestaltung von interaktiven IT-Systemen ist zu beachten, dass der Mensch bei Wiederholungen tendenziell automatisch und unwillkürlich interpretiert.

Manche Empfindungen sind mit einer Emotion (Angst, Freude, Schreck, ...) verknüpft. Diese Verknüpfung beeinflusst dann die Interpretation.

Interpretationen beruhen oft auf einer Konsenswirklichkeit. Dies trifft insbesondere Farben. Im deutschsprachigen Bereich gilt beispielsweise diesbezüglich:

- **BLAU:** Ruhe und Vernunft aber auch Sehnsucht, Melancholie und Kühle.
- **CYAN:** Klarheit, Frische, Offenheit und Bewusstsein aber auch Dis- tanz und Leere.
- **GELB:** Heiterkeit, Wärme und Optimismus aber auch Neid, Egois- mus und Geiz.
- **GRAU:** Sachlichkeit und Nüchternheit aber auch Eintönigkeit, Ver- gänglichkeit und Langeweile.
- **GRÜN:** Glück, Hoffnung, Leben, Natur, Zufriedenheit und Regenera- tion aber auch Unreife und Gift.
- **MAGENTA:** Weiblichkeit, Magie, Würde und Pracht aber auch Ar- roganz, Egozentrik, Herrschaft und Intriganz.
- **ORANGE:** Vertrauen, Lebenslust und Vitalität aber auch Oberfläch- lichkeit und Mut.
- **ROT:** Macht, Liebe, Leidenschaft und Feuer aber auch Gefahr, Wut, Zerstörung und Zorn.
- **SCHWARZ:** Trauer, Depression und Sorgen.
- **VIOLETT:** Leidenschaft und Mystik aber auch Eitelkeit, Frust und Unruhe.
- **WEISS:** Unschuld, Reinheit, Ordnung und Wissen aber auch Leere und Flucht.

In Japan steht dagegen beispielsweise Weiß für Trauer und in China steht Rot für Glück.

Nach einer Umfrage des Instituts für Demoskopie Allensbach ist die Lieblingsfarbe von 40 Prozent der Deutschen Blau. 19 Prozent geben Rot als ihre beliebteste Farbe an, 18 Prozent bevorzugen Grün. Rosa, Grau und Braun sind nach derselben Umfrage die unbeliebtesten Farben.

Bei der Gestaltung von interaktiven IT-Systemen ist zu beachten, dass Farben entsprechend dem Kulturkreis der (potenziellen) Benutzer interpretiert werden.

2.2 Qualitätskriterien für interaktive IT-Systeme, die auf einem Konsens beruhen

Wenn Qualitätskriterien für interaktive IT-Systeme wissenschaftlich begründet werden können, werden diese häufig in **Normen** oder **Richtlinien** niedergelegt, die zum jeweiligen Zeitpunkt (idealerweise) den Stand der Technik repräsentieren. Vorrangig zu nennen ist hier die Norm **DIN EN ISO 9241** (kurz: **ISO 9241**) mit dem aktuellen Titel „Er- gonomie der Mensch-System-Interaktion“ und ihren zahlreichen Tei- len. Hierzu gehören aber auch die **Web Content Accessibility Guide- lines (WCAG)** vom World Wide Web Consortium (W3C). Letztere re- präsentieren detaillierte Richtlinien für eine barrierefreie Nutzung interaktiver IT-Systeme.

Beruhen Qualitätskriterien für interaktive IT-Systeme eher auf Erfahrung und Intuition, so sind sie dennoch oft äußerst hilfreich bei menschzentrierten Gestaltungsprozessen. Sie liegen dann meist als **Heuristiken** oder **Style-Guides** vor.

2.2.1 Heuristiken

Eine **Heuristik** (englisch: **heuristic**) ist ein Qualitätskriterium für einen Prozess oder ein System, dessen konkrete Bestimmung nicht nur einen einfachen Informationsgehalt hat, sondern auch das Potenzial für eine Verbesserung des Prozesses bzw. Systems im Sinne des Qualitätskriteriums vorgibt. Heuristiken helfen demnach nicht nur, das Ausmaß der Qualität zu bestimmen, sondern bieten unmittelbar auch einen Weg, die Qualität zu verbessern. Sie sind also operationale Anforderungen und beruhen überwiegend auf langjährigen Erfahrungen anerkannter Experten.

Beispiel, das den Unterschied zwischen Qualitätskriterium und Heuristik verdeutlicht:

- Qualitätskriterium: Die Taste F1 hat immer die gleiche Funktion.
- Heuristik: Die Taste F1 ruft immer das Hilfe-System auf.

Der Begründer der Nutzung von Heuristiken im Umfeld der Usability ist wohl **Jakob Nielsen**, ein dänischer Informatiker, der in den USA unter anderem für IBM gearbeitet hat. Er legte in den frühen 1990er Jahren die Grundlagen für eine heuristische Herangehensweise an Usability, insbesondere an die Usability von Webauftritten. Von ihm stammen die nachfolgenden **Ten Usability Heuristics**, die er 1995 erstmals postulierte:

1. **Sichtbarkeit des Systemstatus:** Das System informiert den Nutzer immer darüber, was gerade passiert. Jede Aktion sollte sofort eine Reaktion zeigen.
2. **Übereinstimmung von System und Realität des Nutzers:** Das System spricht die Sprache des Nutzers und nutzt nur Begriffe sowie Konzepte, die er kennt.
3. **Kontrolle durch den Nutzer:** Der Nutzer kann das System jederzeit steuern, und es erlaubt Experimente. Eine UNDO-Funktion ist dafür entscheidend.
4. **Konsistenz und Standards:** Elemente der Nutzeroberfläche und Benennungen sind nur unterschiedlich, wenn sie auch Unterschiedliches bewirken. Standards der jeweiligen Plattformen (z.B. des Betriebssystems) werden eingehalten.
5. **Fehlervermeidung:** Das System vermeidet fehleranfällige Situationen oder warnt den Nutzer und lässt ihn die Aktion bestätigen.
6. **Selbsterklärung vor Erinnerung:** Der Nutzer muss idealerweise nichts lernen und auch nichts im Gedächtnis behalten. Anleitungen zum Gebrauch des Systems sind sichtbar oder leicht zu erreichen.

7. **Flexibilität und Effizienz:** Kurzbefehle und andere Abkürzungen beschleunigen bei fortgeschrittenen Nutzern die Bedienung. Häufige Aktionen sind individuell anpassbar.
8. **Ästhetisches und minimalistisches Design:** Das System zeigt immer nur das an, was für die aktuelle Interaktion wirklich nötig ist.
9. **Hilfestellung beim Erkennen, Bewerten und Beheben von Fehlern:** Fehlermeldungen sind klar formuliert und geben Hilfestellung, wie man das Problem löst.
10. **Hilfe und Dokumentation:** Optimal ist ein System, das keine Hilfestellung braucht. In der Praxis funktioniert dies nicht immer, daher sollte die Dokumentation in der Sprache des Nutzers geschrieben, praktisch leicht nutzbar und leicht zugänglich sein.

Ben Shneiderman war einer der Begründer des Usability-Engineering in den 1980er Jahren. Er hat 1985 erstmals Usability-Heuristiken in Form von 8 Regeln aufgestellt, die dem Gestalter helfen sollen, ein gutes interaktives IT-System zu entwerfen. Sie sind als **Eight Golden Rules** bekannt:

1. **Konsistenz:** Ähnliche Aktionen, Funktionen (Löschen, Weiter, Zurück), Inhalte, Darstellungen (Farbe, Layout, Schriftart) und Mel dungen sollten gleich gestaltet und gleich bedienbar sein.
2. **Berücksichtigung unterschiedlicher Erfahrungen:** Es gibt verschiedene Arten von Benutzern, deren unterschiedliche Bedürfnisse erkannt und berücksichtigt werden sollten. Sie unterscheiden sich z.B. hinsichtlich Altersstufen, Wissen, Erfahrung oder Behinderungen.
3. **Rückmeldungen auf Benutzeraktionen:** Das System sollte für jede Aktion eines Benutzers ein eindeutiges und verständlich dargestelltes Feedback geben. Eine Rückmeldung des Systems ist für einen Benutzer sehr wichtig, um zu erkennen, ob eine bestimmte Aktion auch das gewünschte Ergebnis erbracht hat.
4. **Abgeschlossene Operationen:** Aktionssequenzen sollten einen Anfang, einen Mittelteil und ein Ende beinhalten. Der Benutzer erhält am Ende der Aktionssequenz eine eindeutige Rückmeldung darüber, ob die Aktion abgeschlossen ist.
5. **Fehlerverhinderung:** Benutzerfehler sollten verhindert werden, indem Auswahlalternativen angeboten werden und die Darstellung eindeutig ist.
6. **Einfache Rücksetzmöglichkeiten:** Wenn der Benutzer die Möglichkeit hat, Aktionen rückgängig zu machen, entsteht ein Sicherheitsgefühl. Dadurch kann der Benutzer explorativ das System kennen lernen.
7. **Benutzer bestimmt Kontrollfluss:** Der Benutzer muss das Gefühl haben, das System steuern und kontrollieren zu können.
8. **Geringe Belastung des Kurzzeitgedächtnisses:** Dem Benutzer sollten nur die nötigen Elemente und Informationen angezeigt werden, die er zur Zielerreichung benötigt.

Die amerikanische **Association for the Advancement of Retired Persons (AARP)** hat eine Liste von **Twenty Audience-Centered Heuristics** erstellt, die Qualitätsanforderungen älterer Menschen an interaktive IT-Systeme im WWW konkretisieren³⁷:

1. Verwenden Sie konventionelle Interaktionselemente.
2. Zeigen Sie eindeutig, was klickbar ist und was nicht.
3. Stellen Sie sicher, dass klickbare Elemente leicht anzuvisieren und zu treffen sind.
4. Minimieren Sie die Notwendigkeit vertikaler Scrollbalken, und vermeiden Sie horizontale Scrollbalken gänzlich.
5. Vergewissern Sie sich, dass sich der „Zurück“-Button vorhersehbar verhält.
6. Geben Sie dem Benutzer die Kontrolle.
7. Geben sie ein klares Feedback auf Aktionen.
8. Ermöglichen Sie Feedback auch in non-visuellen Modi (zum Beispiel durch Alternativtexte oder durch Unterstützung haptischer Eingabegeräte).
9. Machen Sie die Struktur der Website so sichtbar wie möglich.
10. Beschriften Sie inhaltliche Kategorien in deutlicher Form und unterstützen Sie „Erkennen anstatt Erinnern“.
11. Verwenden Sie eine „flache“ Informationshierarchie.
12. Bieten Sie eine Sitemap an und verlinken Sie auf diese von jeder Seite aus.
13. Sorgen Sie dafür, dass Seiten leicht zu überfliegen sind.
14. Sorgen Sie dafür, dass Seiterelemente leicht zu lesen sind.
15. Gruppieren Sie ähnliche Themen.
16. Stellen Sie sicher, dass sich Hinter- und Vordergrundfarben gut voneinander abheben.
17. Verwenden Sie ausreichend Leerraum.
18. Machen Sie es leicht, Dinge zu finden.
19. Richten Sie Ihre Texte auf Publikum und Zweck aus.
20. Gebrauchen Sie die Sprache des Benutzers, verringern Sie den Gebrauch von Fachsprache und technischen Begriffen.

Gelegentlich werden projektbezogene Heuristiken im Rahmen des UUX-Engineering erstellt. Bei derartigen Erstellungen sind gewisse Rahmenbedingungen zu beachten. Ein nützlicher Satz derartiger Rahmenbedingungen sind die **User's Bill of Rights**, die **Claire-Marie Karat** 1998 aufgestellt hat. Frau Karat war damals nicht irgendeine frustrierte Nutzerin. Sie arbeitete am renommierten Thomas J. Watson Research Center der IBM und ist jetzt Principal Consultant bei der Karat Consulting Group in Aptos, CA.

Zehn Punkte hat die Psychologin in ihrer **IT-Benutzer-Verfassung** festgehalten:

³⁷ Frei übersetzt nach den Unterlagen auf <http://www.aarp.org/olderwiser-wired>.

1. Der Benutzer hat immer Recht. Existiert ein Benutzbarkeitsproblem, dann ist das System das Problem - nicht der Benutzer.
2. Der Anwender hat das Recht auf einfach zu installierende Software und Hardware.
3. Der Anwender hat das Recht auf ein System, das genau die Leistung besitzt, die vom Hersteller versprochen wird.
4. Der Anwender hat das Recht auf eine einfache Bedienungsanleitung, die das System hilft zu verstehen und anzuwenden.
5. Der Anwender hat das Recht auf eine Kontrolle des IT-Systems und muss entsprechende Informationen erhalten.
6. Der Anwender hat das Recht, präzise über die gerade laufende Aufgabe und den Prozess bis zur Abarbeitung informiert zu sein.
7. Der Anwender hat das Recht, klar über die Systemanforderungen für einen erfolgreichen Software- oder Hardwareeinsatz informiert zu werden.
8. Der Anwender hat das Recht, die Grenzen der Systemleistungen zu erfahren.
9. Der Anwender hat das Recht, mit dem Technikanbieter zu kommunizieren und eine hilfreiche Antwort zu erhalten.
10. Der Anwender sollte der Herr über Hardware und Software sein, nicht umgekehrt. Systeme müssen natürlich und intuitiv sein.

2.2.2 Style-Guides

Ein **Style-Guide** (deutsch: **Gestaltungsrichtlinie**) fasst verbindliche Vorgaben zusammen, die für ein einheitliches **Erscheinungsbild** (englisch: **Style**) eines Produktes oder aller Produkte einer Produktfamilie sorgen sollen. Diese Vorgaben legen u.a. fest:

- Das Aussehen von einzelnen Interaktionselementen.
- Die Abfolge und den Ablauf von einzelnen Schritten.
- Die Anordnung von Interaktionselementen in Dialogen oder Formularen.
- Die Aufteilung von Inhalt, Gestaltung und Funktionalität.
- Die Logik von Dialogen.
- Die Verwendung von Begriffen und Bezeichnungen.
- Die Verwendung von Farben und Formen.
- Die Verwendung von Icons und bildhaften Beschreibungen.

Ein Style-Guide enthält idealerweise zu jedem Aspekt eine Beschreibung, Kriterien für den Einsatz und ggf. wiederverwendbare Programm-Fragmente.

Einige Beispiele für Style-Guides sind:

- **Apple iOS Human Interface Guidelines** (<https://developer.apple.com/ios/human-interface-guidelines/overview/design-principles>)

- **Gnome Human Interface Guidelines**
(<https://developer.gnome.org/hig/stable>)
- **Google Material Design** (<https://material.io/guidelines/material-design/introduction.html#introduction-principles>)
- **Microsoft Universal Platform Design**
(<https://developer.microsoft.com/en-us/windows/apps/design>)

Die Bedeutung von Style-Guides hat in den letzten Jahren deutlich zugenommen. Style-Guides sind nämlich besonders wichtig, wenn das UUX-Engineering in größeren, räumlich verteilten oder gar internationalen Teams unterstützt werden soll. Sie dienen dann eben nicht nur als Referenzwerke, sondern legen auch eindeutig das verwendete Vokabular fest.

2.2.3 Richtlinien

Eine **Richtlinie** (englisch: **Guideline**) ist jede Handlungs- oder Ausführungsvorschrift einer Organisation, die umfassende Empfehlungen aber keine Verpflichtungen für einen bestimmten Geltungsbereich vorgibt. Ob und für wen eine Richtlinie eine bindende Wirkung entfaltet, ist abhängig von der Befugnis oder der Anerkennung der herausgebenden Organisation³⁸.

Im Bereich Usability konkretisieren zurzeit die wichtigsten Richtlinien die Handlungsempfehlung, grundsätzlich keine Menschen mit psychischen oder physischen Beeinträchtigungen von der Nutzung eines interaktiven IT-Systems auszuschließen.

Psychische oder physische Beeinträchtigungen sind ja bei Menschen nicht ungewöhnlich. Jeder hat (wahrscheinlich) schon mal erlebt, dass seine körperlichen oder geistigen Fähigkeiten zumindest vorübergehend eingeschränkt waren. Zahlreiche Menschen haben aber auch eine dauerhafte Beeinträchtigung, die im Sprachgebrauch **Behinderung** genannt wird.

Es besteht in unserer Gesellschaft ein Konsens darüber, Menschen mit Beeinträchtigungen die gleichberechtigte Teilhabe und Teilnahme am gesellschaftlichen Leben zu ermöglichen (Stichwort: Inklusion). Art. 3 Abs. 3 Satz 2 Grundgesetz (GG) verlangt sogar: „Niemand darf wegen seiner Behinderung benachteiligt werden“.

Konsequenterweise müssen interaktive IT-Systeme so beschaffen sein, dass sie stets auch von Menschen mit Behinderungen ohne fremde Hilfe genutzt werden können. Man nennt dies **Barrierefreiheit**:

³⁸ Eine EU-Richtlinie **verpflichtet** beispielsweise die Mitgliedsstaaten zur Verwirklichung einer bestimmten Zielsetzung.

Ein interaktives IT-System ist barrierefrei, wenn es für behinderte Menschen in der allgemein üblichen Weise, ohne besondere Erschwernis und grundsätzlich ohne fremde Hilfe auf-findbar, zugänglich und nutzbar ist.

(Quelle: Gesetz zur Gleichstellung von Menschen mit Behinderungen (BGG) § 4)

Barrierefreiheit ist demnach ein Qualitätskriterium für die Usability und die User Experience (UX). Und dieses Qualitätskriterium ist nach Obigem nicht wirklich optional:

Interaktive IT-Systeme sollten barrierefrei sein.

Dies bedeutet, dass bei der Gestaltung von interaktiven IT-Systemen Hilfen für Menschen mit Behinderungen vorgesehen werden müssen. So können beispielsweise Augensteuerung und Mundmaus bei körperlichen Behinderungen, oder Screenreader und Braillezeile bei Blinden eingesetzt werden. Aber für diese Ergänzungen muss das interaktive IT-System auch vorbereitet sein. Beispielsweise müssen Bilder mit Alternativtexten versehen werden, damit ein Screenreader sinnvoll ist.

Barrierefreiheit ist das Ausmaß, in dem ein interaktives IT-System die Nutzung durch Menschen mit sensorischen, motorischen und (in gewissem Rahmen) mentalen Einschränkungen gestattet.

Kriterien für die Barrierefreiheit interaktiver IT-Systeme werden maßgeblich durch die **Web Content Accessibility Guidelines (WCAG)** des **World Wide Web Consortium (W3C)**³⁹ vorgegeben⁴⁰. Zwar beziehen sich diese Richtlinien vorrangig auf Webauftritte. Aber viele Aspekte können auch in anderen Zusammenhängen vorteilhaft genutzt werden. Insbesondere basieren beispielsweise Anforderungen an barrierefreie PDF-Dokumente auf diesen Richtlinien (Stichwort: **ISO 14289 PDF/UA** (Universal Accessibility); siehe dazu auch Abschnitt 2.4).

³⁹ Das W3C erarbeitet viele Standards für das Internet, u. a. Hypertext Markup Language (**HTML**) für die Kodierung von Inhalten, Cascading Style Sheets (**CSS**) für Stilvorlagen, Scalable Vector Graphics (**SVG**) für Vektorgrafiken.

⁴⁰ Siehe aber auch die Norm ISO 9241-171 in Abschnitt 2.2.4.1.

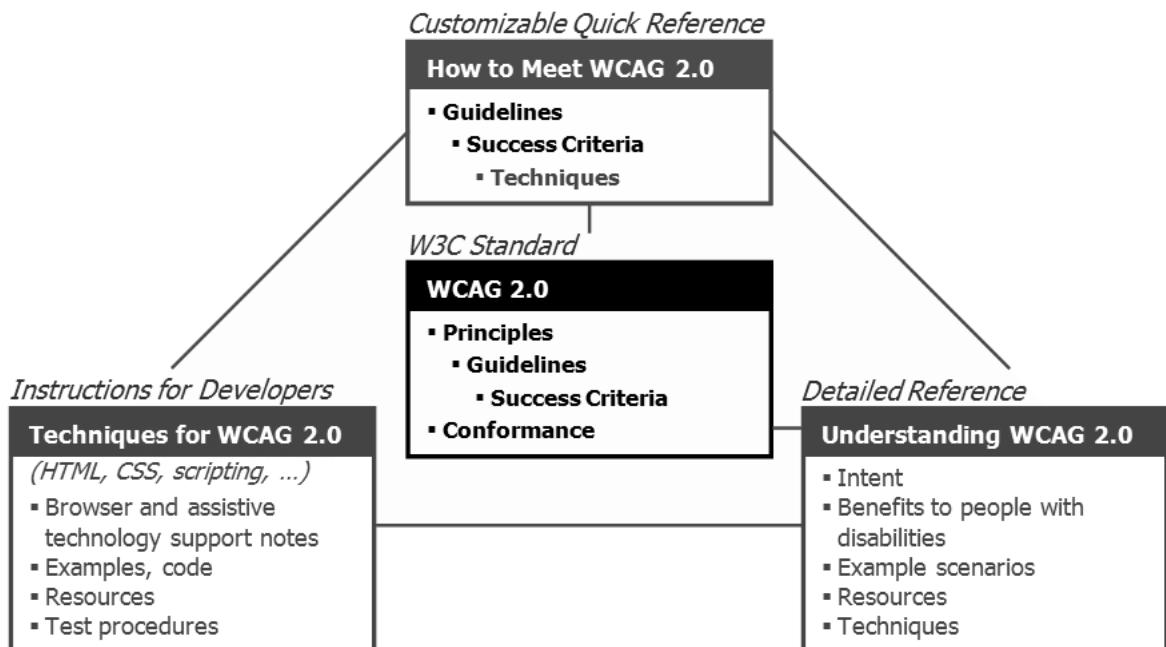


Abbildung 44: Überblick WCAG 2.0 (Quelle: W3C)

Die derzeit gültige Version **WCAG 2.0 in Verbindung mit WCAG 2.1** ist ein hierarchisch aufgebautes Regelwerk mit **4 Gestaltungsprinzipien**:

- **Prinzip 1 Wahrnehmbar:** Informationen und Bestandteile der Benutzerschnittstelle müssen den Benutzern so präsentiert werden, dass diese sie wahrnehmen können.
- **Prinzip 2 Bedienbar:** Bestandteile der Benutzerschnittstelle und Navigation müssen bedienbar sein.
- **Prinzip 3 Verständlich:** Informationen und Bedienung der Benutzerschnittstelle müssen verständlich sein.
- **Prinzip 4 Robust:** Inhalte müssen robust genug sein, damit sie zuverlässig von Benutzeragenten einschließlich assistierender Techniken interpretiert werden können.

Den vier Prinzipien sind **13 Richtlinien** mit einer entsprechenden Nummerierung untergeordnet. Sie geben die wesentlichen Ziele vor, auf die Gestalter hinarbeiten sollten, um interaktive IT-Systeme barrierefreier zu gestalten:

- **Richtlinie 1.1 Textalternativen:** Stellen Sie Textalternativen für alle Nicht-Text-Inhalte zur Verfügung, so dass diese in andere vom Benutzer benötigte Formen geändert werden können, wie zum Beispiel Großschrift, Braille, Symbole oder einfachere Sprache.
- **Richtlinie 1.2 Zeitbasierte Medien:** Stellen Sie Alternativen für zeitbasierte Medien zur Verfügung.

- **Richtlinie 1.3 Anpassbar:** Erstellen Sie Inhalte, die auf verschiedene Arten dargestellt werden können (z.B. einfacheres Layout), ohne dass Informationen oder Strukturen verloren gehen.
- **Richtlinie 1.4 Unterscheidbar:** Machen Sie es Benutzern leichter, Inhalte zu sehen und zu hören einschließlich der Trennung von Vorder- und Hintergrund.
- **Richtlinie 2.1 Per Tastatur zugänglich:** Sorgen Sie dafür, dass alle Funktionalitäten per Tastatur zugänglich sind.
- **Richtlinie 2.2 Ausreichend Zeit:** Geben Sie den Benutzern ausreichend Zeit, Inhalte zu lesen und zu benutzen.
- **Richtlinie 2.3 Anfälle:** Gestalten Sie Inhalte nicht auf Arten, von denen bekannt ist, dass sie zu Anfällen führen.⁴¹
- **Richtlinie 2.4 Navigierbar:** Stellen Sie Mittel zur Verfügung, um Benutzer dabei zu unterstützen zu navigieren, Inhalte zu finden und zu bestimmen, wo sie sich befinden.
- **Richtlinie 2.5 Eingabemodalitäten:** Erleichtern Sie die Bedienung, indem Sie neben der Tastatur weitere Eingabemöglichkeiten (Gesten, Zeiger, Sprache, ...) vorsehen.
- **Richtlinie 3.1 Lesbar:** Machen Sie Inhalt lesbar und verständlich.
- **Richtlinie 3.2 Vorhersehbar:** Sorgen Sie dafür, dass Webseiten vorhersehbar aussehen und funktionieren.
- **Richtlinie 3.3 Hilfestellung bei der Eingabe:** Helfen Sie den Benutzern dabei, Fehler zu vermeiden und zu korrigieren.
- **Richtlinie 4.1 Kompatibel:** Maximieren Sie die Kompatibilität mit aktuellen und zukünftigen Benutzeragenten, einschließlich assistierender Techniken.

Die **Richtlinien sind nicht testbar**, bieten aber den Rahmen und die übergreifenden Zielvorgaben, die Gestalter helfen, die zusätzlich vorgegebenen Erfolgskriterien zu verstehen und die empfohlenen Techniken besser zu implementieren.

Für jede Richtlinie werden nämlich **testbare Erfolgskriterien** zur Verfügung gestellt, damit Konformitätstests erfolgen können, die beispielsweise bei Vereinbarungen zur Gestaltung oder zu Beschaffungen erforderlich sind. Um hierbei den Bedürfnissen verschiedener Gruppen und unterschiedlicher Situationen gerecht zu werden, wurden drei **Stufen der Konformität** definiert: A (niedrigste), AA und AAA (höchste).

Beispiel für das Zusammenspiel Prinzip-Richtlinie-Erfolgskriterium:

- **Prinzip 1 Wahrnehmbar:** Informationen und Bestandteile der Benutzerschnittstelle müssen den Benutzern so präsentiert werden, dass diese sie wahrnehmen können.

⁴¹ Elemente, die blinken oder sich bewegen, lenken beispielsweise nicht nur stark ab, sondern können sogar dazu führen, dass Benutzer mit photosensitiver Epilepsie Anfälle bekommen.

- **Richtlinie 1.4 Unterscheidbar:** Machen Sie es Benutzern leichter, Inhalte zu sehen und zu hören einschließlich der Trennung von Vorder- und Hintergrund.
- **Erfolgskriterium 1.4.3 Kontrast (Konformitätsstufe AA):** Bei der visuellen Präsentation von Text und Schriftgrafiken ist das Kontrastverhältnis zwischen Vordergrund- und Hintergrundfarbe mindestens 4,5:1. Für Großschrift und Schriftgrafiken mit Großschrift gilt ein Kontrastverhältnis von mindestens 3:1. Die Anforderungen gelten ausschließlich für Text und Bilder von Text, nicht aber für Bilder, Symbole oder andere Grafiken ohne Text. Logos müssen den Anforderungen ebenfalls nicht genügen.
- **Erfolgskriterium 1.4.6 Kontrast (Konformitätsstufe AAA):** Wie vor, aber die Verhältnisse erhöhen sich auf 7:1 bzw. 4,5:1.
- **Begründung:** Ein Kontrastverhältnis von 3:1 ist das von ISO 9241-3/303 (siehe später) empfohlene Minimum für Standardtext und Standard-Sehvermögen. Die höheren Kontrastverhältnisse in WCAG 2.0 werden vorgegeben, um dem Verlust des Kontrastes Rechnung zu tragen, der aus der mäßig geringen Sehschärfe, aus angeborenen oder erworbene Farbschwächen, oder aus dem Verlust der Kontrastempfindlichkeit, der typischerweise mit dem Altern einhergeht, resultiert.
- **Unterstützung:** Unter <https://webaim.org/resources/contrastchecker/> finden Sie beispielsweise ein Werkzeug, das die Kontrastüberprüfungen erleichtert.

Gegenüber den WCAG 2.0 aus dem Jahr 2008 führten die WCAG 2.1 im Jahr 2018 die neue Richtlinie 2.5 (siehe oben) und 17 neue Erfolgskriterien ein. Die 12 Richtlinien und 61 Erfolgskriterien aus den WCAG 2.0 gelten unverändert weiter. Demnach sind zurzeit **13 Richtlinien mit 78 Erfolgskriterien** vorgegeben.

Die WCAG 2.1 sind ein erster Schritt auf dem Weg zu WCAG 3.0. Bis eine WCAG 3.0 veröffentlicht wird, müssen WCAG 2.0 und WCAG 2.1 allerdings gleichzeitig angewandt werden.

Die **Erfolgskriterien der WCAG 2.0 und 2.1 für die Konformitätsstufe A** sind in Kurzform wie folgt:

- **Prinzip 1: Wahrnehmbar**
 - Alle Nicht-Textinhalte, wie Bilder, Grafiken, Objekte, grafische Schalter in Formularen und Hot-Spots in Image-Maps, haben einen aussagekräftigen und gleichwertigen Alternativtext als Alt-Attribut⁴².
 - Wenn Alternativtext als Alt-Attribut nicht ausreicht, wird eine lange Beschreibung bereitgestellt und im Alternativtext wird darauf hingewiesen.

⁴² Das Alt-Attribut ist ein HTML-Element, mit dem grafische Elemente textlich beschrieben werden können.

- Dekorative Grafiken oder Layoutgrafiken haben leere Alt-Attribute oder werden auf andere Weise vor assistierenden Technologien (z.B. Screenreader) verborgen.
 - Grafische CAPTCHA⁴³ sind nicht vorhanden oder es gibt eine Alternative.
 - Audiomedien haben beschreibende Textabschriften.
 - Wenn Audiomedien automatisch für mehr als 3 Sekunden abgespielt werden, gibt es einen Stoppschalter.
 - Videomedien haben synchrone Untertitel.
 - Videomedien sind mit Text- oder Audiobeschreibung versehen.
 - Die Überschriften einer Webseite vermitteln die Struktur des Inhalts.
 - Überschriften sind mit einem Überschriften-Element (h1, h2, ..., h6) ausgezeichnet.
 - Aufzählungen sind als Listen (ul, ol, dl) formatiert.
 - Mehrteilige Formulare weisen gruppierte, inhaltlich zusammengehörige Informationsblöcke auf.
 - Beschriftungen und zugehörige Formulareingabefelder sind logisch verknüpft.
 - Datentabellen sind mit dem nötigen Markup formatiert, z.B. sind Spalten-, Zeilen- und Tabellenüberschriften gekennzeichnet und Zusammenfassungen vorhanden.
 - Datentabellen sind seriell lesbar und werden nicht für das Layout eingesetzt.
 - Spezieller Text ist richtig formatiert, z.B. Zitate als <blockquote> und <cite>.
 - Nach Abschalten der CSS und für Screen-Reader bleibt die logische Reihenfolge einer Webseite stets erhalten.
 - Inhalte in Tabellen werden richtig linearisiert, z.B. gibt es keine leeren Zellen zur Erzeugung von Abständen.
 - Keine Leerzeichen zur Erzeugung von Abständen, sondern CSS.
 - Keine inhaltliche Verwirrung durch positionierte Inhalte mit CSS.
 - Keine nur optischen oder akustischen Anleitungen, wie z.B. „Den roten Schalter oben links betätigen“.
 - Information wird grundsätzlich nicht durch Farbe allein vermittelt.
 - Falls aber lediglich farbliche Unterscheidung in einem Text verwendet wird, z.B. die Farbe Blau für Links, so weisen die entsprechenden Textteile ein Kontrastverhältnis zum umgebenden Fließtext von mindestens 3:1 auf.
- **Prinzip 2: Bedienbar**
 - Mit der Tastatur (typisch der Tabulatortaste) erreichbar und bedienbar sind:

⁴³ **CAPTCHA = Completely Automated Public Turing Test to Tell Computers and Humans Apart.** Wörtlich übersetzt bedeutet das „Vollautomatischer, öffentlicher Turing-Test, um Computer und Menschen zu unterscheiden“. Ein CAPTCHA wird verwendet, um zu entscheiden, ob das Gegenüber ein Mensch oder eine Maschine ist.

- Alle Seitenfunktionalitäten und Seitenelemente.
- Alle Eingabefelder, Kontrollelemente und Schalter.
- Bei der Bedienung ist keine bestimmte Zeitbegrenzung für einzelne Tastenanschläge vorgegeben.
- Der Tastaturfokus ist bei keinem Element der Webseite blockiert.
- Der Benutzer kann jedes Element der Webseite mit der Tastatur ansteuern und verlassen.
- Der Benutzer wird informiert, wenn andere Tastaturtasten als die üblichen (Tabulatortasten, Pfeiltasten, ...) verwendet werden.
- Sofern Ein-Tasten-Befehle („Shortcuts“) bereitgestellt werden, müssen sie abgeschaltet oder geändert werden können.
- Eine Webseite hat keine Zeitbegrenzung. Ausnahme: Der Benutzer kann die zeitliche Begrenzung abschalten oder anpassen, bevor er darauf trifft.
- Für sich bewegende, blinkende, scrollende oder sich automatisch aktualisierende Informationen, die automatisch beginnen und parallel zu anderen Inhalten dargestellt werden und länger als 5 Sekunden dauern, gilt:
 - Sie können durch einen Mechanismus vom Benutzer gestoppt, beendet oder ausgeblendet werden.
 - Für Autoaktualisierungen wird ein Mechanismus bereitgestellt, mit dem der Benutzer die Aktualisierung beenden oder ausblenden oder die Häufigkeit kontrollieren kann.
- Webseiten enthalten nichts, was öfter als dreimal pro Sekunde blitzt.
- Es werden Sprungmarken zum Umgehen sich wiederholender Informationsblöcke zur Verfügung gestellt.
- Sich wiederholende Informationsblöcke sind gruppiert oder durch Überschriften ausgezeichnet.
- Webseiten haben einen Titel (Title-Tag im Metabereich), der Thema oder Zweck beschreibt.
- Die Reihenfolge der Links in der Navigation und im Inhalt ist logisch.
- Linktexte sind aus sich selbst heraus oder über den Kontext verständlich.
- Auf Formatwechsel wird im Linktext oder im Kontext hingewiesen.
- Gesten, die mit mehreren Punkten gleichzeitig eine Funktionalität auslösen, müssen über alternative Mechanismen verfügen, die diese Funktionalität auslösen. Die alternativen Mechanismen müssen auf einem einzelnen Punkt ausgelöst werden können.
- Bei Interaktionen dürfen durch Klick mit der Maus oder Berührung am Touch Screen nicht unbeabsichtigte Ereignisse ausgelöst werden.

- Damit Links und Schalter mit einer Spracheingabe bedient werden können, müssen sie über eine sichtbare Beschriftung verfügen, die dem Namen des Elements entspricht.
 - Funktionalitäten, die durch körperliche Bewegung des Geräts oder des Benutzers ausgelöst werden können, müssen auch durch konventionelle Komponenten der Bedienschnittstelle ausgelöst werden können.
- **Prinzip 3: Verständlich**
 - Jede Webseite hat eine korrekte Sprachdeklaration.
 - Es erfolgt kein Wechsel des Inhaltes, wenn ein Bestandteil der Webseite Fokus erhält.
 - Es erfolgt kein Wechsel des Inhalts, wenn Benutzer eine Eingabe tätigen, ohne dass dies dem Benutzer vorher angekündigt wurde.
 - Automatisch erkannte Eingabefehler geben in der Fehlermeldung einen klaren Hinweis auf das fehlerhafte Element in Textform.
 - Erläuterungen oder Hinweise sind verfügbar, wenn Benutzer eingaben erwartet werden.
 - **Prinzip 4: Robust**
 - Die verwendete Markup-Sprache (HTML, XHTML, ...) ist standardkonform und fehlerfrei.
 - Bei generierten und selbst programmierten Inhalten wird Markup so benutzt, dass es die Barrierefreiheit unterstützt.

Im Abschnitt 9 (Web) der europäischen Norm **EN 301 549** „Anforderungen an die Barrierefreiheit für öffentliche Beschaffung von IKT-Produkten und -Dienstleistungen in Europa“ wurden übrigens die Erfolgskriterien der WCAG 2.0 und 2.1 einschließlich ihrer Konformitätsstufen 1:1 übernommen. D.h. insbesondere, dass bei öffentlichen Auftragsvergaben in der EU die Barrierefreiheitsanforderungen der WCAG 2.0 und 2.1 verpflichtend anzuwenden sind.

Der **WCAG-Test** ist ein Werkzeug zur Prüfung der WCAG-Konformität von Webauftritten. Er wurde federführend im Projekt **BIK** erstellt und wird aktiv gepflegt. Zu finden ist er unter <https://www.bitvtest.de> (siehe dazu auch Abschnitt 2.3.2).

2.2.4 Normen

Eine (technische) **Norm** ist ein Dokument, welches in Übereinstimmung formulierte Regeln enthält und von einer anerkannten Normungsorganisation angenommen wurde. Die Normungsinstitution in Deutschland ist das **Deutsche Institut für Normung (DIN)** und in Europa das **Comité Européen de Normalisation (CEN und CENELEC)** sowie das **European Telecommunications Standards Institute (ETSI)**.

Im Bereich Usability und Usability Experience (UX) sind die zurzeit wichtigsten Normen:

- **DIN EN ISO 9241:** Ergonomie der Mensch-System Interaktion
- **DIN EN ISO 14915:** Software-Ergonomie für Multimedia-Benutzungsschnittstellen

Die Anwendung dieser Normen ist grundsätzlich freiwillig. Normen sind demnach nicht bindend, das unterscheidet sie von Gesetzen oder Verordnungen (siehe Abschnitt 2.3). Sie sind lediglich so etwas wie die „normative Kraft des Faktischen“.

Die Normen haben dennoch aber auch eine rechtliche Bedeutung: Denn zur Klärung der Frage, ob ein interaktives IT-System einen Mangel aufweist, wird ein Richter typisch auf diese Normen zurückgreifen und daraus ableiten, wie ein interaktives IT-System nach Meinung unbeteiligter Experten beschaffen sein sollte. Gerichte sehen also Inhalte von Normen regelmäßig als allgemein anerkannten **Stand der Technik** an. Wird ein interaktives IT-System unter Einhaltung von Normen gestaltet, gehen demnach Gerichte nicht selten davon aus, dass es die verkehrsübliche Beschaffenheit aufweist.

Für die Gestaltung interaktiver IT-Systeme bedeutet dies:

Interaktive IT-Systeme sollten so gestaltet sein, dass sie die relevanten Normen, insbesondere die Anforderungen der ISO 9241 und der ISO 14915, weitgehend erfüllen.

2.2.4.1 DIN EN ISO 9241

Die **DIN EN ISO 9241** (kurz: **ISO 9241**) gilt heute als die maßgebliche Norm für die Gestaltung von interaktiven IT-Systemen mit einem hohen Grad an Usability und User Experience (UX).

“The contents of the ISO 9241 standard, as with any ISO standard, are put together by industry expert volunteers and are then made available for public comment. It really is a standard for the people by the people.”
(Paul Brooks)

Sie wurde ursprünglich als siebzehnteilige Normenreihe unter dem Titel „Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten“ veröffentlicht:

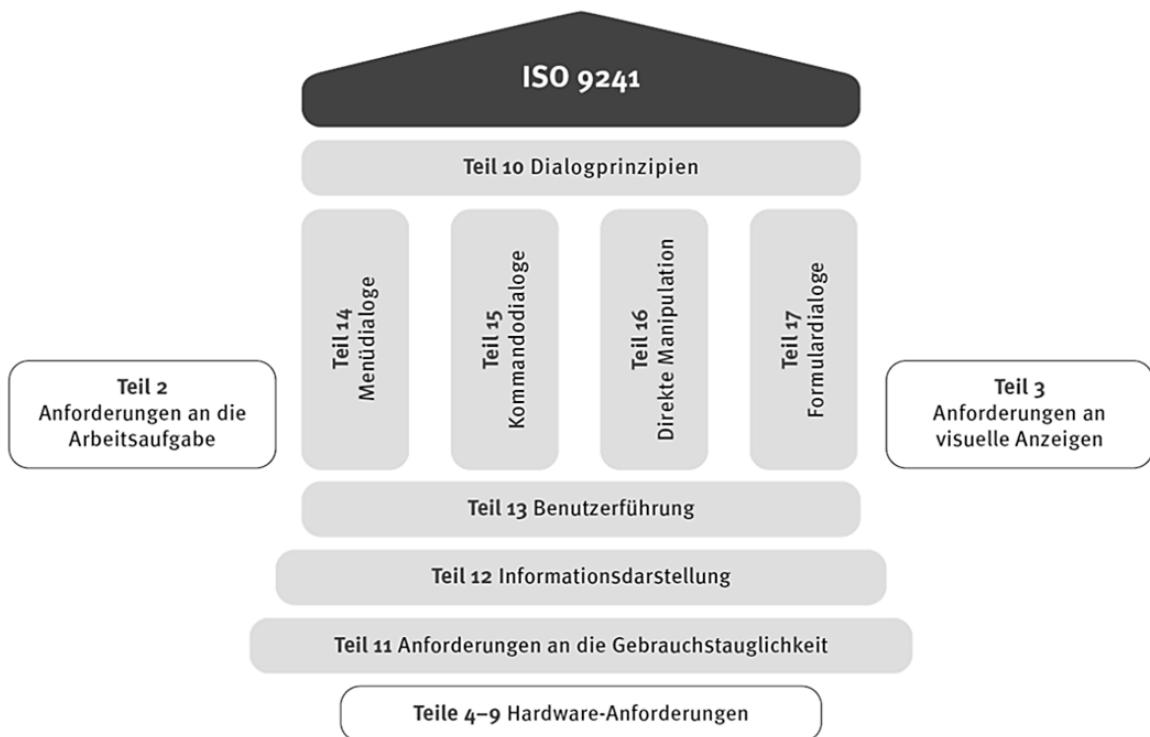


Abbildung 45: Alte Struktur ISO 9241 (Quelle: (Rudlof, 2006))

In den 1990er-Jahren wurden die Themenbereiche der ISO 9241 neu gegliedert und erweitert. Der neue Titel „Ergonomie der Mensch-System-Interaktion“ der überarbeiteten ISO 9241 berücksichtigt diese Neuausrichtung. Die überarbeiteten Teile werden heute mit dreistelligen Nummern versehen. Beispielsweise behandelt die 100er Unterreihe Benutzungsschnittstellen, die 200er Unterreihe die benutzerorientierte Gestaltung, die 300er Unterreihe visuelle Anzeigen und die 400er Unterreihe Eingabemittel.

Einen Überblick über einige wichtige, bereits verfügbare und überarbeitete Teile gibt die folgende Liste:

- Teil 110: Grundsätze der Dialoggestaltung (ersetzt den alten Teil 10)
- Teil 129: Leitlinien für die Individualisierung von User Interfaces
- Teil 143: Formulardialoge (ersetzt den alten Teil 17)
- Teil 151: Leitlinien zur Gestaltung von Benutzungsschnittstellen für das World Wide Web
- Teil 171: Leitlinien für die Zugänglichkeit von Software
- Teil 210: Prozess zur Gestaltung gebrauchstauglicher interaktiver Systeme (Ersatz für die DIN EN ISO 13407)

- Teil 300: Einführung in Anforderungen und Messtechniken für elektronische optische Anzeigen
- Teil 302: Terminologie für elektronische optische Anzeigen
- Teil 303: Anforderungen an elektronische optische Anzeigen
- Teil 304: Prüfverfahren zur Benutzerleistung für elektronische optische Anzeigen
- Teil 305: Optische Laborprüfverfahren für elektronische optische Anzeigen
- Teil 306: Vor-Ort-Bewertungsverfahren für elektronische optische Anzeigen
- Teil 307: Analyse und Konformitätsverfahren für elektronische optische Anzeigen
- Teil 400: Grundsätze und Anforderungen für physikalische Eingabegeräte
- Teil 410: Gestaltungskriterien für physikalische Eingabegeräte
- Teil 420: Auswahlmethoden für physikalische Eingabegeräte
- Teil 910: Rahmen für die taktile und haptische Interaktion

Die Normenreihe ISO 9241 beschreibt demnach ergonomische Anforderungen an den Anwendungsbereich, die Hardware und die Software eines interaktiven IT-Systems. Primäres Ziel ist es, gesundheitliche Schäden bei der Nutzung zu vermeiden und dem Benutzer die Erledigung seiner Aufgaben zu erleichtern.

Die ISO 9241 wird bei der Konzeption, Entwicklung und Bewertung interaktiver IT-Systeme vor allem herangezogen für:

- Das Erkennen und Spezifizieren von Dialoganforderungen aufgrund verschiedener Dialogtechniken (ISO 9241-14 bis ISO 9241-17).
- Den Entwurf von Benutzerführungen unter Einhaltung von ISO 9241-12 bis ISO 9241-17 sowie ISO 9241 - 151.
- Die Spezifikation von Dialoganforderungen auf der Grundlage des Nutzungskontextes (ISO 9241-110).

Wegen der Bedeutung für den weiteren Text, werden nachfolgend einige Teile der ISO 9241 etwas genauer erläutert. Wichtige Inhalte anderer Teile finden sich im gesamten folgenden Text des Lehrbriefs.

ISO 9241-110: Grundsätze der Dialoggestaltung

Der Teil 110 der ISO 9241 legt **sieben Grundsätze** für eine menschzentrierte Gestaltung und Bewertung von interaktiven IT-Systemen fest:

- **Aufgabenangemessenheit:** Ein interaktives IT-System ist aufgabenangemessen, wenn es den Benutzer dabei unterstützt, seine Arbeitsaufgabe effektiv und effizient zu erledigen.
 - Beispiel: Typische Eingabefelder sind mit voreingestellten Werten verfügbar.

- **Selbstbeschreibungsfähigkeit:** Ein interaktives IT-System ist selbstbeschreibungsfähig, wenn jeder einzelne Bedienschritt unmittelbar verständlich ist oder dem Benutzer auf Anfrage erklärt wird.
 - Beispiel: Ein Bestellsystem erlaubt es dem Benutzer, die notwendigen Daten einzugeben und bietet Schaltflächen Zurück und Weiter an, um den Benutzer zu leiten. Gleichzeitig wird jederzeit angezeigt, in welchem Schritt des Bestellvorgangs er sich befindet.
- **Erwartungskonformität:** Ein interaktives IT-System ist erwartungskonform, wenn es konsistent ist, den Merkmalen des Benutzers entspricht (z.B. seinen Kenntnissen aus dem Arbeitsgebiet, seiner Ausbildung und seiner Erfahrung) und allgemein anerkannten Konventionen folgt.
 - Beispiel: Eine Anwendung für die Abwicklung von Bankgeschäften nutzt bankenübliche Begriffe wie Überweisung, Skonto und Girokonto.
- **Lernförderlichkeit:** Ein interaktives IT-System ist lernförderlich, wenn es den Benutzer beim Erlernen unterstützt und anleitet.
 - Beispiel: Es wird immer der Anfangsbuchstabe bei Shortcuts mit der STRG-Taste verwendet.
- **Steuerbarkeit:** Ein interaktives IT-System ist steuerbar, wenn der Benutzer in der Lage ist, Dialoge individuell zu starten sowie ihre Richtungen und Geschwindigkeiten zu beeinflussen, bis das Ziel erreicht ist.
 - Beispiel: In jedem Eingabefeld gibt es eine Möglichkeit, die letzte Eingabe rückgängig zu machen (UNDO-Funktion).
- **Fehlertoleranz:** Ein interaktives IT-System ist fehlertolerant, wenn das beabsichtigte Arbeitsergebnis trotz erkennbar fehlerhafter Eingaben entweder mit keinem oder minimalem Korrekturaufwand seitens des Benutzers erreicht werden kann.
 - Beispiel: Der Druck-Dialog für ein Dokument mit 12 Seiten erlaubt es dem Benutzer nur, Seitenzahlen zwischen 1 und 12 auszuwählen.
- **Individualisierbarkeit:** Ein interaktives IT-System ist individualisierbar, wenn es Anpassungen an die speziellen Erfordernisse der Arbeitsaufgabe sowie an die persönlichen Fähigkeiten und Vorlieben des Benutzers zulässt.
 - Beispiel: Symbolleisten (englisch: Toolbars) können individuell angezeigt und konfiguriert werden.

Diese Grundsätze sind als Hilfsmittel zum Umgang mit der Komplexität von interaktiven IT-Systemen zu verstehen: Sie definieren Prinzipien, welche als Basis für die menschzentrierte Gestaltung und Bewertung von interaktiven IT-Systemen dienen können, und gestatten folglich insbesondere die qualitative Bewertung eines interaktiven IT-Systems aus sieben verschiedenen Blickwinkeln der Benutzer.

Die Grundsätze sind allerdings ziemlich abstrakt. Die ISO 9241-110 enthält daher ganz konkrete Empfehlungen (jeweils mit Anmerkungen und/oder Beispielen), wie sie umgesetzt werden können⁴⁴:

- **Grundsatz 1: Aufgabenangemessenheit**
 - Dialoge auf das absolut Erforderliche beschränken.
 - Form und Medien der Ausgabe sowie Form und Modalitäten der Eingabe der Aufgabenstellung anpassen.
 - Typische Eingabewerte voreinstellen.
 - Voreinstellungen mit Blick auf Aufgabenstellung und Benutzer festlegen.
- **Grundsatz 2: Selbstbeschreibungsfähigkeit**
 - All das (unaufgefordert) bereitstellen, was für eine erfolgreiche Nutzung notwendig ist.
 - Rückgriff auf externe Beschreibungen minimieren.
 - Zustandsänderungen des interaktiven IT-Systems wahrnehmbar machen.
 - Eingabehilfen geben (Wertbereiche, Formate, Einheiten, ...).
 - Dialoge offensichtlich gestalten.
- **Grundsatz 3: Erwartungskonformität**
 - Texte in der Sprache der Benutzer objektiv und konstruktiv formulieren.
 - Angemessene Rückmeldungen (Art, Inhalt, Umfang, ...) geben.
 - Ungewöhnliche Antwortzeiten ankündigen.
 - Datendarstellungen natürlich strukturieren und anordnen.
 - Konventionen beachten (Bedeutungen von Farben, Abkürzungen, ...).
 - Dialoge konsistent gestalten.
 - Wahrscheinliche Eingabefelder automatisch fokussieren.
- **Grundsatz 4: Lernförderlichkeit**
 - Erlernen durch geeignete Dialoge unterstützen.
 - Verständnis der Konzepte und der erfolgsversprechenden Handlungen fördern.
 - Ausprobieren zulassen.
 - Lernaufwand minimieren.
- **Grundsatz 5: Steuerbarkeit**
 - Keinen bestimmten Arbeitsrhythmus erzwingen.
 - Alternative Dialoge ermöglichen.
 - Pausen bei Dialogen zulassen.
 - Unterbrochene Dialoge fortsetzbar machen.
 - Bedienschritte und Datenänderungen reversibel gestalten (BACK, UNDO, ...).
 - Reduktion von umfangreichen Datendarstellungen ermöglichen.

⁴⁴ Da eine unveränderte oder nur unwesentlich veränderte, vollständige oder auszugsweise Wiedergabe des Originaltextes einer DIN-Norm genehmigungs- und kostenpflichtig ist, können die Empfehlungen hier nicht im Original wiedergegeben, sondern leider nur stichwortartig zusammengefasst werden.

- Kein verfügbares Ein-/Ausgabemittel grundsätzlich ausschließen.
- Wenn sinnvoll, Voreinstellungen anpassbar machen.
- **Grundsatz 6: Fehlertoleranz**
 - Falsche Eingaben weitestgehend unterbinden, zumindest aber vor der Verarbeitung entdecken.
 - Bedienfehler konstruktiv erläutern.
 - Systemabstürze ausschließen.
 - Fehlerbeseitigung aktiv und wirksam unterstützen.
 - Gravierende Handlungskonsequenzen zusätzlich bestätigen lassen.
- **Grundsatz 7: Individualisierbarkeit**
 - Wenn sinnvoll, angemessene Dialoge für unterschiedliche Benutzergruppen anbieten.
 - Den Umfang von Erläuterungen anpassbar gestalten.
 - Soweit sinnvoll, Benutzern eigene Benennungen von Optionen ermöglichen.
 - Wenn sinnvoll, Zeitbegrenzungen anpassbar gestalten.
 - Rücksetzung auf Voreinstellungen („Werkseinstellungen“) ermöglichen.

Natürlich ist nicht jede dieser Empfehlungen bei jedem interaktiven IT-System anwendbar. Falls der Nutzungskontext des Systems (siehe Kapitel 4) beispielsweise keine Benutzerbelange enthält, die mit einer bestimmten Empfehlung zusammenhängen, so muss diese Empfehlung natürlich nicht beachtet werden. Es gilt aber auch, dass die Anwendung einer einzelnen Empfehlung nicht notwendigerweise bedeutet, dass der zugehörige Grundsatz damit erfüllt ist.

Als Faustregel kann gelten, dass Benutzer die Aufgabenangemessenheit als den bei Weitem wichtigsten Grundsatz sehen. Danach folgen Erwartungskonformität auf Platz 2 und Selbstbeschreibungsfähigkeit auf Platz 3.

Interaktive IT-Systeme sollten zumindest die Grundsätze Aufgabenangemessenheit, Erwartungskonformität und Selbstbeschreibungsfähigkeit der ISO 9241-110 erfüllen.

ISO 9241-151: Leitlinien zur Gestaltung von Benutzungsschnittstellen für das World Wide Web

Der Teil 151 der ISO 9241 befasst sich mit der Gestaltung und Bewertung von menschzentrierten Webauftritten. Die enthaltenen Anleitungen beschreiben Empfehlungen für:

- Darstellung und Gestaltung des Inhaltes.
- Gestaltungsentscheidungen und -strategien.
- Navigation und Suche.

Beispiele für Empfehlungen der ISO 9241-151:

- ...
- 8 Navigation und Suche
 - 8.1 Allgemeines
 - ...
 - 8.4 Navigationskomponenten
 - 8.4.1 Allgemeines
 - 8.4.2 Anbieten von Navigationsübersichten**
 - 8.4.3 Sicherstellen der Erkennbarkeit von Navigationsverknüpfungen**
 - 8.4.4 Konsistenz zwischen Navigationskomponenten und Inhalten**
 - 8.4.5 Navigationskomponenten einheitlich platzieren**
 - ...

Daneben beinhaltet Teil 151 ein Referenzmodell zur menschzentrierten Gestaltung von Web-Benutzungsschnittstellen. Dieses skizziert die verschiedenen Faktoren, die mit der Gebrauchstauglichkeit von Web-Benutzungsschnittstellen in starker Wechselwirkung stehen.

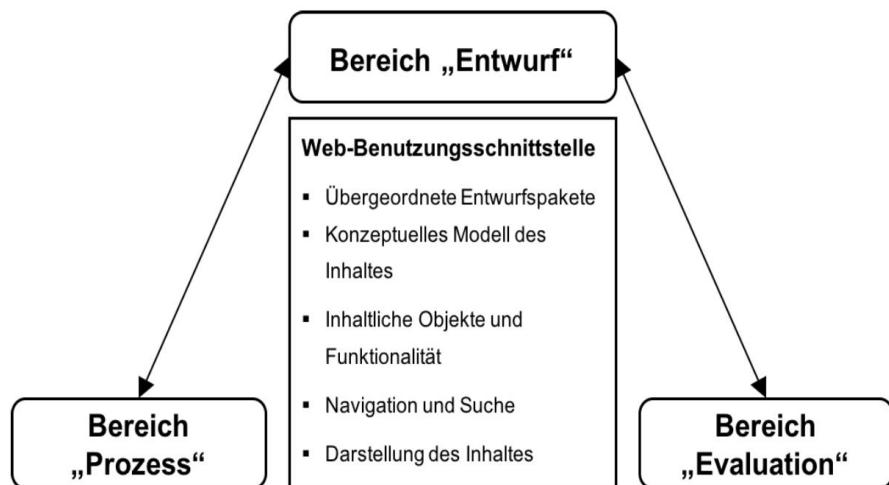


Abbildung 46: Referenzmodell zur Gestaltung von menschzentrierten World-Wide-Web-Benutzerschnittstellen (Quelle: ISO 9241-151)

Nach diesem Referenzmodell ist eine ganzheitliche Betrachtung der drei Bereiche „Entwurf“, „Prozess“ und „Evaluation“ erforderlich, um eine menschzentrierte Gestaltung zu erreichen. Die Gestaltung von Web-Benutzungsschnittstellen unterteilt sich in fünf Bereiche bzw. Stufen. Diese verdeutlichen (ohne eine bestimmte Reihenfolge), dass vor der Entscheidung über untergeordnete Gestaltungen zunächst übergeordnete Fragen angesprochen werden sollten.

9241-171: Leitlinien für die Zugänglichkeit von Software

Eine umfassende Empfehlung zur barrierefreien Gestaltung der Software von interaktiven IT-Systemen ist im Teil 171 der ISO 9241 zu finden. Er stellt Anforderungen und Empfehlungen für die **Gestaltung**

zugänglicher interaktiver IT-Systeme zum Einsatz bei der Arbeit, zu Hause, im Bildungswesen und an öffentlichen Plätzen zur Verfügung. Zudem beschreibt er eine beispielhafte Vorgehensweise zur Beurteilung von Anwendbarkeit und Einhaltung der Anforderungen und Empfehlungen (Stichwort: **Konformitätsprüfung**).

Zugänglichkeit (englisch: **Accessibility**) wird in diesem Kontext definiert als: „Gebrauchstauglichkeit eines Produkts, einer Dienstleistung, einer Umgebung oder einer Einrichtung für eine in Bezug auf ihre Fähigkeiten möglichst weit gefasste Gruppe von Menschen.“

Ein interaktives IT-System ist zugänglich, wenn es für eine in Bezug auf ihre Fähigkeiten möglichst weit gefasste Gruppe von Menschen gebrauchstauglich ist.

Zugänglichkeit zielt demnach darauf ab, unter expliziter Berücksichtigung der gesamten Bandbreite der Fähigkeiten, über die die (potenziellen) Benutzer verfügen, ein möglichst hohes Ausmaß an Effektivität, Effizienz und Zufriedenstellung zu erreichen.

Die Anforderungen der ISO 9241-171 für die Zugänglichkeit sind in **4** Bereiche mit jeweils mehreren Unterbereichen angeordnet:

- Allgemeine Richtlinien und Anforderungen
 - Namen und Beschriftungen für Benutzungsschnittstellen-Elemente
 - Bevorzugte Benutzereinstellungen
 - Spezielle Richtlinien für Zugänglichkeitsmerkmale
 - Allgemeine Richtlinien für Steuerung und Betrieb
 - Kompatibilität mit unterstützender Technik
 - Geschlossene Systeme
- Eingaben
 - Alternative Eingabeoptionen
 - Tastaturfokus
 - Tastatureingabe
 - Zeigegeräte
- Ausgaben
 - Allgemeine Richtlinien zur Ausgabe
 - Visuelle Ausgabe (optische Anzeigen)
 - Text/Schriftarten
 - Farbe
 - Erscheinungsbild und Verhalten von Fenstern
 - Audioausgabe
 - Textäquivalente zu Audio (Untertitel)
 - Medien
 - Taktile Ausgabe
- Online-Dokumentation, Hilfe und Unterstützungsdienste
 - Dokumentation und Hilfe
 - Unterstützungsdienste

In den Unterbereichen sind insgesamt **142** Richtlinien aufgeführt. Zu jeder dieser Richtlinien gibt es eine kurze Erklärung. Für die meisten dieser Richtlinien wird zudem diese Erklärung in weiteren Anmerkungen und Beispielen noch näher erläutert.

Beispiele für Richtlinien der ISO 9241-171:

...
10 Ausgaben
10.1 Allgemeine Richtlinien zur Ausgabe
10.1.1 ...
...
10.4 Farbe
10.4.1 Informationen nicht allein durch Farbe übermitteln
10.4.2 Für Sehbehinderte entwickelte Farbschemata zur Verfügung stellen
10.4.3 Individualisierung der Farbschemata ermöglichen
10.4.4 Benutzern die Individualisierung der Farbkennzeichnung ermöglichen
10.4.5 Für Kontrast zwischen Vordergrund und Hintergrund sorgen
10.5 Erscheinungsbild und Verhalten von Fenstern
...

Teil 171 erhebt dabei keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Für Webinhalte wird beispielsweise explizit auf die Richtlinien des W3C verwiesen, die in Abschnitt 2.2.3 vorgestellt wurden.

Zugängliche interaktive IT-Systeme müssen die Erfolgskriterien der ISO 9241-171, der WCAG 2.0 und der WCAG 2.1 angemessen erfüllen.

2.2.4.2 DIN EN ISO 14915

Die ISO 14915 mit dem Titel „Software-Ergonomie für Multimedia-Benutzungsschnittstellen“ adressiert die Tatsache, dass multimediale IT-Systeme oft anders und in anderen Nutzungskontexten als Büro-Systeme verwendet werden. Da ein Hauptzweck von Multimedia-Anwendungen die Übermittlung von Informationen von einem Informationsanbieter zu einem Empfänger ist, ergänzt die ISO 14915 die 7 Grundsätze der ISO 9241-110 durch die folgenden vier Gestaltungsprinzipien:

- **Eignung für das Kommunikationsziel:** Eine Multimedia-Anwendung ist für kommunikative Ziele geeignet, wenn sie so gestaltet ist, dass sie sowohl den Zielen des (der) Anbieters (Anbieter) der zu übermittelnden Information, als auch dem Ziel oder der Aufgabe der Benutzer oder Empfänger dieser Information entspricht.
 - Beispiel: Verwendung von Redundanz bei kritischen Informationen.
- **Eignung für Wahrnehmung und Verständnis:** Eine Multimedia-Anwendung ist für Wahrnehmung und Verständnis geeignet, wenn sie so gestaltet ist, dass die zu übermittelnde Information leicht erfasst und verstanden werden kann.

- Beispiel: Vermeidung widersprüchlicher Wahrnehmungska-näle.
- **Eignung für Exploration:** Eine Multimedia-Anwendung ist für Exploration geeignet, wenn sie so gestaltet ist, dass der Benutzer eine relevante oder interessante Information mit wenig oder keinem Vorwissen in Bezug auf Art, Umfang oder Struktur der Information oder der verfügbaren Funktionalität der Anwendung finden kann.
 - Beispiel: Vorschau auf Medienauswahl.
- **Eignung für Benutzungsmotivation:** Eine Multimedia-Anwen-dung ist für Benutzungsmotivation geeignet, wenn sie so gestaltet ist, dass die Anwendung für den Benutzer anregend ist, d.h. dass sie die Aufmerksamkeit des Benutzers auf sich zieht und ihn dazu motiviert, mit ihr zu interagieren.
 - Beispiel: Unterstützung der Vorlieben des Benutzers.

Die ISO14915 gliedert sich in 3 Teile:

- Teil 1: Gestaltungsgrundsätze und Rahmenbedingungen.
- Teil 2: Multimedia-Navigation und Steuerung.
- Teil 3: Auswahl und Kombination relevanter Medien.

Insbesondere Teil 3 erleichtert ihren Einsatz durch zahlreiche Bei-spiele, auch für die Kombination von zwei oder mehr Medien.

2.2.5 Leitfäden

Im Vergleich zur Richtlinie ist ein **Leitfaden** (englisch: **Compendium**) eine empfehlende Handlungsanweisung ohne bindenden Charakter und ohne Zuschnitt auf einen speziellen Fall.

Grundsätzlich gilt, dass ein Leitfaden allgemein beschreibt, wie Vorschriften im Alltag effektiv umgesetzt werden können. Daher kann man Leitfäden auch als Entscheidungshilfen für ein adäquates Handeln bzw. Vorgehen verstehen.

2.2.5.1 Usability-Leitfaden 1.3

Der **Usability-Leitfaden 1.3** der **Deutschen Akkreditierungsstelle** (kurz **DAkkS**) bietet Usability-Experten hilfreiche Handlungsanweisungen (siehe (DAkkS, 2010)). Er ergänzt die ISO 9241 um Anleitungen zur Umsetzung von Prüfverfahren und zur projektbegleitenden Qualitätssicherung in der Praxis.

Der Leitfaden besteht aus drei Teilen:

- Der erste Teil beschreibt wichtige **Bausteine eines Usability-Engineering-Prozesses** bei der Entwicklung interaktiver IT-Systeme.
- Der zweite Teil beschreibt ein **Prüfverfahren für den Usability-Engineering-Prozess auf der Grundlage von ISO 9241-210**.
- Der dritte Teil beschreibt ein **Prüfverfahren zur Konformitätsprüfung interaktiver IT-Systeme auf der Grundlage von ISO 9241-11 und ISO 9241-110**.

Relevante Inhalte des Leitfadens sind in den Text des Lehrbriefs eingearbeitet. Prüflaboratorien und Zertifizierungsstellen können sich von der DAkkS für die beiden genannten Prüfverfahren akkreditieren lassen.

2.2.5.2 Leitfaden für die Gestaltung von Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen

Ein weiterer, äußerst wichtiger Leitfaden hat den Titel „Bildschirm- und Büroarbeitsplätze – Leitfaden für die Gestaltung“ und wird vom Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung e.V. (DGUV) herausgegeben (siehe (DGUV, 2019)).

Diese Informationsschrift benennt und erläutert die sicherheitstechnischen, arbeitsmedizinischen, ergonomischen und arbeitspsychologischen Regeln für die Gestaltung und den Betrieb von Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen, die sich u.a. aus der Arbeitsstättenverordnung (siehe Abschnitt 2.3.1) und der Norm ISO 9241 (siehe Abschnitt 2.2.4.1) ergeben.

2.3 Qualitätskriterien für interaktive IT-Systeme, die verpflichtend vorgegeben sind

In Deutschland ist eine **Verordnung** (genauer: **Rechtsverordnung**) eine Rechtsnorm, die durch ein Organ der Exekutive auf der Grundlage einer gesetzlichen Ermächtigung erlassen wird, während ein **Gesetz** (genauer: **Parlamentsgesetz**) eine Rechtsnorm ist, die durch die Legislative mit ausreichender Mehrheit verabschiedet wird. Hinsichtlich der Gültigkeit stehen Verordnungen im Rang unterhalb der Gesetze, aber oberhalb von Satzungen und Verwaltungsvorschriften (Stichwort: **Subsidiarität**).

Ob eine Rechtsnorm in einem Gesetz oder in einer Verordnung steht, hat oft nur praktische Gründe. Sie ist in beiden Fällen inhaltlich eine Verhaltensvorschrift, die mit Befehl und Zwang auch gegen den Willen Betroffener durchsetzbar ist.

Gesetze und Verordnungen enthalten Verhaltensvorschriften, die durchsetzbar sind.

2.3.1 Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV)

Laut dem **Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS)** regelt das **Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG)** sowohl die grundlegenden Arbeitsschutzwichten des Arbeitgebers als auch die Pflichten und Rechte der Beschäftigten. Zentral ist in diesem Gesetz die Pflicht des Arbeitgebers zur Durchführung einer Gefährdungsbeurteilung, die ausdrücklich auch psychische Belastungsfaktoren berücksichtigen muss.

Konkretisiert wird das Arbeitsschutzgesetz durch eine Reihe von Arbeitsschutzverordnungen, insbesondere aber durch die **Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV)**. Ermächtigungsgrundlage der ArbStättV ist § 18 des ArbSchG.

Aus dem Arbeitsschutzgesetz ergab sich 1996 allerdings zunächst die **Bildschirmarbeitsverordnung (BildscharbV)**. Sie ist aber seit Dezember 2016 außer Kraft gesetzt und in die Arbeitsstättenverordnung als Anhang 6 „Maßnahmen zur Gestaltung von Bildschirmarbeitsplätzen“ eingefügt worden. Hinzugefügt wurden im Zuge dieser Einführung Anforderungen zu Telearbeitsplätzen und zu mobilen Arbeitsmitteln an stationären Arbeitsplätzen.

Die besonderen Belange von Menschen mit Behinderung (Stichwort: Barrierefreiheit) werden ebenfalls in der Arbeitsstättenverordnung thematisiert (§ 3a Abs. 2 ArbStättV).

Ein wesentliches Hilfsmittel für die praktische Umsetzung der Arbeitsstättenverordnung sind die so genannten **Technischen Regeln für Arbeitsstätten** (auch **Arbeitsstättenregeln** oder kurz **ASR** genannt), die beschreiben, wie die in der Arbeitsstättenverordnung gestellten Anforderungen erreicht werden können. Bei Einhaltung der anwendbaren

ASR kann ein Arbeitgeber davon ausgehen, dass er die entsprechenden Anforderungen der Arbeitsstättenverordnung erfüllt⁴⁵.

Diese ASR beinhalten beispielsweise folgende Regeln für die Lautstärke-, Luft-, Klima- und Beleuchtungsverhältnisse eines Büroarbeitsplatzes:

- Der Schalldruckpegel ist so niedrig zu halten, wie es nach der Art des Betriebes möglich ist. Er sollte bei überwiegend geistigen Tätigkeiten höchstens 55 dB(A) betragen.
- Die Lufttemperatur muss mindestens 20 °C betragen. Lufttemperaturen bis 22 °C werden empfohlen. Die Lufttemperatur darf 26 °C nicht überschreiten.
- Die Luftgeschwindigkeit soll bei einer Lufttemperatur von 20 °C einen Wert von 0,15 m/s nicht überschreiten.
- Die minimale Beleuchtungsstärke im Bereich des Arbeitsplatzes ist 500 Lux. Im verbleibenden Raumbereich ist ein Mindestwert von 300 Lux erforderlich.

Bedeutsam für die in diesem Lehrbrief behandelte Thematik sind aber vor allem folgende **Anforderungen der Arbeitsstättenverordnung an die Gestaltung von rechnergestützter Arbeit**:

- Die Grundsätze der Ergonomie sind auf die Bildschirmarbeitsplätze⁴⁶ und die erforderlichen Arbeitsmittel sowie die für die Informationsverarbeitung durch die Beschäftigten erforderlichen Bildschirmgeräte⁴⁷ entsprechend anzuwenden.
- Tragbare Bildschirmgeräte ohne Trennung zwischen Bildschirm und externem Eingabemittel (insbesondere Geräte ohne Tastatur) dürfen nur an Arbeitsplätzen betrieben werden, an denen die Geräte nur kurzzeitig verwendet werden oder an denen die Arbeitsaufgaben mit keinen anderen Bildschirmgeräten ausgeführt werden können⁴⁸.
- Beim Betreiben der Bildschirmarbeitsplätze hat der Arbeitgeber dafür zu sorgen, dass der Arbeitsplatz den Arbeitsaufgaben angemessen gestaltet ist. Er hat insbesondere geeignete Softwaresysteme bereitzustellen.
 - Entspricht: Aufgabenangemessenheit der ISO 9241-110.

⁴⁵ Ein Arbeitgeber ist allerdings **nicht** zur Einhaltung der ASR verpflichtet. Wählt er im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung eine andere Lösung, muss er damit jedoch nachweislich mindestens den gleichen Arbeitsschutz erreichen.

⁴⁶ Ein **Bildschirmarbeitsplatz** ist laut ArbStättV ein Arbeitsplatz, der sich in einem Arbeitsraum befindet und der mit einem Bildschirmgerät und sonstigen Arbeitsmitteln ausgestattet ist.

⁴⁷ Ein **Bildschirmgerät** ist laut ArbStättV eine Funktionseinheit, zu der insbesondere ein Bildschirm zur Darstellung von visuellen Informationen, Einrichtungen zur Datenein- und -ausgabe, eine Steuerungs- und Kommunikationseinheit (Rechner) sowie eine Software zur Steuerung und Umsetzung der Arbeitsaufgabe gehört.

⁴⁸ Wird also beispielsweise ein Notebook nicht nur im Außendienst sondern auch regelmäßig am Arbeitsplatz genutzt, so **muss** es dafür durch den Anschluss einer externen Tastatur und Maus und gegebenenfalls eines zusätzlichen Bildschirms – zum Beispiel mittels einer Dockingstation – aufgerüstet werden.

- Die Bildschirmgeräte und die Software müssen entsprechend den Kenntnissen und Erfahrungen der Beschäftigten im Hinblick auf die jeweilige Arbeitsaufgabe angepasst werden können.
 - Entspricht: Erwartungskonformität und Individualisierbarkeit der ISO 9241-110.
- Das Softwaresystem muss den Beschäftigten Angaben über die jeweiligen Dialogabläufe machen.
 - Entspricht: Selbstbeschreibungsfähigkeit der ISO 9241-110.
- Die Bildschirmgeräte und die Software müssen es den Beschäftigten ermöglichen, die Dialogabläufe zu beeinflussen. Sie müssen eventuelle Fehler bei der Handhabung beschreiben und eine Fehlerbeseitigung mit begrenztem Arbeitsaufwand erlauben.
 - Entspricht: Steuerbarkeit und Fehlertoleranz der ISO 9241-110.

Dies bedeutet auch:

Ein interaktives IT-System, das insbesondere aus Bildschirm, Tastatur oder sonstigen Eingabemitteln, Steuereinheit (Rechner) und Software besteht, muss die Qualitätskriterien der ISO 9241-110 erfüllen, wenn es durch Beschäftigte regelmäßig am Arbeitsplatz zur Erledigung von Arbeitsaufgaben genutzt wird.

2.3.2 Barrierefreie Informationstechnik-Verordnung (BITV)

Die **Verordnung zur Schaffung barrierefreier Informationstechnik nach dem Behindertengleichstellungsgesetz**, kurz **Barrierefreie Informationstechnik-Verordnung (BITV)**, ist eine Konkretisierung des **Behindertengleichstellungsgesetzes (BGG)**. Die Verordnung soll bewirken, dass möglichst viele Webauftritte auch behinderten Menschen zugänglich sind. Ermächtigungsgrundlage der BITV ist § 11 des BGG.

Die **BITV in der Fassung vom September 2011 (BITV 2.0)** entspricht im Wesentlichen der WCAG 2.0. Es gibt aber folgende Abweichungen:

- Die Erfolgskriterien werden nicht wie in der WCAG den drei Konformitätsstufen A, AA und AAA zugeordnet, sondern zu zwei Stufen, Priorität I und II. Priorität I umfasst WCAG-Level A und AA, Priorität II umfasst zusätzlich Level AAA. Das Einstiegsniveau nach WCAG Level A ist im Bereich der BITV nicht vorgesehen.
- Ergänzend zu den Bestimmungen der WCAG wird die Bereitstellung von Informationen in „leichter“ Sprache und in deutscher Gebärdensprache verlangt, um den besonderen Belangen gehörloser Menschen Rechnung zu tragen.

Durch die letzte Änderung der BITV 2.0 vom 21. Mai 2019 wurden auch die neuen Anforderungen der WCAG 2.1 integriert.

Der bereits vorgestellte **WCAG-Test** (siehe Abschnitt 2.2.3) gestattet auch Konformitätsprüfungen für die Stufen I und II der BITV.

Die BITV gilt allerdings nur für die **Bundesverwaltung sowie Landeskörperschaften**, die Bundesrecht ausüben. Privatwirtschaftliche Internet-Angebote sind auf der Grundlage der BITV nicht zu Barrierefreiheit verpflichtet.

Mit der **EU-Richtlinie 2019/882** vom 17. April 2019 über die „Barrierefreiheitsanforderungen für Produkte und Dienstleistungen“ (englisch: European Accessibility Act) wurde allerdings ein Rechtsakt verabschiedet, der auch **privatwirtschaftliche Unternehmen zu Barrierefreiheit verpflichtet**. Die EU-Richtlinie zählt Produkte (Universalrechner (Hardware mit Betriebssystemen), Smartphones, E-Book-Lesegeräte, Selbstbedienungsterminals, ...) und webbasierte Dienstleistungen (Elektronischer Handel, Online-Bankwesen, Audiovisuelle Mediendienste, E-Book-Dienste, ...) auf, die zukünftig (spätestens am 28. Juni 2025) barrierefrei sein müssen. Produkte, für die diese Richtlinie gilt, sind dann „so zu gestalten und herzustellen, dass Menschen mit Behinderungen sie voraussichtlich maximal nutzen“. Die Richtlinie muss bis zum 28. Juni 2022 in den Mitgliedsstaaten in nationales Recht umgesetzt werden.

Sehr viele interaktive IT-Systeme dürfen ab Juni 2025 nur noch dann in der EU in Verkehr gebracht werden, wenn sie barrierefrei sind.

2.4 Übungen

Aufgabe 2.1

Rechnen Sie die folgenden Wellenlängen in Frequenzen, bzw. Frequenzen in Wellenlängen um und geben Sie die Farbe an:

1. 500 nm
2. $1,4 \cdot 10^{14}$ Hz

Aufgabe 2.2

1. Was geschieht, wenn man eine reife Tomate mit blauem Licht bestrahlt?
2. Wenn man nachts aus einem hell erleuchteten Raum durch ein Fenster nach draußen sehen will, sieht man nur sein Spiegelbild. Tagsüber passiert das nicht. Woran könnte das liegen?

Aufgabe 2.3

Thomas Young (1773 – 1829) und **Hermann von Helmholtz** (1821 – 1894) haben aus der Tatsache, dass der Mensch nur drei unterschiedliche Zapfentypen besitzt, geschlossen, dass sich umgekehrt auch jede vom Menschen wahrnehmbare Farbe als Überlagerung von drei

verschiedenen Wellenlängen unterschiedlicher Intensitäten herstellen lassen kann.

Diese Erkenntnis, die heute als **Young-Helmholtz-Theorie** bekannt ist, findet in der Informatik vielfach Anwendung. Ein Beispiel ist das **RGB-Farbmodell**. Dieses stellt Farben als eine Kombination eines Rot-, Grün- und Blauanteils dar, indem drei Lichtquellen (Rot, Grün und Blau) mit unterschiedlichen Intensitäten überlagert (man sagt auch: additiv gemischt) werden. Beispielsweise kann man folgende Wahl treffen: 700 nm für Rot, 546 nm für Grün und 435 nm für Blau. Damit die Überlagerungen dann richtig funktionieren, muss die additive Mischung der drei Lichtquellen mit jeweils maximalen Intensitäten die Wahrnehmung Weiß erzeugen. Für die Normierung dieser Weiß-Wahrnehmung gibt man typisch die Temperatur eines erhitzten schwarzen Festkörpers in **Kelvin (K)**⁴⁹ vor. Beispiel: 6.500 K.

Formal ist eine Farbe im RGB-Farbmodell also ein Zahlentripel, wobei die erste Komponente der Rotanteil (= Intensität der roten Lichtquelle), die zweite der Grünanteil und die dritte der Blauanteil ist. Üblicherweise verwendet man für jede Farbkomponente 1 Byte zum Speichern, sodass also jeweils Intensitäten zwischen 0 und 255 möglich sind. Damit entspricht die RGB-Farbe (255, 0, 0) reinem Rot und (100, 255, 0) einer Mischung aus Rot und Grün.

1. Wie erzeugt man im RGB-Farbmodell die Farbempfindungen schwarz und weiß?
2. Wie erzeugt man im RGB-Farbmodell die Farbempfindungen Grautöne?
3. Wie unterscheiden sich die RGB-Farben (128,128,128) und (32,32,192) hinsichtlich der spektralen Helligkeitsempfindung des Menschen (Kontrast)?
4. Warum genügen 256 verschiedene Intensitäten je Lichtquelle für eine realistische Abdeckung der von Menschen empfindbaren Farben?

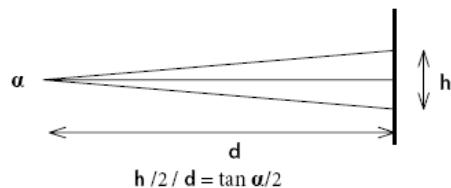
⁴⁹ Eine Temperatur von 0 °C entspricht 273,15 K. Der Zahlenwert eines Temperaturunterschieds in den beiden Einheiten Kelvin und Grad Celsius ist gleich.

Aufgabe 2.4

Begründen Sie:

Als Faustformel für den minimalen Betrachtungsabstand eines Fernsehers gilt das 1,87-fache der Breite des Fernsehers. Bei einem 50-Zoll-Full-HD-Fernseher sollte man demnach mindestens $1,25 * 1,87 = 2,34$ m Abstand einhalten.

Hinweis:



Aufgabe 2.5

1. Ein Schall 1 hat 86 dB(A), ein Schall 2 hat 60 dB(A). Um wie viel größer ist der Schalldruck 1 gegenüber dem Schalldruck 2?
2. Zwei Schallpegelmessungen unterscheiden sich um -12 dB(A). Um welchen Faktor vermindert sich dabei der Schalldruck?
3. Bei zwei Messungen stellen Sie fest, dass Schall A um +17 dB(A) lauter ist als Schall B, wogegen Schall C um +23 dB(A) lauter ist als Schall B. Um wie viel höher ist der Schalldruck von Schall C gegenüber dem Schall A?

Aufgabe 2.6

Zwei Personen stehen bei 20 °C Lufttemperatur etwa 500 m voneinander entfernt. Person 1 klatscht in die Hände.

1. Wie lange dauert es, bis das Klatschgeräusch Person 2 erreicht?
2. Wie lange dauert es, bis Person 2 das Zusammentreffen der Hände von Person 1 sieht?

Aufgabe 2.7

In der folgenden Abbildung vermittelt das Gesetz der Nähe den falschen Eindruck, dass die Werte in den Spalten zusammengehören. Wie kann man das einfach korrigieren:

Gerät	Jahr	Auflösung horizontal x vertikal x Farben
Apple II	1977	280 x 192 x 6
Commodore VC 20	1981	184 x 176 x 1
IBM CGA	1981	320 x 200 x 4 (aus 16) 640 x 200 x 2 (aus 16)
Commodore CBM 4064	1982	320 x 200 x 1
Commodore C 64	1982	320 x 200 x 1 160 x 200 x 4
Hercules (für IBM-PC)	1982	729 x 348 x 1
Apple IIe	1983	360 x 192 x 8
Apple Lisa	1984	720 x 360 x 1
Apple Macintosh	1984	512 x 342 x 1
IBM EGA	1984	640 x 350 x 16 (aus 64) 640 x 200 x 16 (CGA-Farben)
Commodore C 128	1985	640 x 200 x 1 160 x 200 x 16
Atari ST	1985	640 x 400 x 1 640 x 200 x 4 320 x 200 x 16
IBM PGA	1985	640 x 480 x 256
Apple IIgs	1986	640 x 200 x 1 320 x 200 x 8
Commodore Amiga 1000	1986	640 x 256 x 16 640 x 512 x 16 (aus 4096)
IBM VGA	1987	640 x 480 x 16 (aus 64)

Aufgabe 2.8

Ordnen Sie die nachfolgenden Eigenschaften eines Textverarbeitungssystems jeweils einem der sieben Grundsätze der Norm ISO 9241-110 zu:

1. Die „Suchen“-Funktion und die „Suchen und Ersetzen“-Funktion sind gleich aufgebaut.
2. Bei der „Suchen und Ersetzen“-Funktion kann der Benutzer jedes Ersetzen einzeln bestätigen oder er kann automatisiert alle auf einmal ersetzen.
3. Bei der Rechtschreibprüfung werden die falschen Wörter mit einer roten Wellenlinie und am rechten Rand des Dokuments mit einem Strich markiert.
4. Die zuletzt geöffneten Dateien werden im Menü geordnet angezeigt, damit der Benutzer schnell auf seine zuletzt bearbeiteten Dateien zugreifen kann. Dabei ist die Anzahl der angezeigten Dateien einstellbar.
5. Der Benutzer hat ein falsches Wort ersetzt. Er kann den ganzen Ersetzungsvorgang durch eine UNDO-Funktion rückgängig machen.

Aufgabe 2.9

Immer mehr Dokumente und Webinhalte werden im PDF-Format angeboten. Auch für PDF-Dateien ist also Barrierefreiheit ein Thema.

Ohne die Vielfalt von PDF-Dokumenten einzuschränken, legt der **PDF/UA-Standard (ISO 14289)** fest, wie die uneingeschränkte Zugänglichkeit von Inhalten in PDF-Dateien für Menschen mit Behinderungen sichergestellt werden kann.

Er soll für PDF-Dokumente das sein, was heute die WCAG 2.0 für Internet-Angebote sind: PDF/UA wendet die WCAG-2.0-Konzepte auf PDF an und erweitert den ISO-Standard PDF 1.7 (ISO 32000).

Das **Matterhorn-Protokoll** wurde entwickelt, um die Einführung von PDF/UA in der Praxis zu fördern. Es besteht aus 31 Prüfabschnitten, die sich aus 136 einzelnen, präzise definierten Prüfkriterien zusammensetzen.

Für die Überprüfung von PDF-Dateien auf PDF/UA-Konformität sind Werkzeuge verfügbar (z.B. **PAC: PDF Accessibility Checker**). In **Adobe Acrobat Pro** ist die Prüfung bereits integriert.



Abbildung 47: Screenshot PAC 3

Machen Sie sich mit dem PDF/UA-Standard und dem Matterhorn-Protokoll vertraut und verwenden Sie dann den **PAC 3: PDF Accessibility Checker** (<https://www.access-for-all.ch/ch/pdf-werkstatt/pdf-accessibility-checker-pac/download-pac-3.html>) zur PDF/UA-Konformität-Prüfung der PDF-Version dieses Lehrbriefs.

3 Aspekte der Benutzeroberflächen interaktiver IT-Systeme

Im Hinblick auf Usability und User-Experience ist die Benutzeroberfläche eines interaktiven IT-Systems, also die reale Ausgestaltung des ergebnisorientierten Datenaustausches zwischen einem Menschen und dem IT-System, von entscheidender Bedeutung.

Bei der Gestaltung einer Benutzeroberfläche müssen für die drei Ebenen Anwendungsbereich, Hardware und Software jeweils Auswahlen, Anpassungen oder Neuentwicklungen erfolgen, die in Summe für die entstehende Gebrauchstauglichkeit des interaktiven IT-Systems ausschlaggebend sind.

Da es zum ingeniermäßigen Vorgehen gehört, existierende Lösungen wieder zu verwenden, ist es folglich sinnvoll, für bewährte Elemente der Benutzeroberflächen interaktiver IT-Systeme die jeweils gültigen Qualitätskriterien zu kennen.

Für eine Auswahl der wichtigsten, klassischen Elemente der drei Gestaltungsebenen werden diese nachfolgend vorgestellt. Die Ausführungen beruhen auf den Rahmenbedingungen des letzten Kapitels und den Inhalten von (DGUV, 2019).

Vorab werden – unabhängig von der Gestaltungsebene – prinzipielle Qualitätsanforderungen an Texte, Symbole, Schriftarten, Farben und Kontraste aufgeführt. Diese gelten sowohl für die Hardware (Beispiel: Tastaturschriften), als auch für die Software (Beispiel: Eingabeformular) und den Anwendungsbereich (Beispiel: Benutzerhandbuch).

3.1 Grundlegende Aspekte

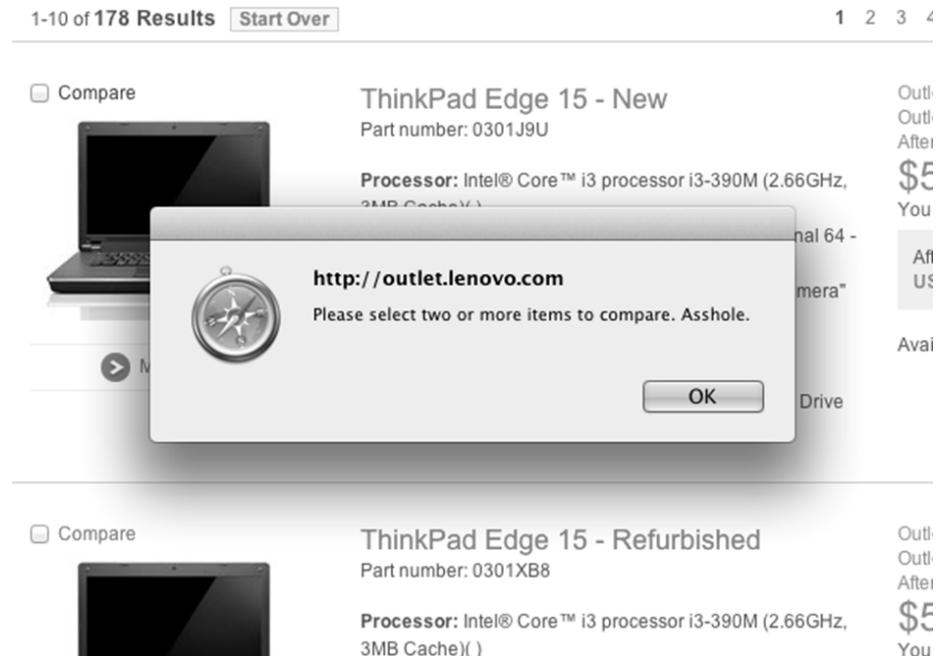
Die folgenden Ausführungen basieren u.a. auf der ISO 9241-12, die für jegliche Informationsdarstellung fordert:

- **Erkennbarkeit:** Die Aufmerksamkeit des Benutzers wird zur benötigten Information gelenkt.
- **Klarheit:** Der Informationsinhalt wird schnell und genau vermittelt.
- **Kompaktheit:** Den Benutzern wird nur jene Information gegeben, die für das Erledigen der Aufgabe notwendig ist.
- **Konsistenz:** Gleiche Information wird innerhalb des interaktiven IT-Systems entsprechend den Erwartungen des Benutzers stets auf die gleiche Art dargestellt.
- **Lesbarkeit:** Die Information ist leicht zu lesen.
- **Unterscheidbarkeit:** Die angezeigte Information kann genau unterschieden werden.
- **Verständlichkeit:** Die Bedeutung ist leicht verständlich, eindeutig interpretierbar und erkennbar.

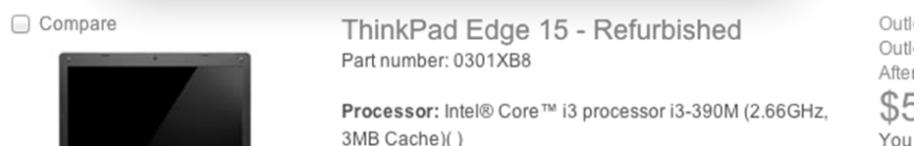
3.1.1 Texte und Symbole

Texte sind verständlich, nicht kompromittierend oder beleidigend und entsprechend dem Vokabular der Benutzer zu formulieren. Fachbegriffe der Informationstechnik sind daher fast immer zu vermeiden.

Beispiel für Beleidigung:



The screenshot shows a product listing for a ThinkPad Edge 15 laptop. At the top, it says "1-10 of 178 Results" and "Start Over". On the right, there are navigation links "1 2 3 4". Below the search bar, there's a checkbox labeled "Compare". To the left of the main product image, there's another smaller image of a laptop with a "Compare" checkbox next to it. The main product image is a ThinkPad Edge 15 - New, with part number 0301J9U. It lists a processor: Intel® Core™ i3 processor i3-390M (2.66GHz, 3MB Cache). A modal dialog box is open in the center, featuring a compass icon and the URL "http://outlet.lenovo.com". The text inside the dialog reads: "Please select two or more items to compare. Asshole." There is an "OK" button at the bottom right of the dialog. To the right of the main product, there are several small, partially visible text snippets: "Outl", "Outl", "Outl", "After", "\$E", "You", "Afl", "Us", "Avai", and "Drive".



This part of the screenshot shows a second product listing for a ThinkPad Edge 15 - Refurbished, with part number 0301XB8. It lists the same processor: Intel® Core™ i3 processor i3-390M (2.66GHz, 3MB Cache). To the right of the product, there are several small, partially visible text snippets: "Outl", "Outl", "After", "\$E", "You", "Afl", "Us", "Avai", and "Drive".

Wie verständlich ein Text ist, wird allein durch die sprachliche Gestaltung beeinflusst. Alle Texte sind daher mit einem Vokabular zu formulieren, das die Benutzer sofort verstehen und mit dem sie vertraut sind. Dies gilt für Beschriftungen sowie für Menü- und Listeneinträge gleichermaßen. Je verständlicher Beschriftungen oder Meldungstexte sind, desto leichter ist es, die aktuelle Dialogsituation zu verstehen, die nächsten Arbeitsschritte zu erledigen und das System zu erlernen.

Bei der Gestaltung von interaktiven IT-Systemen muss stets das Vokabular der (potenziellen) Benutzer mit normierter Fachterminologie abgeglichen werden. Durch ein iteratives Vorgehen ist es dabei möglich, ein akzeptables Konzept für die verwendeten Texte zu erarbeiten.

Texte sollten in dunkler oder schwarzer Schrift vor einem hellen Hintergrund dargestellt werden (Positivdarstellung)⁵⁰. Das Gleiche gilt für Symbole. Sie sollten ebenfalls vor einem hellen Hintergrund in dunkleren Farben dargestellt werden.

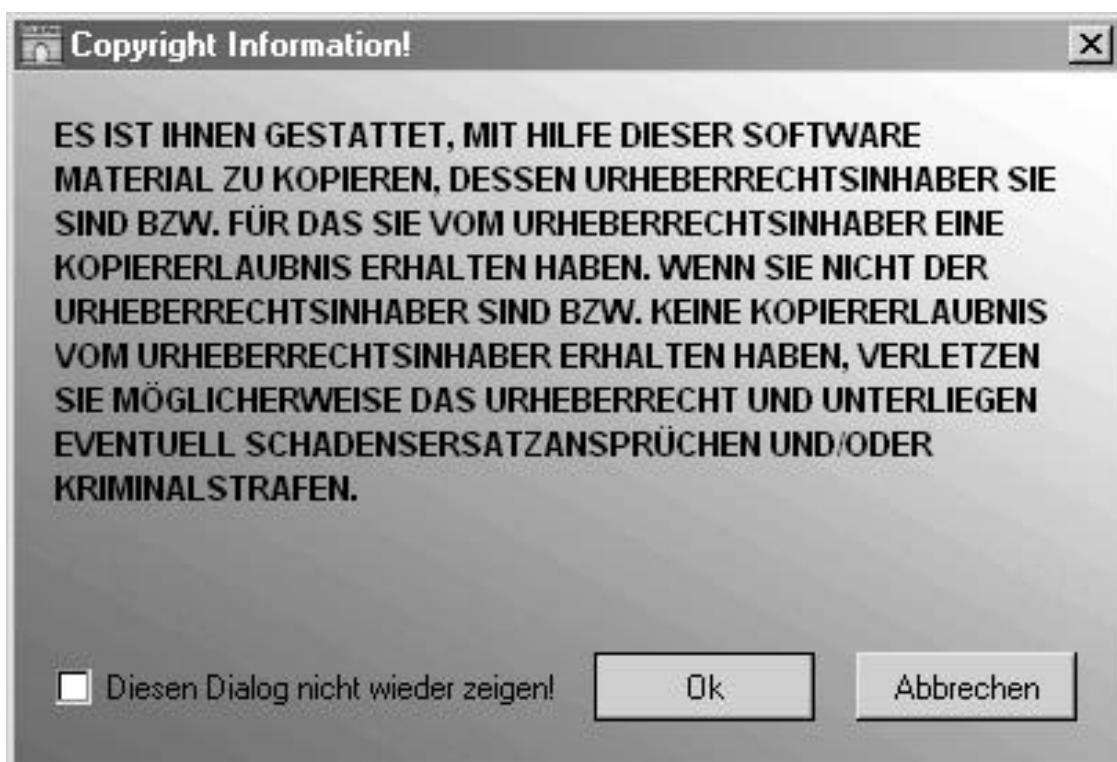
⁵⁰ Eine **Positivdarstellung** bietet bessere Anpassungsmöglichkeiten an die physiologischen Eigenschaften des Menschen und an die Arbeitsumgebung als eine Negativdarstellung. So bewirkt Positivdarstellung auf Bildschirmen beispielsweise, dass sich nicht ganz vermeidbare Reflexionen und Spiegelungen weniger störend auswirken. Zudem werden typisch die Leuchtdichten von Vorlagen (Papier) und Bildschirmanzeigen durch Positivdarstellung angeglichen.

Hervorhebungen sind innerhalb von Fließtexten sparsam zu verwenden. Geeignete Hervorhebungen sind z. B. Fettdruck oder eine andere Textfarbe, ungeeignet sind z. B. inverse Darstellung, Blinken oder Großschreibung.

Unterstreichen sollte in der Regel für die Kennzeichnung von Links vorbehalten sein. Die inverse Darstellung ist für Textmarkierung und Auswahl reserviert. Kursive Zeichen sind wegen des sogenannten Treppeneffekts insbesondere bei kleineren Schriften zu vermeiden.

Texte sind **ohne Ausnahme** in normaler Groß- und Kleinschreibung zu schreiben. Die Anzahl der Zeichen pro Zeile (inklusive Leerzeichen) sollte bei Fließtext typisch **60**, maximal **80** Zeichen betragen. Der Zeilenabstand⁵¹ sollte für eine optimale Lesegeschwindigkeit bei etwa **130** bis **150 %** der Zeichenhöhe liegen. Texte sind grundsätzlich linksbündig, Zahlen sind rechtsbündig anzulegen.

Beispiel für schlecht lesbaren Text:



Weitere Empfehlungen für Textdarstellungen auf Bildschirmen finden sich in ISO 9241-303.

Meldungen als Reaktionen des interaktiven IT-Systems sollen nicht nur verständlich, sondern auch konstruktiv und objektiv formuliert

⁵¹ Die Distanz zwischen den Grundlinien zweier benachbarter Textzeilen wird als **Zeilenabstand** bezeichnet. Die **Grundlinie** ist dabei die unsichtbare Linie, auf der die meisten Buchstaben der Textzeile (sofern sie keine Unterlängen haben) angeordnet sind.

sein. Handelt es sich z. B. um seltene Dialogsituationen, so sind ausführlichere Meldungen anzuzeigen oder auf Anfrage bereitzustellen.

Texte sind verständlich, in Groß- und Kleinschreibung und in dunkler Schrift vor einem hellen Hintergrund (Positivdarstellung) anzuzeigen.

Symbole sind ebenfalls verständlich zu gestalten. Es gilt solche Symbole zu verwenden, die im jeweiligen Zusammenhang erwartet werden (weil man z. B. ein ähnliches Symbol aus anderen Anwendungen kennt). Ein Beispiel wäre das Symbol einer Diskette für die Funktionalität „Speichern“. Obwohl es kaum noch Disketten gibt, hat der Benutzer eine entsprechende Erwartung aufgebaut. Es empfiehlt sich, Beschriftungen zusätzlich zu den Symbolen (etwa als Tooltip) anzuzeigen.

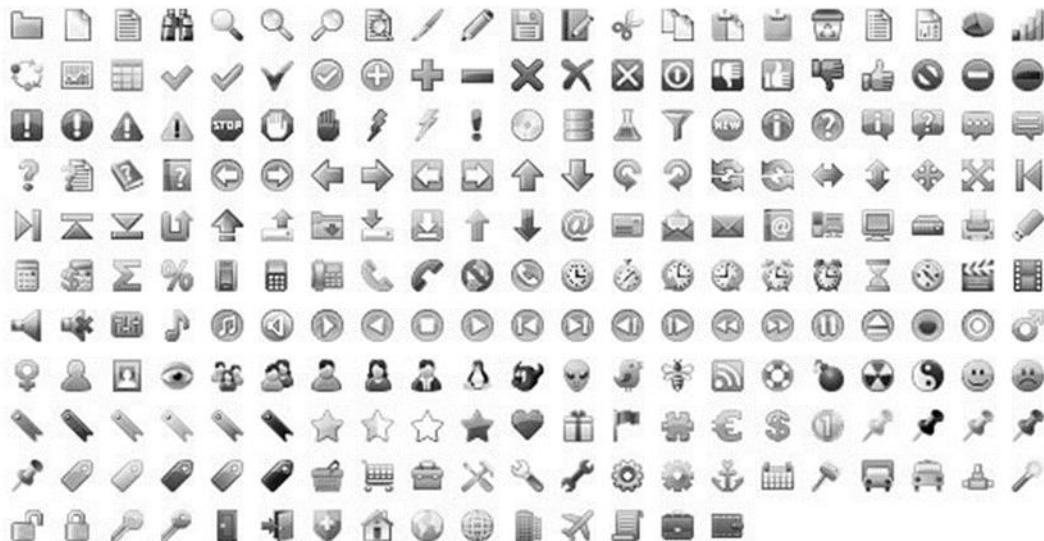


Abbildung 48: Typische Symbole der Informationstechnik

3.1.2 Schriftarten

Bei der Wahl der Schriftart kommt es darauf an, wie gut ein Text erkannt und gelesen werden kann. Entscheidend dabei ist nicht so sehr, einzelne Zeichen zu erkennen, sondern vielmehr, Wörter als Ganzes zu erfassen (siehe Abschnitt 2.1.2.2). Aus diesem Grund ist es wichtig, die Schriftart so zu wählen, dass man Wortbilder gut wahrnehmen kann.

Empfohlen werden dementsprechend **proportionale Schriften ohne Serifen**, die ein Verhältnis zwischen Zeichenbreite und -höhe von ca. 7:10 bis 9:10 haben⁵².

Beispiel Schriftart Verdana:

Franz jagt im komplett verwahrlosten Taxi quer durch Bayern

Innerhalb eines interaktiven IT-Systems sollte man nur eine Schriftart verwenden, damit sich der Benutzer an das Schriftbild gewöhnen kann. Ausnahmen sind lediglich etwa bei der Auflistung von Programmen zulässig.

Für ein leichtes, beschwerdefreies Erkennen von Text ist aber nicht nur die Schriftart, sondern je nach Sehabstand auch die Größe der Zeichen wichtig.

Die minimale Zeichenhöhe von Großbuchstaben in Abhängigkeit vom Sehabstand berechnet man entsprechend folgender Faustregel:



$$\text{minimale Zeichenhöhe } h \text{ [mm]} = \text{Sehabstand [mm]} / 155$$

Dies ist etwa 3,2 mm bei 50 cm Sehabstand und entspricht bei senkrechter Blickrichtung einem Sehwinkel von etwa 22 Bogenminuten. Ein Sehwinkel von 31 Bogenminuten (entsprechend einer Zeichenhöhe von 4,5 mm bei 50 cm Sehabstand) sollte bei senkrechter Blickrichtung aber auch nicht überschritten werden, weil sonst ein flüssiges Lesen sehr erschwert wird. Die entsprechende Faustregel für die maximale Zeichenhöhe von Großbuchstaben lautet:



$$\text{maximale Zeichenhöhe } h \text{ [mm]} = \text{Sehabstand [mm]} / 110$$

Schriftarten sollten proportional ohne Serifen sein und die Zeichenhöhe der Großbuchstaben der gewählten Schriftart sollte einem Sehwinkel zwischen 22 und 31 Bogenminuten bei senkrechter Blickrichtung entsprechen.

Bei Zeichen lateinischen Ursprungs sollte die **Strichbreite** der Zeichen 10 bis 17 % der Zeichenhöhe betragen.

⁵² Als **Serife** bezeichnet man den (mehr oder weniger) kleinen, abschließenden Querstrich am oberen oder unteren Ende von Buchstaben. **Proportional-schriften** werden in der Regel angenehmer empfunden als **Festbreitenschriften**, da die Buchstaben nur den Platz bekommen, den sie von ihrer Grundform her brauchen.

3.1.3 Farben

Farben sollten grundsätzlich sparsam verwendet und niemals als einziger Hinweis auf die beabsichtigte Interpretation herhalten müssen.

Als Faustregel gilt, dass neben Schwarz/Weiß nicht mehr als sechs verschiedene Farben bei der Gestaltung eines interaktiven IT-Systems zu verwenden sind.

Bei der Farbwahl muss die Erkennbarkeit und die Unterscheidbarkeit von Texten sowie Symbolen gewährleistet sein.

Die folgende Tabelle zeigt entsprechende Empfehlungen für Farbkombinationen, wobei in den Zeilen die Hintergrundfarben und in den Spalten die Text- bzw. Symbolfarben angegeben sind:

	Schwarz	Weiß	Purpur	Blau	Cyan	Grün	Gelb	Rot
Schwarz		+	+	-	+	+	+	-
Weiß	++		+	+	-	-	-	+
Purpur	+	+		-	-	-	-	-
Blau	-	+	-		+	-	+	-
Cyan	+	-	-	+		-	-	-
Grün	+	-	-	+	-		-	-
Gelb	+	-	+	+	-	-		+
Rot	-	+	-	-	-	-	+	

Im westlichen Kulturkreis haben insbesondere die Farben Rot, Gelb und Grün eine besondere Bedeutung, die man bei der Gestaltung von Benutzeroberflächen dringend berücksichtigen sollte.

Neben Schwarz/Weiß sollten maximal sechs verschiedene Farben bei der Gestaltung interaktiver IT-Systeme verwendet werden.

3.1.4 Kontraste

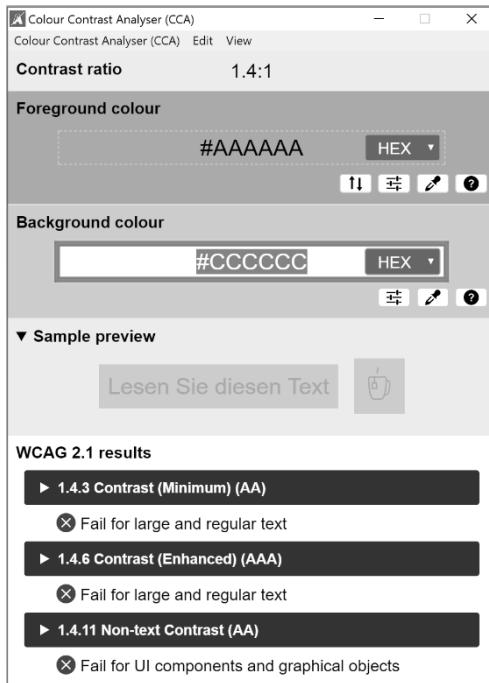
Für die Erkennbarkeit von Texten und Symbolen spielen Kontraste eine entscheidende Rolle.

Der Kontrast⁵³ sollte einen Wert von **4,5:1** nicht unterschreiten, **3:1** ist das absolute Minimum. Für häufig gelesene oder wichtige Texte und Symbole ist ein Verhältnis von **7:1** zu bevorzugen.

⁵³ Gemeint ist bei Text sowohl der Kontrast zwischen Zeichen und Zeichenuntergrund innerhalb des Zeichens als auch der Kontrast zwischen Zeichen und Zeichenumfeld, insbesondere Zeichenzwischenraum.

Der Kontrast für beliebige Kombinationen von Vorder- und Hintergrundfarben kann durch Software im RGB-System recht komfortabel bestimmt werden.

Beispiel Colour Contrast Analyser [CCA] (siehe: <https://developer.paciellogroup.com/resources/contrastanalyser>):



Hier erhalten Sie also sogar Informationen darüber, ob und wie die Anforderungen der WCAG 2.1 eingehalten werden.

Kontraste erfordern ein Verhältnis von mindestens 3:1, optimal 4,5:1 und in wichtigen Fällen sogar 7:1.

3.1.5 Proportionen

Unter Proportion wird bekanntlich das Größenverhältnis verschiedener Teile eines Ganzen zueinander verstanden.

Der **Goldene Schnitt** ist eine seit der Antike bekannte Proportion zweier Zahlen: Zwei Zahlen stehen im Verhältnis des Goldenen Schnittes, wenn sich die kleinere zur größeren Zahl verhält wie die größere zur Summe aus beiden. In der Mathematik wird dies mit der Formel $(a+b)/a = a/b$ beschrieben, wobei $a > b$ ist, und dies impliziert, dass $a/b = (1+\sqrt{5})/2 \approx 1,618\dots$.

Den Goldenen Schnitt empfinden Menschen vermeintlich als besonders harmonisch und ästhetisch, daher wird er gerne bei der grafischen Gestaltung verwendet:



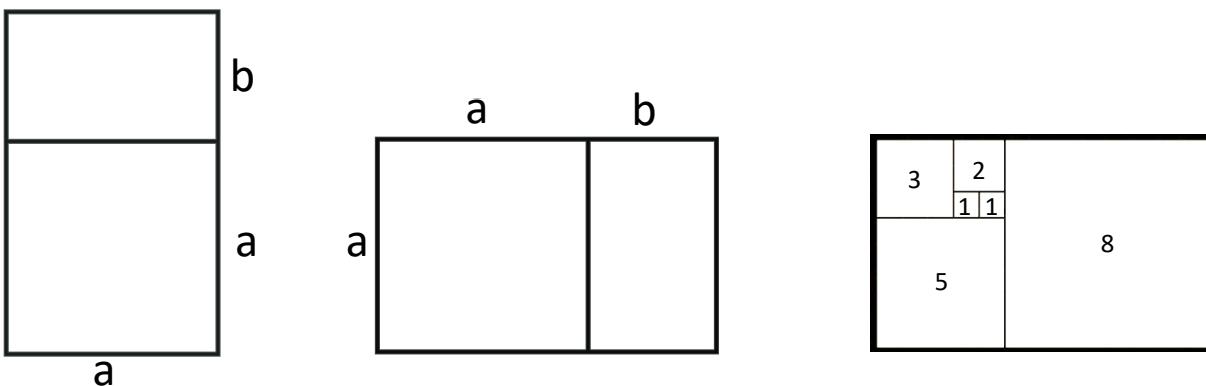
*Abbildung 49: Beispiele für den Goldenen Schnitt (Quelle:
<https://www.toushenne.de/newsreader/der-goldene-schnitt.html>)*

Der Goldene Schnitt beschreibt übrigens auch das asymptotische Verhältnis einer beliebigen **Fibonacci-Zahl** zu der vorhergehenden. Die Fibonacci-Zahlen sind ja bekanntlich die Folge von Zahlen, deren Elemente die Summe der zwei vorhergehenden Zahlen sind. Die Folge beginnt mit 0 und 1 und setzt sich fort mit 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21

Für die Gestaltung von interaktiven IT-Systemen hat dies zur Folge:

Das grundlegende visuelle Gestaltungsraster gebrauchstauglicher interaktiver IT-Systeme kann vom Goldenen Schnitt bzw. den Fibonacci-Zahlen profitieren.

Die Festlegung bestimmter Flächen, ihre Aufteilung und Anordnung zueinander bestimmen nämlich die optische Wirkung, die Struktur und die Qualität der Informationsvermittlung. Und dies ist ästhetisch und harmonisch u.a. mit dem Goldenen Schnitt bzw. den Fibonacci-Zahlen möglich, wie auch folgende Beispiele zeigen:



3.2 Standardgeräte

Benutzer interaktiver IT-Systeme erwarten heutzutage nicht nur eine multimediale Ausgabe, sondern auch eine multimodale Eingabe. Dies erfordert dann eine Vielzahl von Hard- und Softwarekomponenten und wird konzeptionell umfassend im Abschnitt 6.1 behandelt.

Aber die klassischen Geräte wie Tastatur, Maus, Bildschirm und Drucker bilden auch weiterhin den Nukleus der Hardware vieler interaktiver IT-Systeme. Diese werden daher mit den geltenden Qualitätsanforderungen in diesem Abschnitt vorgestellt.

3.2.1 Tastatur und Maus

Als **Tastatur** kommen Volltastaturen mit alphanumerischem Bereich, numerischem Bereich und Funktionsbereich infrage, wenn Texteingaben, numerische Eingaben und das Editieren von Daten notwendig sind. Sind nur wenige numerische Eingaben notwendig oder steht die Mausbedienung im Vordergrund, können auch Kompakttastaturen ohne numerischen Bereich eingesetzt werden.

Laut ISO 9241- 4 gelten die folgenden Qualitätsanforderungen für die einzelnen Tasten einer Tastatur:

- Druckpunkt bei Betätigung.
- Entfernung der Mittelpunkte 18 bis 20 mm.
- Erfühlbarkeit (Markierung bei F und J).
- Schaltweg bevorzugt 2 bis 4 mm.
- Tastenbedienung nicht prellend und leise.
- Tastenbreite 12 bis 15 mm.
- Tastendruckkraft in der Größenordnung von 0,5 N bis 0,8 N.
- Tastengröße mindestens 110 mm².

Für die gesamte Tastatur gelten die Anforderungen:

- Anordnung QWERTZ (für die deutsche Sprache).
- Auflagefläche für Handballen.
- Erkennbare Zuordnungen von Funktionstasten.
- Geringe Reflexion.
- Höhe der Grundreihe ≤ 30 mm über Arbeitsfläche.
- Neigungswinkel 5° bis 12°.
- Numerische Tastatur wie an Rechenmaschinen (789 oben).
- Übereinstimmung von Beschriftung und Belegung.

Laut ISO 9241- 410 muss eine **Maus** so gestaltet sein, dass

- ihre Tasten in normaler Körper- und Handhaltung betätigt werden können, ohne dass die Maus dabei unbeabsichtigt ihre Position ändert,
- sie der Handgröße des Benutzers angepasst ist,

- Schaltelemente leicht und sicher bedient werden können; dazu gehören auch eine entsprechende Rückmeldung und eine Tastendruckkraft in der Größenordnung von 0,5 N bis 0,8 N,
- sie mit jeder Hand bedienbar ist, andernfalls sollten Mäuse für Rechts- und Linkshänder zur Verfügung stehen.

Für die Maus mit Rollkugel muss eine geeignete, rutschfeste Unterlage – zum Beispiel Mousepad – mit geringer Höhe und ausreichender Größe zur Verfügung stehen. Für eine optische Maus muss eine ausreichend große Bewegungsfläche vorhanden sein. Hier ist auch ein Mousepad nützlich, um den „Auslauf“ der Maus zu begrenzen beziehungsweise um die störungsfreie Funktion der Maus zu gewährleisten.

3.2.2 Bildschirm und Drucker

Für einen **Bildschirm**, auch Monitor, Screen oder Display genannt, finden zwei Anzeigetechniken Verwendung, nämlich **Kathodenstrahlröhrenanzeigen (CRT)** und **Flüssigkristallanzeigen (LCD)**. Dabei spielen CRT-Bildschirme eine immer geringere Rolle.

Im Gegensatz zu CRT-Bildschirmen, deren optische Eigenschaften von der Sehrichtung weitgehend unabhängig sind, ändern sich bei LCD-Bildschirmen abhängig von der Sehrichtung Helligkeit, Kontrast und Farbe. Das Ausmaß dieser Abhängigkeit hängt davon ab, welcher LCD-Typ eingesetzt wird.

Die früher üblichen Bildschirme im Normalformat (Seitenverhältnis 4:3 beziehungsweise 5:4) werden zunehmend durch Bildschirme im Breitbildformat (Seitenverhältnis 16:9 beziehungsweise 16:10 oder 21:9) ersetzt.

Bei einem CRT-Bildschirm ist in Positivdarstellung eine Bildwiederholfrequenz von mindestens 100 Hz empfehlenswert; 85 Hz sollten nicht unterschritten werden. Technologiebedingt bietet ein LCD-Bildschirm auch bei einer Bildwiederholfrequenz von 60 Hz schon ein absolut flimmerfreies Bild.

Im Allgemeinen sollte die Bildschirmaufbauzeit unter 55 ms, beim Einsatz eines Bildschirms für die Darstellung und Bearbeitung von bewegten Bildern sogar unter 10 ms liegen.

LCD-Bildschirme sind gerastert, d.h. sie bestehen aus (sehr) vielen, in Zeilen und Spalten angeordneten diskreten Bildpunkten, die **Pixel** genannt werden. Ein Pixel ist technisch ein rechteckiger (meist sogar quadratischer), unteilbarer Bereich des Bildschirms, der kleine, individuell ansteuerbare RGB-Lichtquellen bündelt.

Das **Bildschirmraster** eines LCD-Bildschirms wird in **BxH Pixel** angegeben, wobei B die Anzahl horizontaler und H die Anzahl vertikaler Pixel ist.

Die **Bildschirmauflösung** eines LCD-Bildschirms wird in **Pixel Per Inch (ppi)** längs der Bildschirmdiagonalen angegeben. Die Berechnung ist bei gegebenem Bildschirmraster BxH Pixel wie folgt:

$$ppi = \frac{\sqrt{B^2 + H^2}}{\text{Diagonale (in Zoll)}}$$

Beispiele:

Diagonale	Bildschirmraster	Pixel Per Inch (ppi)
3,5 Zoll	960x640 Pixel	330
4,8 Zoll	1.280x720 Pixel	306
24 Zoll	1.920x1.200 Pixel	94

Häufig findet man im Zusammenhang mit Bildschirmdarstellungen auch die Einheit **Point (pt)**. Diese ist definiert durch **1 pt = 1/72 Zoll**. Für einen 72 ppi Bildschirm gilt dann: 1 Point = 1 Pixel. Hat der Bildschirm aber eine Auflösung von beispielsweise 96 ppi, so gilt 12 Point = 16 Pixel.

Die Unterscheidbarkeit von Farben wird mit zunehmender Beleuchtungsstärke auf jedem Bildschirm schlechter, insbesondere bei gut entspiegelten Bildschirmen. Damit Bildschirme auch an fensternahen Arbeitsplätzen noch unterscheidbare Farben liefern, werden daher Bildschirme empfohlen, für die vorgesehene Bildschirmbeleuchtungsstärken von 1500 bis 2000 Lux ausgewiesen werden.

Spiegelnde Bildschirme sind zwar unempfindlicher gegenüber hohen Beleuchtungsstärken, aber wegen der hohen Störanfälligkeit hinsichtlich Reflexionen nicht geeignet. Die Arbeitsstättenverordnung (siehe Abschnitt 2.3.1) verlangt daher beispielsweise im Anhang 6.3, dass Bildschirme, die über reflektierende Oberflächen verfügen, nur dann betrieben werden dürfen, wenn dies aus zwingenden aufgabenbezogenen Gründen erforderlich ist.

Weitere Anforderungen an Bildschirmgeräte finden sich in ISO 9241-303ff, u.a.:

- Bildschirm ist frei beweglich sowie leicht drehbar und neigbar.
- Helle und matte Gehäuse für eine ausgeglichene Helligkeitsverteilung im Blickfeld.
- Helligkeit und Kontrast der Anzeige sind leicht anpassbar.
- Strahlungsarmut außerhalb des sichtbaren Teils des elektromagnetischen Spektrums.

Für einen **Berührbildschirm** (englisch: **Touch Screen**) gilt laut ISO 9241-410 Anhang J:

- Berührziele müssen ausreichend groß und genügend gut getrennt sein.
- Erfordernis einer unmittelbaren Rückmeldung (akustisch, optisch, taktil (z.B. Vibration)).

- Minimierung statischer Haltearbeit.

Für den dauerhaften Einsatz bei Eingaben ist aber ein Berührbildschirm oft nicht geeignet. Grund dafür ist, dass der notwendige Mindestabstand zwischen Augen und Bildschirm meist größer ist als das Aktionsfeld des Hand-Arm-Systems.

Als **Drucker** werden heute überwiegend Laser- oder Tintenstrahldrucker eingesetzt.

Laserdrucker arbeiten nach dem vom Kopierer her bekannten Prinzip der elektrostatischen Aufladung: Ein Laserstrahl verändert die elektrostatischen Eigenschaften auf einer Druckertrommel, sodass ein latenter Abdruck der Druckseite entsteht. An diesen Stellen haftet das zugeführte Tonerpulver, bevor es auf das Papier übertragen und dort thermisch fixiert wird.

Laserdrucker benötigen nach dem Einschalten eine kurze Aufwärmzeit der Fixiereinheit, bevor die erste Seite gedruckt wird. Über einen eingebauten Lüfter wird die Prozesswärme abgeführt.

Im **Tintenstrahldrucker** werden sehr kleine Tintentröpfchen mit hoher Geschwindigkeit durch eine Düse zielgenau auf das Papier geschleudert.

Tintendrucker benötigen keinen Lüfter und haben keine Aufwärmzeit, sodass der Ausdruck sofort starten kann. Geräusche werden nur durch die Walzen- und Papiereinzugsbewegung verursacht.

Wichtige Qualitätsanforderungen an einen Drucker sind:

- Drucker sollten leise sein, wenig Staub und kein Ozon produzieren.
- Drucker sollten von vorn bedienbar sein und ein reflexionsarmes, helles Gehäuse haben.
- Energiesparende, wartungs- und verbrauchsarme Geräte sind zu bevorzugen.

3.3 Grafische Benutzeroberflächen

Ein **Fenster** (englisch: **Window**) ist laut ISO 9241-16 ein „separat steuerbarer Bereich auf dem Bildschirm, der zur Darstellung von Objekten und/oder zur Durchführung eines Dialogs mit dem Benutzer verwendet wird“. Es ist somit ein abgegrenzter, rechteckiger Bereich des Bildschirms zur Darstellung und Manipulation von grafischen Objekten einer Anwendung. Es sind verschiedene Fenster für eine Applikation möglich und typisch überlappen sich Fenster.

Ein **Fenstersystem** (englisch: **Windowing System**) ist der Teil eines Betriebssystems, der Fenster zur Verfügung stellt und die Fenster aller laufenden Applikationen verwaltet. Zu dieser Verwaltung gehören das Zeichnen und das Bewegen von Fenstern auf dem Bildschirm sowie die

Erfassung und Weiterleitung der Benutzereingaben mit Maus, Geste oder Tastatur.

Beispiele für Fenstersysteme sind **X Window System (X11)**, faktisch der Standard in Linux-artigen Betriebssystemen, und **Windows Presentation Foundation (WPF)**, ein Teil des .NET Frameworks von Microsoft, das bei allen Windows-Betriebssystemen ab Windows Vista verwendet wird.

Der Aufbau von Fenstern ist – abhängig vom Betriebssystem – wie folgt:

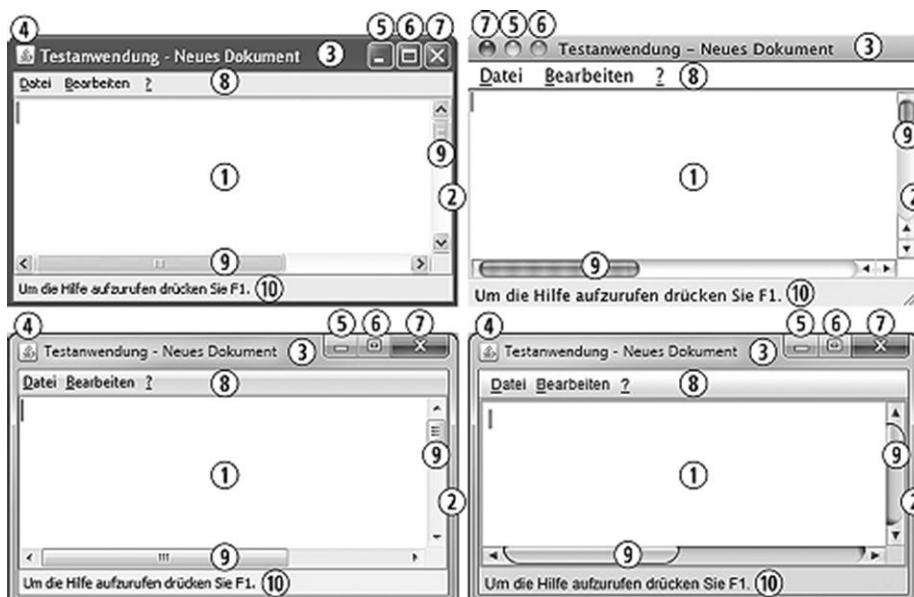


Abbildung 50: Allgemeine Darstellung von Fenstern (Quelle: (Heinecke, 2012))

Dabei bedeuten die Zahlen:

- 1 Arbeitsbereich
- 2 Rahmen
- 3 Titelbalken
- 4 Anwendungsicon
- 5 Minimierung (Ikonifizierung)
- 6 Maximierung
- 7 Schließen (oft auch: Beenden)
- 8 Menübalken
- 9 Rollbalken
- 10 Statuszeile

Ein **Interaktionselement** ist ein mit einem Fenster assoziiertes Objekt, in dem es auch real dargestellt wird. Es besteht zum einen aus einem sichtbaren Bereich, der Maus-, Gesten- und Tastaturereignisse empfangen kann, und zum anderen aus einem nicht sichtbaren Teil,

der den Zustand des Objektes speichert und über bestimmte Zeichenoperationen den sichtbaren Bereich verändern kann.

Interaktionselemente sind zur Laufzeit immer in ein Fenstersystem eines Betriebssystems eingebunden und nutzen dieses Betriebssystem dann zur Interaktion mit dem Benutzer oder anderen Bestandteilen des Fenstersystems.

Interaktionselemente müssen aussehen wie Interaktionselemente, d.h. es wird dringend empfohlen, standardisierte Interaktionselemente zu nutzen. APPLE sagt daher auch in seinen „Human Interface Guidelines“: „Users will learn your application faster if the interface looks and behaves like applications, they're already familiar with.“

“Creating an interface is much like building a house: If you don't get the foundations right, no amount of decorating can fix the resulting structure.”

(J. Raskin)

Grafische Benutzeroberflächen auf Basis bekannter Interaktionselemente haben sich heute zum Standard für gebrauchstaugliche Anwendungen entwickelt und die rein alphanumerische Mensch-Maschine-Interaktion weitgehend abgelöst. Was dem Benutzer im allgemeinen die Nutzung erleichtert, stellt für den Software-Entwickler allerdings eine echte Herausforderung dar: Auf dem zweidimensionalen Bildschirm muss eine Vielzahl von Fenstern und Interaktionselementen mit unterschiedlichster Funktionalität dargestellt werden. Diese müssen durch Eingabegeräte wie Maus, oder Tastatur, aber auch durch Gesten vom Benutzer arrangiert, aktiviert oder mit Eingaben versehen werden können.

Die Erwartungshaltung des Benutzers hat sich zudem dahingehend entwickelt, dass Funktionen wie komplexe Farbverläufe, Transformationen (Drehen, Zoomen), animierte Übergänge, flüssige Bedienung durch Gesten usw. zum Funktionsumfang gehören müssen.

In diesem Abschnitt werden daher grundlegende Qualitätsanforderungen an fensterbasierte grafische Benutzeroberflächen zusammenfassend vorgestellt.

3.3.1 **Interaktionselemente**

Es gibt eine Vielzahl von standardisierten Elementen, mit denen man eine grafische Benutzeroberfläche in einem Fenster gestalten kann, z.B. Eingabefelder, Auswahllisten, Radiobuttons (Optionsfelder), Checkboxen (Kontrollkästchen), Tabellen, Buttons (Schaltflächen) und Varianten davon. Um die Effektivität und Effizienz der Bedienung zu unterstützen, müssen derartige Elemente sorgfältig entsprechend der beabsichtigten Verwendung und der Art der Informationen ausgewählt werden. Werden sie verwendet, so ist vor allem darauf zu achten, dass sie immer erkennbar, unterscheidbar und bedienbar sind (siehe die

Ausführungen zu der ISO 9241-12 im Abschnitt 3.1). Daher sind Mindestgrößen und Mindestabstände zu anderen Elementen der grafischen Benutzeroberfläche für Interaktionselemente unabdingbar.

Interaktionselemente grafischer Benutzeroberflächen müssen erkennbar, unterscheidbar und bedienbar sein.

So verlangt etwa der Style-Guide von NOKIA für **berührungsempfindliche Schaltflächen** (englisch: **Touch Buttons**) eine Mindestgröße von 7x7 mm und einen Mindestabstand zu anderen Interaktionselementen von 1 mm. Da der Indexfinger für den Großteil der Bevölkerung etwa 10 – 14 mm breit ist, verlangen andere Unternehmen durchaus größere Abmessungen und Mindestabstände. Dies gilt insbesondere für Assistenzsysteme im Fahrzeug.

In einer Studie⁵⁴ wurde festgestellt, dass die optimale Größe von quadratischen berührungsempfindlichen Schaltflächen zwischen 11x11 und 19x19 mm liegt und dass sie einen Mindestabstand von 3 bis 10 mm zu anderen Interaktionselementen besitzen sollten. Dabei gilt: Je größer die Schaltfläche, desto kleiner kann der Mindestabstand zu anderen Interaktionselementen sein. Für häufig verwendete quadratische berührungsempfindliche Schaltflächen wird beispielsweise eine Größe von 19x19 mm und ein Mindestabstand von 3 mm empfohlen. Bei einer Größe von 11x11 mm ist jedoch ein Mindestabstand von 10 mm einzuhalten.

Berührungsempfindliche Schaltflächen grafischer Benutzeroberflächen sollten eine Mindestgröße von 11x11 mm und einen Abstand von mindestens 3 mm zu anderen Interaktionselementen haben.

Dies ist im Einklang mit dem Erfolgskriterium 2.5.5 der WCAG 2.1, das eine Mindestgröße von ungefähr 56 Bogenminuten (genauer: 0,9372 Grad) Sehwinkel für berührungsempfindliche Schaltflächen vertikal und horizontal fordert, was bei einem typischen Sehabstand von 28 Zoll (ca. 71 cm) etwas mehr als 11x11 mm Mindestgröße bedeutet.

Auch MICROSOFT hat das Problem der Abstände zwischen berührungsempfindlichen Schaltflächen mittlerweile erkannt und gestattet (beispielgebend) zumindest bei OUTLOOK die individuelle Einstellung:



⁵⁴ Xia Jin, Zhao & Plocher, Tom & Kiff, Liana. (2007). Touch Screen User Interfaces for Older Adults: Button Size and Spacing. Lecture Notes in Computer Science. 4554. S. 933-941.

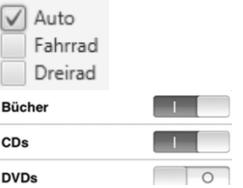
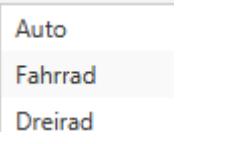
Eine weitere, wichtige Forderung in Bezug auf das Verhalten von Interaktionselementen ist die **Möglichkeit der Tastaturbedienung**. Vor allem bei tastaturintensiven Arbeiten wie Dateneingaben ist sicherzustellen, dass man Elemente nicht nur mit der Maus oder mit Gesten, sondern auch mit der Tastatur auswählen und bedienen kann: Funktionen wie Texte kopieren, aus einer Liste auswählen und Schaltflächen aktivieren sind auch mit der Tastatur, zum Beispiel durch sogenannte **Tastaturkürzel** (englisch: **Shortcuts**), zu ermöglichen.

Text bearbeiten	
STRG+ C	Text kopieren
STRG+ V	Text einfügen
STRG+ X	Text ausschneiden
STRG+ A	alles auswählen
Shift+ Links/Rechts	Text buchstabenweise auswählen
Shift+ STRG+ Links/Rechts	Text wortweise auswählen
Fenster verändern	
Win+ D	zeigt Desktop an
Win+ Komma	zeigt Desktop nur solange gedrückt
ALT+ F4	schließt das aktive Fenster
ALT+ ESC	wechselt zwischen geöffneten Fenstern
ALT+ TAB	zeigt Übersicht aller geöffneten Fenster
Win+ Links/Recht	Fenster füllt linke/rechte Bildschirmhälfte
Win+ Oben/Unten	Fenster wird maximiert/minimiert
Win+ Umschalt+ Links/Rechts	Fenster wird auf nächsten Monitor verschoben
System-Funktionen	
Win+ E	öffnet Explorer
Win+ F	öffnet die Suche (Windows 10: Win+ S)
Win+ I	öffnet die Einstellungen (ab Windows 8)
Win+ L	Desktop sperren
Win+ Pause	öffnet System-Fenster
Win+ Plus/Minus	startet Bildschirmlupe und wählt Vergrößerung
Bildschirmfotos	
Druck	Screenshot des Bildschirms in Zwischenablage
ALT+ Druck	Screenshot des aktiven Fensters in Zwischenablage
Win+ Druck	speichert Screenshot im Windows-Bilder-Ordner
Internet-Browser	
STRG+ T	neuen Tab öffnen
STRG+ N	neues Browserfenster öffnen
STRG+ W	aktuven Tab schließen
STRG+ Tab	wechselt zum nächsten Tab
STR+ Umschalt+ Tab	wechselt zum vorherigen Tab
STRG+ Plus/Minus	Seiteninhalte vergrößern/verkleinern
STRG+ O	Größe zurücksetzen
STRG+ F	Website nach Suchbegriff durchsuchen
STRG+ P	ruft Druckdialog auf

Abbildung 51: Typische Tastaturkürzel für Windows

Der **Status der Interaktionselemente** sollte zudem jederzeit visuell unterschieden werden können und erkennbar sein. Die Auswahl in einer Liste oder die Veränderung eines Links, wenn sich der Mauszeiger darüber befindet, sind unterscheidbar zu gestalten (z.B. Farben, Rahmen).

Die Standards ISO 9241-143 und ISO 9241-161 geben weitere, sehr konkrete Hinweise zur Gestaltung von ausgewählten Interaktionselementen, u.a.:

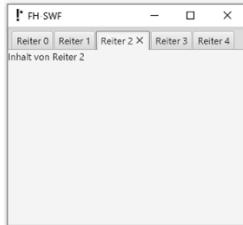
Name		Qualitätsanforderungen
Button		Buttons (deutsch: Schaltflächen) sind entsprechend der Dialogsituation so zu belegen, dass die Funktion mit der „Eingabe“-Taste ausführbar ist (Standard-Schaltfläche). Die Bezeichnung durch einen Text oder ein Symbol sollte möglichst exakt sein. Gruppen von Buttons sollten vorzugsweise horizontal und nicht vertikal angeordnet werden.
CheckBox		Gruppen von Checkboxen sollten eine m-aus-n Auswahl gestatten, wobei aber n nicht größer als 7 sein sollte.
RadioButton		Gruppen von Radiobuttons sollten eine 1-aus-n Auswahl gestatten, wobei aber n nicht größer als 7 sein sollte.
Auswahlliste		Auswahllisten sind immer so groß anzuzeigen oder aufzuklappen, dass eine zweckmäßige Anzahl von Einträgen sichtbar ist. Dies reduziert die Notwendigkeit zu scrollen und unterstützt bei der Suche nach Einträgen. Ein Führungstext sollte linksbündig über der Auswahlliste angezeigt werden.
Eingabefeld		Eingabefelder sind immer so zu dimensionieren, dass die meisten Einträge vollständig angezeigt werden. Unnötig lange Eingabefelder sollte man aber vermeiden. Führungstexte sollten vorhanden sein. Sie sind links vom Feld, ohne Trenner und ohne Verbinder zu positionieren. Sie sollten kurz (Sehwinkel < 5°, also z.B. 4,4 cm bei 50 cm Entfernung), aber informativ sein und möglichst nicht mehrere Wörter umfassen. Es muss zwischen Muss- und Kann-Feldern geeignet unterschieden werden. Häufige/erwartete Werte sollten vorbelegt werden.
Tabelle		Tabellen sind anpassbar zu gestalten, z. B. die Sortierrichtung innerhalb einer Spalte, die Spaltenreihenfolge, die Spaltenbreite. Alle Anpassungen sollten gespeichert werden können.
Bildlaufleisten		Bildlaufleisten (Rollbalken, englisch: Scrollbars) sind immer dann einzusetzen, wenn nicht genügend Platz für die Darstellung vorhanden ist. Sie sollten aber nur wenn nötig sichtbar sein und bevorzugt vertikal auftreten. Horizontales Scrollen ist weitgehend zu vermeiden.
Datumsfeld		Datumsfelder sind mit einer Kalenderfunktion oder mit Kürzeln bedienbar zu gestalten, z. B. wenn durch die verkürzte Eingabe eines Datums von Tag/Monat das aktuelle Jahr automatisch ergänzt wird.

Eine Gruppierung von Interaktionselementen zu eigenständigen (Teil-)Ansichten sollte nach Sinnzusammenhang und/oder Arbeitsablauf erfolgen (z.B. inhaltliche Gemeinsamkeiten, Abfolge der Bearbeitung, Benutzungshäufigkeit). Dabei sind die Gestaltgesetze zu beachten (siehe Abschnitt 2.1.2.2).

Die Gruppengröße sollte **5** Elemente nicht überschreiten. Insgesamt sollte eine eigenständige Ansicht nicht mehr als **5** Gruppen umfassen⁵⁵. Auf keinen Fall dürfen es mehr als 15 Gruppen sein.

Gruppen sind durch einen Rahmen oder ein farbliche Hinterlegung zu kennzeichnen. Eine Gruppenüberschrift sollte (im Rahmen der Gruppe) oberhalb links angezeigt werden. Interaktionselemente einer Gruppe sind – mit Ausnahme von Buttons (siehe oben) – vertikal anzurichten. Eingabefelder und ihre Führungstexte sollten linksbündig ausgerichtet werden. Die ideale Darstellung einer Gruppe liegt bei 5° Sehwinkel, also z.B. 4,4 cm Höhe und Breite bei 50 cm Entfernung.

Die Darstellung von mehreren eigenständigen Ansichten kann zusätzlich strukturiert werden:

Name		Funktionalität
Register		Ermöglicht die Umschaltung zwischen Ansichten mit Bezeichnungen.
Trennbalken		Variable Darstellung von Ansichten in getrennten Bereichen.
Akkordion		Auf-/Zu-Klappbare Ansichten mit Bezeichnungen.

3.3.2 Bedienung

Für die Bedienung grafischer Benutzeroberflächen gilt:

- Bei Fehlern sollte ein Sprung auf das fehlerhafte Eingabefeld erfolgen.

⁵⁵ Man spricht daher auch von der **5x5-Regel**.

- Darstellungen sollten bis zu 200 % vergrößert werden können.
- Eine Bestätigung der korrekten Verarbeitung sollte angezeigt werden.
- Es ist eine Korrekturmöglichkeit anzubieten (Stichwort: **UNDO-Funktion**).
- Individualisierungen sind anzubieten (Farben, Schriftgrößen, ...).
- Vor einer Verarbeitung sind alle Eingaben zu prüfen.

3.3.3 Navigation

Navigation ist die diskrete oder kontinuierliche Bewegung des Benutzers durch die unterschiedlichen Ansichten einer grafischen Benutzeroberfläche eines interaktiven IT-Systems. Sie kann **aufgabenorientiert** oder **inhaltsorientiert** sein.

Grundsätzlich wird für jegliche Navigation gefordert:

- Die aktuelle Position in der Navigation muss stets erkennbar sein (Stichwort: **Breadcrumb**).
- Komplexität sollte durch regelhafte Navigationsstrukturen reduziert werden.
- Navigationslinks sind klar zu kennzeichnen.
- Typisch ist Breite besser als Tiefe (es gilt auch hier generell die **5x5-Regel**, also maximal 5 breit und jeweils maximal 5 tief).
- Wenn möglich, sind alternative Navigationen anzubieten.
- Wörter als Bezeichnungen für Navigationslinks sind typisch Symbole vorzuziehen. Ausnahmen sind Standardsymbole, wie etwa Videobedienelemente.

Diskrete Navigation basiert auf einfachen oder zusammengesetzten Ansichten auf Informationsinhalten oder Funktionalitäten. Diese Ansichten werden in Fenstern abgebildet. Die eigentliche Navigation besteht dann aus Übergängen zwischen den Ansichten.

Beispiel für eine diskrete Navigation ist die **klassische Menüsteuerung**, bei der vorwiegend Pull-Down-Menüs oder Pop-Up-Menüs ggf. kaskadiert eingesetzt werden.

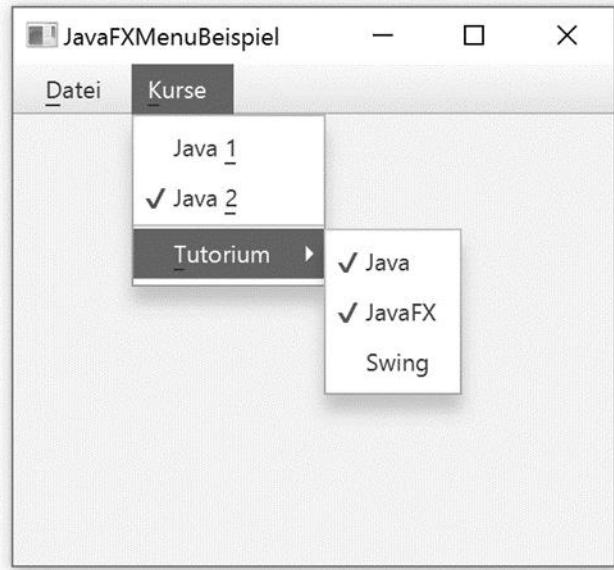


Abbildung 52: Beispiel für eine klassische Menüsteuerung

Qualitätsanforderungen für eine derartige Menüsteuerung finden sich in der ISO 9241-14, u.a.:

- 4-8 Optionen je Ebene.
- Maximal 3 Ebenen.
- Funktionale oder logische Ordnung der Optionen einer Ebene.
- Für die Bezeichnungen der Optionen einer Ebene gilt:
 - Aktionen mit Verben benennen (Suchen, Absenden, Kaufen).
 - Objekte mit einem Nomen / Substantiv benennen (Produkte).
 - Aktionen zusammen mit Objekten mit Verben und Nomen benennen (Kaufe Produkt).

Kontinuierliche Navigation gestattet dem Benutzer fließend die Perspektive einer Ansicht zu verändern. Kontinuierliche Navigation ist meist **metapherhaft**⁵⁶, d.h. man bewegt sich z.B. in einem symbolischen Fluss entlang einer Zeitleiste oder auf einer Seite durch Scrollen bzw. Zoomen.

Qualitätsanforderungen für eine kontinuierliche Navigation sind:

- Das Bild oder Symbol der Metapher muss klar erkennbar und typisch sein (siehe Abbildung 48).
- Eine ausreichende Größe und Abgrenzung der Metapher zum Ansteuern mit der Maus oder dem Finger ist sicherzustellen (siehe Abschnitt 3.3.1).
- Veränderbare Perspektiven sollten von nicht veränderbaren deutlich unterscheidbar sein.

⁵⁶ Eine **Metapher** ist in diesem Zusammenhang ein Bild oder ein Symbol, mit dem ein Objekt, ein Konzept oder eine Handlungsweise versinnbildlicht wird.

3.4 Aspekte des Anwendungsbereiches

3.4.1 Arbeitsplätze

Bei Arbeitsplätzen geht es darum, diese und beeinflussbare Rahmenbedingungen so zu gestalten, dass sie psychisch und physisch angemessen sind. Zu den Bewertungskriterien einer menschzentrierten Gestaltung gehören u.a. Erträglichkeit, Zumutbarkeit und Zufriedenheit.

Die wichtigsten Anforderungen an den **Arbeitsplatz** sind:

- **Bildschirm:**

- Der Abstand zwischen Betrachter und Bildschirm beträgt mindestens 30 Zentimeter. Empfohlen werden – in Abhängigkeit von der Größe und dem Seitenverhältnis des Monitors – mindestens 50 bis 70 cm. Als Faustregel gilt: **Für 16:9-Monitore ist der Mindestabstand das 1,2-fache der Bildschirmdiagonale**⁵⁷. Für einen 27-Zoll 16:9-Monitor ergibt sich danach beispielsweise ein Mindestabstand von $1,2 * 27 * 2,54 = 82,3$ cm.
- Die Bildschirmdiagonale ist mindestens 24-Zoll (ca. 61 cm).
- Der Bildschirm steht so, dass keine Reflexionen (etwa vom Fenster) entstehen können.
- Wenn man die oberste Zeile auf dem Bildschirm liest, sollte der Kopf leicht nach vorn geneigt sein. Man schaut also leicht nach unten.

- **Schreibtisch:**

- Bei normaler Sitzhöhe (hängende Schultern) liegen die Arme waagerecht auf dem Schreibtisch.
- Der Schreibtisch ist variabel in der Höhe verstellbar, wenn mehrere Personen ihn nutzen.
- Der Schreibtisch sollte mindestens 80 cm tief und 160 cm breit sein⁵⁸.
- Der Tisch sollte (je nach Körpergröße) 19 bis 28 cm über der Sitzfläche liegen.
- Man sollte unter dem Tisch die Beine auch mal ausstrecken oder die Haltung variieren können, ohne sich in Kabeln zu verheddern.
- Wenn die Hände aufliegen, bleiben noch mindestens 10 cm bis zur Tastatur.

- **Bürostuhl:**

- Beim Sitzen sind die Beine etwa 90° angewinkelt, die Fußsohlen berühren vollständig den Boden.

⁵⁷ Siehe Aufgabe 2.4 für eine ähnliche Rechnung: Hier wird ein zulässiger 40° Sehwinkel vertikal und horizontal angenommen und es gilt ein Faktor von 0,87 für die Breite b des Monitors in Abhängigkeit von der Diagonalen. Dann muss $(b/2) \cdot \tan(20 \text{ Winkelgrad}) \leq d$, also $1,37 \cdot b \leq d$ und demnach $1,2 \cdot \text{Diagonale} \leq d$ sein.

⁵⁸ Tische mit Tiefen unter 80 Zentimeter gelten allgemein nicht als Arbeitsplatz, sondern als Ablagefläche.

- Der optimale Bürostuhl lässt sich individuell anpassen und ermöglicht wechselnde Arbeitshaltungen.
 - Der so genannte Lendenbausch, also die Innenwölbung der Lehne, befindet sich auf Gürtelhöhe.
 - Die Oberschenkel liegen dabei waagrecht oder fallen leicht nach vorne ab.
 - Die optimale Sitzhöhe liegt zwischen 42 und 53 cm, die perfekte Sitzbreite zwischen 40 und 48 cm.
 - Die Rückenlehne sollte stufenlos verstellbar sein und mindestens 20 cm über den Sitz hinausragen. Besser ist, die Rückenlehne ragt bis zu den Schulterblättern.
 - Über den Oberschenkeln sollte noch eine Handbreit Platz bis zur Tischplatte sein.
 - Wenn man mit dem Rücken anliegt, sollten die Unterschenkel noch mindestens zwei Fingerbreit über die Sitzvorderkante hinausragen.
- **Arbeitsraum:**
 - Bei der Nutzung entstehen auf der Tastatur keine Schatten.
 - Der Lärmpegel sollte 55 dB(A) nicht übersteigen.
 - Der Raum sollte Tageslicht haben.
 - Die künstliche Beleuchtung sollte mit weißen Lichtquellen⁵⁹ indirekt erfolgen. Also keine direkten Spots auf den Tisch, sondern eher Wand- oder Deckenstrahler. Um eine gute Farbwahrnehmung zu erreichen, ist zu beachten, dass Lichtquellen im Innenbereich mindestens einen Farbwiedergabeindex Ra von 80 aufweisen müssen (EU Verordnung 1194/2012).
 - Die Luftfeuchtigkeit beträgt maximal 50 Prozent.
 - Die Temperatur beträgt mindestens 20 °C, besser 22 °C, aber nicht mehr als 26 °C.
 - Geringe Kontraste (also kein helles Fenster bei dunklem Bildschirm) sowie möglichst keine Blendeffekte durch reflektierende Gegenstände im Raum oder an den Wänden.

3.4.2 Aufgaben

Zur Aufgabengestaltung stehen je nach Anwendungsbereich unterschiedliche Konzepte zur Verfügung, die von traditionellen Einzelarbeitsplätzen, über Teamarbeit, teilautonome Gruppen bis hin zu sich vollständig selbstregulierenden Arbeitseinheiten reichen.

⁵⁹ Warmweiße Lichtquellen erzeugen eine etwas wohnlichere, neutralweiße eine sachlichere Stimmung. Tageslichtweiße Lichtquellen können zu einem fahl wirkenden Licht führen, wenn die Beleuchtungsstärke nicht groß genug ist.

“The first rule of any technology used in a business is that automation applied to an efficient operation will magnify the efficiency. The second is that automation applied to an inefficient operation will magnify the inefficiency.”
(Bill Gates)

Anforderungen an eine ergebnisorientierte Aufgabengestaltung im Sinne der Menschzentrierung sind in der ISO 9241-2 zu finden. Als Zielsetzungen werden dort genannt:

- Aufgabenausführung erleichtern.
- Gesundheit und Sicherheit schützen.
- Möglichkeiten zur Weiterentwicklung bieten.
- Wohlbefinden fördern.

Dabei geht es insbesondere um die Vermeidung von zu hoher oder zu niedriger Belastung, ständiger Wiederholung, Zeitdruck und Vereinzelung.

Aufgaben sind laut ISO 9241-2 immer dann gut gestaltet, wenn:

- angemessener Handlungsspielraum besteht.
- ausreichende Rückmeldung in für den Benutzer bedeutsamer Weise erfolgt.
- der Benutzer seinen Beitrag am Gesamten erkennt.
- die Erfahrungen und Fähigkeiten der Benutzer berücksichtigt werden.
- sie Arbeitsschritte von der Planung bis zur Kontrolle ermöglichen.
- sie die Entfaltung unterschiedlicher Fertigkeiten und Fähigkeiten gestatten.
- vorhandene Fertigkeiten genutzt und neue entwickelt werden können.

Dies erfordert vor allem:

- Ausführungsfunktionen mit Rückkopplungen, die es gestatten, Ergebnisse der eigenen Handlungen auf Übereinstimmung mit den gesetzten Zielen zu überprüfen und so ggf. Handlungskorrekturen auszulösen.
- Individuelle Auswahlen der Mittel und der erforderlichen Interaktionen zur adäquaten Zielerreichung.
- Selbständige Handlungsvorbereitungen im Sinne von Planungen.
- Selbständige Zielsetzungen, die in die übergeordneten Ziele eingeordnet werden können.

Bei diesem so genannten **Individualisierungskonzept** wird es dem Benutzer demnach soweit es geht selbst überlassen, wie er seine Aufgabe ausführt. Das interaktive IT-System muss dies aber auch durch

flexible Einsatzmöglichkeiten ermöglichen. Und diese müssen entsprechend dokumentiert sein.

Bei dieser Dokumentation wird zwischen interner und externer Dokumentation unterschieden.

Die **interne Dokumentation** dient der Archivierung aller systemrelevanten Dokumente und dem Nachweis, alle rechtlichen und wirtschaftlichen Vorgaben eingehalten zu haben. Sie umfasst den gesamten Lebenszyklus von der Planung über die Entwicklung, die Markteinführung und Marktbeobachtung bis zur Einstellung des Vertriebs. Typische Bestandteile sind Pflichtenhefte, Berechnungsunterlagen, Versuchsberichte, Risikobeurteilungen, Programm-Listings und Fertigungsunterlagen.

Die **externe Dokumentation** dient der Information der Betreiber und Benutzer des interaktiven IT-Systems und ermöglicht, dass das System sicher und bestimmungsgemäß in Betrieb genommen, verwendet, gewartet und ggf. entsorgt werden kann. Es sind verschiedene Bezeichnungen und Formen möglich, wie z.B. Gebrauchsanleitung, Installationsanleitung, Kurzanleitung, Benutzerhandbuch, Gebrauchsanweisung, Online-Hilfe und Tutorial. Neben der Verständlichkeit der enthaltenen Texte sind selbstverständlich Stil- und Grammatikregeln wichtig. Zusätzlich zu einer Papierversion ist es sinnvoll, auch Online-Versionen bereitzustellen.

Für ein **Benutzerhandbuch** lässt sich kein generelles Gliederungsschema vorgeben. Neben dem systemspezifischen Inhalt gehören aber die nachfolgend benannten Teile in jedes Handbuch:

- **Vorwort**
 - Enthält Adressatenkreis, Anwendungsbereich, Änderungen gegenüber Vorversionen. Ziel: Der Leser muss nach den ersten Seiten wissen, ob Produkt und Handbuch für ihn und seine Anwendung bestimmt sind. Viele Leser überblättern das Vorwort; deshalb gehören unverzichtbare Informationen in die Einführung.
- **Inhaltsverzeichnis**
- **Einführung**
 - Dient in der Regel als Anleitung, die über den Aufbau und den Umgang mit dem Handbuch informiert. Beschreibt oft auch die Konfiguration, die für das Produkt erforderlich ist, die Zielgruppe und die notwendigen Vorkenntnisse zum Verstehen des Handbuchs.
- **Installationsanleitung**
 - Beschreibt, was der Benutzer tun muss, um das Produkt in Betrieb zu nehmen. Wird nur selten gelesen, kann deshalb in den Anhang (dann muss aber in der Einführung darauf verwiesen werden).
- **Benutzungsschnittstelle**

- Verdeutlicht den prinzipiellen Aufbau der Benutzungsoberfläche. Insbesondere Tasten- und Mausbelegung, grundsätzlicher Bildschirmaufbau (z.B. Fenstertypen), Dialogstrategie (z.B. erst Objekt, dann Funktion auswählen).
- **Struktureller Überblick**
 - Gibt einen Überblick über die einzelnen Bestandteile des interaktiven IT-Systems.
- **Trainingsteil**
 - Beschreibt typische Arbeitsabläufe mit Beispielen und Übungen, mit besonderem Schwerpunkt auf Routinearbeiten. Beispiele sollten aus dem geplanten Anwendungsbereich stammen. Übungen sind so zu gestalten, dass der Benutzer mit dem System parallel arbeitet – und dabei Erfolgsergebnisse hat.
- **Referenzteil**
 - Enthält eine vollständige Beschreibung der einzelnen Objekte und Funktionen. Die Anordnung orientiert sich meistens an den Navigationsstrukturen. Kommandos werden alphabetisch angeordnet.
- **Behandlung von Problemen**
 - Enthält eine Liste von Fehlermeldungen einschließlich detaillierter Erklärungen und Lösungsvorschläge.
- **Literaturverzeichnis**
- **Abkürzungsverzeichnis**
- **Glossar**
- **Stichwortverzeichnis / Index / Register**
 - Wichtigstes Hilfsmittel für einen schnellen Zugriff. Enthält Benutzeraktivitäten (z.B. Anmeldung vornehmen) und Funktionsnamen (z.B. Rechnung erfassen).

3.5 Übungen

Aufgabe 3.1

Berechnen Sie die empfohlenen Zeichenhöhen der Großbuchstaben für die Sehabstände 50, 60, 70 und 80 cm.

Aufgabe 3.2

Farben werden im HTML-Quelltext mit ihrem Hexadezimalwert in der Form #xxxxxx dargestellt, wobei x eine beliebige hexadezimale Ziffer (0-F) ist, oder mit Farbnamen angegeben. Um einen bestimmten Farbton genau zu treffen, z.B. um das Corporate Design einzuhalten, müssen die den Farbton bestimmenden RGB-Werte in den Hexadezimalwert umgerechnet und angegeben werden.

- a. In welcher Reihenfolge werden bei der Hexadezimaldarstellung der Farben (#) die RGB-Grundfarben angegeben? (Zur Hilfestellung in alphabetischer Reihenfolge: blau, grün, rot)

b. Wie lautet die Hexadezimaldarstellung (#) einer Farbe mit einem Blauwert von DD, keinem Grünanteil und einem Rotanteil, der so groß wie möglich ist?

c. Welche Farbwerte sind gültig und welche nicht:

1. #336633
2. #363
3. #ABCDEF
4. #a1b2c3
5. #1a2b3c
6. #00FF00
7. #00F000
8. # 339999
9. #000000
10. #000

d. Ermitteln Sie die (hexadezimalen) Farbwerte für sechs Farben (rot, blau, gelb, grün, violett, orange), die als Farbleitsystem für einen Firmenauftritt mit vielen Teilbereichen dienen können. Die Farben sollten gut harmonieren und auf allen Farben sollte schwarz als Schriftfarbe gut lesbar sein. Hinweis: Farben wirken harmonisch, wenn sie im Farbkreis nebeneinander liegen.

e. Wie lautet die HTML-Kodierung, wenn eine Überschrift 4. Ordnung die Textfarbe Rot und als Hintergrund die Farbe #FFFF99 bekommen soll?

f. Ist die Farbe #444444 oder #555555 heller?

g. Hat die Farbe #883333 oder #333388 einen wärmeren Farbton?
Hinweis: Wärmere Farben haben einen höheren Rotanteil.

h. Ist die Farbe #556655 oder #555511 ein kräftigerer Farbton?
Hinweis: Kräftigere Farben haben eine höheren Anteil in allen Farben.

Aufgabe 3.3

Bei dem nachfolgenden Formular wurden zahlreiche Qualitätsanforderungen nicht beachtet. Welche? Korrigieren Sie das Formular entsprechend.

Reservierungsanfrage

Vorname Nachname E-Mail (optional)

Telefonnummer Anreisetag Abreisetag

Straße und Hausnummer Postleitzahl Stadt

Anzahl Personen (1-5)

Waren Sie schon einmal bei uns? Ja Nein

Zimmerwunsch

Einrichtungen, die für Sie und Ihre Begleiter interessant sind

Zimmerservice Schwimmbad Spa Fitnessraum WLAN

4

Bestimmung des Nutzungskontextes eines interaktiven IT-Systems

"If I had an hour to solve a problem and my life depended on the solution, I would spend the first 55 minutes determining the proper question to ask, for once I know the proper question, I could solve the problem in less than five minutes."
(Albert Einstein)

Interaktive IT-Systeme können nur dann erfolgreich sein, wenn von Beginn an klar ist, welche Probleme sie eigentlich lösen sollen, und wenn jede einzelne Anforderung aus der Sicht des Benutzers begründet ist. Sonst kommt es zu fehlenden oder überflüssigen Funktionen, wodurch Benutzer vergrault (und die Kosten gesteigert) werden und das Projekt möglicherweise scheitert.

Es geht demnach vorrangig darum, frühzeitig ein Verständnis von möglichst allen Faktoren und Umständen zu erlangen, die Einfluss auf die existierende oder zukünftige Nutzung eines interaktiven IT-Systems haben.

Daher muss der **Nutzungskontext**, also die Benutzer, die Aufgaben, die Ausrüstung sowie die physischen, sozialen, kulturellen und organisationsbezogenen Umgebungen, in der das Produkt genutzt wird, sowohl verstanden als auch festgelegt werden. Er dient dann als:

- Basis für die Analyse der Anforderungen (siehe Kapitel 5).
- Hilfe bei der Kommunikation der Anforderungen an die anderen Teammitglieder.
- Basis für die Entwicklung von Gestaltungslösungen (siehe Kapitel 6).
- Grundlage für die Festlegung der Evaluationskriterien (siehe Kapitel 7).

In diesem Kapitel werden die wesentlichen Bestandteile eines Nutzungskontextes vorgestellt und es werden praxiserprobte Vorgehensweisen detailliert, die das Verstehen und Festlegen des Nutzungskontextes ermöglichen.

4.1

Bestandteile Nutzungskontext

Nutzungskontext = Die Benutzer, Arbeitsaufgaben, Ausrüstung (Hardware, Software und Materialien) sowie die physische, soziale, kulturelle und organisationsbezogene Umgebung, in der das interaktive IT-System genutzt wird
(Quelle: In enger Anlehnung an ISO 9241-11)

Wesentliche Merkmale der **Benutzer** gehören zu einem Nutzungskontext eines interaktiven IT-Systems. Diese schließen u.a. Kenntnisse,

Fertigkeiten, Erfahrungen, Ausbildungen, physische Merkmale, Ge-wohnheiten, Vorlieben und Fähigkeiten ein.

Die Merkmale der **Arbeitsaufgaben**, die die Usability und User Experience (UX) beeinflussen können, gehören ebenfalls zum Nutzungskontext. Dies beinhaltet z.B. die Art, in der ein Benutzer die Aufgabe aus-führt, sowie die Häufigkeit und Zeitdauer für die Ausführung.

Auch die **Ausrüstung** (inklusive Hardware, Software und Materialien) muss schließlich im Nutzungskontext benannt werden. Dazu zählen Aspekte wie Beleuchtung, Raumgestaltung und Möbel.

Ergänzend müssen die relevanten Merkmale der physischen, sozialen, kulturellen und organisationsbezogenen **Umgebung** der Nutzung be-schrieben werden. Zu den sozialen und kulturellen Aspekten der Um-gebung zählen beispielsweise Faktoren wie Arbeitsweisen und Einstel-lungen.

Beispiel Nutzungskontext „mobiles Navigationsgerät“ (Auszug):

- **Benutzer:** Erwachsene (ab 17 Jahre), die einen PKW fahren dürfen, und bei ihren Fahrten mit einem PKW das mobile Navigationsgerät beruflich für Touren im Gebiet der BRD einsetzen wollen.
- **Aufgaben:** Installation des Gerätes, Anpassen des Gerätes an individuelle Bedürfnisse, Bedienung des Gerätes.
- **Ausrüstung:** Dem Benutzer stehen im PKW ein Zigarettenan-zünder und ein Audioeingang am Autoradio zur Verfügung. Bei Nutzung außerhalb eines PKWs gibt es einen Internet-anchluss.
- **Umgebung:** Die Hauptnutzungsumgebung ist ein PKW. Dort liegt normalerweise eine nicht kontrollierbare Mischbe-leuchtung vor (z.B. Tageslichtbeleuchtung mit oder ohne direkte Sonneneinstrahlung, Dämmerlicht und Dunkelheit). Der Temperaturbereich entspricht den mitteleuropäischen Außentemperaturen. Typischer Sehabstand ist etwa 80 – 110 cm (Installation an der Windschutzscheibe). Gelegentlich werden Routen auch außerhalb eines PKWs eingegeben.

Dieser nur grob umrissene Nutzungskontext für ein „mobiles Navigati-onsgerät“ wird im Verlauf des Kapitels in Beispielen verfeinert und verdeutlicht. Als Vorlage dafür dienen u.a. die Ausführungen im An-hang von (Adler, et al., 2010).

4.1.1 Benutzer

Jedes interaktive IT-System ist idealerweise für bestimmte Benutzer-gruppen ausgelegt. Diese Gruppen sind selten homogen und begrün-den häufig konkurrierende Anforderungen an das System.

Umso wichtiger ist es, die (potentiellen) Benutzergruppen präzise zu charakterisieren. Dies geschieht vorteilhaft durch Segmentierung und

anschließender Beschreibung eines typischen Vertreters für jedes Segment, um die Charakteristika des entsprechenden Benutzersegments begreifbar und kommunizierbar zu machen. Dazu ist es erforderlich, dass die jeweiligen Segmente (weitgehend) homogen hinsichtlich der relevanten Benutzercharakteristika sind.

Beispiele für Benutzergruppen:

- Berufspendler
- Geschäftsreisende
- Personalsachbearbeiter
- Studenten

Im Umfeld von Usability und Usability Experience nennen wir einen typischen Vertreter eines homogenen Benutzergruppensegments eine **Persona**. Sie ist eine Beschreibung eines konstruierten, aber realistischen Benutzers und detailliert, was dieser mit der Benutzung eines interaktiven IT-Systems beabsichtigt.

Personas sind folglich nicht Beschreibungen existierender Personen, sondern repräsentieren erfundene Beispiele eines realen Benutzers auf der Basis empirisch ermittelter Daten, zum Beispiel durch Beobachtungen oder Interviews, oder auf der Basis statistischer Werte. Personas verfügen typischerweise über Namen, Alter, Körpermaße, Hintergrundinformationen, Ziele und Wünsche. Eine Persona-Beschreibung sollte aber auch Informationen über wesentliches Wissen im Themenfeld des interaktiven IT-Systems und die entsprechenden Interessen der Persona im Themenfeld beinhalten. Die Aufnahme eines Fotos in eine Persona-Beschreibung hilft dabei, die Vorstellung einer realen Person zu erzeugen. Neben soziodemografischen Merkmalen sollte eine Persona-Beschreibung weitere Aspekte wie Motivation, Fertigkeiten und Fähigkeiten sowie konkretes Nutzungsverhalten enthalten.

Eine Persona bildet die wesentlichen Attribute einer Benutzergruppe eines interaktiven IT-Systems ab, vor allem Beruf, Funktion, Verantwortlichkeiten, tägliche Aufgaben (auch außerhalb des Systems), Ziele, Wünsche, Erwartungen, Bedürfnisse, fachliche Ausbildung, Wissen, Fähigkeiten und relevantes Nutzungsverhalten.

Der Hauptzweck von Personas besteht nicht nur darin, Erfordernisse zu identifizieren, sondern auch Entwicklern und anderen Interessenvertretern das Verständnis zu erleichtern, wer die Benutzer sind, was sie tun und was ggf. ihre Hindernisse sind.

Durch **Priorisierung der Personas** lassen sich einzelne Benutzergruppen eines interaktiven IT-Systems in Kernziel- und Randzielgruppen unterteilen. Man unterscheidet regelmäßig:

- **Primäre Personas:** Hauptzielgruppen des interaktiven IT-Systems, für deren Bedürfnisse und Anforderungen das System optimiert bzw. gestaltet wird.
- **Sekundäre Personas:** Bedürfnisse und Anforderungen der sekundären Personas sind durch primäre Personas größtenteils abgedeckt. Gewisse Erweiterungen sind jedoch nötig.
- **Ergänzende Personas:** Bedürfnisse und Anforderungen sind durch primäre Personas vollständig abgedeckt.
- **Non-Personas:** Bedürfnisse und Anforderungen der Non-Personas werden explizit nicht berücksichtigt.

Anhand der Priorisierung von Personas werden oft die Anforderungen an ein interaktives IT-System entsprechend priorisiert.

Es empfiehlt sich, Personas iterativ zu entwickeln: Vorschläge werden erstellt, diskutiert und anschließend verfeinert, um einerseits übermäßige Redundanzen zwischen den Personas zu vermeiden und andererseits sicherzustellen, dass jeder Beteiligte sich mit den Personas identifizieren kann und mit ihnen vertraut ist. Konsolidiert man Personas, welche sich sehr ähneln, so sind in der Regel **4 - 6 Personas** ausreichend. Mehr als 12 Personas sollten jedoch nie gebildet werden, da die Personas dann als Werkzeug schwer zu handhaben sind und die oben erwähnten Vorteile verlorengehen.

Ohne Anspruch auf Vollständigkeit helfen nachfolgende Themenbereiche bei der Erstellung von Personas:

- Alter.
- Geschlecht.
- Körpermaße.
- Qualifikationen.
- Sprachfertigkeiten.
- Allgemeine Kenntnisse.
- Physische Grenzen und Behinderungen.
- Intellektuelle Fähigkeiten.
- Erfahrungen
 - mit den Geräten.
 - mit dem System.
 - mit der Arbeitsaufgabe.
 - mit der Organisation.
- Fertigkeiten mit den Ein- und Ausgabemitteln.
- Einstellungen.
- Motivationen.

Beispiel Persona „mobiles Navigationsgerät“ (Auszug):



- Frau Erika Mustermann, Geschäftsreisende, 55 Jahre, verheiratet.
- Frau Mustermann ist technisch interessiert und ihre wichtigste Wertvorstellung ist Einfachheit.
- Sie ist Außendienstmitarbeiterin eines kleinen mittelständischen Betriebs, die viel mit dem PKW unterwegs ist.
- In der Regel nutzt sie ihren Dienstwagen. Bei großen Entfernungen nimmt sie manchmal das Flugzeug und am Zielflughafen einen Mietwagen, um Zeit zu sparen.
- Frau Mustermann besucht meistens mehrere Kunden an einem Tag. Die Reihenfolge, in der sie ihre Termine wahrnimmt, bleibt weitgehend ihr überlassen.
- Sie plant ihre Touren typisch im Vorfeld.
- Während ihrer Fahrten kommt es vor, dass Kunden telefonisch einen Termin absagen oder verlegen.
- Kommt es verkehrsbedingt zu Verspätungen, muss sie den Kunden informieren können.
- Frau Mustermann fährt ihre Touren zu unterschiedlichen Tageszeiten.
- Sie hat auch Kunden, die sie mehrfach im Jahr besucht.

4.1.2 Aufgaben

Eine **Aufgabe** (englisch: **Task**) ist die Gesamtheit der Tätigkeiten, die durchgeführt werden müssen, um ein beabsichtigtes Ergebnis zu erzielen.

Eine Aufgabe durchläuft typisch die folgenden Phasen:

- Planung.
- Vorbereitung.
- Durchführung.
- Ergebnisbewertung.
- Ergebnisweitergabe.

und hat gewisse Voraussetzungen, die gegeben sein müssen, um diese Aufgabe zu erfüllen.

Jede derartige Voraussetzung wird **Erfordernis** (englisch: **User Need**) genannt. Die Erfordernisse einer Aufgabe sind die Basis zur Herleitung von Anforderungen (siehe Abschnitt 5.2). Sie sind häufig unbewusst und müssen deshalb systematisch erhoben werden.

Aufgabe = Gesamtheit der Tätigkeiten, die durchgeführt werden müssen, um ein beabsichtigtes Ergebnis zu erzielen

Erfordernis = Für einen Benutzer oder eine Benutzergruppe als notwendig identifizierte Voraussetzung, um ein beabsichtigtes Ergebnis zu erzielen

Beispiele für Aufgaben und Tätigkeiten:

- „Ein Auto mieten“ ist eine Aufgabe.
- „Eine Mietwagenreservierung stornieren“ ist eine Aufgabe.
- „Registrieren auf einer Autovermietungswebsite“ ist eine Tätigkeit innerhalb einer Aufgabe.
- „Anmelden auf einer Autovermietungswebsite“ ist eine Tätigkeit innerhalb einer Aufgabe.
- Die Tätigkeit „Anmelden auf einer Autovermietungswebsite“ kann in weitere Tätigkeiten heruntergebrochen werden, wie z.B.:
 - Eingabe des Benutzernamens.
 - Eingabe des Kennworts.

Ohne Anspruch auf Vollständigkeit helfen nachfolgende Themenbereiche bei der Erfassung von Aufgaben:

- Aufgabenabhängigkeiten.
- Aufgabenbezeichnung.
- Aufgabendauer.
- Aufgabenergebnisse.
- Aufgabenhäufigkeit.
- Aufgabenzerlegung.
- Gefährliche Auswirkungen von Fehlern.
- Handlungsspielraum.
- Häufigkeit von Ereignissen.
- Physische und psychische Erfordernisse.
- Sicherheitskritische Erfordernisse.

Beispiele für Aufgaben „mobiles Navigationsgerät“ (Auszug):

- Installation des Gerätes:
 - Gerät im Auto befestigen.
 - Gerät positionieren.
 - Gerät ein- und ausschalten.
 - ...
- Anpassen des Gerätes an individuelle Bedürfnisse:
 - 2D/3D-Darstellung wählen.
 - Ansagestimme installieren und wählen.
 - Heimatadresse eingeben und ändern.

- ...
- Bedienung des Gerätes:
 - Karten auswählen und installieren.
 - Route planen, eingeben und ändern.
 - Alternative Route suchen.
 - Zwischenstopps planen, eingeben und ändern.
 - Routen im Voraus planen.
 - Lautstärke regeln.
 - ...

4.1.3 Ausrüstung

Eine **Ausrüstung** (englisch: **Equipment**) ist die Gesamtheit der Gegenstände, mit denen jemand bzw. etwas für einen bestimmten Zweck ausgestattet ist. Wichtig ist, dass die zum Produkt gehörenden Gegenstände **nicht** Bestandteil der Ausrüstung des Nutzungskontextes sind. Es geht vielmehr darum, welche Ausrüstung rund um das Produkt typisch vorhanden ist, da diese Ausrüstung die Produktgestaltung und Produktnutzung mit beeinflussen kann.

Ohne Anspruch auf Vollständigkeit helfen nachfolgende Themenbereiche bei der Erfassung der Ausrüstung:

- Allgemeine Beschreibung:
 - Produktbezeichnung.
 - Produktbeschreibung.
 - Hauptanwendungsbereiche.
 - Wichtige Funktionen.
- Spezifikation:
 - Hardware.
 - Software.
 - Materialien.

Beispiel Ausrüstung „mobiles Navigationsgerät“ (Auszug):

- Windschutzscheibe.
- Zigarettenanzünder.
- Audioeingang Autoradio.
- ...

4.1.4 Umgebung

Ohne Anspruch auf Vollständigkeit helfen nachfolgende Themenbereiche bei der Erfassung der physischen, sozialen, kulturellen und organisationsbezogenen Umgebung, in der ein interaktives IT-System (potentiell) genutzt wird:

- Physische Umgebung:
 - Atmosphärische Bedingungen.
 - Akustische Bedingungen.
 - Wärmebedingungen.

- Wahrnehmungsbedingungen.
- Umgebungsstabilität.
- Größe und Ausstattung Arbeitsraum.
- Körperhaltung bei der Arbeit.
- Gesundheitsgefährdungen.
- Schutzvorrichtungen.
- Soziale und organisationsbezogene Umgebung:
 - Führungsstruktur.
 - Kommunikationsstruktur.
 - Mitarbeiterstruktur und -kultur.
 - Vorschriften zum Umgang mit technischen Geräten.
 - Selbstständigkeit.
 - Entscheidungsfreiheit.
 - Vandalismusgefahr.
- Kulturelle Umgebung:
 - Rechtslagen.
 - Sprachen.
 - Wertvorstellungen.
 - Bedeutungen von Farben, Musik, Kunst,

Beispiel Umgebung „mobiles Navigationsgerät“ (Auszug):

- Hauptsächlich im PKW, aber auch in der Wohnung oder im Büro.
- Temperaturbereich entspricht möglichen Außentemperaturen.
- Bedienung nur durch verantwortliche Benutzer.
- ...

4.2 Verfahren für die Bestimmung des Nutzungskontextes

4.2.1 Dokumentenanalyse

Bei der **Dokumentenanalyse** wird versucht, sich mittels Sichtung vorhandener Dokumente ein Bild vom Nutzungskontext zu verschaffen. Es kann sich bei den Dokumenten beispielsweise um Funktions- und Leistungsbeschreibungen, Anforderungsanalysen, Pflichtenhefte, Entwicklungsdokumentationen, Beschreibungen des Fachkonzepts, Benutzerhandbücher oder Formblätter handeln.

Sofern die Dokumentation umfassend genug und korrekt ist, kann durch die Dokumentenanalyse zumindest eine erste Annäherung an den Nutzungskontext entstehen.

Oft kommt es jedoch vor, dass die Dokumentation nicht ausreichend oder nicht durchgängig ist. Dann sind in diesem Falle weitere Methoden anzuwenden, um den Nutzungskontext korrekt und vollständig zu erfassen.

Die Dokumentenanalyse erfolgt in zwei Schritten:

- **Vorbereitung:** Sämtliche Dokumente müssen für eine Sichtung bereitgestellt werden. Im Idealfall sind sie nicht nur in einer elektronischen Version, sondern auch in Papierform vorhanden, um sich im Dokument Notizen machen zu können und sich mit anderen einfacher austauschen zu können.
- **Durchführung:** Bei der Analyse der Dokumente sollte u.a. darauf geachtet werden, ob die Inhalte nachvollziehbar und verständlich formuliert sind. Es dürfen keine Widersprüche innerhalb der Dokumente, oder über verschiedene Dokumente hinweg bestehen.

4.2.2 Fokusgruppe

Fokusgruppen sind eine Technik aus der klassischen Marktforschung. Dabei diskutieren potentielle Benutzer aus einer homogenen Zielgruppe in einer von einem neutralen Moderator geleiteten Gruppendiskussion über (neuartige) Konzepte und erarbeiten unter Anwendung von Kreativtechniken gezielte Optimierungsvorschläge bzw. Ideen zur (Weiter-)Entwicklung.

Da eine Gruppe in der Regel über einen größeren Wissensbestand verfügt, sind Fokusgruppen im Ergebnis meist leistungsfähiger als Einzelpersonen und kommen oft schneller zu besseren Ergebnissen.

Die Durchführung einer Fokusgruppe erfolgt typisch in folgenden Schritten:

- Festlegen der Themen für die Diskussion.
- Entwicklung eines Leitfadens für die Diskussion.
- Organisation eines Ortes.
- Festlegen der Zusammensetzung der Gruppe.
- Personen aus der Zielgruppe für die Teilnahme an der Fokusgruppe gewinnen.
- Durchführung der Diskussion (Moderation und Festhalten der Ergebnisse).
- Dokumentation und Auswertung der Ergebnisse.

Entscheidend ist, dass vor der Durchführung die Themen festgelegt werden. Die Dokumentation der Ergebnisse erfordert sowohl die Darstellung der Kernaussagen der Diskussion als auch eine Beschreibung der Dynamik sowie der Rede und der Gegenrede im Entstehungsprozess der Kernaussagen.

Ein wesentlicher Vorteil der Fokusgruppen-Methode ist, dass sie mit vergleichsweise geringem personellen und zeitlichen Aufwand einen Überblick über die Variationsbreite und Struktur von Meinungen und Einstellungen zu einem Thema schaffen kann. Weitere Vorteile sind auf die Gruppensituation der Teilnehmer zurückzuführen, wie z.B. der so genannte **Schneeballeffekt**, die Tatsache, dass durch spontane Äußerungen in der Gruppe neue Ideen stimuliert werden.

Beispiel Ergebnisdokumentation Fokusgruppe „mobiles Navigationsgerät“ (Auszug):

- Das Gerät muss eine Route mit mindestens zwei Zwischenstopps planen können und natürlich darf sich das Gerät auf den Teststrecken keine Patzer leisten.
- Informative Darstellungen sowie klare Ansagen sind extrem wichtig.
- Ausstattung wie Kartenumfang, Stau- und Blitzerwarnungen bis hin zum Lieferumfang ist von der Benutzergruppe abhängig. Hier gab es keinen Konsens.
- Ein wünschenswertes Extra sind kostenlose Online-Abrufe von Stauinfos in Echtzeit.
- Das Navigationsgerät muss insbesondere einen stabilen Eindruck hinterlassen, flott auf Finger-Bedienung reagieren und Routen zügig berechnen - egal, wie weit das Ziel entfernt liegt.
- Pluspunkte sind die Freitextsuche bei Zieladressen sowie Adresseingaben per Sprachwahl und Sprachsteuerung.
- Das Display muss qualitativ hochwertig und entspiegelt sein.
- Gleichermaßen wichtig ist auch die Akku-Laufzeit.
- ...

4.2.3 Offenes Interview mit Leitfragen

Durch offene Interviews mit Leitfragen kann „ein Überblick über die Arbeitstätigkeit, deren Voraussetzungen, normale Durchführung, eventuelle Besonderheiten bei der Durchführung sowie die organisatorischen Rahmenbedingungen“ ((DAkkS, 2010), S. 27) erhoben werden. Durch die Befragung und die Interpretation der Ergebnisse werden Gemeinsamkeiten und Unterschiede der (potenziellen) Benutzer aufgedeckt.

Folgende Aspekte sind dabei wichtig und sollten unbedingt beachtet werden:

- Die Person, die die Leitfragen beantwortet, muss die Tätigkeiten auch tatsächlich ausführen und sollte bereits Erfahrungen gesammelt haben.
- Die Aufgaben und Tätigkeiten der befragten Personen ermöglichen eine episodische Beschreibung, wobei wichtig ist, dass die eigentliche Aufgabenbearbeitung erfasst wird.
- Im Anschluss an jedes Interview wird ein Kontextszenario in prosaischer Sprache angefertigt. Es stellt das Protokoll des ausformulierten Interviews dar und wird der befragten Person vorgelegt, um durch eine Validierung Missverständnisse und Fehler zu vermeiden, sowie möglicherweise Ausführungen ergänzen und präzisieren zu können.

Wird dies berücksichtigt, kann in wenigen, maximal zweistündigen Einzelinterviews sehr viel Information zum Nutzungskontext eines interaktiven IT-Systems in Erfahrung gebracht werden.

In einem offenen Interview mit Leitfragen führt der Interviewer üblicherweise zunächst ein Briefing durch und stellt danach dem Benutzer die Fragen zum aktuellen Nutzungskontext und ggf. zum geplanten interaktiven IT-System.

Der Interviewer nutzt dabei Leitfragen, um sicherzustellen, dass zu allen relevanten Aspekten befragt wird. Diese Fragen sollten eher offen als geschlossen und eher neutral als suggestiv formuliert sein. Dabei stehen folgende Fragen im Fokus:

- Welche Aspekte gilt es bezüglich der Umgebung (Unterbrechungen, Lärm, ...) zu berücksichtigen?
- Welche Aufgaben hat der Nutzer?
- Welche Einzelschritte vollzieht der Nutzer?
- Welche Ziele verfolgt der Nutzer?
- Wer nutzt das System hauptsächlich?
- Werden zusätzliche Hilfsmittel genutzt?
- Wie lange dauert die Umsetzung der Aufgabe?
- Wie sieht die Situation am Ende der Aufgabe aus?
- Wie sieht die Situation zu Beginn der Aufgabe aus?

In der Praxis wird für offene Interviews mit Leitfragen häufig ein iterativer Zyklus angewandt, bei dem zunächst Informationen von Benutzern durch Interviews gesammelt werden, dann ein Low-Fidelity-Prototyp (siehe Abschnitt 6.2.5) erstellt wird und schließlich dieser Prototyp (der auf Benutzerinformationen basiert) mit Benutzern anhand der Leitfragen erneut betrachtet wird, um das Verständnis der Erfordernisse und der Anforderungen zu vertiefen.

Interviewteilnehmer geben häufig während des Interviews zusätzlich wertvolle Anregungen. Diese sollten separat dokumentiert werden und in nachfolgenden Interviews auf ihre Sinnhaftigkeit hin überprüft werden.

Gewinnbringend wird in diesem Zusammenhang oft das **Meister-Schüler-Modell** verwendet: Der Interviewer behandelt den Befragten als den Meister, während der Interviewer selbst der Schüler ist. Ziel des Meister-Schüler-Modells ist es, die Ziele und Tätigkeiten des Benutzers im Detail zu verstehen, indem der Interviewer als Schüler vom Benutzer als Meister lernt.

Prinzipien dieses Modells sind:

- Der Interviewer fragt, weil er ernsthaft lernen will, nicht, weil er sein Wissen demonstrieren möchte.
- Alles, was der Meister sagt, ist erst einmal richtig. Manchmal muss der Schüler mehrere Fragen stellen, um den Meister vollständig zu

verstehen. Der Interviewer darf sich nie darüber im Unklaren sein, worum es wirklich geht.

Typische Fehler bei der Anwendung des Modells sind:

- Den Meister zu unterbrechen.
- Leitfragen strikt zu verwenden, um das Interview zu steuern, anstatt es dem Meister zu erlauben, Leitfragen dann und so zu beantworten, wie der Meister es bevorzugt.
- Zu versuchen, den Meister zu beeinflussen.
- Zu zweifeln oder sogar zu versuchen, den Meister zu korrigieren.

Der Leitfaden-Usability (siehe (DAkkS, 2010), S. 135ff) empfiehlt die folgenden **22 Leitfragen für die Erhebung von Nutzungskontexten in Büroumgebungen**. Typisch müssen diese Leitfragen an den speziellen Anwendungsbereich angepasst werden. Allerdings sind die einzelnen Kategorien der Leitfragen (**Einleitung, Voraussetzungen, Normale Durchführung, Besonderheiten bei der Durchführung und Organisatorische Rahmenbedingungen**) verallgemeinerbar: Individuelle Leitfragen sollten also möglichst für diese Kategorien formuliert werden.

Kategorie	Leitfragen
Einleitung	1. Formulieren Sie die Tätigkeit in einem oder in zwei Sätzen.
	2. Aus welchen Aufgaben ist die Tätigkeit zusammengesetzt (typische Kern-Aufgaben aufführen, d.h., wenn großer Zeitanteil oder häufig wiederkehrend oder sehr wichtig)? Welche dieser Kern-Aufgaben sollen durch das interaktive IT-System unterstützt werden?
	3. Wie ist die Tätigkeit organisiert (z. B. als Mischarbeit, als Folge von Aufgaben, als monotone Einzelaufgabe)?
Voraussetzungen	4. Welche Qualifikation ist zur Bewältigung der Aufgaben erforderlich (Aufgabenbewältigung / Systemnutzung)? Welche Vorkenntnisse fehlen ggf.?
	5. Wer (bzw. welches Ereignis) bestimmt, was zu tun ist? (Wer trifft die Auswahl? Selbständigkeit der Bearbeitung, Arbeitsteilung, externe Datenquellen)
	6. Welche Hilfsmittel sind erforderlich (für die Aufgabenbewältigung/ zur Systemnutzung)? Welche davon fehlen ggf., welche sind zusätzlich gewünscht?
Normale Durchführung	7. Welche Arbeitsschritte sind durchzuführen?
	8. Welche Arbeitsschritte kehren häufig wieder? (Automatisierung gewünscht / erforderlich?)
	9. Welche Arbeitsschritte werden automatisch durchgeführt? Sind bei automatisierten Arbeitsschritten Einflussmöglichkeiten des Benutzers vorhanden / erlaubt / gewünscht / erforderlich?
	10. Kommt es vor, dass mehrere Benutzer gleichzeitig an dem gleichen Objekt (z.B. Vorgang, Akte, Dokument, Datensatz) arbeiten müssen?
	11. Gibt es eine festgelegte Abfolge der Arbeitsschritte und wenn ja, wie sieht diese aus? (Ist eine Flexibilität sinnvoll / nötig?)
	12. Welche Ergebnisse / Teilergebnisse entstehen und wie werden diese ggf. verwertet / weitergeführt?
	13. Welches Feedback bekommt die befragte Person in Bezug auf die Arbeitsergebnisse und die Wirkung ihrer Arbeit?
Besonderheiten bei der Durchführung	14. Welche Unterbrechungen gibt es und warum? Welche Störungen treten auf (organisatorisch / sozial / technisch)?
	15. Wie werden Fehler zurückgemeldet und behoben (organisatorisch / sozial / technisch)?
	16. Welche wichtigen Sonderfälle müssen berücksichtigt werden (bzw. fallen dem Benutzer spontan ein; z. B. zur Arbeitsteilung / Zusammenarbeit)?
Organisatorische Rahmenbedingungen	17. Welche Organisationsziele gibt es im Hinblick auf die Tätigkeit?
	18. Gibt es Mechanismen zur Leistungssteuerung / Leistungskontrolle? (Wenn ja, welche? Sind diese erforderlich?)
	19. Welchen Überblick hat der Benutzer im Hinblick auf die Gesamttätigkeit?
	20. Welche Änderungen, die die Aufgabenbearbeitung beeinflussen, sind zu erwarten oder werden gewünscht? Welche Vorschläge hat der/die Befragte dazu?
	21. Von welchen Arbeitsergebnissen / Arbeitsschritten sind Dritte (z. B. Kunden) direkt betroffen? Und was folgt daraus?
	22. Welche Stressfaktoren gibt es und wie wird damit umgegangen?

4.2.4 Aufgabenmodellierung

Der Zweck der **Aufgabenmodellierung** ist es, eine genaue Beschreibung der Aufgaben des Nutzungskontextes in einem **Aufgabenmodell** zu liefern.

Ein **Aufgabenmodell** sollte so geschrieben sein, dass (potenzielle) Benutzer es verstehen und validieren können. Es muss kontextuelle Voraussetzungen und die angestrebten Arbeitsergebnisse einer Aufgabe sowie die Schritte, die zu ihrer Durchführung benötigt werden, auflisten.

Beispiel Aufgabenmodell „Schnelle Route erstellen lassen“ für „mobiles Navigationsgerät“ (Auszug):

Aufgabe: Schnelle Route erstellen lassen.

Schritt 1: Tätigkeit „Zielort eingeben“.

Schritt 2: Tätigkeit „Bevorzugte Straßenart Autobahn auswählen“.

Schritt 3: Tätigkeit „Route berechnen lassen“.

Tätigkeit: Zielort eingeben.

Schritt 1: Finde Option „Ziel eingeben“.

Schritt 2: Wähle Option „Ziel eingeben“.

Schritt 3: Gebe Ziel ein.

Schritt 4: Finde Option „Fertig“.

Schritt 5: Wähle Option „Fertig“.

Tätigkeit: Bevorzugte Straßenart Autobahn auswählen.

Schritt 1: Finde Option „Bevorzugte Straßenart“

Schritt 2: Wähle Option „Bevorzugte Straßenart“.

Schritt 3: Finde Option „Autobahn“.

Schritt 4: Wähle Option „Autobahn“.

Tätigkeit: Route berechnen lassen.

Schritt 1: Finde Option „Route berechnen“.

Schritt 2: Wähle Option „Route berechnen“.

Basierend auf dem Aufgabenmodell kann für interaktive IT-Systeme eine adäquate Benutzerschnittstelle geschaffen werden, indem Aufgaben durch geeignete Dialoge abgebildet werden.

Zur Dokumentation und Visualisierung von Aufgabenmodellen eignet sich die **Unified Modeling Language (UML)**, insbesondere deren **Use-Case-Diagramme** (deutsch: **Anwendungsfalldiagramme**) und deren **Activity-Diagramme** (deutsch: **Aktivitätsdiagramme**), die beide dazu dienen, Mensch-Maschine-Interaktionen zu veranschaulichen.

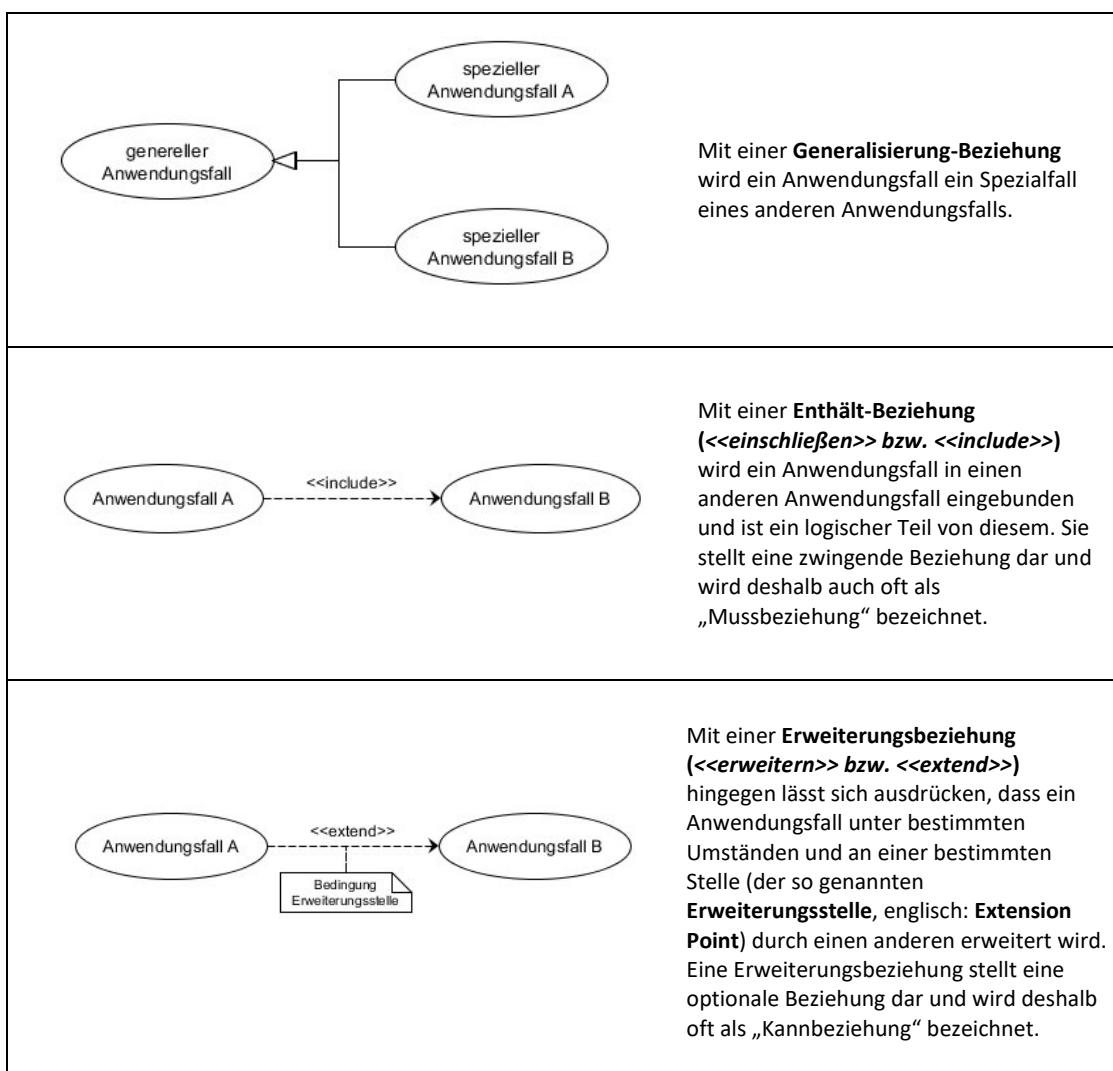
Im Umfeld von UML ist ein **Anwendungsfall** definiert als eine Folge von Aktivitäten meist eines einzelnen Akteurs, mit denen ein fachlich relevantes Ergebnis erzielt wird. Daher ist jede Aufgabe im Sinne von Abschnitt 4.1.2 ein Anwendungsfall im Sinne von UML.

Als grundlegendes Vorgehen zur Erstellung von **Use-Case-Diagrammen** empfiehlt sich diese Abfolge:

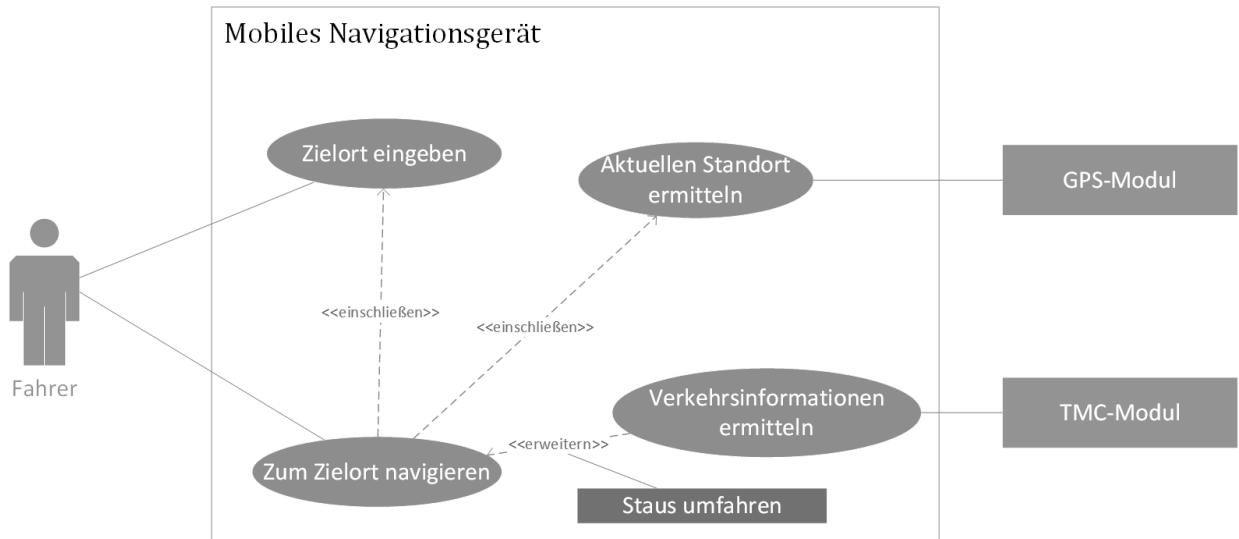
- Welche Akteure gibt es?
- Welche Anwendungsfälle (hier: Aufgaben) gibt es?
- Welche Beziehungen zwischen Akteuren und Anwendungsfällen bzw. zwischen Anwendungsfällen gibt es?

Akteure werden dann als (beschriftete) Strichmännchen gezeichnet, Anwendungsfälle als Ellipsen und die Beziehungen (= Assoziationen) zwischen Akteuren und Anwendungsfällen als (beschriftete) Linien. Es wird grundsätzlich zwischen Akteuren und dem interaktiven IT-System (oder Subsystemen) unterschieden: Das System befindet sich in einem Rechteck, die Akteure interagieren von außerhalb.

Anwendungsfälle können dabei ebenfalls in einer Beziehung zueinander stehen:



Beispiel Use-Case-Diagramm „mobiles Navigationsgerät“ (Auszug)⁶⁰:



Use-Case-Diagramme modellieren und dokumentieren:

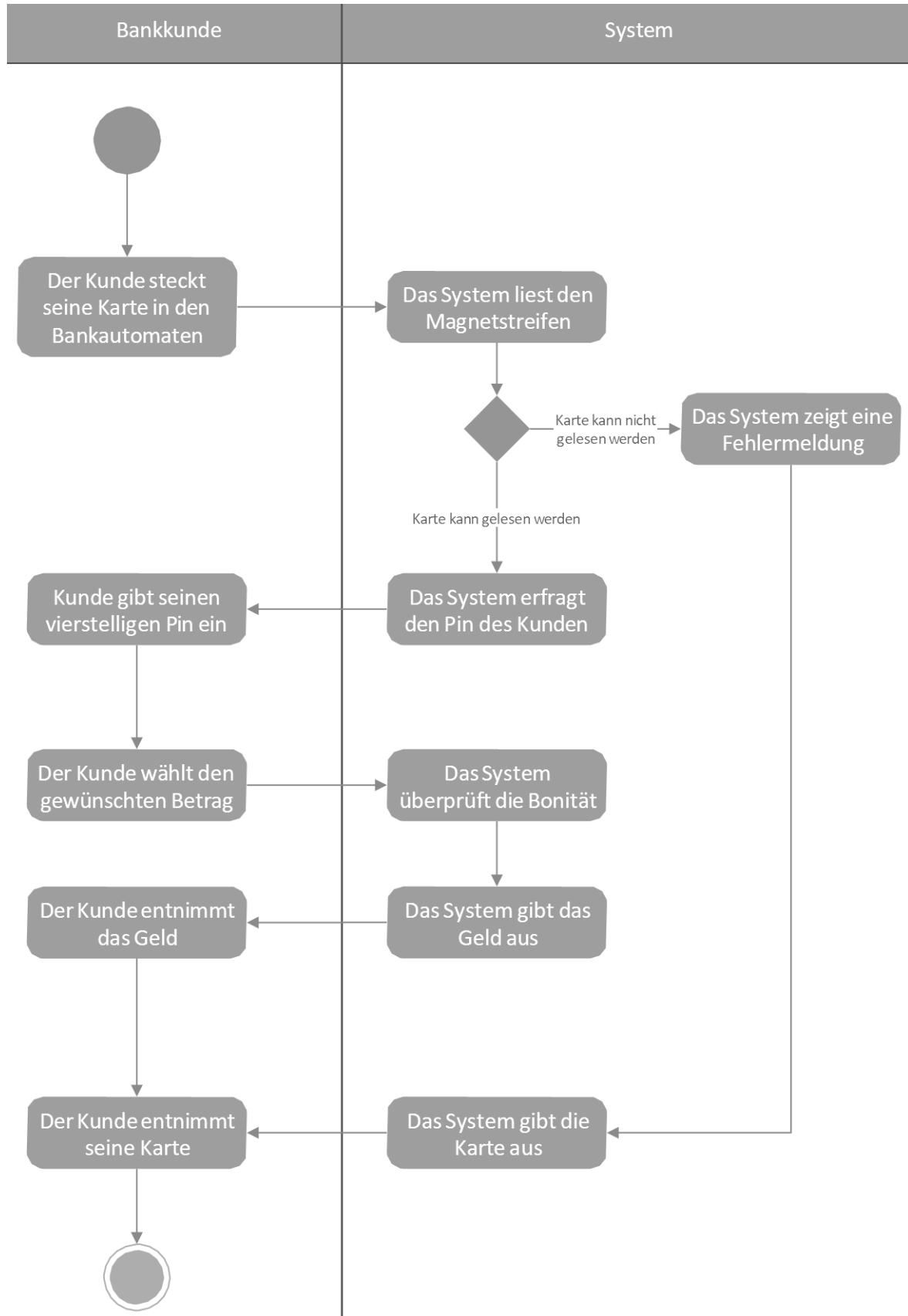
- Welche Anwendungsfälle (hier: Aufgaben) im interaktiven IT-System enthalten sind.
- Welche Akteure diese Anwendungsfälle auslösen.
- Welche Abhängigkeiten der Anwendungsfälle untereinander bestehen. Z. B.:
 - Ob ein Anwendungsfall eine Spezialisierung eines andern darstellt.
 - Ob eine Anwendungsfall in einem anderen enthalten ist.
 - Ob ein Anwendungsfall durch einen anderen erweitert wird.

Use-Case-Diagramme eignen sich jedoch **nicht** für die Visualisierung und Dokumentation des Ablaufs einer Interaktion zwischen einem System und einem Benutzer.

Für die Darstellung von Interaktionsabläufen nutzt man daher **Activity-Diagramme**: Sie ermöglichen die Darstellung des Kontrollflusses von Interaktionsaktivitäten. Zudem wird die Reihenfolge der einzelnen Aktivitäten verdeutlicht. Entscheidungspunkte, die als Rauten dargestellt werden, ermöglichen die Dokumentation alternativer Interaktionsfolgen. Über so genannte **Swimlanes** kann die Rollenaufteilung zwischen Akteur und System dargestellt werden.

⁶⁰ Über **Traffic Message Channel (TMC)** werden Meldungen über Verkehrsbeeinträchtigungen im nichthörbaren Bereich von UKW-Frequenzen in digitaler Form gesendet. Navigationsgeräte können bei entsprechender Ausstattung Staumeldungen über TMC empfangen und darauf basierend beispielsweise Routen zur Umfahrung von Verkehrsstaus erstellen.

Beispiel Activity-Diagramm „Geld am Bankautomaten abheben“
(Auszug):



Activity-Diagramme modellieren und dokumentieren:

- Welche Aktivitäten innerhalb eines Anwendungsfalls (hier: einer Aufgabe) durchlaufen werden.
- Welche Zustandsübergänge auftreten, wenn die Abarbeitung von einer Aktivität zur nächsten wechselt.

Geht es lediglich um **Aktivitätssequenzen**, also Listen von Aktivitäten, die in einer bestimmten Reihenfolge ggf. unter bestimmten Bedingungen abgearbeitet werden müssen, so können für deren Dokumentation und Visualisierung auch einfache, so genannte **Prozessdiagramme** eingesetzt werden, die typisch standardisierte Symbole nach **DIN 66001** nutzen:

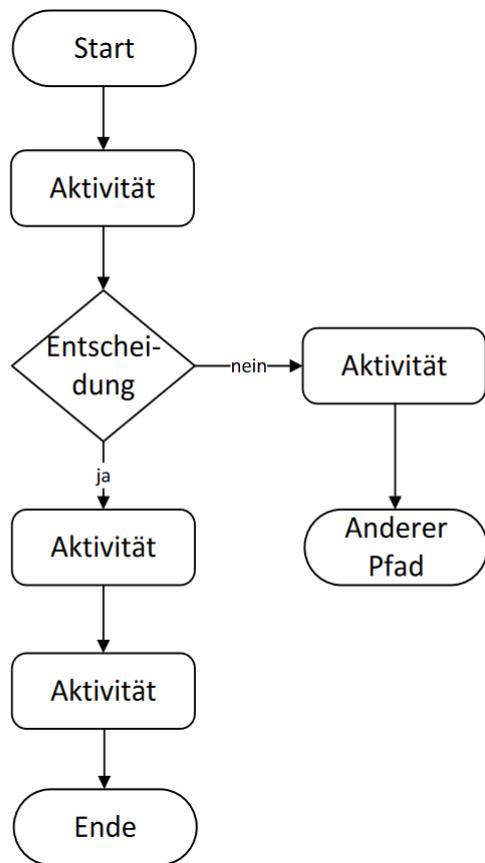


Abbildung 53: Prozessdiagramm zur Visualisierung und Dokumentation von Aktivitätssequenzen

Das **GOMS-Modell** ist eine häufig eingesetzte Methode zur Erstellung und Dokumentation **detaillierter** Aufgabenmodelle.

Dieses von S.K. Card, T.P. Moran und A. Newell 1983 entwickelte Modell ist zudem eine Methode zur Beschreibung des Inhalts und der Struktur des Benutzerwissens, das zur Bearbeitung einer gegebenen Menge von Aufgaben in einem gegebenen System erforderlich ist.

Der Name GOMS ist ein Akronym für eine angenommene kognitive Struktur des Benutzers mit den vier Komponenten:

- **G** eine Menge von Zielen (englisch: **Goals**),
- **O** eine Menge von Operatoren (englisch: **Operators**),
- **M** eine Menge von Methoden (englisch: **Methods**) zum Erreichen von Zielen sowie
- **S** eine Menge von Regeln zur Auswahl von Methoden (englisch: **Selection Rules**).

Die eigentliche Modellierung der Aufgaben wird **GOMS-Analyse** genannt. Sie erlaubt zum einen die Abschätzung des Lernaufwands für den Erwerb des notwendigen Benutzerwissens. Sie erlaubt zum anderen aber auch Vorhersagen des Ausführungsaufwands und der Performance, und liefert zudem weitere qualitative Merkmale für die Bewertung eines interaktiven IT-Systems.

Die Beschreibung des notwendigen Benutzerwissens kann beispielsweise dem Systementwickler empirisch fundierte Hinweise für den Entwurf oder die Neugestaltung von Komponenten geben, z. B. für die Planung effektiver Systemfunktionen oder für das Bereitstellen von kontextabhängigen Hilfsinformationen zu Zielen, Operatoren, Methoden und Auswahlregeln.

Unterschiedliche Benutzer benötigen natürlich unterschiedliche Zeiten für die grundlegenden Operationen. Die GOMS-Analyse verwendet daher typische Durchschnittswerte (z.B. Tastendruck beim Tippen einer Zeichenkette: 0,23 Sekunden, Positionieren des Mauszeigers: 0,44 Sekunden, Klicken des Mauszeigers: 0,2 Sekunden, Mentale Vorbereitung einer Aktion: 1,2 Sekunden, ...).

Für eine GOMS-Analyse reicht es schon aus, eine hinreichend genaue Vorstellung von einem interaktiven IT-System zu besitzen. Diese Vorstellung muss nur konkret genug sein, um die in der Benutzerinteraktion durchzuführenden Operationen ableiten zu können.

Für die Durchführung einer GOMS-Analyse kann auf frei verfügbare Programme zurückgegriffen werden, wie z.B. **GOMSED** (siehe <https://gomsed.software.informer.com>):

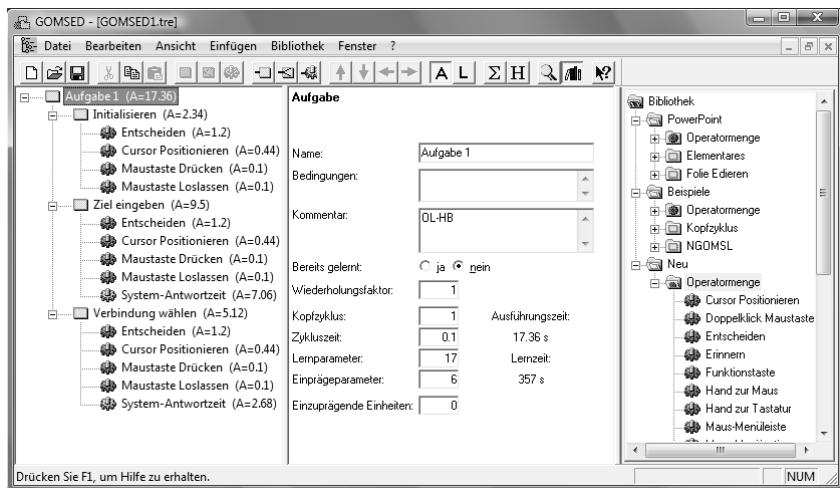


Abbildung 54: GOMS-Analyse eines Fahrkartenautomaten (Auszug) mittels GOMSED

Beispiel für eine GOMS-Analyse „Applikation schließen“ (Auszug):

```

GOAL: CLOSE-APP {
  SELECTION-RULES {
    If hands are on keyboard use CTRL-W-METHOD else
    use CLOSE-METHOD
  }
  METHODS {
    CLOSE-METHOD {
      MOVE-MOUSE-TO-FILE-MENU
      PULL-DOWN-FILE-MENU
      MOVE-MOUSE-TO-CLOSE-OPTION
      CLICK-CLOSE-OPTION
    }
    CTRL-W-METHOD {
      PRESS-CONTROL-KEY
      PRESS-W-KEY
    }
  }
}

```

Für die CTRL-W-METHOD würde sich ungefähr eine Gesamtausführungszeit von 1,2 Sekunden + 2 * 0,23 Sekunden = 1,66 Sekunden ergeben.

4.2.5 User Journey Map

Eine **User Journey Map** (kurz: UJM) zeigt chronologisch auf, wie ein Benutzer mit einem IT-System ergebnisorientiert interagiert: Wie kommt er von A nach B? Welche Erwartungen hat der Nutzer an seine Interaktionen und welche Erfahrungen macht er dabei?

Zur Vorbereitung einer UJM werden zunächst mögliche **Berührungs-punkte** (englisch: **Touch Points**) der Benutzer mit dem interaktiven IT-System festgelegt. Anschließend werden diese durch (wenn möglich, auf Personas basierende) Benutzer ergebnisorientiert angesteuert und kommentiert. Diese „Reise“ als solches und die Erfahrungen, Emotionen und ggf. Verbesserungsvorschläge für jeden Berührungspunkt werden laufend dokumentiert.

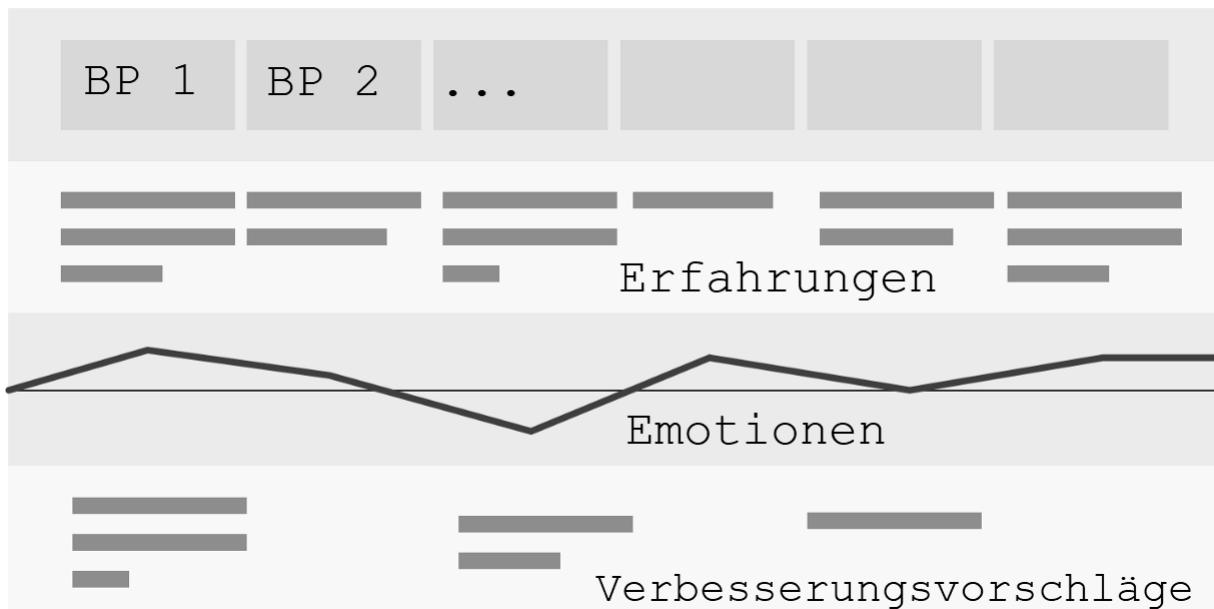


Abbildung 55: Empfohlene Dokumentation einer User Journey Map

Erfahrungsgemäß können UJMs oft klar ausdrücken, wo etwas frustrierend wirkt oder wo es hervorragend funktioniert und den Nutzer erfreut. Man entdeckt ggf. mögliche Anknüpfungspunkte, um die User Experience des interaktiven IT-Systems zu optimieren. Durch das Verstehen der Reise des Nutzers, seiner Gefühle, seiner Motivationen und seiner Erfahrungen, kann ein interaktives IT-System gestaltet werden, welches sich auf die Bedürfnisse der Nutzer besser ausrichtet.

UJMs werden insbesondere bei agilen Entwicklungen eingesetzt und bieten dann allen Beteiligten die Gelegenheit, einen Blick auf das große Ganze zu werfen. Wie bei jeder guten Reisebeschreibung kann bei der UJM idealerweise in das Erlebnis hineingezoomt und ein einzelner Berührungspunkt detailliert betrachtet werden.

Die UJM ermöglicht demnach, die „Reise“ des Benutzers aus seiner Perspektive zu verfolgen und dadurch Positiverlebnisse für verschiedene Bedürfnisse zu schaffen und Negativerlebnisse – wie zum Beispiel den Kaufabbruch innerhalb eines Webshops – zu vermeiden. Durch die Abbildung der durchschnittlichen, individuellen Kundenerlebnisse kann man zielgerichtet darauf eingehen und das gesamte Nutzererlebnis positiv verstärken.

Eine User Journey Map (UJM) ist eine grafische oder tabellarische Beschreibung aller Touch Points (Berührungspunkte) mit einem interaktiven IT-System, die die Erfahrungen von Benutzern für Dritte verständlich macht.

4.3 Übungen

Aufgabe 4.1

Entwickeln Sie einen Leitfaden für die Diskussion „mobiles Navigationsgerät“ in einer Fokusgruppe bestehend aus Geschäftsreisenden.

Aufgabe 4.2

Erstellen Sie eine möglichst detaillierte Aufgabenbeschreibung für die Funktion „Eine Route über die Karte planen“ eines „mobilen Navigationsgerätes“.

Aufgabe 4.3

Erstellen Sie ein Anwendungsfalldiagramm für „Kartenverkauf im Theater“.

Aufgabe 4.4

Erstellen Sie eine Liste markanter Berührungspunkte für das interaktive IT-System „mobiles Navigationsgerät“.

5 Festlegen der Anforderungen an ein interaktives IT-System

Das Ziel dieser Phase des UUX-Engineering-Prozesses ist die Erstellung einer **Spezifikation**, die es ermöglicht, das interaktive IT-System gezielt zu bewerten, zu gestalten und/oder die technische Implementierung vorzubereiten. Sie muss daher zumindest die nachfolgenden Bestandteile aufweisen:

- Alle Erfordernisse und Anforderungen, die umgesetzt sein sollten.
- Alle Nutzergruppen, die unterstützt werden sollten.
- Alle Nutzungskontextbeschreibungen, die für Nutzergruppen zur Herleitung von Anforderungen verwendet wurden.

Diese Bestandteile ergeben summarisch das so genannte **Lastenheft**.

Die Inhalte eines Lastenheftes sollten allerdings so allgemein wie möglich und nur so einschränkend wie nötig formuliert werden. Nur dann hat beispielsweise der Gestalter des interaktiven IT-Systems die Möglichkeit, optimale Lösungen zu erarbeiten, ohne durch zu restriktive Anforderungen in seiner Lösungskompetenz eingeschränkt zu werden.

Laut (DAkkS, 2010) gilt es, beim Festlegen der Anforderungen an ein interaktives IT-System vor allem die so genannte **Immunisierungsfalle** zu vermeiden, in der Anforderungen festgelegt werden, die auf bekannten Gestaltungen beruhen.

Beispiel Immunisierungsfalle:

Statt „Der Benutzer muss am Heizungsventil die Wunschtemperatur auswählen können“ wird „Der Benutzer muss am Heizungsventil die Wärmestufen 1, 2, 3, 4, 5 auswählen können“ gefordert.

5.1 Arten von Anforderungen

Eine **Anforderung** (englisch: **Requirement**) ist eine Beschaffenheit oder Fähigkeit des interaktiven IT-Systems, die von einem Benutzer zur Erreichung eines Arbeitsergebnisses benötigt wird.

Eine sinnvolle Anforderung muss zwingend nachfolgende Kriterien erfüllen:

- **Abstraktheit:** Sie muss unabhängig von einer konkreten technischen Umsetzung formuliert sein.
- **Eindeutigkeit:** Sie muss nur eine mögliche Interpretation zulassen.
- **Nachvollziehbarkeit:** Sie muss zu ihrer Quelle zurückverfolgbar sein.
- **Überprüfbarkeit:** Es muss gezeigt werden können, dass das System die Anforderung ggf. tatsächlich erfüllt.

Im weiteren Verlauf dieses Abschnitts werden Anforderungen an interaktive IT-Systeme unter Zuhilfenahme einer gebräuchlichen Klassifikation näher erläutert. Dabei gilt es zu beachten, dass die verwendete Klassifikation zwar weit verbreitet, aber nicht überschneidungsfrei ist. So ist etwa die Anforderung „Materialen verwenden, die wiederverwertet werden können“ sicherlich eine technische Anforderung. Sie kann aber auch als Marktanforderung eingestuft werden.

5.1.1 Gesetzliche/Regulatorische Anforderungen

Gesetzliche/regulatorische Anforderungen können jeweils einem der folgenden vier Typen zugeordnet werden:

- **Verbot** (Unterlassungspflicht)
- **Gebot** (Handlungspflicht)
- **Erlaubnis** (Handlungsrecht)
- **Freistellung** (Unterlassungsrecht)

Bei interaktiven IT-Systemen sind – neben den bereits in Abschnitt 2.3 aufgeführten Verpflichtungen – vor allem gesetzliche/regulatorische Anforderungen hinsichtlich **Sicherheit** bedeutsam, und zwar Sicherheit im Sinne von Schutz der Umgebung vor negativen Auswirkungen durch den Betrieb des interaktiven IT-Systems, im englischen Sprachraum **Safety** genannt. Gemeint ist also die **Betriebssicherheit**, insbesondere die elektrische, mechanische und informationelle Sicherheit eines interaktiven IT-Systems.

Elektrische Sicherheit soll Gefährdungen durch elektrischen Strom und dessen Wirkung auf den menschlichen Körper vermeiden. Die Europäische Union legt hierzu u.a. in folgenden Richtlinien grundlegende Sicherheitsanforderungen fest:

- Niederspannungsrichtlinie 73/23/EWG.
- Maschinenrichtlinie 98/37/EG.
- R&TTE-Richtlinie (RTTE, 99/5/EC).

Mit der **CE-Kennzeichnung** erklärt ein Hersteller, dass ein Produkt diesen (und ggf. weiteren) Sicherheitsanforderungen entspricht.

Umfasst das interaktive IT-System ein Funkübertragungsgerät und -empfänger, so ist es zudem so zu gestalten, dass es die Emissionsgrenzen für Funkfrequenzstrahlung des Rates der Europäischen Union nicht überschreitet⁶¹.

Mechanische Sicherheit betrifft u.a. Standsicherheit und das Fehlen von Quetsch- und Scherstellen sowie scharfen Ecken und Kanten.

⁶¹ Der vom Rat der Europäischen Union empfohlene Grenzwert für die **Specific Absorption Rate (SAR)** liegt derzeit bei 2,0 W/kg auf durchschnittlich 10 Gramm Körpergewebe (4,0 W/kg auf durchschnittlich 10 Gramm Gewebe der Extremitäten: Hände, Handgelenke, Fußgelenke und Füße). Dabei wird ein Mindestabstand von 20 cm zur Antenne unterstellt.

Informationelle Sicherheit wird in den drei Dimensionen Verfügbarkeit, Vertraulichkeit und Integrität gemessen. Anzuwendende Regelungen entstammen u.a. dem Telekommunikationsgesetz (**TKG**; insbesondere §§ 88 –115), dem Gesetz über das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (**BSI-Gesetz**), dem Gesetz zur Erhöhung der Sicherheit informationstechnischer Systeme (**IT-Sicherheitsgesetz**), der Datenschutz-Grundverordnung (**DS-GVO**) und dem vom Bundesministerium für Finanzen (**BMF**) verfassten Schreiben „Grundsätze zur ordnungsmäßigen Führung und Aufbewahrung von Büchern, Aufzeichnungen und Unterlagen in elektronischer Form sowie zum Datenzugriff“ (**GoBD**).

Beispiele für gesetzliche/regulatorische Anforderungen an ein „elektronisches Archivierungssystem“ aus der GoBD:

- Es darf kein Dokument auf dem Weg ins oder im Archiv selbst verloren gehen.
- Alle ändernden Aktionen im elektronischen Archivsystem müssen nachvollziehbar protokolliert werden.
- Jedes Dokument muss eindeutig gefunden und reproduziert werden können.
- Jedes Dokument darf nur von befugten Benutzern eingesehen werden.
- Jedes Dokument darf erst nach Ablauf seiner Aufbewahrungsfrist gelöscht bzw. vernichtet werden.

5.1.2 **Technische Anforderungen (Systemanforderungen)**

Eine **Systemanforderung** (englisch: **System Requirement**) beschreibt eine technische Ausrüstung, die das interaktive IT-System haben sollte. Systemanforderungen beruhen meist auf fachlichen Anforderungen (siehe unten), sind idealerweise aber noch keine technischen Lösungen, sondern bilden lediglich die Basis für technische Lösungen.

Beispiele für technische Anforderungen an ein „mobiles Navigationsgerät“:

- Externes Netzteil.
- Mikrofon und Lautsprecher.
- Verstellbarer Windschutzscheiben-Saugnapfhalter.
- ...

5.1.3 **Fachliche Anforderungen (Nutzungsanforderungen)**

Eine **Nutzungsanforderung** (englisch: **Requirement Of Use**) ist die Beschreibung einer Tätigkeit, die ein Benutzer in Interaktion mit dem IT-System ausführen können sollte.

Nutzungsanforderungen beruhen auf den Erhebungen der Nutzungs-kontexte (siehe Kapitel 4) und müssen

- aktualisiert werden, sobald dies notwendig ist.
- durch die Benutzer verifiziert werden.
- eine nachfolgende Prüfung ermöglichen.
- in sich widerspruchsfrei sein.

Es hat sich in der Praxis bewährt, jede einzelne Nutzungsanforderung nach dem so genannten **SMART**-Prinzip zu überprüfen:

S pezifisch:	Die Nutzungsanforderung darf nur eine abgeschlossene Funktion beschreiben.
M essbar:	Die Nutzungsanforderung muss testbar sein.
A ttaktiv:	Die geforderte Funktion muss dem Benutzer einen Mehrwert bringen.
R ealistisch:	Die Umsetzung muss technisch und wirtschaftlich möglich sein.
T erminiert:	Der Test muss zeitlich möglich sein.

Beispiele für fachliche Anforderungen an ein „mobiles Navigationsgerät“:

- Das Navigationsgerät muss sich ohne Werkzeug einfach und schnell installieren und deinstallieren lassen.
- Das Gerät muss nach dem Einschalten unmittelbar einsetzbar sein.
- Im Gerät müssen Zwischenziele eingegeben, geändert und gelöscht werden können.

5.1.4 Marktanforderungen

Eine **Marktanforderung** (englisch: **Market Requirement**) ist eine Anforderung an ein interaktives IT-System, die die Kaufentscheidung (oder auch Nutzungsentscheidung bei kostenlos verfügbaren Produkten) innerhalb der beabsichtigten Nutzergruppe fördert. Marktanforderungen sind all die Anforderungen, die für das Produkt umgesetzt werden müssen, damit es von möglichst vielen Menschen in Betracht gezogen und genutzt bzw. gekauft wird.

Beispiele für Marktanforderungen:

- Das Produkt muss mindestens so viele Funktionen haben, wie das des aktuellen Marktführers.
- Das Smartphone muss auf den ersten Blick wirken wie ein iPhone.
- Das Produkt darf maximal 100 EUR kosten.
- Das Produkt muss von 95 % aller Männer zwischen 18 und 65 Jahren bedienbar sein.

Insbesondere das letztgenannte Beispiel für eine Marktanforderung muss für die Umsetzung weiter operationalisiert werden. Dabei können die Ausführungen im Abschnitt 2.1 helfen (Sehvermögen, Hörvermögen, ...). Gelegentlich ist aber zudem ein Rückgriff auf die **Anthropometrie**, also die Wissenschaft von den Maßverhältnissen am menschlichen Körper und deren exakter Bestimmung, erforderlich.

Glücklicherweise enthält die **DIN 33402-2** recht aktuelle **anthropometrische Daten**, die an Personen gemessen wurden, die in der Bundesrepublik Deutschland leben. Einen aktuellen Ausschnitt dieser Daten zeigt nachfolgende Abbildung:

Quelle DIN 33402-2; Angaben in mm			18 - 65 Jahre			Männer			Frauen		
Körpermaß gruppen	Nr.	Körpermaß bezeichnung	P ₅	P ₅₀	P ₉₅	P ₅	P ₅₀	P ₉₅	P ₅	P ₅₀	P ₉₅
Maße am stehenden Menschen	1	Körperhöhe	1 650	1 750	1 855	1 535	1 625	1 720			
	2	Ellenbogenhöhe über Standfläche	1 025	1 100	1 175	960	1 020	1 080			
	3	Tibialhöhe	430	460	480	400	425	450			
Maße am sitzenden Menschen	4	Sitzhöhe (Stammlänge)	855	910	965	810	860	910			
	5	Schulter- Ellenbogenlänge	330	365	400	290	320	350			
	6	Länge des Unterschenkels mit Fuß (Sitzflächenhöhe)	410	450	490	375	415	450			
Maße an einzelnen Körper- abschnitten	7	Zeigefingerlänge	68	75	83	62	69	77			
	8	Zeigefingerbreite (körpernah)	19	21	23	17	19	21			
	9	Kopflänge (Kopftiefe)	185	195	205	170	185	195			
Funktionelle Maße	10	Reichweite nach vorn	685	740	815	625	690	750			
	11	Höhe der Hand (Griffachse) über der Standfläche	730	765	825	670	715	760			
	12	Ellenbogen- Griffachsen-Abstand	325	350	390	295	315	350			
Umfangs- maße	13	Brustumfang	870	975	1 110	850	990	1 180			
	14	Taillenumfang	700	875	1 010	665	790	990			
	15	Halsumfang	335	380	410	305	345	385			

Abbildung 56: Anthropometrische Daten für die Altersgruppe 18 - 65 Jahre
(Quelle: DIN 33402-2)

Der **Perzentilwert P_n** beschreibt dabei, dass für n Prozent der Menschen der betrachteten Bevölkerungsgruppe dieses Maß kleiner oder gleich dem angegebenen Wert ist. In der Regel werden für Körpermaße die Werte für das 5., 50. und 95. Perzentil angegeben.

Um also die Marktanforderung „Das Produkt muss von 95 % aller Männer zwischen 18 und 65 Jahren bedienbar sein“ weiter zu

operationalisieren, kann man den Daten der DIN 33402-2 entnehmen, dass dies beispielsweise erfordert, dass eine Zeigefingerbreite bis zu 23 mm bei der Bedienung des Produktes zulässig sein muss.

Für eine optimale Gestaltung interaktiver IT-Systeme ist gelegentlich die Berücksichtigung von Körpermaßen nach DIN 33402-2 o.ä. erforderlich.

5.1.5 Umweltanforderungen

Bei einer **Umweltanforderung** (englisch: **Environmental Requirement**) geht es ebenfalls – wie bei gesetzlichen/regulatorischen Anforderungen – vorrangig um **Sicherheit**, hier aber um Sicherheit im Sinne von Schutz des interaktiven IT-Systems vor der Umgebung, im englischen Sprachraum **Security** genannt. Gemeint ist also die **Angriffssicherheit**, beispielsweise die Stoßfestigkeit, Kratzfestigkeit, Hitzebeständigkeit und Wasserdichtheit eines interaktiven IT-Systems aber auch die Immunität eines interaktiven IT-Systems gegen Hackerangriffe („**Cyber-Immunität**“).

Um eine klare Aussage darüber geben zu können, gegen welche Einwirkungen durch Fremdkörper und Feuchtigkeit ein Produkt geschützt ist bzw. zu schützen ist, wurden die so genannten **IP-Schutzarten** (englisch: **International Protection Codes (IP-Codes)**) eingeführt.

In den jeweiligen **Schutzart-Kategorien** ist genau definiert, inwieweit das unerwünschte Eindringen von Fremdkörpern und Feuchtigkeit in das Geräteinnere unterbunden wird. Auch der Schutz vor Beschädigung durch Berührung wurde genau festgelegt. Dies ist insbesondere wichtig, wenn Geräte z.B. in Sporthallen genutzt werden und dort etwa von Bällen getroffen werden können. Beim Einsatz im öffentlichen Bereich fallen darunter auch absichtliche Stöße oder Beschädigungen durch Vandalismus.

Die der Abkürzung **IP** nachfolgenden **zwei Kennziffern** geben entsprechend **DIN EN 60529** genau Auskunft darüber, in welchem Umfang Berührungs-, Fremdkörper- und Wasserschutz für ein Produkt gegeben ist⁶². Diese Kennziffern sind wie folgt definiert:

⁶² Wenn bei der IP-Schutzart eine der beiden Ziffern nicht angegeben werden soll oder muss, wird anstelle der Ziffer ein X gesetzt. Beispiel: IP6X

1. Kennziffer		2. Kennziffer	
0	Kein Schutz	0	Kein Schutz
1	Geschützt gegen feste Fremdkörper mit Durchmesser ab 50 mm, Zugang mit dem Handrücken	1	Schutz gegen senkrecht fallendes Tropfwasser
2	Geschützt gegen feste Fremdkörper mit Durchmesser ab 12,5 mm, Zugang mit einem Finger	2	Schutz gegen fallendes Tropfwasser, wenn das Gehäuse bis zu 15° geneigt ist
3	Geschützt gegen feste Fremdkörper mit Durchmesser ab 2,5 mm, Zugang mit einem Werkzeug	3	Schutz gegen fallendes Sprühwasser bis 60° gegen die Senkrechte
4	Geschützt gegen feste Fremdkörper mit Durchmesser ab 1,0 mm, Zugang mit einem Draht	4	Schutz gegen allseitiges Spritzwasser
5	Geschützt gegen Staub in schädigender Menge, vollständiger Schutz gegen Berührung	5	Schutz gegen Strahlwasser (Düse) aus beliebigem Winkel
6	Staubdicht, vollständiger Schutz gegen Berührung	6	Schutz gegen starkes Strahlwasser
		7	Schutz gegen zeitweiliges Untertauchen
		8	Schutz gegen dauerndes Untertauchen

Abbildung 57: IP Schutzarten (Quelle: DIN EN 60529)

Die Schutzart **IP44** bedeutet demnach, dass das Produkt vor dem Berühren mit Fingern, dem Berühren mit Werkzeugen und Drähten mit einem Durchmesser über 1 mm, dem Eindringen von festen Fremdkörpern mit einer Größe über 1 mm und vor allseitigem Spritzwasser geschützt ist.

In Industrieanlagen wird typischerweise **IP54** gefordert, in Schaltschränken **IP20**. Im Kfz-Bereich ist beim Einbau im Trockenraum des Fahrzeugs bis zu **IP55** sinnvoll.

Mögliche Umweltanforderungen für IT-Systeme hinsichtlich zulässiger **Temperaturbereiche** sind:

Temperaturbereich	Bezeichnung	Typische interaktive IT-Systeme
0 bis 70 °C	Kommerzieller Temperaturbereich	Unterhaltungselektronik, z. B. Spielzeuge, Radio- und Fernsehgeräte, Computer.
-40 bis 85 °C	Industrieller Temperaturbereich	Industrielektronik, z. B. industrielle Steuerungen und Regelungen.
-40 bis 125 °C	Automobiler Temperaturbereich	Motornahe Elektronik im Automobilbereich, z. B. Motorsteuergerät, Klimasteuergeräte, Sensoren.
-55 bis 125 °C	Militärischer Temperaturbereich	Militärische Anwendungen, Luftfahrtindustrie, z. B. Flugzeuge, Schiffe, Messgeräte, Funkgeräte.

Auch eine Beständigkeit gegen aggressive Stoffe wie Dämpfe, Säuren, Laugen, Öle oder Kraftstoffe gehört insbesondere im industriellen Bereich zu den Umweltanforderungen.

Hinsichtlich **Cyber-Immunität** ist die regelmäßige Umweltanforderung, dass ein interaktives IT-System nach dem Stand der Technik so gestaltet ist, dass es bei bestimmungsgemäßer oder vernünftigerweise vorhersehbarer Verwendung hinreichend zu erwartenden Cybersicherheitsbedrohungen standhält, ohne dass die Verwendung des interaktiven IT-Systems wesentlich eingeschränkt wird.

Für die Bestimmung der Anforderungen an Cyber-Immunität ist es oft hilfreich, wenn bei den Use-Case- und Activity-Diagrammen (siehe Abschnitt 4.2.4) entsprechende Akteure (Beispiel: **Hacker**) und entsprechende Anwendungsfälle (Stichwort: **abuse, misuse and confuse cases**) nachgerüstet werden:

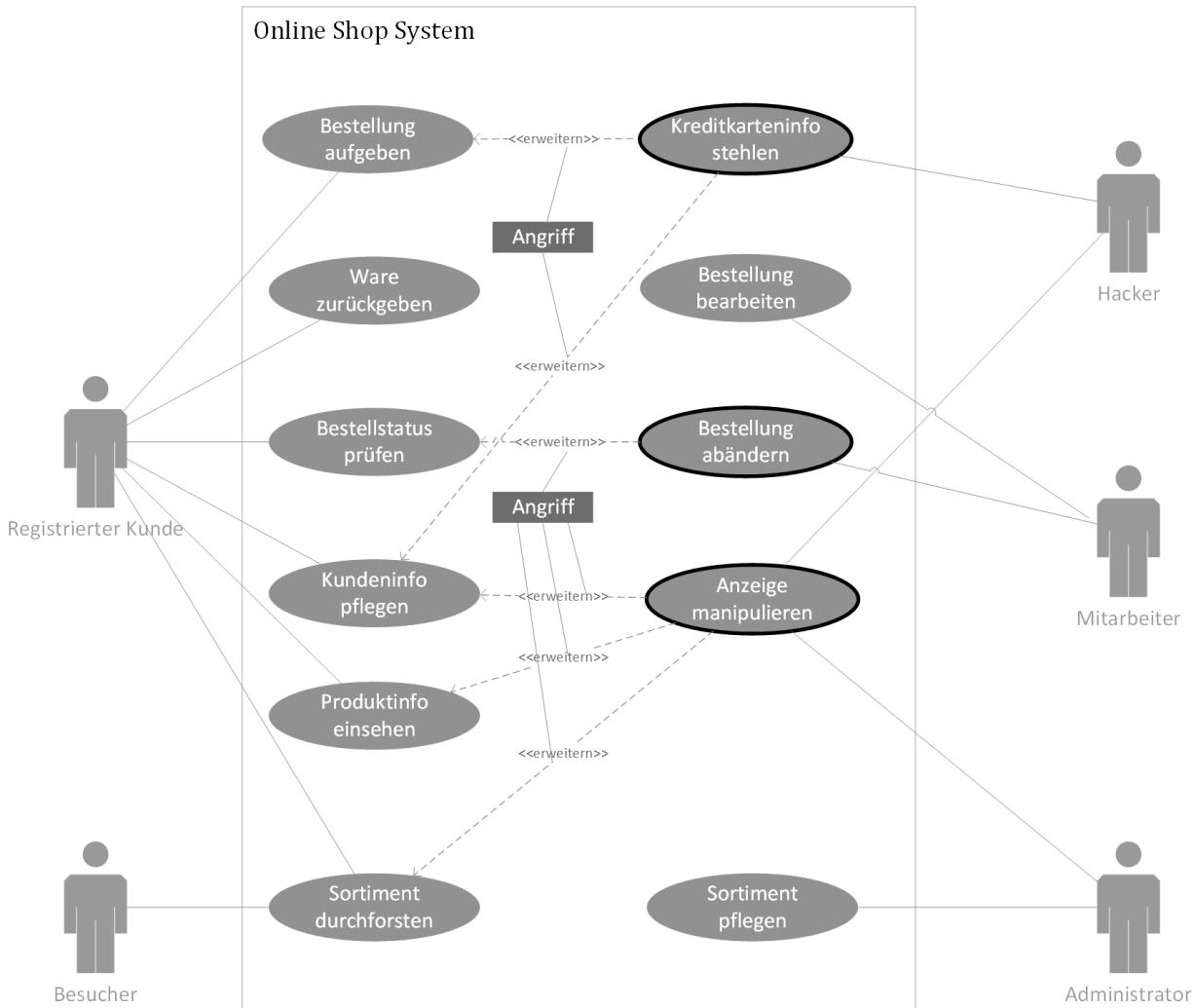


Abbildung 58: Erweitertes Anwendungsfalldiagramm "Online Shop System"
(Quelle: In Anlehnung an <https://re-magazine.ireb.org/articles/eliciting-security-requirements>)

5.1.6 Organisatorische Anforderungen

Während fachliche Anforderungen (Nutzungsanforderungen) auf vollständige und richtige Arbeitsergebnisse abzielen, beziehen sich organisatorische Anforderungen auf die handelnden Personen: **Organisatorische Anforderungen** beschreiben, wie sich Personen bei ihrer Tätigkeit verhalten müssen, damit das interaktive IT-System effektiv und effizient genutzt werden kann. Sie resultieren typisch aus Ressourcen- oder Kompetenzerfordernissen.

Beispiele für organisatorische Anforderungen:

- Der Vertriebsmitarbeiter muss Angebote oberhalb von 100.000 € vom Geschäftsführer unterschreiben lassen.

- Auf der Rechnung muss immer die Auftragsnummer des Auftraggebers angegeben werden.
- Der Zeitungsartikel muss immer einen Titel und einen Autor haben.
- Der Pförtner muss bei jedem ankommenden Fahrzeug feststellen, ob die Lieferung angemeldet ist und um welche Lieferung es sich handelt.
- Der Arzt muss bei jedem Patienten die Einverständniserklärung für die Durchführung einer Operation einholen.

5.2 Aktivitäten zur Festlegung der Anforderungen

Aus einem vollständigen Nutzungskontext lassen sich alle relevanten Anforderungen ableiten. In der Praxis hat sich daher für die Festlegung der Anforderungen an ein interaktives IT-System die **kontextbasierte Methode** bewährt: Zunächst werden Erfordernisse im Nutzungskontext identifiziert. Anschließend werden aus den identifizierten Erfordernissen die Anforderungen abgeleitet.

5.2.1 Erfordernisse im Nutzungskontext identifizieren

Zur Erinnerung: Ein Erfordernis ist eine Eigenschaft eines interaktiven IT-Systems, die gegeben sein muss, um Aufgaben des Nutzungskontextes ergebnisorientiert ausführen zu können. Erfordernisse gestatten es daher, Anforderungen zu erstellen und diese mit dem Nutzungskontext zu verbinden. Jeder Teil des Nutzungskontextes muss folglich dahingehend überprüft werden, ob ein explizites oder implizites Erfordernis enthalten ist. Als Leitfragen für diese Überprüfung empfiehlt (DAkkS, 2010) u.a. diese Fragestellungen:

- Bei welchen Aufgaben muss das interaktive IT-System zeitliche Abfolgen oder inhaltliche Abhängigkeiten der Arbeitsschritte abbilden/erzwingen, um den Benutzer zu führen oder Fehlern vorzubeugen?
- Für welche Defizite des Benutzers muss das interaktive IT-System Kompensationsmittel bereitstellen?
- Welche Einfluss-/Steuerungs-/Unterbrechungsmöglichkeiten des Benutzers sind in den Abläufen erforderlich?
- Welche Ähnlichkeiten zwischen gegebenen Arbeitsaufgaben/Arbeitsschritten müssen aus Konsistenzgründen in dem interaktiven IT-System auch ähnlich gestaltet sein?
- Welche Arbeitsschritte müssen aufgrund des im Nutzungskontext beschriebenen Sachverhalts durch das interaktive IT-System unterstützt werden?
- Welche Arbeitsschritte müssen in ihrer zeitlichen Erledigung frei wählbar sein?
- Welche Ergebnisse/Teilergebnisse müssen für den Benutzer ausgegeben/angezeigt werden?
- Welche Hilfsmittel müssen aufgrund von Aufgabenerfordernissen und/oder Benutzerbelangen außerhalb des Systems bleiben oder vorhanden sein?

- Welche offensichtlichen Erfordernisse ergeben sich aus dem Nutzungskontext?
- Welche wiederkehrenden Arbeitsschritte müssen aufgrund des gegebenen Sachverhalts im Nutzungskontext automatisch erledigt werden?

Hinsichtlich der Durchführung dieses Schrittes hat sich nachfolgende Vorgehensweise bewährt:

1. Identifiziere im Nutzungskontext die Aufgaben und deren Ziele.
2. Ordne jede Aufgabe einer oder mehreren Benutzergruppen zu.
3. Identifiziere die Erfordernisse für die Durchführung jeder Aufgabe je Benutzergruppe. Ein zutreffendes Erfordernis erkennt man daran, dass es einleuchtend und selbstverständlich erscheint, also zweifelsfrei ist.
4. Bestimme, welche Prinzipien für die Erfordernisse zu berücksichtigen sind. Für fachliche Anforderungen (Nutzungsanforderungen) können hier die Grundsätze der ISO 9241-110 herangezogen werden (siehe Abschnitt 2.2.4.1):
 - Aufgabenangemessenheit – geeignete Funktionalität, Minimierung unnötiger Interaktionen.
 - Selbstbeschreibungsfähigkeit – Verständlichkeit durch Hilfen/Rückmeldungen.
 - Lernförderlichkeit – Anleitung des Benutzers, Verwendung geeigneter Metaphern.
 - Steuerbarkeit – Steuerung durch den Benutzer.
 - Erwartungskonformität – Konsistenz, Anpassung an die Benutzerwelt.
 - Individualisierbarkeit – Anpassbarkeit an Bedürfnisse und Kenntnisse des Benutzers.
 - Fehlertoleranz – Das System reagiert tolerant auf Fehler oder ermöglicht eine leichte Fehlerkorrektur durch den Benutzer.
5. Dokumentiere die Erfordernisse.

Beispiel „mobiles Navigationsgerät“ (Auszug):

Aus der Beschreibung der Persona Erika Mustermann (siehe Abschnitt 4.1.1) können folgende Erfordernisse für die Benutzergruppe abgeleitet werden, die sie repräsentiert:

Nutzungskontext	Erfordernis	Prinzip
Sie ist Außendienstmitarbeiterin eines kleinen mittelständischen Betriebs, die viel mit dem PKW unterwegs ist. In der Regel nutzt sie ihren Dienstwagen. Bei großen Entfernung nimmt sie manchmal das Flugzeug und am Zielflughafen einen Mietwagen, um Zeit zu sparen.	Der Benutzer muss das Gerät in unterschiedliche PKW ein- und ausbauen können. Der Benutzer muss seine Fahrt unmittelbar nach dem Einsteigen beginnen können.	Aufgabenangemessenheit Erwartungskonformität
Frau Mustermann besucht meistens mehrere Kunden an einem Tag. Die Reihenfolge, in der sie ihre Termine wahrnimmt, bleibt weitgehend ihr überlassen.	Der Benutzer muss Routen mit mehreren Zwischenzielen eingeben und befahren können.	Aufgabenangemessenheit
Sie plant ihre Touren typisch im Vorfeld.	Der Benutzer muss seine Routen auch außerhalb des PKW eingeben können.	Aufgabenangemessenheit
Während ihrer Fahrten kommt es vor, dass Kunden telefonisch einen Termin absagen oder verlegen.	Der Benutzer muss auch während des Betriebes des Navigationsgerätes telefonieren können. Der Benutzer muss Zwischenziele auch nachträglich eingeben, ändern oder löschen können.	Erwartungskonformität Aufgabenangemessenheit
Kommt es verkehrsbedingt zu Verspätungen, muss sie den Kunden informieren können.	Der Benutzer muss über Staumeldungen informiert werden. Der Benutzer muss erkennen können, ob die gemeldeten Staus schon in der Routenberechnung berücksichtigt worden sind. Der Benutzer muss wissen, wann er voraussichtlich am Ziel ankommt.	Aufgabenangemessenheit Selbstbeschreibungsfähigkeit Erwartungskonformität
Frau Mustermann fährt ihre Touren zu unterschiedlichen Tageszeiten.	Der Benutzer muss das Display auch bei unterschiedlichen Beleuchtungssituationen ablesen können.	Aufgabenangemessenheit
Sie hat auch Kunden, die sie mehrfach im Jahr besucht.	Der Benutzer muss Ziele speichern können.	Individualisierbarkeit

5.2.2 Ableiten der Anforderungen aus den identifizierten Erfordernissen

Aus dem Verständnis des Nutzungskontextes und den identifizierten Erfordernissen wird abgeleitet, welche Anforderungen an das interaktive IT-System bestehen.

Hinsichtlich der Durchführung dieses Schrittes hat sich nachfolgende Vorgehensweise bewährt:

1. Bestimme die Anforderungen anhand der identifizierten Erfordernisse. Leitfragen für diesen Schritt sind u.a.:
 - Was muss der Benutzer im interaktiven IT-System erkennen können, um das Erfordernis zu erfüllen?
 - Was muss der Benutzer im interaktiven IT-System auswählen können, um das Erfordernis zu erfüllen?
 - Was muss der Benutzer im interaktiven IT-System eingeben können, um das Erfordernis zu erfüllen?
 - Was muss das interaktive IT-System aufweisen, um das Erfordernis zu erfüllen?
 - Was muss das interaktive IT-System leisten, um das Erfordernis zu erfüllen?
2. Ergänze ggf. die Anforderungen um Einheiten, Wertebereiche, Formate und/oder Auswahlmöglichkeiten.
3. Wenn noch nicht geschehen, überprüfe insbesondere die fachlichen Anforderungen (Nutzungsanforderungen) nach dem SMART-Prinzip (siehe Abschnitt 5.1.3).
4. Ordne – sofern noch nicht durch die Erfordernisse bereits gegeben – den Anforderungen anwendbare Prinzipien zu.
5. Formuliere mit Blick auf die anwendbaren Prinzipien sinnvolle Prüfkriterien, die bei einer Evaluation des interaktiven IT-Systems als Testaufgaben zur Anwendung kommen sollten (siehe Kapitel 7).

Beispiel „mobiles Navigationsgerät“ (Auszug):

Aus den ermittelten Erfordernissen (siehe Abschnitt 5.2.1) können nachfolgende Anforderungen und Prüfkriterien abgeleitet werden:

Erfordernis	Anforderungen	Prinzipien	Prüfkriterien
Der Benutzer muss das Gerät in unterschiedliche PKW ein- und ausbauen können.	Das Navigationsgerät muss sich ohne Werkzeug einfach und schnell installieren und deinstallieren lassen. Verstellbarer Windschutzscheiben-Saugnapfhalter. 12/24 Volt Ladekabel für Zigarettenanzünder.	Aufgabenangemessenheit Individualisierbarkeit Erwartungskonformität	Einbau und Ausbau werkzeuglos unter 1 Minute auch durch nicht technik-affine Benutzer.
Der Benutzer muss seine Fahrt unmittelbar nach dem Einsteigen beginnen können.	Das Gerät muss nach dem Einschalten unmittelbar arbeitsfähig sein.	Aufgabenangemessenheit	Bedienung des Gerätes muss innerhalb von 30 Sekunden nach dem Einschalten möglich sein.
Der Benutzer muss Routen mit mehreren Zwischenzielen eingeben und befahren können.	GPS-Modul. Im Navigationsgerät müssen Endziele und Zwischenziele eingegeben, geändert und gelöscht werden können. Ein Ziel wird durch einen alphanumerischen Namen und eine gültige Adresse (Straße, Hausnummer, Postleitzahl, Stadt) repräsentiert. Die Eingabe eines Ziels muss über eine Tastatur, über Kartenausschnitte und über Spracheingabe möglich sein. Mikrofon und Lautsprecher. Regelmäßig aktualisiertes Kartensmaterial.	Erwartungskonformität Aufgabenangemessenheit Erwartungskonformität Steuerbarkeit WCAG 2.0/2.1 Aufgabenangemessenheit Aufgabenangemessenheit	Eingabe einer Route mit zwei Zwischenzielen. Das Endziel wird per Tastatur, die Zwischenziele werden auf Kartenausschnitten mit dem Zeigefinger festgelegt. Die Route wird zwei Mal zu unterschiedlichen Zeiten abgefahren.
Der Benutzer muss seine Routen auch außerhalb des PKW eingeben können.	Externes Netzteil. USB-Kabel (mit Adapter Mini-USB auf USB).	Aufgabenangemessenheit	Externes Netzteil und USB-Kabel sind im Lieferumfang enthalten.
Der Benutzer muss auch während des Betriebes des Navigationsgerätes telefonieren können.	Die Lautstärke des Navigationsgerätes muss anpassbar (ggf. abschaltbar) sein.	Erwartungskonformität	Tasten zur Lautstärkeregulierung sind vorhanden. Die Lautstärke kann bis auf null reguliert werden.
Der Benutzer muss Zwischenziele auch nachträglich eingeben, ändern oder löschen können.	Im Navigationsgerät müssen Zwischenziele auch nachträglich eingegeben, geändert oder gelöscht werden können.	Aufgabenangemessenheit	Während einer Navigation wird ein Zwischenziel per Spracheingabe geändert.

Erfordernis	Anforderungen	Prinzipien	Prüfkriterien
Der Benutzer muss über Staumeldungen informiert werden.	TMC-Modul. Das Navigationsgerät muss Staumeldungen empfangen können und diese bei Routenberechnungen berücksichtigen.	Erwartungskonformität Aufgabenangemessenheit	Aktuelle Staumeldungen werden empfangen und verarbeitet.
Der Benutzer muss erkennen können, ob die gemeldeten Staus schon in der Routenberechnung berücksichtigt worden sind.	Das Navigationsgerät muss anzeigen, welche aktuellen Staumeldungen empfangen worden sind. Der Benutzer kann jeweils entscheiden, ob er einen Stau umfahren möchte oder nicht.	Selbstbeschreibungsfähigkeit Steuerbarkeit	Praxistest im Berufsverkehr. Staumeldungen müssen innerhalb von 30 Sekunden nach Empfang angezeigt und ausgewertet werden.
Der Benutzer muss wissen, wann er voraussichtlich am Ziel ankommt.	Das Navigationsgerät muss die errechnete, verbleibende Fahrzeit anzeigen.	Aufgabenangemessenheit	Das Gerät zeigt die verbleibende Fahrzeit an.
Der Benutzer muss das Display auch bei unterschiedlichen Beleuchtungsumgebungen ablesen können.	Das Navigationsgerät muss auf unterschiedliche Beleuchtungsumgebungen einstellbar sein (z. B. Tag/ Nacht)	Aufgabenangemessenheit	Das Umschalten zwischen Tag- und Nachtdarstellung ist möglich.
Der Benutzer muss Ziele speichern können.	Das Navigationsgerät muss eingegebene Ziele als Favoriten permanent verwalten können. Die Verwaltung der Favoriten ist datenschutzkonform zu gestalten ⁶³ . Insbesondere dürfen Favoriten nur befugten Benutzern zugänglich sein.	Individualisierbarkeit DS-GVO	Der Benutzer kann Favoriten anlegen und verwalten. Favoriten werden verschlüsselt gespeichert und der Zugang zum Navigationsgerät erfordert eine Benutzeroauthentifizierung.

5.2.3 Strukturieren der Anforderungen

In diesem Schritt werden die Anforderungen gemäß der Klassifizierung aus Abschnitt 5.1 strukturiert, also geordnet nach:

- Gesetzliche/Regulatorische Anforderungen
- Technische Anforderungen (Systemanforderungen)
- Fachliche Anforderungen (Nutzungsanforderungen)
- Marktanforderungen
- Umweltanforderungen
- Organisatorische Anforderungen

⁶³ Die den Favoriten zugrunde liegenden Daten (Name, Adresse, ...) sind personenbezogene Daten im Sinne der DS-GVO. Da sie in einem kommerziellen Umfeld genutzt werden, muss die Verwaltung daher datenschutzkonform sein.

Beispiel „mobiles Navigationsgerät“ (Auszug):

- Gesetzliche/Regulatorische Anforderungen:
 - CE-Kennzeichnung.
 - EU Specific Absorption Rate (SAR)-Konformität.
 - DS-GVO für Favoritenverwaltung:
 - Verschlüsselung der Favoriten.
 - Zugang zum Gerät nur über mind. 6-stelligen PIN-Code.
 - ...
 - WCAG 2.0/2.1 für Eingabe von Zielen:
 - Ausreichende Größe der Bedienfelder.
 - ...
 - ...
- Technische Anforderungen (Systemanforderungen):
 - Mind. 7-Zoll LCD-Touchscreen, > 280 ppi.
 - USB-Port für Updates und Aufladung.
 - 12/24 Volt Ladekabel für Zigarettenanzünder.
 - USB-Kabel (mit Adapter Mini-USB auf USB).
 - GPS-Modul.
 - TMC-Modul.
 - Externes Netzteil.
 - Mikrofon und Lautsprecher.
 - Verstellbarer Windschutzscheiben-Saugnapfhalter.
 - ...
- Fachliche Anforderungen (Nutzungsanforderungen):
 - Installation des Gerätes:
 - Gerät im Auto befestigen.
 - Gerät positionieren.
 - Gerät ein- und ausschalten.
 - ...
 - Anpassen des Gerätes an individuelle Bedürfnisse:
 - 2D/3D-Darstellung wählen.
 - Ansagestimme installieren und wählen.
 - Heimatadresse eingeben und ändern.
 - ...
 - Bedienung des Gerätes:
 - Karten auswählen und installieren.
 - Route planen, eingeben und ändern.
 - Alternative Route suchen.
 - Zwischenstopps planen, eingeben und ändern.
 - Routen im Voraus planen.
 - Lautstärke regeln.
 - ...
 - ...
- Marktanforderungen:
 - Endverkaufspreis unter 150 €.
 - Zielgruppe sind Geschäftsreisende zwischen 18 und 67 Jahren.
 - ...
- Umweltanforderungen:
 - IP44.
 - Kommerzieller Temperaturbereich.

- ...
- Organisatorische Anforderungen:
 - Das Nutzung des Navigationsgerätes ist an eine Person gebunden. Die Weitergabe des PIN-Codes ist untersagt.
 - Das Navigationsgerät darf nicht über Nacht in einem geparkten Auto verbleiben.
 - ...

5.2.4 Priorisieren der Anforderungen

Gelegentlich ist es erforderlich, dass Anforderungen an interaktive IT-Systeme in eine sinnvolle Reihenfolge für die Umsetzung gebracht werden müssen. Derartige Priorisierungen von Anforderungen erfolgen im Rahmen des UUX-Engineering dann nicht selten durch Benutzerbefragungen auf Basis eines Modells von Professor Noriaki Kano⁶⁴.

Das **Kano-Modell** beschreibt den Zusammenhang zwischen der Erfüllung von Anforderungen und der Zufriedenheit der Benutzer, indem es fünf Merkmalstypen für Anforderungen definiert:

- **Basismerkmale:** Sie gelten als selbstverständlich, werden dem Benutzer aber erst bewusst, wenn sie nicht vorhanden sind. Basismerkmale sind Muss-Kriterien, die von Benutzern implizit vorausgesetzt werden. Fehlen Basismerkmale, sind Benutzer unzufrieden, sind sie vorhanden, entsteht jedoch keine zusätzliche Zufriedenheit.
- **Begeisterungsmerkmale:** Diese Merkmale sind in der Lage, Benutzer zu begeistern. Sie stiften tatsächlichen oder zumindest gefühlten Nutzen. Begeisterungsmerkmale werden nicht erwartet und ein Fehlen entsprechender Merkmale schafft auch keine Unzufriedenheit.
- **Leistungsmerkmale:** Sie werden von Benutzern explizit verlangt und haben Einfluss auf die Zufriedenheit. Werden Leistungsmerkmale nicht erfüllt, entsteht Unzufriedenheit bei Benutzern. Werden Leistungsmerkmale übertroffen, steigt entsprechend die Zufriedenheit.
- **Rückweisungsmerkmale:** Führen bei Vorhandensein zu Unzufriedenheit, bei Fehlen jedoch nicht zu Zufriedenheit.
- **Unerhebliche Merkmale:** Sie führen weder zur Zufriedenheit noch zur Unzufriedenheit, unabhängig davon, ob sie vorhanden sind oder nicht.

⁶⁴ N. Kano, N. Seraku, F. Takahashi, S. Tsuji: Attractive Quality and Must-be Quality.
In: Journal of the Japanese Society for Quality Control. 14(2) 1984, S. 147–156.

Die **Kano-Methode** ist ein Verfahren, das die empirische Bestimmung der Anforderungsmerkmale eines interaktiven IT-Systems nach dem Kano-Modell ermöglicht. Methodisch werden zunächst die Anforderungen im Rahmen einer Befragung durch Benutzer in folgende Kategorien eingeordnet:

- Das würde mich sehr freuen.
- Das setze ich voraus.
- Das ist mir egal.
- Das nehme ich gerade noch hin.
- Das würde mich sehr stören.

Die Befragten ordnen dabei jede Anforderung zweimal ein: Zunächst wird gefragt, wie die Einordnung ausfällt, wenn die Anforderung umgesetzt wird. Danach wird gefragt, wie die Einordnung ausfällt, wenn die Anforderung nicht umgesetzt wird.

Die Antwortkombinationen erlauben dann wie folgt eine Einstufung von Anforderungen nach dem Kano-Modell:

Einordnung, wenn die Anforderung umgesetzt wird		Einordnung, wenn die Anforderung nicht umgesetzt wird		Merkmal der Anforderung
Das setze ich voraus.	+	Das würde mich sehr stören.	→	Basismerkmal
Das würde mich sehr freuen.	+	Das würde mich sehr stören.	→	Leistungsmerkmal
Das würde mich sehr freuen.	+	Das ist mir egal.	→	Begeisterungsmerkmal
Das ist mir egal.	+	Das ist mir egal.	→	Unerhebliches Merkmal
Das würde mich sehr stören.	+	Das setze ich voraus.	→	Rückweisungsmerkmal

Unlogische Antworten (wie: Das würde mich sehr freuen. + Das würde mich sehr freuen.) bleiben bei der Auswertung unberücksichtigt.

Die aggregierten Einstufungen der Anforderungen nach dem Kano-Modell können dann für eine Priorisierung der Anforderungen verwendet werden. Dabei gilt es zu beachten:

- Basismerkmale erzeugen Unzufriedenheit, wenn diese fehlen.
- Begeisterungsmerkmale führen zu überproportionaler Zufriedenheit.
- Leistungsmerkmale sind ein wichtiger Aspekt für Zufriedenheit.

Beispielhafte Einstufungen von Anforderungen an ein „mobiles Navigationsgerät“ nach dem Kano-Modell:

- Basismerkmal: Automatische Satellitenakquisition⁶⁵.
- Begeisterungsmerkmal: Internetverbindung.
- Leistungsmerkmal: Bluetoothverbindung.
- Rückweisungsmerkmal: Anzeige von Werbung beim Navigieren.

⁶⁵ Erfassung der verfügbaren Satelliten (auch „Fix“ genannt).

- Unerhebliches Merkmal: Speichern von mehr als 10.000 Favoriten.

5.2.5 Konsolidieren der Anforderungen

In einem letzten Schritt sind die ermittelten Anforderungen typisch zu konsolidieren. Konsolidierung wird hier nicht nur als Erhärtung und Festigung, sondern auch als Bereinigung und Zusammenfassung verstanden. Sie ist vor allem bei den fachlichen Anforderungen (Nutzungsanforderungen) meist nicht unproblematisch, da hier verschiedene Interessen aufeinandertreffen können.

Methodisch bietet sich für die Konsolidierung strittiger Anforderungen die so genannte **Claims Analysis** an.

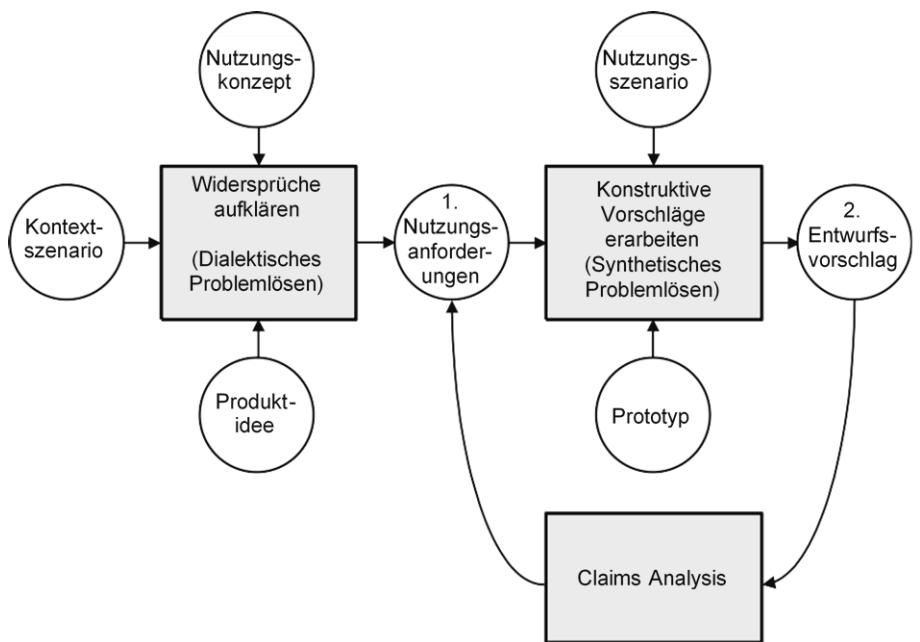


Abbildung 59: Mögliche Einbindung der Claims Analysis bei der Festlegung der Anforderungen an ein interaktives IT-System (Quelle: (DAkkS, 2010))

Der englische Begriff **Claim** steht für Forderung, Anspruch oder Schaden. Und bei der **Claims Analysis** werden tatsächlich alle drei Bedeutungen berücksichtigt: Es erfolgt eine systematische Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile, die bestimmte Anforderungen auf die Benutzer des IT-Systems und die Interaktion der Benutzer mit dem IT-System haben könnten.

Eine Claims Analysis kann demnach insbesondere auch als systematischer Ansatz verstanden werden, um Widersprüche in den ermittelten Anforderungen zu entdecken.

Die **Durchführung einer Claims Analysis** erfolgt (typisch in einem moderierten Workshop) in zwei Schritten: Zunächst gilt es, die

relevanten Aspekte eines interaktiven IT-Systems, die aus den strittigen Anforderungen resultieren, zu identifizieren. Anschließend werden zu jedem dieser Aspekte die möglichen positiven und negativen Auswirkungen auf die Benutzer und ihre Interaktionen festgehalten.

Die nachfolgende Bewertung der positiven und negativen Auswirkungen dient einerseits der Konsensfindung und andererseits der Sicherstellung, dass für die Gestaltung des interaktiven IT-Systems nicht beliebige Lösungsvorschläge herangezogen werden, sondern vielmehr systematisch das Pro und Kontra bestimmter Gestaltungsalternativen gegeneinander abgewogen wird, um eine weitgehend optimale Gestaltung zu ermöglichen.

Beispiel Claims Analysis „mobiles Navigationsgerät“ (Auszug):

Die strittige Anforderung ist, ob ein **Blitzerwarner**, der vor festen und mobilen Blitzern (im Fachjargon: Verkehrsüberwachungen) warnen soll, in das Navigationsgerät integriert werden soll. Blitzerwarner greifen auf eine riesige Datenbank mit Blitzerstandorten in Deutschland zu, die kontinuierlich von Verkehrsteilnehmern gepflegt wird.

Ein Claims Analysis Workshop lieferte u.a. folgende Ergebnisse:

Vorteile Blitzerwarner:

- Schutz vor Bußgeldern.
- Erhöhung der Verkehrssicherheit.

Nachteile Blitzerwarner:

- Nutzungserlaubnis ist unklar⁶⁶.
- Bußgeld und Punkt in Flensburg möglich.
- Kontinuierliche Internetverbindung erforderlich.

5.3 Werkzeuge zur Festlegung der Anforderungen

Seit Ende der 1980er-Jahre werden verstärkt **CASE (Computer Aided Software Engineering)-Tools** bei der Entwicklung interaktiver IT-Systeme eingesetzt. Diese Hilfsmittel sind entweder einzelne CASE-Werkzeuge oder CASE-Werkzeugsammlungen. Bei letzteren handelt es sich meist um eine Gruppe integrierter CASE-Werkzeuge, die alle Phasen des Lebenszyklus im Zusammenhang sehen und jede Phase unterstützen.

Ohne Anspruch auf Vollständigkeit ist die nachfolgende Liste von **CASE-Werkzeugen**:

⁶⁶ § 23 Abs. 1b StVO besagt: „Wer ein Fahrzeug führt, darf ein technisches Gerät nicht betreiben oder betriebsbereit mitführen, das dafür bestimmt ist, Verkehrsüberwachungsmaßnahmen anzulegen oder zu stören. Das gilt insbesondere für Geräte zur Störung oder Anzeige von Geschwindigkeitsmessungen (Radarwarn- oder Laserstörgeräte).“

Name	Hersteller	Link
ArgoUML	University of California	http://argouml.tigris.org
Dia	Alexander Larsson	https://wiki.gnome.org/Apps/Dia
Microsoft Visio	Microsoft	https://products.office.com/de-de/visio
Modelio	Modeliosoft	http://www.modeliosoft.com
objectiF	microTool GmbH	https://www.microtool.de/produkte/objectif
Poseidon	Gentleware AG	http://www.gentleware.com
Visual Paradigm for UML	Visual Paradigm	http://www.visual-paradigm.com

Als Beispiel sei **objectiF** etwas näher vorgestellt, das von der Firma **microTOOL** in Berlin entwickelt wurde. Dieses Tool kann in allen drei Phasen (Analyse, Entwurf und Implementierung) den Entwicklungsprozess unterstützen. Zusätzlich stellt dieses Tool Funktionen zur Generierung der Dokumentation der Entwicklungsergebnisse bereit. Diese kann wahlweise als Word- oder HTML-Dokument erzeugt werden. Unterstützung zur praxisnahen Erstellung eines Pflichtenheftes ist ebenfalls enthalten.

Die grundlegende Vorgehensweise für die Analyse mit objectiF ist:

- Erstellen der Akteure und Anwendungsfälle.
- Erstellen der Anwendungsfalldiagramme.
- Erstellen der essenziellen Anwendungsfallbeschreibungen.
- Erstellen der Aktivitätsdiagramme.

Daher kann das Werkzeug auch gewinnbringend bei der Festlegung der Anforderungen an ein interaktives IT-System eingesetzt werden.

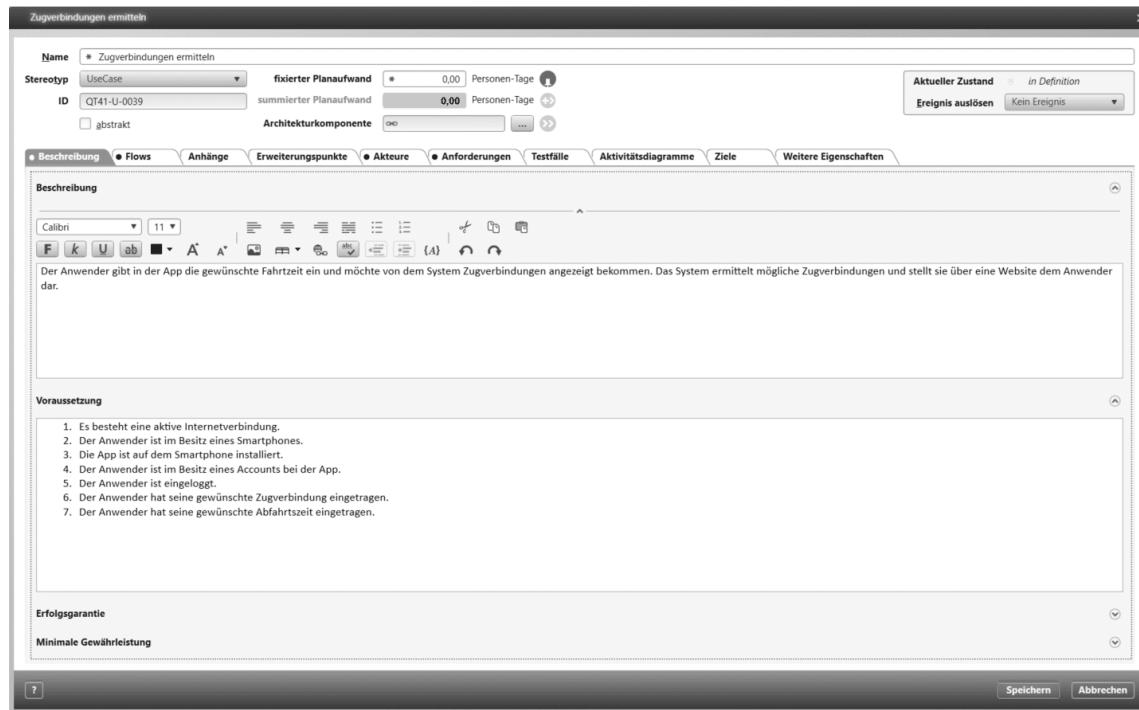


Abbildung 60: Beispiel Anwendungsfallbeschreibung mit objectiF (Quelle: <https://www.microtool.de/wissen-online/was-sind-use-cases>)

5.4 Übungen

Aufgabe 5.1

Grenzen Sie die Begriffe **Safety** und **Security** im Umfeld der Nutzung eines Smartphones gegeneinander ab. Finden Sie zudem jeweils zwei Beispiele aus diesem Umfeld für Safety und Security.

Aufgabe 5.2

Entwerfen Sie eine GoBD-konforme Aufgabenbeschreibung für das Scannen von Eingangsrechnungen, die per Briefpost ein Unternehmen erreichen.

Aufgabe 5.3

Was bedeutet IP54? Was bedeutet IP65?

Aufgabe 5.4

Ein Theater möchte im Foyer interaktive IT-Systeme aufstellen, die es den Besuchern ermöglichen, sich über den Spielplan zu informieren und Karten vorzubestellen. Welche Ein- und Ausgabegeräte eignen sich prinzipiell für die Anwendung? Welche Gerätekonfiguration schlagen Sie vor? Hinweis: Bestimmen Sie zunächst den Nutzungskontext und leiten Sie daraus die Anforderungen an die Konfiguration ab.

6

Erzeugen von Gestaltungslösungen interaktiver IT-Systeme

“If you think good design is expensive, you should look at the cost of bad design.”

(Ralf Speth)

Das Erzeugen von Gestaltungslösungen interaktiver IT-Systeme soll den spezifizierten Anforderungen nach und nach Gestalt geben. Dazu muss die Gestaltungsidee für Benutzer erlebbar gemacht werden. Es sollte demnach eine Kultur des Ausprobierens und Abwägens etabliert werden und Lösungen sollten stets vom Groben zum Feinen weiterentwickelt werden. Selbstredend ist der Stand der Technik in dem Anwendungsbereich zu berücksichtigen. Ein Großteil des Erfolges hängt jedoch auch von den Erfahrungen und Kenntnissen des Gestaltungsteams ab.

Gemäß ISO 9241-210 sollten mehrere Teiltätigkeiten den menschzentrierten Gestaltungsprozess fortlaufend begleiten:

- Ändern der Gestaltungslösungen auf Grundlage von Evaluationen und Rückmeldungen.
- Iteratives Konkretisieren der Gestaltungslösungen z.B. durch Prototypen.
- Konstruktives Gestalten der Interaktion und der Benutzungsschnittstelle.
- Übermitteln der Gestaltungslösungen an die beteiligten Instanzen.

“Design is a funny word. Some people think design means how it looks. But of course, if you dig deeper, it's really how it works.”

(Steve Jobs)

Die ISO 9241-210 nennt auch zahlreiche Gründe dafür, warum interaktive IT-Systeme, die unter Einsatz menschzentrierter Verfahren und Methoden gestaltet werden, eine höhere Qualität erreichen können:

- Dadurch, dass sie einen Wettbewerbsvorteil verschaffen, z.B. durch Schärfen des Markenbilds.
- Dadurch, dass sie leichter zu verstehen und zu benutzen sind, wodurch die Kosten für Schulung und Betreuung verringert werden.
- Durch Beiträge zum Erreichen von Nachhaltigkeitszielen.
- Durch Steigerung der Produktivität der Benutzer und der Wirtschaftlichkeit von Organisationen.
- Durch Erhöhung der Gebrauchstauglichkeit für Menschen mit einer größeren Bandbreite von Fähigkeiten und der dadurch erhöhten Zugänglichkeit.
- Durch Reduzierung von Unbehagen und Stress.
- Durch Verbesserung der User Experience.

In diesem Kapitel wird zunächst die moderne Architektur interaktiver IT-Systeme beleuchtet, die nicht nur multimedial, sondern auch multimodal ausgelegt ist. Anschließend werden Methoden skizziert, die eine dahingehende menschzentrierte Gestaltung im Sinne der ISO 9241-210 unterstützen.

6.1 Gestaltungsmuster

Bei der Erzeugung von Gestaltungslösungen interaktiver IT-Systeme treten immer wieder Gestaltungsfragen auf, die unmittelbare Auswirkungen auf die Usability und User Experience des Systems haben. Die derartigen Fragen zugrunde liegenden Entwurfsprobleme sind aber häufig weder einmalig noch neu. Daher ist es hilfreich, wenn man in diesen Fällen auf bereits bewährte und gut dokumentierte Gestaltungsansätze zurückgreifen kann.

Gestaltungsmuster (englisch: **Design Pattern**) sind allgemein bewährte Lösungsschablonen für wiederkehrende Gestaltungsprobleme. Ursprünglich wurde der Begriff in der Architektur von Christopher Alexander verwendet. In den letzten Jahren hat der Ansatz der Gestaltungsmuster aber auch zunehmend Einzug in den Bereich der Gestaltung interaktiver IT-Systeme gefunden.

"Each pattern describes a problem that occurs over and over again in our environment and then describes the core of the solution to that problem, in such a way that you can use this solution a million times over, without ever doing it the same way twice."
(Christopher Alexander)

Zur Erinnerung: Die Interaktion des Menschen mit IT-Systemen erfordert Datenübertragung in zwei Richtungen, vom System zum Benutzer und umgekehrt.

In der Richtung **System** ⇒ **Benutzer** hat die Technologieentwicklung der letzten Jahrzehnte auch für interaktive IT-Systeme erhebliche Fortschritte gebracht: Ihre Ausgaben sind meist **multimedial**: Daten werden nicht mehr nur als Text dem Benutzer angeboten, sondern auch als Grafik, Bild, Video und/oder Audio. Die verschiedenen Sinne, mit denen Menschen Informationen aufnehmen können, werden dadurch besser und wirkungsvoller genutzt. Die Kombination mehrerer Ausgabemedien erleichtert es dem Benutzer zudem erheblich, den Leistungsumfang eines interaktiven IT-Systems und den aktuellen Zustand zu erfassen. Dadurch lässt sich beispielsweise die Möglichkeit zur Fehlerkorrektur verbessern und die Interaktion wird typisch aufgewertet.

Der Mensch sollte aber in der Interaktion mit dem IT-System auch seine aktiven kommunikativen Fähigkeiten in der Richtung **Benutzer** ⇒ **System** voll entfalten können. Beispielsweise werden Mimik, Gestik und Körperhaltung von Menschen ebenso dazu verwendet, einen Gemütszustand oder eine Meinung auszudrücken, wie das gesprochene Wort selbst. Häufig ist die korrekte Interpretation einer Äußerung

sogar erst mit Hilfe zusätzlicher Informationen möglich, die z.B. durch die Beobachtung der Handhaltung oder des Gesichtsausdrucks eines Sprechers gewonnen werden können. Folglich sollten IT-Systeme Daten nicht nur multimedial präsentieren, sondern auch **multimodal**⁶⁷ annehmen können. Viele interaktive IT-Systeme gestatten aber leider immer noch lediglich Tastatureingaben und Mausbewegungen oder Gesten. Die natürlichen kommunikativen Fähigkeiten der Benutzer sind dann nicht nur nicht gefragt, sondern die Benutzer werden sogar gezwungen, sich kommunikativer Techniken zu bedienen, die sie in der natürlichen Interaktion mit anderen Menschen nicht benötigen⁶⁸. Daher werden interaktive IT-Systeme zunehmend nicht nur multimedial, sondern auch multimodal gestaltet, d.h. es werden für die Eingabe und die Ausgabe mehrere Kommunikationswege, welche jeweils einen bestimmten, physikalischen Kanal verwenden, gleichzeitig genutzt.

Moderne interaktive IT-Systeme sind multimedial und multimodal.

Interaktive IT-Systeme, die multimedial und multimodal sind, ermöglichen nämlich natürlichere Interaktionen, was die Effektivität der Benutzung und die Zufriedenstellung der Benutzer regelmäßig steigert. Redundante Eingabemöglichkeiten (etwa bei der Authentisierung) führen beispielsweise zu einer robusteren Erkennung und Interpretation. Außerdem eignen sie sich oft besser für besondere Nutzergruppen und besondere Situationen. Und daher treten derartige interaktive IT-Systeme im Automobil, in der industriellen Fertigung oder in der Arbeit mit Menschen mit Behinderung mehr und mehr auf.

Die wesentlichen Aspekte eines modernen, multimodalen und multimedialen IT-Systems verdeutlicht nachfolgende Abbildung:

⁶⁷ Zur Erinnerung: Das Adjektiv multimodal bedeutet hier „auf vielfältige Art und Weise“.

⁶⁸ Wobei auch gilt, dass heutige Jugendliche mobile Kommunikationstechnologien mittlerweile nicht nur wie selbstverständlich in ihren Lebensalltag integriert haben, sondern dass dies auch zu Veränderungen in der zwischenmenschlichen Kommunikation führte. Es stellt sich daher die Frage, was heute „natürliche kommunikative Fähigkeiten“ tatsächlich sind.

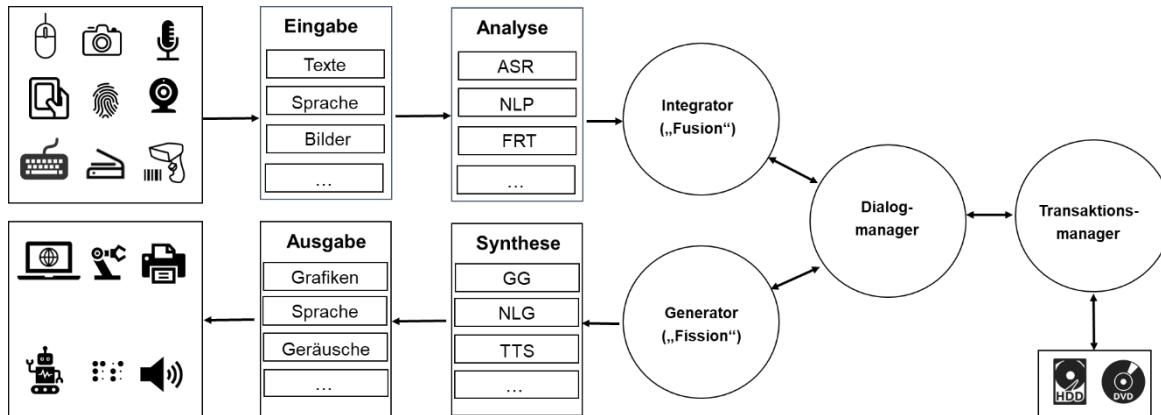


Abbildung 61: Architektur eines modernen, multimedialen und multimodalen IT-Systems⁶⁹

Diese Architektur wird im weiteren Verlauf dieses Abschnitts etwas näher erläutert. Die Ausführungen folgen zum Teil (Delago & Araki, 2007).

6.1.1 Eingabe

Auf der Eingabeseite eines interaktiven IT-Systems können nachfolgende Komponenten in die **multimediale und multimodale Gestaltung** einbezogen werden:

- **Automatische Spracherkennung** (englisch: **Automatic Speech Recognition (ASR)**): Aufgabe der ASR ist es, Sprachsignale in eine Folge von Wortsequenzen zu zerlegen und die Äußerungen eines Sprechers sicher festzustellen. Diese, für einen Menschen meist einfach zu lösende Aufgabe, stellt ein immer noch schwer zu lösendes Problem für die aktuelle ASR Technik dar, da die menschliche Fähigkeit, Sprache zu erkennen auf der Nutzung von vielfältigen Wissensquellen beruht. Trotz enormer Fortschritte im Bereich der ASR ist die Erkennungsleistung und Robustheit heutiger Spracherkennungssysteme meist nicht ausreichend, um als alleinige Grundlage für natürliche, spontansprachliche Mensch-Maschine-Interaktionen zu dienen. Für die ASR sind entsprechend ISO 9241-154 folgende Mindestqualitätsanforderungen zu beachten:
 - Klarheit über zulässige Wortsequenzen.
 - Falls Training erforderlich, muss es kurz sein.
 - Sichere Erkennung.
 - Unmittelbare Rückmeldung.
- **Sprachverständen** (englisch: **Natural Language Processing (NLP)**): Als Eingabe einer sprachverständenden Einheit dient orthographischer Text, der z. B. über eine Tastatur eingegeben oder von

⁶⁹ **Fusion** bezeichnet grundsätzlich eine Zusammenführung bzw. Vereinigung, **Fission** eine Teilung bzw. Trennung.

der Spracherkennung ermittelt wird. Die für die Interaktion wichtigen Bestandteile werden hierbei aus dem Text extrahiert.

- **Gesichtserkennung und -verfolgung** (englisch: **Face Recognition and Tracking (FRT)**): Die Gesichtserkennung wertet die Bilder einer Kamera aus. Ist ein Gesicht erkannt worden, können spezifische Informationen über Gesichtsmerkmale eines Nutzers gewonnen werden. Dazu gehören z. B. die Position der Lippen oder der Augen. Weiterverarbeitende Verfahren können beispielsweise die Leistung einer ASR verbessern, indem visuelle Information mitverarbeitet wird.
- **Blickbewegungserkennung** (englisch: **Eye Tracking**): In der Mensch-Mensch-Kommunikation dient die Blickrichtung unter anderem dazu, den Fluss der Interaktion zu kontrollieren, und spielt eine wichtige Rolle in der Koordination von wechselnder Rede. Bei interaktiven IT-Systemen wird sie vor allem genutzt, um Informationen über das aktuelle Interesse des Nutzers zu erhalten. Dieses Wissen kann zur Unterstützung der ASR verwendet werden oder helfen, den Wechsel der Interaktionsinitiative zu regeln. Direkt als Eingabemodalität kann die Blickbewegungserkennung z. B. zur Steuerung des Mauszeigers auf einem Bildschirm verwendet werden. Eye Tracking wird zudem gelegentlich bei Evaluationen interaktiver IT-Systeme eingesetzt (siehe Abschnitt 7.1).
- **Lippen-Erkennung** (englisch: **Lip-Reading Recognition**): Visuelle Signale beeinflussen die Wahrnehmung von Sprache vor allem, wenn sich die Sprecher von Angesicht zu Angesicht gegenüberstehen. Typisch werden visuelle und gesprochene Eingaben zusammengeführt, um die ASR robuster zu gestalten.
- **Gesten-Erkennung** (englisch: **Gesture Recognition**): Gesten sind wichtiger Bestandteil der menschlichen Kommunikation. Um Gesten bei der Mensch-Maschine-Interaktion einzusetzen zu können, werden intrusive (z. B. Datenhandschuhe) oder nicht intrusive (z.B. Kameras) Geräte benutzt. Mit Datenhandschuhen können 3D-Gesten verarbeitet werden, während 2D-Gesten mittels Berührbildschirmen erkannt werden können. Bei mobilen Geräten (wie Smartphones und Tablets) wird auch gern ein digitaler Stift (englisch: Stylus) eingesetzt: Die Hülle eines Stylus ist hart und grifffest und der weiche Kern eines Stylus mündet in einer Spitze, die dafür ausgelegt ist, den Bildschirm möglichst schonend (also ohne die Gefahr der Kratzerbildung) zu berühren. Durch einen Stylus ist eine präzisere Bedienung als mit den Fingern möglich, da nur die dünne Spitze den Bildschirm berührt. Des Weiteren wird so die Verschmutzung des Bildschirms durch Fingerabdrücke verhindert.
- **Handschrift-Erkennung** (englisch: **Handwriting Recognition**): Computer werden immer kleiner, Tastaturen sind jedoch nicht beliebig verkleinerbar. Daher ist die Handschrift-Erkennung interessant für die Mensch-Maschine-Interaktion: In einem kleinen, berührungsempfindlichen Bereich (etwa des Bildschirms oder der Tastatur) kann mittels eines Stylus oder eines Fingers durch Schreiben anstatt durch Tippen Text eingegeben werden. Die

Handschrift-Erkennung funktioniert heutzutage recht gut, sofern man leserlich schreibt.

6.1.2 Verarbeitung

Der grundlegende Ansatz zur Strukturierung der Verarbeitung in nahezu allen modernen IT-Systemen ist die Zerlegung in Schichten.

Jede Schicht kapselt dabei ihre Funktionalitäten und bietet Leistungen über eine möglichst „schmale“ Schnittstelle den benachbarten Schichten. Die einzelnen Schichten sollten nur „lose“ gekoppelt sein, sodass eine spezielle Ausgestaltung einer Schicht leicht durch eine andere ersetzt werden kann.

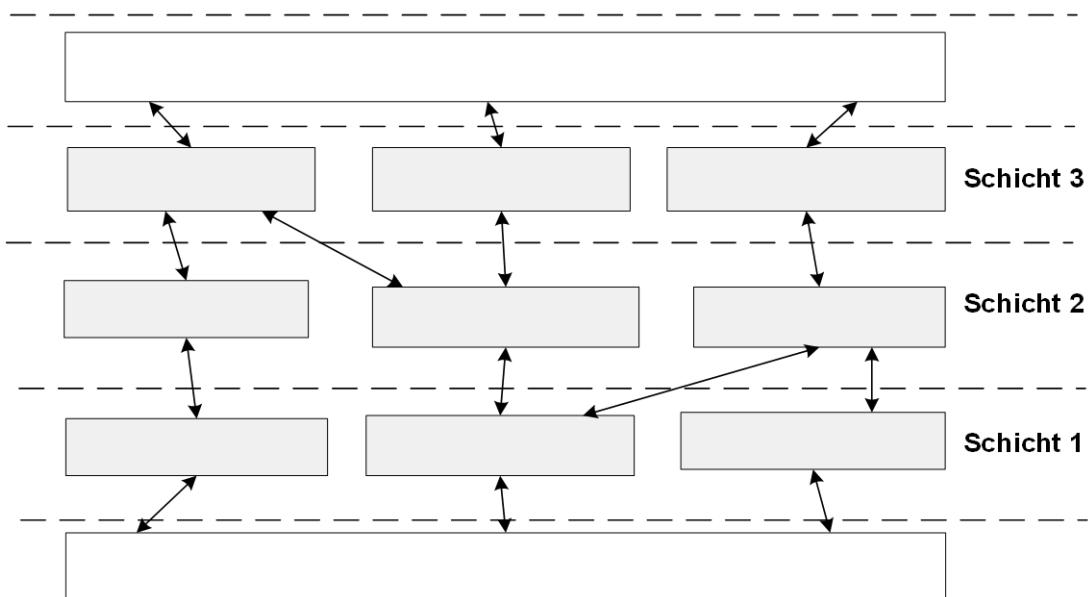


Abbildung 62: Allgemeines Schichtenmodell

Idealerweise ist das ggf. eingesetzte Betriebssystem bereits in Schichten strukturiert. Dann fällt es umso leichter, die Gestaltung des eigenen IT-Systems nach einem Schichtenmodell vorzunehmen.

Moderne interaktive IT-Systeme umfassen konzeptionell mindestens drei Schichten:

- **Persistenzschicht:** Sie sorgt dafür, dass Daten des interaktiven IT-Systems dauerhaft und zeitlich sowie fachlich korrekt verwaltet werden.
- **Anwendungsschicht:** Hier werden alle fachlichen Aufgaben realisiert. Dazu gehört vor allem auch die Abbildung der Interaktionslogik.
- **Präsentationsschicht:** Sie bietet neben einer Gerätesteuerung meist eine grafische Benutzeroberfläche, um Daten in geeigneter Form mit dem Benutzer auszutauschen.

Für multimediale und multimodale IT-Systeme hat sich die nachfolgend gezeigte Konkretisierung dieses Ansatzes bewährt:

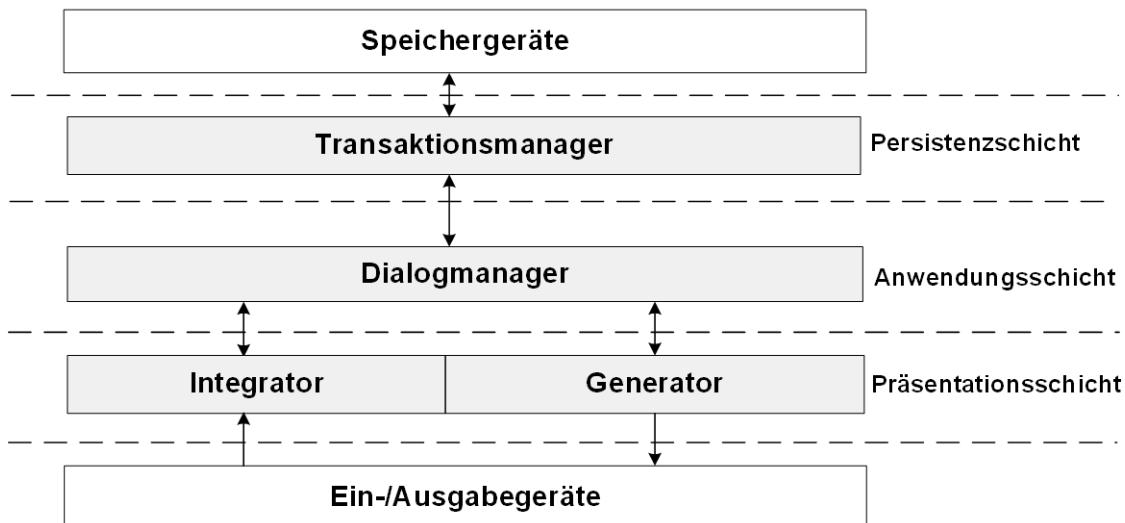


Abbildung 63: Schichtenmodell multimedialer und multimodaler IT-Systeme (Auszug)

Zur Persistenzschicht derartiger IT-Systeme gehört danach immer ein **Transaktionsmanager**, der dafür zuständig ist, dass Datenbestände stets konsistent sind (Stichwort: atomare Unteilbarkeit) und dass Synchronität⁷⁰ gegeben ist. Dies ist beispielsweise wichtig für UNDO-Funktionalitäten.

Zur Anwendungsschicht gehört ein **Dialogmanager**, der anhand von hinterlegten Modellen (Diskurs⁷¹, System-, Aufgaben- und Benutzermodellen) sowie aktuellen Eingaben entscheidet, welche Aktion das System als nächstes ausführt. Er ist der Verantwortliche für den Ergebnisorientierten Datenaustausch mit dem Benutzer. Zu diesem Zweck interpretiert er die zusammengeföhrten Eingaben und gestaltet die Ausgabe unter Berücksichtigung der hinterlegten Modelle.

Zur Präsentationsschicht eines multimedialen und multimodalen IT-Systems gehören zwei Module.

Zum einen ein **Integrator**⁷², der fortlaufend die vom Nutzer durch Eingaben kommunizierten Ziele und Aktionen erkennt und zusammenführt. Ein Kriterium, das häufig zur Zusammenführung der Eingaben herangezogen wird, ist der Zeitpunkt. Die eigentliche Integration wird

⁷⁰ Synchronität ist in der Informatik die Fähigkeit eines IT-Systems, zwei (nahezu) gleichzeitige Zugriffe auf Daten, insbesondere Schreibzugriffe, ohne Konflikte durchzuführen.

⁷¹ Ein Diskursmodell legt (salopp formuliert) fest, was sagbar ist, was gesagt werden soll, was nicht gesagt werden darf und von wem es wann in welcher Form gesagt werden darf.

⁷² In der englischsprachigen Literatur meist **Fusion** genannt.

auf Signalebene oder auf semantischer Ebene durchgeführt. Bei einer audio-visuellen Spracherkennung kann auf Signalebene beispielsweise neben dem Sprachsignal auch visuelle Information (z.B. Lippenbewegungen) ausgenutzt werden, wenn das Sprachsignal gestört ist und eine robustere Erkennung erreicht werden soll. Bei der Integration auf semantischer Ebene wird zunächst die Bedeutung der einzelnen Eingaben bestimmt. Diese Bedeutungen werden dann zusammengeführt und dem Dialogmanager zur Verfügung gestellt.

Zum anderen gehört zur Präsentationsschicht auch ein **Generator**⁷³, der unter Aufsicht des Dialogmanagers die vorhandenen Ausgabegeräte instruiert, koordiniert und synchronisiert.

Idealerweise werden große Teile der Integrator- und Generator-Funktionalitäten bereits vom ggf. eingesetzten Betriebssystem zur Verfügung gestellt. Dialog- und Transaktionsmanager nutzen zudem häufig ein so genanntes **Framework** für optimale Ausgestaltungen.

Insbesondere gestatten derartige Frameworks auch meist die Nutzung von **Gestaltungsmustern für Interaktionselemente** (englisch: **User Interface Design Patterns**) für eine grafische Benutzeroberfläche, deren klassische Varianten schon in Abschnitt 3.3.1 behandelt wurden.

Zwei schöne Beispiele für Bibliotheken derartiger Gestaltungsmuster sind:

- **Lightning Design System** (<http://lightningdesignsystem.com>)
- **Mailchimp Pattern Library** (<http://ux.mailchimp.com/patterns>)

Tatsächlich wird eine grafische Benutzeroberfläche eines Dialogmanagers unter Verwendung von Gestaltungsmustern meist in drei Schritten entworfen:

- **Struktur:** Dieser Schritt definiert die Ansichten und wie diese in Navigationen organisiert sind.
- **Inhalt:** Wenn klar ist, welche Ansichten existieren, wird entschieden, was an statischen und interaktiven Inhalten in den einzelnen Ansichten platziert wird.
- **Darstellung:** Schließlich erfolgt die visuelle Gestaltung der verwendeten Inhalte der Ansichten.

Das **World Wide Web Consortium (W3C)** hat im Übrigen bereits einige Standards für Datenformate bei multimodalen Web-Anwendungen vorgeschlagen. Dazu gehören beispielsweise die auf XML aufsetzenden Beschreibungssprachen:

- **Emotion Markup Language (EmotionML).**
- **Extensible Multimodal Annotation (EMMA).**
- **Ink Markup Language (InkML).**
- **SSML (Speech Synthesis Markup Language).**
- **VoiceXML (Voice Extensible Markup Language).**

⁷³ In der englischsprachigen Literatur meist **Fission** genannt.

6.1.3 Ausgabe

Auf der Ausgabeseite eines interaktiven IT-Systems können nachfolgende Komponenten in die **multimediale und multimodale Gestaltung** einbezogen werden:

- **Grafikgenerierung** (englisch: **Graphic Generation (GG)**): Bei der Grafikgenerierung wird meist ein Bildschirm zur Anzeige von visuellen Objekten genutzt. Ggf. eingesetzte animierte Agenten dienen vor allem der Erhöhung der Verständlichkeit der Ausgabe, indem sie z. B. auf andere Bezugsobjekte auf dem Bildschirm deuten oder schauen, oder die Mitteilung durch einen bestimmten Gesichtsausdruck unterstreichen. Weitere grafische Information kann dem Nutzer je nach Anwendungsgebiet in Form von Karten, Bildern, Icons und anderen Anzeigen vermittelt werden.
- **Erzeugung natürlicher Sprache** (englisch: **Natural Language Generation (NLG)**): Die Erzeugung natürlicher Sprache ist ein nicht triviales Problem aus dem Bereich der Computerlinguistik, bei dem es um die Erzeugung von textuellen Antworten geht. Das System muss passende Worte und Ausdrücke in einem bestimmten Zusammenhang auswählen. Sprachliche Phänomene müssen geplant und die Information muss phrasiert werden, um Klarheit zu erreichen und Redundanzen zu vermeiden.
- **Sprachsynthese** (englisch: **Speech Synthesis**): Die Sprachsynthese stellt Daten in sprachlicher Form bereit. **Text-To-Speech (TTS)** Systeme sind für interaktive IT-Systeme besonders geeignet, da sie das Sprachsignal aus Text erzeugen können. Dies ermöglicht, das Ergebnis der NLG direkt als Eingabe zu verwenden. TTS Systeme ermöglichen es, jeden Satz durch parametrische Verfahren, ohne vorher aufgezeichnete Worte, zu erzeugen. Die Qualität der so synthetisierten Sprache ist mittlerweile sehr gut, jedoch immer noch begrenzt. Daher kommen in kommerziell genutzten Systemen oft noch Verfahren zum Einsatz, bei denen die Sprachausgabe aus vorher aufgezeichneten Worten zusammengesetzt wird⁷⁴.
- **Geräuscherzeugung** (englisch: **Sound Generation**): Auch andere Geräusche als Sprache können die Interaktion bereichern. Mit einer taktilen Eingabe ist z. B. auf der Ausgabeseite häufig ein so genanntes **Auditory Icon** verbunden, durch das sehr einfach und schnell eine Rückbestätigung gegeben werden kann: Dieses erzeugt ein Geräusch, das vor allem auf Ähnlichkeit mit akustischen Ereignissen im Alltag abzielt - wie beispielsweise das Zerreißen von Papier oder das Betätigen eines Schalters.
- **Taktile/Haptische Erzeugung** (englisch: **Tactile/Haptic Generation**): Taktiler Feedback wird bislang in interaktiven IT-Systemen wenig genutzt. Es kann pneumatisch (Druckerzeugung), vibrotaktil (Hautvibration), elektrotaktil (Temperaturänderung) oder funktional-neuromuskulär (Schmerzerzeugung) erfolgen. Lediglich weit verbreitet sind **Vibrationsaktoren** in Smartphones.

⁷⁴ Siehe aber dazu auch **Google WaveNet** (<https://cloud.google.com/text-to-speech/>)

6.2 Gestaltungsmethoden

“There are really two things that have to occur in order for a new technology to be affordable to the mass market. One is you need economies of scale. The other is you need to iterate on the design. You need to go through a few versions.”
 (Elon Musk)

Die qualitativ hochwertige Gestaltung eines interaktiven IT-Systems setzt ein methodisches Vorgehen voraus. Die hierfür zur Verfügung stehenden Methoden sind zahlreich. In diesem Abschnitt wird ein Überblick über einige wichtige Methoden der menschzentrierten Gestaltung interaktiver IT-Systeme gegeben.

6.2.1 Card-Sorting-Methoden

Ohne Kenntnis der Wahrnehmungen und Erwartungen der Nutzer bezüglich der im interaktiven IT-System verwendeten Begriffe und deren Zusammenhänge kann keine sinnvolle Gestaltung eines interaktiven IT-Systems erfolgen: Die Gestalter müssen folglich die so genannte **Datenarchitektur des interaktiven IT-Systems** kennen, also Antworten auf folgende Fragen haben:

- Welche Daten sind besonders wichtig oder weniger relevant?
- Wie ähnlich sind die Datenbedürfnisse der unterschiedlichen Benutzergruppen?
- Wie benennen die Benutzer die vorhandenen Daten?
- Wie gruppieren Benutzer die Daten?
- Wie können diese Gruppen genannt werden?
- Wie viele Gruppen von Daten gibt es aus Sicht der Benutzer?

Als Methodik für die Erhebung einer Datenarchitektur bieten sich verschiedene Varianten des **Card Sorting** an.



Abbildung 64: Fallbeispiel Card Sorting

Die beiden wichtigsten sind:

- **Offenes Card Sorting:** Teilnehmer gruppieren Karten und benennen die gebildeten, meist mehrstufigen Gruppen.

- **Geschlossenes Card Sorting:** Teilnehmer sortieren Karten in eine vorgegebene Gruppenstruktur ein.

Beiden gemeinsam ist – wie der Begriff schon andeutet –, dass Karten mit Begriffen in eine bestimmte Struktur sortiert werden. Je nach Variante können die Teilnehmer Begriffe abändern oder auch neue Begriffe hinzufügen. Zusätzlich können die Teilnehmer auch dazu aufgefordert werden, bei jeder Karte den vermeintlichen Inhalt und die Gründe für ihre Zuordnung zu beschreiben („Methode des lauten Denkens“).

Um individuellen Vorlieben nicht zu viel Gewicht zu geben, sollte ein Card Sorting optimalerweise mit ca. **10-12 Teilnehmern** durchgeführt werden, wobei die Einzelergebnisse abschließend konsolidiert werden, was sich je nach Umfang als komplex erweisen kann. Für die Auswertung gibt es jedoch verschiedene Hilfen, wie beispielsweise:

- **Excel-Spreadsheet von Donna Spencer**
(http://maadmob.com.au/resources/card_sort_analysis_spreadsheet)
- **OptimalSort** (<https://www.optimalworkshop.com/optimalsort>)

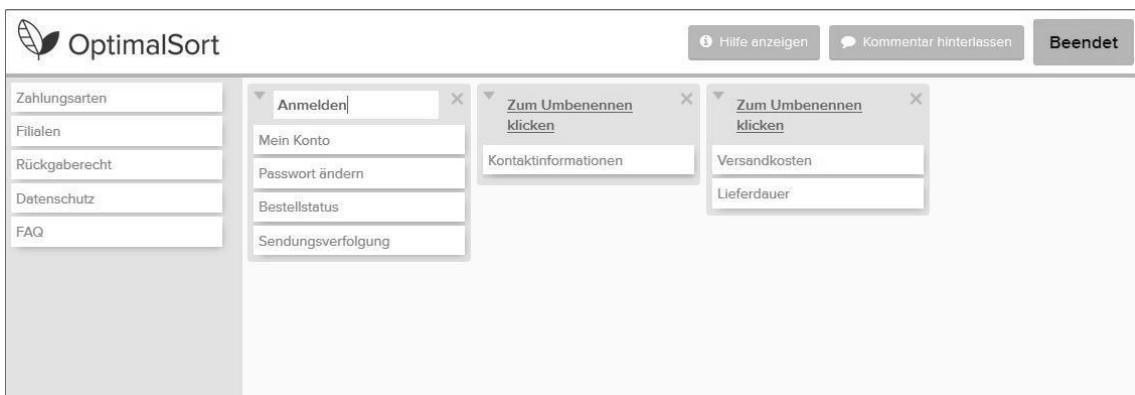


Abbildung 65: Screenshot OptimalSort

Zudem macht ein Card Sorting mit mehr als **60 Karten** und mehr als **3 Gruppenebenen** keinen Sinn. Es dauert sonst zu lange, die Teilnehmer verlieren den Überblick und sie können sich nicht ausreichend mit den einzelnen Inhalten beschäftigen. Für 60 Karten sollte man etwa **75 Minuten** einplanen.

Card Sorting kann eingesetzt werden, um Strukturen neu zu entwickeln oder bestehende Strukturen zu überprüfen. Es beschleunigt die Bildung einer benutzerfreundlichen Navigationsstruktur und verbessert gleichzeitig die Begrifflichkeiten der jeweiligen Dialoge/Navigatoren.

Hätte man Benutzer beispielsweise mittels Card Sorting nach Begriffen und Gruppenstrukturen gefragt, wäre sicherlich nachfolgende Website nie in Betrieb gegangen:

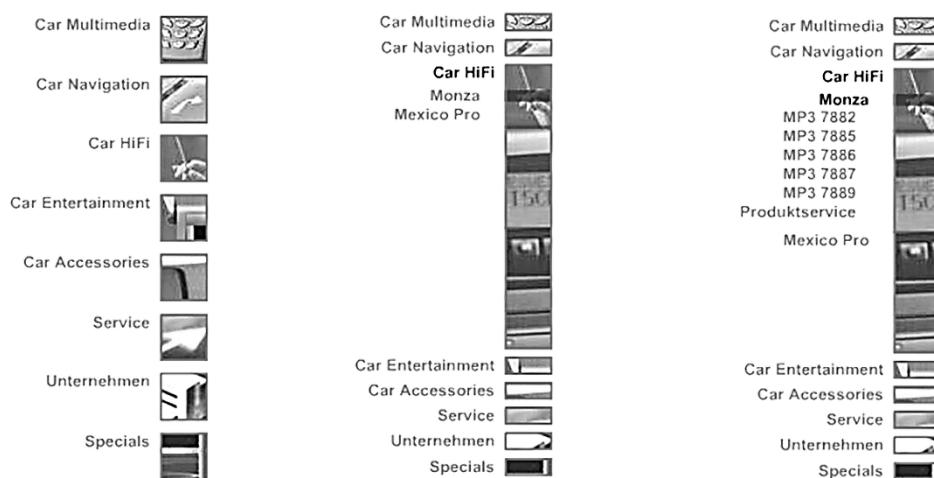


Abbildung 66: Fallbeispiel Autoradios (Quelle: <http://www.becker.de>)

Mit Bezeichnungen wie **MP3 7882**, **MP3 7885**, ... in der Gruppe **Car HIFI** und der Untergruppe **Monza** kann ein Benutzer nämlich typisch nichts anfangen. Hier waren wohl Ingenieure oder Vertriebskräfte für die Begriffe und die Strukturierung verantwortlich.

6.2.2 Walkthrough-Methoden

Bei **Walkthrough-Methoden** handelt es sich um expertenorientierte Gestaltungsmethoden, bei denen die Erlernbarkeit eines interaktiven IT-Systems im Fokus steht. Ziel ist die Beurteilung, inwieweit spätere Benutzer Handlungen in der richtigen Reihenfolge und mit dem geringsten Aufwand im System umsetzen können. Besondere Beachtung werden dabei den folgenden drei möglichen Problembereichen geschenkt:

- Punkte, an denen die Konzepte der Benutzer und Entwickler nicht übereinstimmen.
- Ungünstige Benennungen der Bedienelemente.
- Inadäquate Rückmeldungen des Systems.

Die Experten suchen daher insbesondere Antworten auf die Fragen:

- Wird der Benutzer versuchen, den gewünschten Effekt zu erzielen?
- Wird der Benutzer erkennen, dass die korrekte (also notwendige) Handlung ausgeführt werden kann?
- Wird der Benutzer erkennen, dass die korrekte Handlung zum gewünschten Effekt führen wird?
- Wird der Benutzer den Fortschritt erkennen, wenn er die korrekte Handlung ausgeführt hat?

Die englische Bezeichnung **Walkthrough** wird hier verwendet, da bei diesen Methoden zunächst typische Handlungsabläufe festgelegt

werden, die im Rahmen der Durchführung untersucht werden sollen. Diese werden dann methodisch Schritt für Schritt in der chronologischen Reihenfolge durchgespielt.

Walkthrough-Methoden existieren in unterschiedlichen Varianten, wobei der **Cognitive Walkthrough (CWT)** wohl am verbreitetsten ist. Ein CWT gliedert sich in zwei Phasen:

1. In der **Vorbereitungsphase** werden zunächst möglichst detaillierte Informationen über die potenziellen Benutzer des Systems gesammelt und die zu analysierenden Aufgaben ausgewählt. Jede der gewählten Aufgaben wird ausführlich beschrieben. Zudem werden genaue Handlungsabfolgen festgelegt, die Voraussetzung für die korrekte Bewältigung der Aufgaben sind.
2. Anschließend werden im Rahmen der **Analysephase** dann jede der erarbeiteten Handlungsfolgen durch einen Experten anhand von Papierskizzen, Screenshots oder Prototypen durchgespielt. Dabei schlüpft der Experte häufig in die Rolle einer Persona.

CWT versucht, die mentalen Prozesse des Benutzers bei der Nutzung des Systems nachzuvollziehen. Mithilfe des CWT können demnach „kognitive Barrieren“ beim Lern- und Problemlöseprozess des Benutzers identifiziert werden und daraus Schlussfolgerungen über den Interaktionserfolg des Benutzers abgeleitet werden. In diesem Sinne konzentriert sich CWT auf das Qualitätskriterium Lernförderlichkeit der ISO 9241-110 (siehe Abschnitt 2.2.4.1).

Beim **Jogthrough** handelt es sich um eine weniger zeitaufwändige Variante des Cognitive Walkthrough. Dies liegt daran, dass die Dokumentation durch Videos und eine spezielle Protokollsoftware beim Jogthrough automatisch erstellt wird. Außerdem wird die vorgegebene Handlungsfolge weniger streng gehandhabt, was Diskussionen während der Durchführung ermöglicht.

Beim **Pluralistic Usability Walkthrough** wird im Team gearbeitet, wobei mindestens ein repräsentativ ausgewählter Endbenutzer dabei ist. Zusätzlich gehören zum Team ein Entwickler und ein Usability-Experte. Der Endbenutzer im Team hat die Aufgabe, die Gestaltung des interaktiven IT-Systems aus seiner Perspektive zu bewerten. Die anderen Teilnehmer sind aufgefordert, diese Perspektive möglichst genau zu verstehen und nachzuvollziehen. Dabei soll der Entwickler die Kommentare und Anmerkungen aufnehmen und dann direkt in Gestaltungsoptimierungen umsetzen. Als „Anwalt“ der Benutzer und als Moderator des Pluralistic Walkthroughs fungiert der Usability-Experte.

6.2.3 Erstellen von Scribbles, Story-Boards und Mock-Ups

Mit ersten Gestaltungsideen in Form von Scribbles, Story-Boards und Mock-Ups können Testpersonen wichtige Eindrücke über die Datenstrukturen und die Interaktionsabläufe in einem IT-System gewinnen. Dadurch kann ohne zeitintensive und teure Entwicklungsarbeit

Feedback von mehreren typischen Benutzern ziemlich schnell eingeholt werden.

Konzept-Skizzen (englisch: **Scribbles**) zählen zu den effektivsten Mitteln im Gestaltungsprozess, um grundsätzliche Abläufe innerhalb eines interaktiven IT-Systems darzustellen. Mit Benutzern kann man so binnen kürzester Zeit und mit geringstem Aufwand Ideen testen und weiterentwickeln. Mit genügend Erfahrung lassen sich oft 2-3 Iterationen pro Tag durchführen.

Sobald man erste Konzepte im Kopf hat, greift man einfach zu Papier und Stift und zeichnet diese Ideen auf, anstatt sie umständlich mit Text zu umschreiben. Dabei müssen Scribbles keine perfekten Zeichnungen sein.

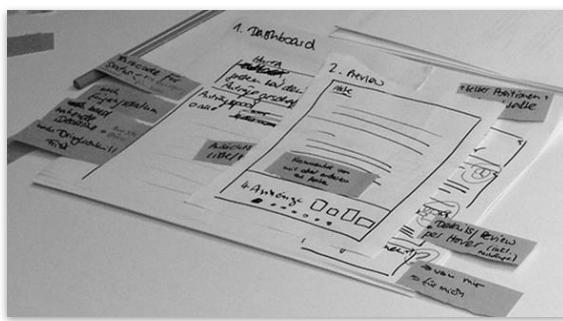


Abbildung 67: Fallbeispiel Scribbles

Auch ein **Story-Board** visualisiert Konzepte, verwendet aber Bildergeschichten von (realistischen oder skizzierten) Interaktionsabfolgen, die auch den Kontext und handelnde Personen darstellen. So können auch komplexe Nutzungskontexte dargestellt werden. Einige kontextuelle Aspekte sind allerdings nur schwer bildlich festzuhalten (wie z. B. Geräusche). Da aber gerade sie bei der Entwicklung schnell in Vergessenheit geraten können, sollten sie z. B. durch den Einsatz geeigneter Symbole (z. B. Musiknoten) in die Story-Boards integriert werden.

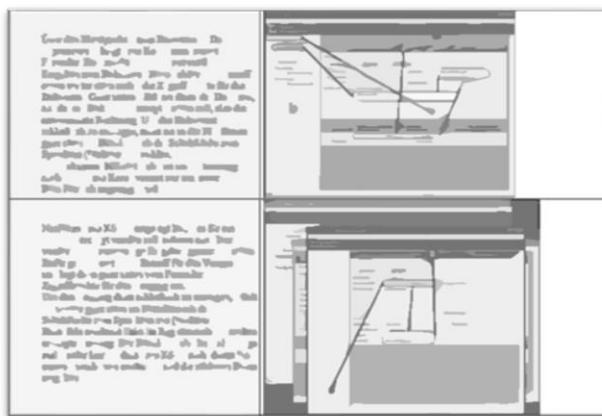


Abbildung 68: Fallbeispiel Story-Boards

Bei einem **Mock-Up** (deutsch: **Attrappe**) werden Teile des Konzeptes (häufig Bildschirmanzeigen) entsprechend den Vorgaben (z. B. Corporate Design, Style-Guide) in Form einer Attrappe detailliert visualisiert, bis hin zu Farben, Schriftarten, Dies kann per Hand (Papier, Karton, Styropor, ...) oder mithilfe eines Werkzeugs (HTML5, PowerPoint, Excel, Photoshop, Sketch, ...) geschehen.

The screenshot shows a wireframe of a travel booking application. At the top, it says 'A Web Page' with browser navigation icons and a URL bar showing 'http://'. Below that is a header with the title 'Reisebuchung' and two status fields: 'Vorgang: 1001/12007' and 'Mitarbeiter: 1275'. The main form area contains several input fields and dropdown menus:

- Aktion:** Reise beantragen (dropdown menu)
- Projekt:** LKIMITTE2 (dropdown menu)
- Reisebeginn:** 20.12.2012 (dropdown menu)
- Abschlagsort:** [empty input field]
- Reiseende:** 20.12.2012 (dropdown menu)
- Ankunftsport:** [empty input field]
- Gesamtbetrag:** [empty input field]
- Erstattungsbetrag:** [empty input field]
- Checkboxes:** Frühstück im Hotel (unchecked), Anfahrt im eigenen Auto (checked)
- Buttons:** Speichern (bottom right)

Abbildung 69: Fallbeispiel Mock-Up

6.2.4 Erstellen von Wireframes und Click-Dummies

Wireframes und Click-Dummies sind zwei Gestaltungsmethoden, die sich gut ergänzen.

Ein **Wireframe** (deutsch: **Drahtgerüst**) ist eine zwei-dimensionale Darstellung eines interaktiven IT-Systems, bei der Gestaltungselemente wie Layout und Inhalt sowie detaillierte graphische Elemente nur eine untergeordnete Rolle spielen. Stattdessen stehen die Strukturen und Funktionalitäten sowie die Navigation im Blickpunkt.

Wireframes werden meist in Schwarzweiß gehalten. Es gibt keine Bilder, sondern nur Platzhalter. Kurze Texte, Schlagwörter und Überschriften können allerdings vorhanden sein. Typisch benutzt man beispielsweise konkrete Bezeichnungen für die Strukturelemente. Längere Texte werden eher angedeutet, etwa durch: „Dies ist ein Text“.

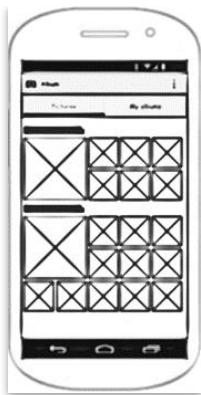


Abbildung 70: Fallbeispiel Wireframe

Eine wichtige Voraussetzung für die erfolgreiche Erstellung eines Wireframes ist, dass die Anforderungen an das IT-System und die Erkenntnisse aus dem Nutzungskontext (insbesondere Personas und User Journey Maps) in die Arbeit mit einfließen.

Ohne Anspruch auf Vollständigkeit ist die nachfolgende Liste von **Wireframe-Werkzeugen**:

Name	Hersteller	Link
Axure	Axure Software Solutions, Inc.	https://www.axure.com
Balsamiq	Balsamiq Studios, LLC	http://www.balsamiq.com
HotGloo	HotGloo, Hamburg	http://www.hotgloo.com
Keynotopia	Khella Productions Inc.	http://keynotopia.com

Der Klassiker ist **Axure**. Auch komplexere Interaktionen lassen sich damit gut umsetzen. Ein Nachteil ist, dass Axure nur HTML exportiert. Zudem stößt es bei speziellen Interaktionen schnell an seine Grenzen.

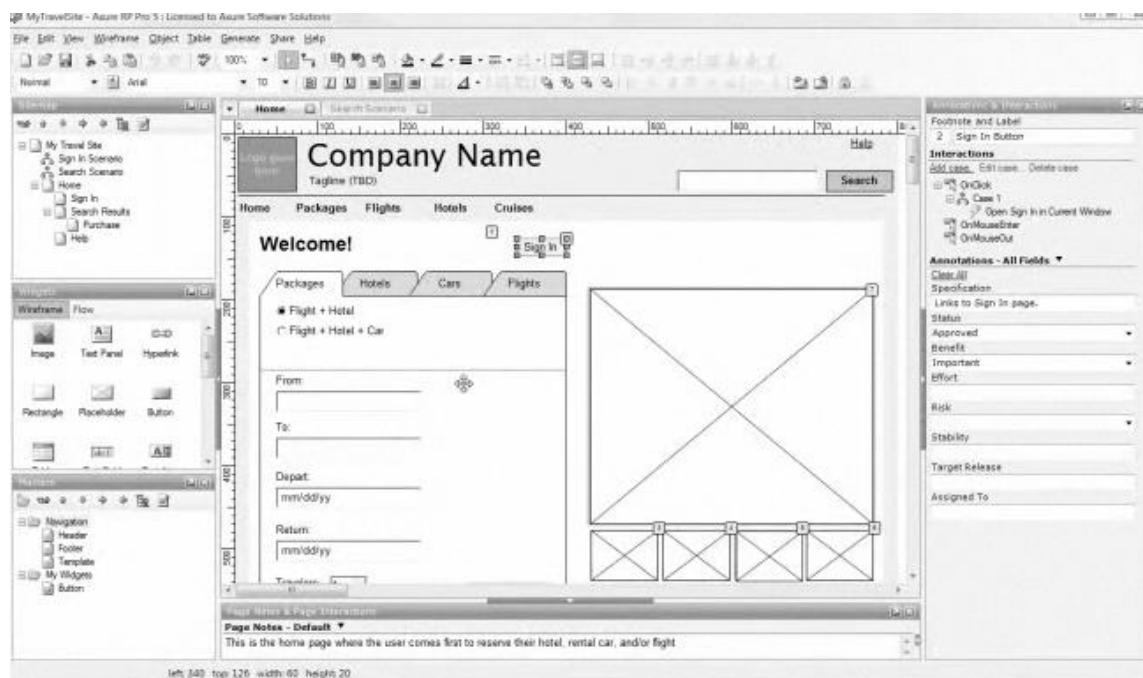


Abbildung 71: Screenshot Axure

Tatsächlich kann Axure aber nicht nur Wireframes, sondern sogar Click-Dummies liefern.

Ein **Click-Dummy** gestattet die realitätsnahe Simulation der möglichen Interaktionen, ohne dabei viel Zeit und Ressourcen in die Programmierung zu investieren. Typisch basiert er auf HTML (Stichwort: hotspot linking) mit minimalen Funktionalitäten: Man kann lediglich mit der Maus durch Bildfolgen klicken und es wird so getan, als ob das nächste Bild das (errechnete) Ergebnis einer vorhergehenden Aktion ist.

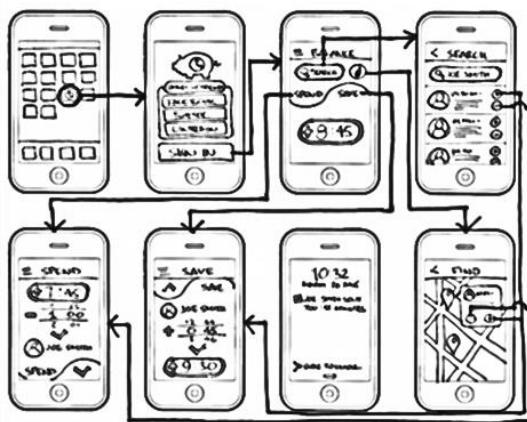


Abbildung 72: Fallbeispiel Click-Dummy

Eines der vielen weiteren Werkzeuge für die Erstellung von Click-Dummies ist beispielsweise **FairBuilder** (<http://www.flairbuilder.com>):

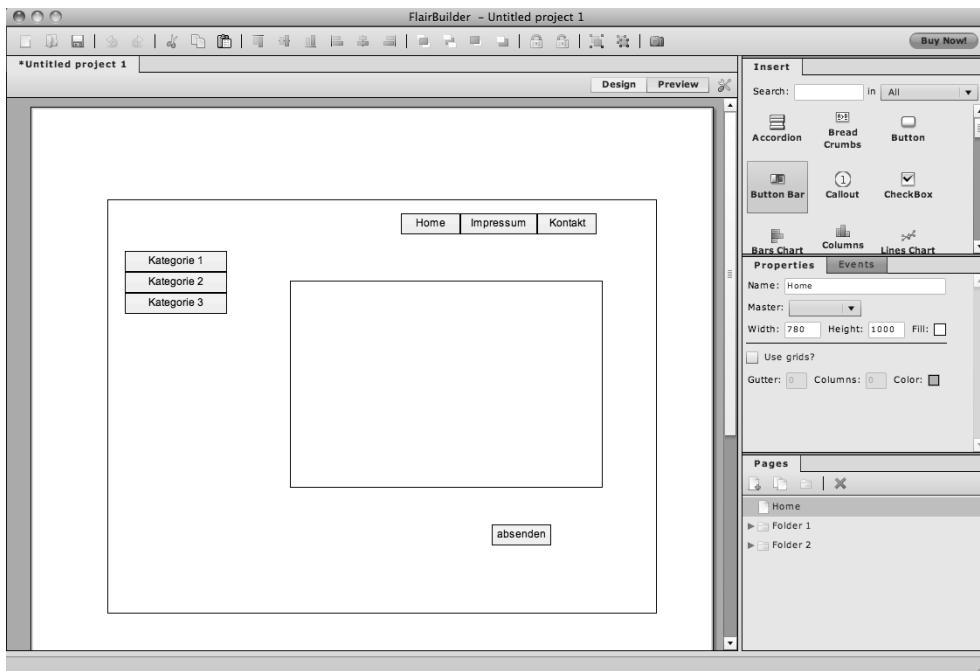


Abbildung 73: Screenshot FairBuilder

6.2.5 Prototyping

"If a picture is worth 1000 words, a prototype is worth 1000 meetings."
(Tom & David Kelley)

Ein wichtiger Bestandteil des menschzentrierten Gestaltungsprozesses ist das **Prototyping**, also der Prozess der Erstellung von Prototypen. Er wird eingesetzt, um Ideen zu visualisieren, um Aspekte einer Lösung zu erkunden und/oder um ein noch vorläufiges Ergebnis zu testen.

Ein **Prototyp** ist dabei eine konkrete Repräsentation eines interaktiven IT-Systems – in Ausschnitten oder als Ganzes. Durch einen Prototypen wird ein interaktives IT-System erlebbar dargestellt. Somit gestattet ein Prototyp, das System zu reflektieren, zu evaluieren und weiter zu entwickeln.

Damit dies möglich wird, sollte ein Prototyp u.a. nachfolgende Aspekte eines interaktiven IT-Systems (mehr oder weniger) vollständig adressieren:

- Aufteilung und Struktur von Daten.
- Ein- und Ausgabeoptionen.

- Grundsätzlicher Aufbau und Fenstergestaltung.
- Konzepte für das Speichern von Daten und Zuständen.
- Navigation mittels Menüs, Schaltflächen und/oder Links.
- Prüfung von Eingaben und Anzeige von Fehlermeldungen.
- UNDO-Optionen.
- Verwendung und Verhalten von Fenstern.
- Wichtige Bedienelemente, wie Buttons, Listen,
- Wichtige Bedienschritte, wie Gesten, direkte Manipulation, Drag&Drop,

Bei allen Prototypen muss insbesondere die Technologie der Zielplattform berücksichtigt werden, beispielsweise Ein- und Ausgabegeräte, Betriebssystem, Bildschirmgröße und Bildschirmauflösung.

Abhängig von der Zielsetzung, die mit dem Prototyping verfolgt wird, können unterschiedliche Arten von Prototypen zum Einsatz kommen. Sie unterscheiden sich hinsichtlich:

- **Darstellungstreue:** Wie ähnlich soll der Prototyp dem Endprodukt in Bezug auf Aussehen sein?
- **Datengehalt:** Sollen reale Daten zum Einsatz kommen, genügen realistische Beispiele oder reichen Platzhalter für Bezeichnungen und Darstellungen? Wie relevant ist die dargestellte Menge von Daten?
- **Funktionstiefe:** Wie detailliert sollen die einzelnen funktionalen Elemente veranschaulicht werden? Sollen beispielsweise komplexe Berechnungen nur angedeutet werden oder sind die Zwischenschritte und ihre Resultate entscheidend?
- **Funktionsumfang:** Wie viel Funktionalität soll im Prototyp gezeigt werden? Reichen gewisse Ausschnitte, oder gilt es, den gesamten Umfang darzustellen?
- **Interaktivität:** Wie interaktiv soll der Prototyp sein? Benötigt man lauffähige Beispiele, um komplexe Abläufe wiederzugeben, oder genügen statische Darstellungen der Abläufe?
- **Technische Reife:** Wie viel der endgültigen Ausgestaltung soll im Prototyp sichtbar sein? Muss der Prototyp mit der Entwicklungs-Umgebung der Zielplattform entwickelt werden oder sind einfachere Konstruktionen ausreichend?

Mit Bezug auf diese Kategorien wird gelegentlich zwischen Low Fidelity und High Fidelity Prototypen sowie zwischen Vertikalen und Horizontalen Prototypen unterschieden:

- **Low Fidelity (Lo-Fi) Prototypen** haben eine geringe Darstellungstreue und technische Reife. Sie werden in einfachen Strichzeichnungen und ohne visuell anspruchsvolle Gestaltung erstellt. Sie dienen lediglich der Überprüfung von Bedienabläufen und der Platzierung der Elemente einer Anzeige.
- **High Fidelity (Hi-Fi) Prototypen** hingegen haben einen weit fortgeschrittenen Funktionsumfang, der voll bedienbar ist. Ebenso wird häufig eine hohe Darstellungstreue realisiert, um auch diesen Aspekt überprüfen zu können.

- **Vertikale Prototypen** beschränken sich auf einen Ausschnitt des Funktionsumfangs. Die berücksichtigten Funktionen werden jedoch in der gesamten Tiefe realisiert. Diese Art von Prototyp eignet sich vor allem zur Überprüfung der Machbarkeit bestimmter Funktionen.
- **Horizontale Prototypen** berücksichtigen dagegen den gesamten Funktionsumfang eines Systems. Sie bilden das vollständige Aufgabenmodell ab, jedenfalls soweit es für den Benutzer wahrnehmbar ist. Die Einsparung entsteht bei der dahinterliegenden Anwendungslogik. Mit horizontalen Prototypen kann überprüft werden, wie die einzelnen Funktionen zusammenhängen und wie vollständig das Aufgabenmodell ist.

Es gilt als erwiesen, dass Prototyping viele Probleme während der Entwicklung interaktiver IT-Systeme verhindert. Aber Vorsicht: Prototyping verführt auch dazu, Anforderungen nicht korrekt zu erheben und sauber zu dokumentieren. Der UUX-Engineering-Prozess kann sich dann erheblich verlangsamen.

Ohne Anspruch auf Vollständigkeit ist die nachfolgende Liste von **Prototyping-Werkzeugen**:

Name	Hersteller	Link
Adobe XD	Adobe Systems	https://www.adobe.com/de/products/xd.html
Framer	Framer BV.	https://www.framer.com
InVision	InVisionApp Inc.	https://www.invisionapp.com
Proto.io	Protoio, Inc.	https://proto.io

Mit **Adobe XD (Experience Design)** lassen sich Wireframes, Mock-Ups und Prototypen erstellen, die in Vorschauen auf dem Desktop und auf mobilen Endgeräten angezeigt werden können. Das Werkzeug kann kostenlos (mit Einschränkungen) genutzt werden, ist aber stets Cloud-basiert. Insofern kann es wohl nicht in jeder kommerziellen Situation eingesetzt werden (Geheimhaltung?).



Abbildung 74: Screenshot Adobe XD Prototype

6.3 Übungen

Aufgabe 6.1

Führen Sie für die folgenden Begriffe ein offenes Card Sorting durch:
Tulpe, Ahorn, Narzisse, Erle, Rose, Linde, Veilchen, Eiche.

Aufgabe 6.2

Grenzen Sie die Begriffe **Scribble**, **Wireframe**, **Mock-Up** und **Prototyp** (insbesondere auch hinsichtlich der Nutzung in einem Gestaltungsprozess) gegeneinander ab.

Aufgabe 6.3

Erstellen Sie ein Mock-Up für die Ansicht der Funktion „Gratismuster per Post bestellen“. Der Kunde soll dabei aus drei verschiedenen Gratismustern auswählen können und muss seine postalische Adresse eingeben.

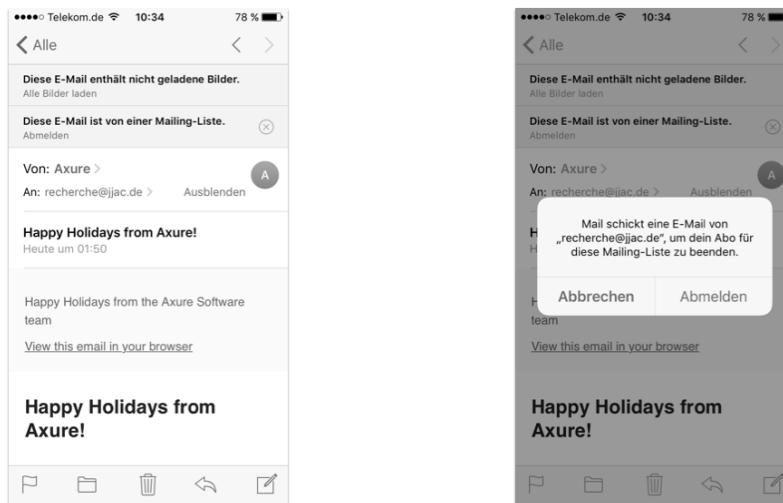
Aufgabe 6.4

Welche der folgenden Methoden ist am nützlichsten bei der Entwicklung der Navigationsstruktur eines neuen Webauftritts?

1. Low-Fidelity Prototyping
2. High-Fidelity Prototyping
3. Card-Sorting
4. Story-Board

Aufgabe 6.5

Erstellen Sie auf Basis von HTML aus nachfolgenden Screenshots einen **Click-Dummy**. Hinweis: HTML Tag mit Attribut `usemap` und <https://www.image-map.net>.



7 **Evaluieren der Gestaltungslösungen interaktiver IT-Systeme**

Das UUX-Engineering kennt eine Vielzahl von Methoden, die im Rahmen einer Evaluierung verwendet werden können. Klassische Methoden sind Befragungen der Benutzer, Inspektionen durch Experten und Beobachtungen der Benutzer während der Nutzung eines interaktiven IT-Systems.

“True genius resides in the capacity for evaluation of uncertain, hazardous, and conflicting information.”
(Winston Churchill)

Die Evaluierung gilt nach ISO 9241-210 als „ein entscheidendes Element der menschzentrierten Gestaltung“.

Die Entscheidung für den Einsatz einer konkreten Methode richtet sich dabei nach dem genauen Ziel, das mit der Evaluierung erreicht werden soll:

- **Vor der Gestaltung** findet Evaluierung statt, um eine Anforderungsanalyse zu erstellen. Dazu spricht man mit den potenziellen Benutzern und identifiziert dabei Probleme bei der Bedienung aktueller Systeme. Auf Basis dieser Daten kann dann ein neues System konzipiert werden.
- **Während der Gestaltung** gibt es oft verschiedene Alternativen zwischen denen man sich entscheiden muss. Um diese Entscheidung bestmöglich zu begründen, kann man Evaluierungen durchführen, um die verschiedenen Alternativen zu testen. Das Resultat ist normalerweise eine Verfeinerung der Anforderungsanalyse, die schon vor der Gestaltung erstellt wurde.
- **Nach der Gestaltung** kann man durch Evaluierung prüfen, ob die Anforderungen durch das neue System erfüllt werden. Dies kann durch eine Validierung oder durch einen Vergleich mit konkurrierenden Systemen erfolgen.

Dabei ist zu beachten, dass kaum eine Evaluationsmethode per se gut oder schlecht ist. Je nach Situation kommen meist unterschiedliche, mit verschiedenen möglichen Erkenntnisgewinnen in Frage.

Die Überlegung, die jede **Evaluationsplanung** leiten sollte, ist, ob die zu erwartenden Erkenntnisse qualitätsverbessernd genutzt werden können, also beispielsweise helfen:

- Akzeptanz zu verbessern.
- Arbeitsumgebung zu verbessern.
- Arbeitszufriedenheit zu steigern.
- Ermüdung zu verringern.
- Fehler und Lernanforderungen zu verringern.
- Langeweile und Eintönigkeit zu verringern.
- Lebensqualität zu verbessern.

- Produktivität zu erhöhen.
- Sicherheit zu erhöhen.
- Tätigkeitserweiterung zu ermöglichen.
- Wartbarkeit zu verbessern.
- Wirksamkeit zu erhöhen.
- Zugang zur Nutzung zu erleichtern.
- Zuverlässigkeit zu erhöhen.

Bevor eine Evaluation durchgeführt werden kann, müssen die so genannten **W-Fragen** beantwortet werden: **Wer, Warum, Was, Wie, Wann und Wo**.

Der **DECIDE** Ansatz (siehe (Sharp, Rogers, & Preece, 2019)) bietet für diese Beantwortung eine Strukturierung:

D	determine Goals	Zuerst werden die Ziele der Evaluation festgelegt. Dazu gehören erste Antworten auf die W-Fragen.
E	explore the Question	Als nächstes werden die Fragestellungen konkretisiert, die durch die Evaluierung beantwortet werden sollen.
C	choose Evaluation Method	In diesem Schritt wird die Methode der Evaluierung in Abhängigkeit von den Zielen und den Fragestellungen ausgewählt. Meistens benutzt man nicht nur eine Methode, sondern mehrere, um sich den Fragestellungen von verschiedenen Blickwinkeln aus zu nähern.
I	identify Practical Issues	Hier wird ermittelt, welche Aspekte den reibungslosen Ablauf der Evaluierung beeinflussen. Diese umfassen Laborausstattung, Zeit und Budget. Um aussagekräftige Resultate zu erhalten, führt man meist Pilot-Studien durch, in denen die Evaluation probeweise beispielsweise mit Freunden und Bekannten durchgeführt wird. Bei solchen Pilot-Studien kann man oft sehr gut sehen, ob irgendwelche Probleme bei der Durchführung zu erwarten sind.
D	decide on Ethical Issues	Vor der eigentlichen Evaluierung müssen dann noch ethische Fragestellungen geklärt werden, insbesondere Datenschutzaspekte: Den Teilnehmern muss zugesichert werden, dass ihre Daten anonymisiert und nur für Zwecke der Untersuchung verwendet werden. Dabei muss detailliert darüber informiert werden, wer Zugang zu den Daten erhält. Werden Audio- oder Videoaufzeichnungen gemacht, muss der Teilnehmer üblicherweise sein explizites, schriftliches Einverständnis geben.
E	evaluate	Nachdem alle anderen Schritte erfolgreich abgeschlossen wurden, kann jetzt die eigentliche Evaluation durchgeführt werden.

Beispiele für quantitative Fragestellungen einer Evaluation:

- Dauer der Erledigung der Aufgaben?
- Einstufung der Bedienbarkeit des Systems anhand einer Skala?
- Erfolgsrate bei der Durchführung der Aufgaben?
- Fehlerrate bei der Erledigung der Aufgaben?

Beispiele für qualitative Fragestellungen einer Evaluation:

- Allgemeine Zufriedenheit?
- Erfüllung von Erwartungen?

Gemeinsames Ziel aller **Usability-Evaluationen** ist die Bewertung der Bedienbarkeit eines interaktiven IT-Systems. Bei **User Experience (UX)-Evaluationen** geht es hingegen um Aspekte wie Schönheit, Neuartigkeit und Begehrten. UX-Evaluationen versuchen nämlich die individuell wahrgenommene Qualität eines interaktiven IT-Systems zu erfassen: Es geht um Freude, Spaß, Attraktivität und Herausforderung.

Durch Evaluationen entstehen (meist) große Mengen von Daten, die Aspekte des interaktiven IT-Systems aus Experten- und/oder Benutzersicht repräsentieren. Dabei ist wichtig, dass die Datensammlung getrennt von einer Bewertung erfolgt: **Erst nach Abschluss und Dokumentation einer Evaluation sollte man Ursachenforschung betreiben.**

Für die **Dokumentation von Evaluationen interaktiver IT-Systeme** werden Anstrengungen unternommen, die Inhalte zu standardisieren. In diesem Zusammenhang ist insbesondere die Norm **DIN EN ISO/IEC 25066:2019 „Allgemeines Industrieformat (CIF) zur Gebrauchstauglichkeit: Evaluierungsberichte“** zu nennen: Sie stellt eine Klassifikation von Evaluierungsansätzen zur Verfügung sowie die Spezifizierungen für die Inhaltselemente.

Eine der genannten Norm weitgehend entsprechende **Grobstruktur für einen Evaluierungsbericht** ist wie folgt (* = optional):

- Zusammenfassung
- Einführung
 - Beschreibung des Evaluationsobjektes
 - Beschreibung der Evaluationsziele
- Evaluationsmethode
 - Fragestellungen der Evaluation
 - Teilnehmer der Evaluation
 - Profil
 - Anzahl
 - Rekrutierung
 - Nutzungskontext der Evaluation
 - Ablaufplan der Evaluation
 - Briefing / Anweisungen
 - Interviewfragen vor der Testsitzung (Pre-Session Interview)*
 - Testaufgaben
 - Interviewfragen nach der Testsitzung (Post-Session Interview)*
- Ergebnisse
 - Quantitative Ergebnisse
 - Qualitative Ergebnisse
- Anhänge
 - Einverständniserklärungen

- Vertraulichkeitserklärungen
- ...

Entscheidend für die Validität einer Evaluation ist die korrekte Auswahl und Präsentation der **Testaufgaben**. Insbesondere die Beschreibung muss daher mit entsprechender Sorgfalt geschehen, da dies einen erheblichen Einfluss auf die Testergebnisse hat.

Die Testaufgaben basieren dabei oft auf Prüfkriterien aus der Anforderungserhebung (siehe Abschnitt 5.2.2). Sie müssen konsistent sein und verständlich u.a. darlegen:

- Die Vorbedingungen für die Aufgabe, einschließlich der verfügbaren Ressourcen.
- Die Beschreibung der Aufgabe.
- Eine Begründung der Bedeutung der Aufgabe, einschließlich der Angabe, was mit der Bearbeitung der Aufgabe erhoben werden soll.
- Die Kriterien für den Abschluss der Aufgabe bzw. für den Abbruch der Aufgabe, einschließlich der beabsichtigten Ergebnisse oder der erwarteten Antwort.

Beispiel einer Testaufgabe für ein interaktives IT-System, das Apotheker bei der Abgabe von Medikamenten unterstützt:

- **Vorbedingung:** Dem Testteilnehmer liegt am Arbeitsplatz eine Verschreibung eines Medikamentes für einen registrierten Kunden vor. Für den registrierten Kunden gibt es im System eine Liste der bereits verschriebenen Medikamente.
- **Beschreibung der Aufgabe:**
 - Feststellen, welches Medikament von wem verschrieben wurde.
 - Unverträglichkeiten dieses Medikamentes mit anderen Medikamenten des Kunden ermitteln.
 - Wenn Unverträglichkeiten vorhanden sind:
 - Mitteilung an den verschreibenden Arzt.
 - Wenn keine Unverträglichkeiten vorhanden sind:
 - Das Medikament in die Liste der dem Kunden verschriebenen Medikamente aufnehmen.
- **Begründung:** Es soll ermittelt werden, ob Unverträglichkeiten für jeden registrierten Kunden stets sicher erkannt und dem verschreibenden Arzt mitgeteilt werden.
- **Kriterium für den Abschluss:** Der Testteilnehmer hat wegen Unverträglichkeiten den verschreibenden Arzt kontaktiert oder er hat das Medikament der Liste der dem Kunden verschriebenen Medikamente hinzugefügt.

Ist eine Evaluation schließlich dokumentiert, kann ggf. eine **Bewertung der Ergebnisse** erfolgen. Leitfragen für diese nachgelagerte Bewertung sind u.a.:

- Welche benötigten Funktionen werden nicht unterstützt?
- Welche benötigten Daten sind nicht vorhanden?
- Welche benötigten Bedienelemente werden nicht gefunden oder falsch verstanden?
- Welche erforderlichen Wege können bei der Bedienung nicht eingeschlagen werden?
- Müssen zu viele Schritte bei der Bedienung ausgeführt werden?

Für so möglicherweise identifizierte Mängel des interaktiven IT-Systems wird dann insbesondere jeweils die **Bedeutsamkeit** bestimmt. Es hat sich hierbei bewährt, die Bedeutsamkeit in drei Einzelbewertungen aufzuspalten:

- Schwere der Auswirkung.
- Anzahl betroffener Benutzer.
- Umgehbarkeit.

Die Erfahrung zeigt, dass es sinnvoll ist, mit der Feststellung der Umgehbarkeit zu beginnen. Ist diese leicht möglich, erübrigen sich nicht selten die Bestimmungen der Schwere der Auswirkung und der Anzahl betroffener Benutzer.

Evaluationen interaktiver IT-Systeme unterscheiden sich in der Art und Weise, wie die Ausmaße verschiedener Qualitätsaspekte erlangt werden. Einige der klassischen Wege werden im verbleibenden Teil dieses Kapitels ausführlich vorgestellt.

7.1 Systematische Beobachtung von Benutzern

“Pay attention to what users do, not what they say.”

(Jakob Nielsen)

Trotz des relativ hohen Aufwands stellt die Beobachtung von realitätsnahen Nutzungen nach wie vor das zentrale Element für die Durchführung von umfassenden Usability-Evaluationen dar. Der große Vorteil dieser Methode ist, dass sie einen unmittelbaren Einblick in die Interaktion eines Anwenders mit einem IT-System ermöglicht und somit die Bestimmung realer Nutzungsprobleme erlaubt.

Bei der Beobachtung werden ausgewählte Testpersonen veranlasst, typische Aufgaben mit einem Testobjekt zu lösen, die sie später genauso mit dem interaktiven IT-System erledigen würden. Dabei wird beobachtet, an welchen Stellen Schwierigkeiten bei der Benutzung auftreten.

Die Testpersonen werden bei der Beobachtung meist zum **Lauten Denken** (englisch: **Loud Thinking**) aufgefordert, damit die Beobachter erfahren, wonach die Person gerade sucht und was sie mit den angebotenen Optionen assoziiert.

Wenn eine Anleitung der Testpersonen durch die Beobachter erforderlich ist, muss Vorsorge getroffen werden, dass sie dadurch keine Tipps zum Umgang mit dem Testobjekt bekommen, was die Ergebnisse verfälschen würde.

Nach der Versuchsdurchführung und -dokumentation werden die gefundenen Schwachstellen analysiert und bewertet.

“The best results come from testing no more than 5 users and running as many small tests as you can afford.”
(Jakob Nielsen)

Entscheidend für die Validität einer Beobachtung ist die möglichst repräsentative Auswahl der Testpersonen. Zwar lassen sich bereits mit 4-6 Personen verlässliche Ergebnisse erzielen, üblicherweise werden aber 8-12 Personen herangezogen. Dies gilt jedoch nur für eine homogene Zielgruppe. Wenn beispielsweise bekannt ist, dass die Benutzer aus zwei klar trennbaren Untergruppen bestehen, so sollten nicht weniger als 16 Personen (mindestens 8 je Zielgruppe) hinzugezogen werden, um auch zielgruppenspezifische Unterschiede ermitteln zu können.

Bei einer repräsentativen Auswahl aus einer homogenen Benutzergruppe können aussagefähige Beobachtungsdaten bereits mit 5 Testpersonen zuverlässig erhoben werden.

Problematisch bei jeder Beobachtung ist, dass Testpersonen oft das Gefühl haben, dass ihre persönliche Kompetenz und nicht das Testobjekt im Fokus steht. Auch wegen des so genannten **Hawthorne-Effektes**⁷⁵ kann die Leistung der Testpersonen bei einer Beobachtung verzerrt werden.

Beobachtungen können in verschiedenen Varianten und mit unterschiedlichem, technischem und finanziellem Aufwand durchgeführt werden. In der Regel erfolgt eine Videoaufzeichnung der Interaktion der Testperson mit dem Testobjekt und es wird eine spezielle Software eingesetzt, mit der z.B. Antwortzeiten des Systems gemessen, Mausklicks aufgezeichnet und Mimiken der Testpersonen bewertet werden.

Eine dabei gelegentlich genutzte Art der Videoaufzeichnung ist auch das so genannte **Eye-Tracking**: Dabei werden Blickbewegungen auf der Benutzeroberfläche eines interaktiven IT-Systems analysiert. Die Blickbewegungen werden anhand so genannter Fixationen⁷⁶ und

⁷⁵ Menschen verändern ihr Verhalten allein deshalb, weil sie wissen, dass sie beobachtet werden.

⁷⁶ Eine **Fixation** ist ein Zustand, bei dem das Auge sich bezüglich eines Sehobjektes im relativen Stillstand befindet.

Sakkaden⁷⁷ über statische oder mobile Eye-Tracking-Systeme aufgezeichnet und anschließend mittels einer Software ausgewertet und visualisiert. Moderne Systeme arbeiten hierbei nicht-invasiv, so dass sich die Testpersonen relativ frei bewegen können.

Eye-Tracking-Systeme basieren technisch auf der Aussendung von Infrarotstrahlen, die vom Auge reflektiert werden (Stichwort: Cornea-Reflex-Methode): Durch den Abgleich der Position der Reflexionen und der Pupillen können die Blickkoordinaten berechnet werden.

Der Vorteil von Eye-Tracking ist die Möglichkeit einer detaillierten Protokollierung der visuellen Wahrnehmung der Benutzeroberfläche eines interaktiven IT-Systems. Das Eye-Tracking ist jedoch mit einem hohen technischen und methodischen Aufwand verbunden und zudem sehr kostspielig und zeitaufwändig.

Mittels Eye-Tracking lassen sich aber beispielsweise die folgenden Fragestellungen beantworten:

- Welche Bereiche einer Ansicht werden besonders intensiv wahrgenommen?
- Werden wichtige Bereiche einer Ansicht schnell erkannt?
- Wo schauen die Anwender zuerst hin?

Die Resultate des Eye-Tracking können also insbesondere dazu genutzt werden, Benutzeroberflächen hinsichtlich ihrer Wahrnehmbarkeit zu optimieren. Dies führt (hoffentlich) dazu, dass Benutzer sich innerhalb kürzester Zeit einen Überblick über die wichtigsten Bedienelemente verschaffen können.

Mittels Eye-Tracking können Daten über das Wahrnehmungsverhalten von Benutzern eines interaktiven IT-Systems gewonnen werden.

Neben Eye-Tracking gibt es noch weitere Techniken, die bei einer systematischen Beobachtung mit Gewinn zum Einsatz kommen können. Dazu zählen die **Messung des Hautwiderstands** als Maß für die Aufmerksamkeit bzw. den Erregungszustand der Testperson oder die **Elektroenzephalografie (EEG)**, bei der die elektrische Aktivität von Gehirnbereichen der Testperson durch Aufzeichnung der Spannungsschwankungen an der Kopfoberfläche gemessen wird.

Wie bereits erwähnt, werden die Testpersonen bei einer Beobachtung zumeist aufgefordert, gleichzeitig ihre Handlungen zu beschreiben (**Methode des lauten Denkens**), damit die Beobachter erfahren, wonach die Person gerade sucht und was sie sich unter den angebotenen Optionen vorstellt. Alternativ kann das aufgezeichnete Video (oder

⁷⁷ Eine **Sakkade** ist eine dynamische, von beiden Augen gleichermaßen ausgeführte, sprungartige Bewegung, die dazu dient, ein neues Sehobjekt in den Blickfang zu nehmen.

Ausschnitte davon) auch nach den Tests mit der Testperson gemeinsam diskutiert werden.

Eine Beobachtung bedarf einer genauen Planung und Vorbereitung. Dies ist einerseits wichtig, da der Aufwand für eine Beobachtung so hoch ist, dass sie nicht einfach wiederholt werden kann. Andererseits ist in Bezug auf die Vergleichbarkeit der Ergebnisse der Beobachtungen zu gewährleisten, dass der Ablauf bei allen Testpersonen gleich ist. Pro Testperson sollte die Dauer nicht mehr als ca. **90 Minuten** betragen, da die Qualität der Ergebnisse erfahrungsgemäß sonst abnimmt. Aus diesem Grund gilt es, vorher gezielt die Aspekte auszuwählen, welche man genauer untersuchen will.

Für die Durchführung von Beobachtungen ist insbesondere die Ausarbeitung eines Ablaufplans erforderlich, der entsprechende Testaufgaben beinhaltet. Weitere Arbeitsschritte umfassen die repräsentative Rekrutierung von Testpersonen, die Durchführung und Videoaufzeichnung der Tests, sowie die Auswertung der Videoaufzeichnungen und Notizen. Zudem ist eine Örtlichkeit vorzubereiten, in dem die Beobachtungen störungsfrei und unter gleichen Bedingungen für alle Testpersonen durchgeführt werden können.

Prinzipiell gibt es hinsichtlich der Örtlichkeit einer Beobachtung zwei Möglichkeiten: den **Labortest** oder den **Feldtest**.

Eine **Feldtest** ist eine Beobachtung unter natürlichen Bedingungen. Feldtests zeichnen sich besonders dadurch aus, dass es viele Faktoren gibt, die nicht durch die Planer beeinflusst werden können. Insbesondere Ablenkungen, Lärm und Mitmenschen sind unkontrollierbare Faktoren, die bei einem Feldtest eine wichtige Rolle spielen. Obwohl dies die Evaluierung erschwert, ist ein Feldtest jedoch oft angezeigt, um die Tauglichkeit eines interaktiven IT-Systems in der realen, sozialen und ökonomischen Umgebung zu beurteilen.

Ein **Labortest** ist eine Beobachtung in einer künstlichen, speziell zu diesem Zweck planmäßig hergestellten Situation. Im Gegensatz zu Feldtests sind bei Labortests nahezu alle Einflussfaktoren kontrollierbar. Kontrollierte Faktoren sind dabei nicht auf das zu testende interaktive IT-System beschränkt, sondern umfassen z.B. auch die Farbe der Wände, die Lichtverhältnisse und mögliche Störungen durch Mitmenschen. Der Nachteil von Labortests ist allerdings, dass man nur bedingt Rückschlüsse auf die Nutzung in der realen Welt ziehen kann.

Normalerweise bevorzugen Wissenschaftler Labortest, da man hier sehr genau kontrollieren kann, welche Einflüsse sich wie auswirken. Das Problem ist aber, dass in Labortests fast nie alle Einflussfaktoren der realen, sozialen und ökonomischen Umgebung korrekt nachgebildet werden können.

In den letzten Jahren hat sich daher ein Trend herausgebildet, Feld- und Labortests zusammenzuführen, indem man die reale Umgebung des Benutzers im Labor nachbildet. Die Testpersonen müssen dann wie bei einem Labortest in ein speziell vorbereitetes Labor gehen, in

dem sie weiterhin durch Kameras und Menschen beobachtet werden, allerdings sieht der Raum, in dem der Versuch stattfindet, beispielsweise aus wie ihr Büro.

Der Begriff **Usability-Labor** bezeichnet jede Örtlichkeit, in der Labor- tests zur Usability von interaktiven IT-Systemen unter kontrollierten Bedingungen durchgeführt werden können. Der Aufbau und die Ausstattung eines Usability-Labors sind natürlich von den konkreten Umständen abhängig, aber prinzipiell sind sie wie folgt:

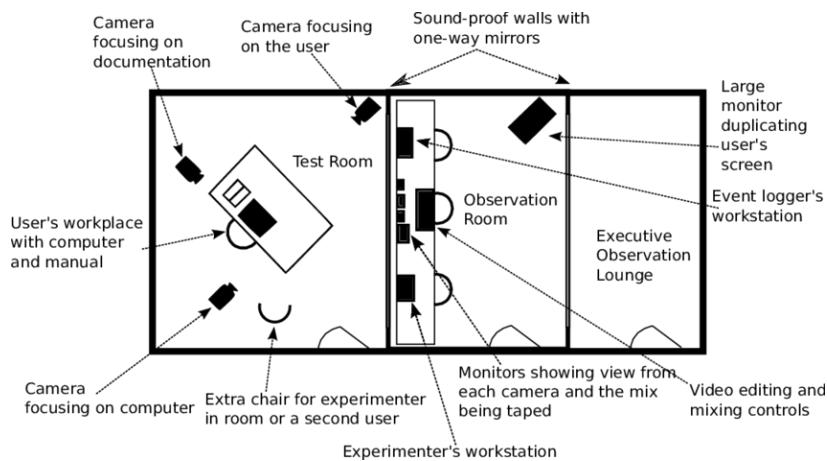


Abbildung 75: Usability-Labor (Quelle: (Nielsen, Usability Engineering, 1993))

Zwischen Beobachtungs- und Testraum sind oft Einwegspiegel angebracht, die es dem Beobachter ermöglichen, vom Beobachtungsraum aus unbemerkt einen Test zu verfolgen, ohne die Testperson abzulenken. Alternativ dazu kann der Testraum über Kameras erfasst und das Geschehen in den Beobachtungsraum übertragen werden.

“I should stress, however, that special laboratories are a convenience but not an absolute necessity for usability testing. It is possible to convert a regular office temporarily into a usability laboratory, and it is possible to perform usability testing with no more equipment than a notepad.”

(Jakob Nielsen)

7.2 Standardisierte, schriftliche Befragung von Benutzern

Wenn eine Evaluation als Testaufgabe das Ausfüllen eines Fragebogens vorsieht, spricht man von einer **schriftlichen Befragung**.

Für eine valide Messung der subjektiven Bewertung von Sachverhalten, Eindrücken und Einstellungen von Benutzern werden bei UUX-Evaluationen mit Gewinn **standardisierte Fragebögen** eingesetzt: Sie

gestatten die strukturierte Erhebung von individuellen Einschätzungen auf der Grundlage von vorgegebenen, geschlossenen Fragen. Die standardisierte Struktur dieser Fragebögen unterstützt deren Anwendung bei einer vergleichsweise großen Anzahl von Testpersonen und erlaubt eine statistische Auswertung.

“One accurate measurement is worth a thousand expert opinions.”
(Grace Hopper)

Die Nutzung von standardisierten Fragebögen für UUX-Evaluationen geschieht üblicherweise in drei Schritten:

- **Vorbereitung:**

- Definieren der Ziele: Welche Fragen sollen beantwortet werden? Welcher Teil des interaktiven IT-Systems soll evaluiert werden?
- Festlegen, welcher standardisierte Fragebogen benutzt werden soll: AttrakDiff, ErgoNorm, ISOMetrics, ISONORM 9241-110, PANAS, QUIS, SUMI, SUS, UMUX-Lite, UEQ, WAMMI,
- Festlegen der Einbeziehung der Teilnehmer:
 - „Lokale Einbeziehung“: Ausfüllen des Fragebogens nach einer Beobachtung oder im Rahmen einer anderen Evaluations-Methode.
 - „Remote Einbeziehung“: Den Testpersonen wird der Fragebogen per Post oder E-Mail zugeschickt.
- Wählen, wie Personen bestimmt werden sollen, die an der Befragung teilnehmen: Entweder durch zufällige Stichprobe oder nach bestimmten Kriterien.
- Festlegen der Anzahl der teilnehmenden Personen: Wie viele Personen müssen befragt werden, um statistisch gesicherte Aussagen machen zu können?
- Personen rekrutieren, die befragt werden sollen.
- Zeitplanung durchführen.
- Fragebogen ggf. anpassen: Individualisierung/Ergänzung des Standards.
- Fragebogen testen: Überprüfen, ob alles richtig verstanden wird, und Feststellen einer angemessener Bearbeitungsdauer.
- Planen der Auswertung der Daten: Welche Werkzeuge/Verfahren?

- **Durchführung:**

- Fragebogen den Teilnehmern zugänglich machen, z.B. per E-Mail.
- Die Teilnehmer beantworten den Fragebogen.

- **Nachbereitung:**

- Statistische Auswertung der Ergebnisse.
- Ableiten von Erkenntnissen.

Fast alle standardisierten Fragebögen zur Messung von Usability und/oder User Experience basieren auf einer **Faktorenanalyse**⁷⁸. Bei der Durchführung der Faktorenanalyse ist unter anderem die Größe der Stichprobe (hier: die Anzahl der Befragten) für die Aussagekraft der Ergebnisse von immenser Bedeutung, also die Antwort auf die oben formulierte Frage: „Wie viele Personen müssen befragt werden, um statistisch gesicherte Aussagen machen zu können?“.

Faustregeln für die Anzahl der Befragten bei schriftlichen Befragungen⁷⁹:

100 = ausreichend, 200 = befriedigend, 300 = gut, 500 = sehr gut, 1.000+ = exzellent.

Weniger als 60 Befragte macht nahezu niemals Sinn.

Ohne Anspruch auf Vollständigkeit ist die nachfolgende Liste von standardisierten Fragebögen für UUX-Evaluationen. Die Beschreibungen erfolgen zum Teil in Anlehnung an (Sarodnick & Brau, 2015).

7.2.1 AttrakDiff

AttrakDiff ist ein Fragebogen zur Messung der Attraktivität interaktiver IT-Systeme. Die Bewertungen erfolgen über ein siebenstufiges, semantisches Differential mit bipolaren Adjektivpaaren. Der anpassbare Fragebogen besteht aktuell aus insgesamt 28 Fragen und ist kostenlos im Internet unter <http://www.attrakdiff.de> verfügbar.

Fragebogen AttrakDiff (Langversion auf Deutsch):

Nachfolgend finden Sie Wortpaare, mit deren Hilfe Sie das interaktive IT-System bewerten sollen. Sie stellen jeweils extreme Gegensätze dar, zwischen denen eine Abstufung möglich ist.

So bedeutet die folgende Bewertung, dass das IT-System für Sie eher kompliziert ist:

einfach kompliziert

Denken Sie nicht lange über die Wortpaare nach, sondern geben Sie bitte die Einschätzung ab, die Ihnen spontan in den Sinn kommt. Vielleicht passen einige Wortpaare nicht so gut auf das vorliegende IT-System, kreuzen Sie aber trotzdem bitte immer eine Antwort an. Denken Sie daran, dass es keine

⁷⁸ Die Faktorenanalyse fasst Gruppen von intervallskalierten Variablen zu aussagekräftigen und voneinander möglichst unabhängigen Faktoren zusammen.

⁷⁹ In Anlehnung an: Bühner, M. (2006). Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion. München: Pearson.

„richtigen“ oder „falschen“ Antworten gibt - nur Ihre persönliche Meinung zählt!

	1	2	3	4	5	6	7	
menschlich	<input type="checkbox"/>	technisch						
isolierend	<input type="checkbox"/>	verbindend						
angenehm	<input type="checkbox"/>	unangenehm						
originell	<input type="checkbox"/>	konventionell						
einfach	<input type="checkbox"/>	kompliziert						
fachmännisch	<input type="checkbox"/>	laienhaft						
hässlich	<input type="checkbox"/>	schön						
praktisch	<input type="checkbox"/>	unpraktisch						
sympathisch	<input type="checkbox"/>	unsympathisch						
umständlich	<input type="checkbox"/>	direkt						
stilvoll	<input type="checkbox"/>	stilos						
voraussagbar	<input type="checkbox"/>	unberechenbar						
minderwertig	<input type="checkbox"/>	wertvoll						
ausgrenzend	<input type="checkbox"/>	einbeziehend						
bringt mich den Leuten näher	<input type="checkbox"/>	trennt mich von den Leuten						
nicht vorzeigbar	<input type="checkbox"/>	vorzeigbar						
zurückweisend	<input type="checkbox"/>	einladend						
phantasielos	<input type="checkbox"/>	kreativ						
gut	<input type="checkbox"/>	schlecht						
verwirrend	<input type="checkbox"/>	übersichtlich						
abstoßend	<input type="checkbox"/>	anziehend						
mutig	<input type="checkbox"/>	vorsichtig						
innovativ	<input type="checkbox"/>	konservativ						
lahm	<input type="checkbox"/>	fesselnd						
harmlos	<input type="checkbox"/>	herausfordernd						
motivierend	<input type="checkbox"/>	entmutigend						
neuartig	<input type="checkbox"/>	herkömmlich						
widerspenstig	<input type="checkbox"/>	handhabbar						

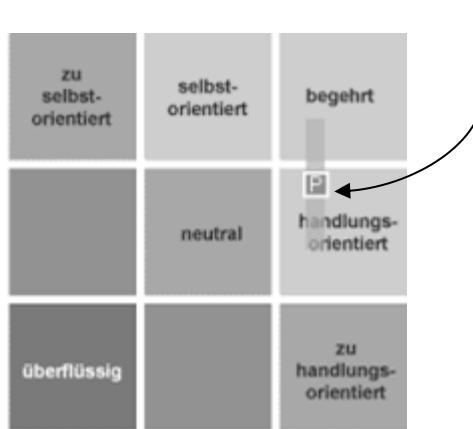
Eine Kurzversion von AttrakDiff mit 10 Fragen ist ebenfalls verfügbar,
dabei werden lediglich nachfolgende Wortpaare genutzt:

	1	2	3	4	5	6	7	
einfach	<input type="checkbox"/>	kompliziert						
hässlich	<input type="checkbox"/>	schön						
praktisch	<input type="checkbox"/>	unpraktisch						
stilvoll	<input type="checkbox"/>	stilos						
voraussagbar	<input type="checkbox"/>	unberechenbar						
minderwertig	<input type="checkbox"/>	wertvoll						
phantasielos	<input type="checkbox"/>	kreativ						
gut	<input type="checkbox"/>	schlecht						
verwirrend	<input type="checkbox"/>	übersichtlich						
lahm	<input type="checkbox"/>	fesselnd						

AttrakDiff ist ein Instrument zur Erfassung der Attraktivität eines interaktiven IT-Systems.

Auf der AttrakDiff-Website werden auch Werkzeuge für die Auswertung einer AttrakDiff-Befragung angeboten. Die Ergebnisse der Befragung können damit u.a. in ein Portfolio mit Konfidenzintervallen eingeordnet werden, wodurch die Positionierung des interaktiven IT-Systems hinsichtlich Attraktivität erkennbar ist.

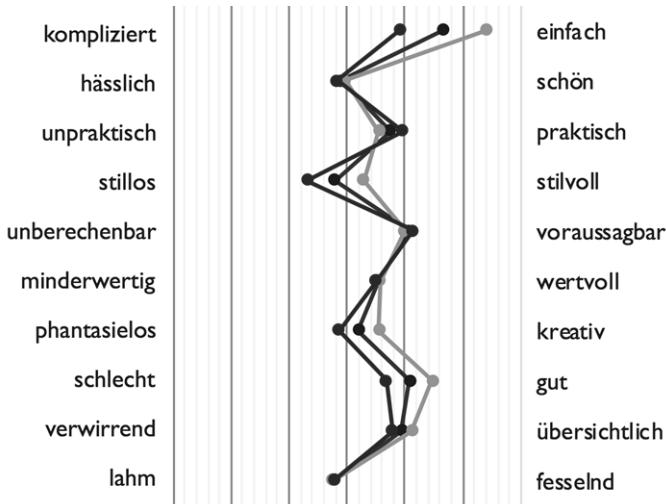
AttrakDiff-Auswertung mit Konfidenzrechteck (Auszug):



Dabei gibt die Breite des Konfidenzrechtecks einen Hinweis darauf, wie einig sich die Befragten hinsichtlich der Bedienbarkeit des Systems sind, während die Höhe des Konfidenzrechtecks die Einigkeit hinsichtlich Nützlichkeit andeutet.

Darüber hinaus werden auf der AttrakDiff-Website Erläuterungen und Interpretationshilfen zu den Ergebnissen gegeben. Es besteht auch die Möglichkeit, verschiedene Produkte vergleichend darzustellen.

Vergleichende AttrakDiff-Auswertung von Kurzversion-Befragungen auf Deutsch (Auszug):



7.2.2 ErgoNorm

Der **ErgoNorm**-Fragebogen ist Kernstück einer Konformitätsprüfung von interaktiven IT-Systemen auf Basis der Norm ISO 9241, die in (DAkkS, 2010) ausführlich beschrieben wird. Er formuliert entsprechend der Empfehlungen der ISO 9241-110 zu jedem der sieben Grundsätze (also: Aufgabenangemessenheit, Selbstbeschreibungsfähigkeit, Steuerbarkeit, Erwartungskonformität, Fehlertoleranz, Individualisierbarkeit und Lernförderlichkeit) mehrere Fragen, die von den Ver suchspersonen nach folgendem Schema zu beantworten sind:

ja

nein

Frage trifft nicht zu

wenn "ja" bzw. "nein":

Bitte erläutern Sie ... (hier erfolgt eine spezifische Erläuterungs aufforderung).

Ich empfinde dies als sehr störend

Handlungsbedarf besteht dann, wenn die Befragten entweder viele Verstöße gegen gewisse Empfehlungen ankreuzen oder wenn die Kategorie "Ich empfinde dies als sehr störend" übereinstimmend bei mehreren Benutzern auftaucht.

Beispielfrage aus dem ErgoNorm-Fragebogen:

Frage 3 zum Grundsatz Aufgabenangemessenheit

3. Ist es Ihnen möglich, das wiederholte Eingeben von Daten oder Texten zu vereinfachen?

ja nein Frage trifft nicht zu

wenn "nein":

In welcher Situation würden Sie sich wünschen, dass Sie nicht so oft dasselbe eingeben müssten?

Ich empfinde dies als sehr störend

Der vollständige ErgoNorm-Fragbogen befindet sich in (DAkkS, 2010) ab Seite 170.

7.2.3 ISOMetrics

Der **ISOMetrics**-Fragebogen ist ebenfalls ein Verfahren zur Evaluation von interaktiven IT-Systemen auf Basis der ISO 9241-110. Er operationalisiert also (wie der ErgoNorm-Fragebogen) die Empfehlungen zu den sieben Grundsätzen der ISO 9241-110 (siehe Abschnitt 2.2.4.1).

Der Fragebogen wurde an der Universität Osnabrück entwickelt (<http://www.isometrics.uni-osnabrueck.de>) und steht in zwei Versionen zur Verfügung: Eine Kurzversion für den Einsatz während des Gestaltungsprozesses eines interaktiven IT-Systems (**ISOMetrics S**) und eine Langversion für die Bewertung eines fertigen derartigen Systems (**ISOMetrics L**). Die Langversion besteht aus 75 Fragen, die anhand einer fünfstufigen Skala beantwortet werden.

Beispielfrage aus dem ISOMetrics L-Fragebogen:

		stimmt nicht	stimmt wenig	stimmt mittelmäßig	stimmt ziemlich	stimmt sehr	keine Angabe
A.1	Die Software zwingt mich, überflüssige Arbeitsschritte durchzuführen						

	nicht wichtig	wenig wichtig	mittelmäßig wichtig	ziemlich wichtig	sehr wichtig	keine Angabe
Wie wichtig ist Ihnen der Aspekt für Ihren Gesamteindruck von dieser Software?						

Neben der Antwort auf eine Frage wird demnach auch die Bedeutsamkeit jeder Frage abgefragt. Diese Abfrage findet bei der Kurzversion nicht statt. Außerdem beinhaltet sie weniger Fragen.

Die Auswertung einer ISOMetrics-Befragung liefert eine detaillierte Auflistung von Usability-Problemen, die mit Hilfe einfacher Kategorisierungen priorisiert werden können. Die Kurzversion des Fragebogens kann in ca. 30 bis 60 Minuten bearbeitet werden. Für die Langversion muss mit wenigstens zwei Stunden gerechnet werden. Zur Auswertung des Fragebogens steht ein Werkzeug zur Verfügung.

Die kommerzielle Nutzung des Fragebogens ist kostenpflichtig.

7.2.4 ISONORM 9241-110

Der **ISONORM 9241-110**-Fragebogen prüft ebenso, inwieweit ein interaktives IT-System die in der gleichnamigen Norm formulierten Empfehlungen zu den sieben Grundsätzen erfüllt. Der Fragebogen besteht in der Langversion aus 35 Fragen und in der Kurzversion aus 21 Fragen, die jeweils anhand einer 7-stufigen Skala von sehr negativ (---) bis sehr positiv (+++) beantwortet werden.

ISONORM 9241-110 Fragebogen (Auszug):

Das interaktive IT-System ...

	---	--	-	-/+	+	++	+++
bietet nicht alle Funktionen, um die anfallenden Aufgaben effizient zu bewältigen.	<input type="radio"/>						
erfordert überflüssige Eingaben.	<input type="radio"/>						
ist schlecht auf die Anforderungen der Arbeit zugeschnitten.	<input type="radio"/>						

Das Ausfüllen des Fragebogens dauert bei der Langversion ca. 15 Minuten. Zur Auswertung wird eine Mittelwertberechnung angewendet. Es ergeben sich dann Hinweise, in welchen Bereichen Schwachpunkte wahrgenommen wurden. Lösungsansätze zur Beseitigung der Probleme werden allerdings nicht angeboten.

Der Fragebogen steht kostenlos unter <http://projekt.kke.tu-berlin.de/methode-isonorm-9241110-fragebogen> zur Verfügung und kann sowohl papiergestützt als auch online eingesetzt werden.

ErgoNorm, IsoMetrics und ISONORM 9241-110 sind Instrumente zur Prüfung eines interaktiven IT-Systems auf Erfüllung der Empfehlungen zu den Grundsätzen Aufgabenangemessenheit, Selbstbeschreibungsfähigkeit, Steuerbarkeit, Erwartungskonformität, Fehlertoleranz, Individualisierbarkeit und Lernförderlichkeit der ISO 9241-110.

7.2.5 PANAS

Der Fragebogen **PANAS** (**Positive And Negative Affect Schedule**)⁸⁰ ist ein Instrument zur Erfassung der Affektlage bei der Nutzung eines interaktiven IT-Systems. Dabei werden die Ausmaße von positiven und von negativen Affekten getrennt erfasst.

Ein Affekt ist in diesem Zusammenhang als ein intensiv erlebtes Gefühl zu verstehen. Typische Affekte sind z. B. Zorn, Hass und Freude. Befragte geben bei PANAS auf Basis von vorgegebenen Adjektiven an, wie sie sich während der Nutzung des interaktiven IT-Systems gefühlt haben.

PANAS ist ein Instrument zur Erfassung der Affektivität eines interaktiven IT-Systems.

Fragebogen PANAS (Langversion auf Deutsch):

Wie haben Sie sich während der Nutzung des interaktiven IT-Systems gefühlt?

	gar nicht	ein bisschen	einigermaßen	erheblich	äußerst
angeregt	<input type="checkbox"/>				
ängstlich	<input type="checkbox"/>				
wach	<input type="checkbox"/>				
freudig erregt	<input type="checkbox"/>				
verärgert	<input type="checkbox"/>				
begeistert	<input type="checkbox"/>				
erschrocken	<input type="checkbox"/>				
bekümmert	<input type="checkbox"/>				
entschlossen	<input type="checkbox"/>				
nervös	<input type="checkbox"/>				
aktiv	<input type="checkbox"/>				
interessiert	<input type="checkbox"/>				
schuldig	<input type="checkbox"/>				
aufmerksam	<input type="checkbox"/>				
feindselig	<input type="checkbox"/>				
stolz	<input type="checkbox"/>				
gereizt	<input type="checkbox"/>				
beschämt	<input type="checkbox"/>				
durcheinander	<input type="checkbox"/>				
stark	<input type="checkbox"/>				

⁸⁰ Watson, D., Clark, L. A. & Tellegen, A. (1988). Development and validation of brief measures of Positive and Negative Affect: The PANAS scales. Journal of Personality and Social Psychology, 54, 1063-1070.

Bei der Auswertung werden die Antworten zu den positiven und den negativen Affekten mit den Zahlen 1 (gar nicht) bis 5 (äußerst) gewichtet und anschließend gemittelt.

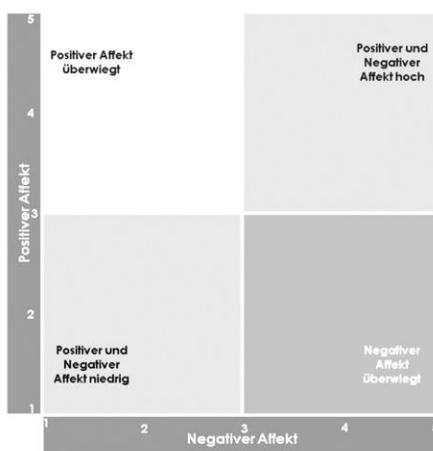
Dabei verweisen folgende Adjektive auf negative Affekte:

- ängstlich
- bekümmert
- beschämt
- durcheinander
- erschrocken
- feindselig
- gereizt
- nervös
- schuldig
- verärgert

Positive Affekte sind dementsprechend den folgenden Adjektiven zugeordnet:

- aktiv
- angeregt
- aufmerksam
- begeistert
- entschlossen
- freudig erregt
- interessiert
- stark
- stolz
- wach

Insgesamt lässt sich dann die Bewertung eines interaktiven IT-Systems im folgenden Koordinatensystem positionieren:



Bei der Kurzversion von PANAS werden statt zwanzig lediglich folgende zehn Adjektive verwendet:

- angeregt

- ängstlich
- begeistert
- bekümmert
- entschlossen
- erschrocken
- freudig erregt
- nervös
- verärgert
- wach

7.2.6 QUIS

QUIS (Questionnaire for User Interface Satisfaction) erfasst ausschließlich die subjektive Zufriedenheit der Nutzer bei der Interaktion mit einem IT-System.

Die Kurzversion beinhaltet **41**, die Langversion **122** Fragen, die jeweils aus bipolaren Adjektivpaaren bestehen, die anhand einer neunstufigen Skala vom Befragten bewertet werden.

Der Umfang der Fragen kann angepasst werden, indem Gruppen von Fragen weggelassen werden.

Die Nutzung des Fragebogens muss kostenpflichtig lizenziert werden.

Der Fragebogen und die Auswertungshilfen werden von einer interdisziplinären Forschergruppe der Universität Maryland ständig weiterentwickelt.

Die aktuelle Version des Fragebogens hat die Versionsnummer 7.0 und ist in fünf Sprachen, darunter auch Deutsch, erhältlich. Es ist ein Online-Tool für die Auswertung von Befragungen verfügbar.

Fragebogen QUIS (Auszug aus der Langversion auf Englisch):

OVERALL REACTIONS TO THE SYSTEM

terrible	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	wonderful
difficult	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	easy
...		

SCREEN

Characters on the computer screen are		
hard to read	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	easy to read
Highlighting on the screen simplifies task		
not at all	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	very much
...		

TERMINOLOGY AND SYSTEM INFORMATION

Use of terms throughout system		
inconsistent	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	consistent
Computer terminology is related to the task you are doing		
never	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	always
...		

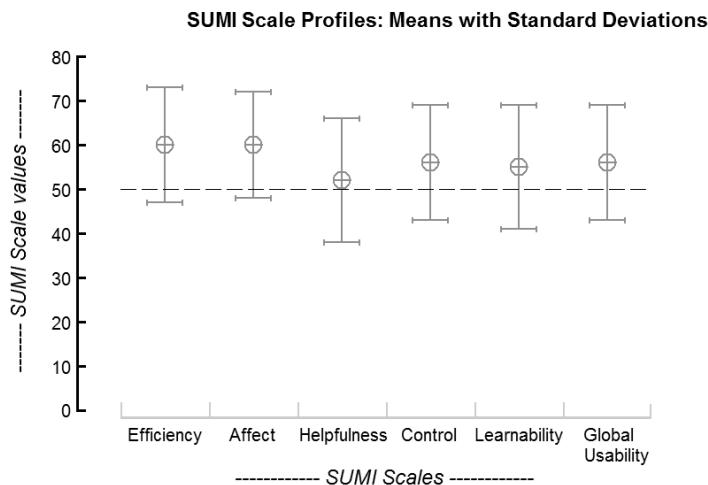
7.2.7 SUMI

Der **SUMI (Software Usability Measurement Inventory)**-Fragebogen zielt darauf ab, die Eindrücke, die Gefühle und die Zufriedenheit der Benutzer im Umgang mit einem interaktiven IT-System zu ermitteln. Er enthält **50** Fragen, die in die **5** Gruppen **Emotion** (englisch: **Affect**), **Effizienz** (englisch: **Efficiency**), **Erlernbarkeit** (englisch: **Learnability**), **Hilfsbereitschaft** (englisch: **Helpfulness**) und **Kontrolle** (englisch: **Control**) aufgeteilt sind. Der Benutzer wählt bei der Beantwortung, ob er einer Aussage zustimmt, nicht zustimmt oder unentschlossen ist. Die Auswertung liefert einen globalen Wert, welcher die Gebrauchstauglichkeit widerspiegelt. Zur Anwendung der Methode wird eine Mindestanzahl von **10** Teilnehmern empfohlen. Das Ausfüllen des Fragebogens dauert ca. **15** Minuten. Die Verwendung ist kostenpflichtig. Der offizielle Link ist <http://sumi.uxp.ie>, von dem auch die beiden nachfolgenden Auszüge stammen.

Fragebogen SUMI (Auszug aus der englischen Version):

<i>Statements 1 - 10 of 50.</i>	Agree	Undecided	Disagree
This software responds too slowly to inputs.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
I would recommend this software to my colleagues.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
The instructions and prompts are helpful.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
This software has at some time stopped unexpectedly.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Learning to operate this software initially is full of problems.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
I sometimes don't know what to do next with this software.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
I enjoy the time I spend using this software.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
I find that the help information given by this software is not very useful.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
If this software stops it is not easy to restart it.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
It takes too long to learn the software functions.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

SUMI-Auswertung (Auszug aus der englischen Fassung):



7.2.8 SUS

Die **System Usability Scale (SUS)** misst die Wahrnehmung der Einfachheit der Bedienung eines interaktiven IT-Systems und hat zwei große Vorteile: Es gibt nur **10 Fragen**⁸¹, die jeweils mittels einer fünfstufigen Skala bewertet werden, und die Fragen sind halbwegs natürlischsprachlich:

Fragebogen SUS (deutsche Version):

1. Ich denke, dass ich das System gerne häufig benutzen würde.
2. Ich fand das System unnötig komplex.
3. Ich fand das System einfach zu benutzen.
4. Ich glaube, ich würde die Hilfe einer technisch versierten Person benötigen, um das System benutzen zu können.
5. Ich fand, die verschiedenen Funktionen in diesem System waren gut integriert.
6. Ich denke, das System enthielt zu viele Inkonsistenzen.
7. Ich kann mir vorstellen, dass die meisten Menschen den Umgang mit diesem System sehr schnell lernen.
8. Ich fand das System sehr umständlich zu nutzen.
9. Ich fühlte mich bei der Benutzung des Systems sehr sicher.
10. Ich musste eine Menge Dinge lernen, bevor ich mit dem System arbeiten konnte.

Die Bewertungsskala ist für jede Frage gleich:

⁸¹ Der Autor J. Brooke nannte den Fragebogen auch deswegen „a quick and dirty usability scale“.

Stimme überhaupt nicht zu 1	2	3	4	Stimme voll zu 5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Die Auswertung einer SUS-Befragung ist einfach: Sie erzeugt einen Gesamt-Score zwischen 0 und 100, wobei 100 das beste Ergebnis ist. Weil Ankreuztendenzen vorgebeugt werden soll, sind die Fragen allerdings mit alternierender Polarität formuliert, was bei der Auswertung berücksichtigt werden muss:

$$Gesamt - Score = 2,5 * \sum_{n=1}^5 [(Score(2 * n - 1) - 1) + (5 - Score(2 * n))]$$

Dabei ist $Score(j)$ der numerische Wert 1 bis 5 der Antwort auf Frage j.

Ein SUS Gesamt-Score unterhalb von 50 gilt als nicht akzeptabel, Werte im Bereich 80 bis 90 sind als gut, Werte von 90 bis 100 als sehr gut zu bewerten.

Die SUS, die ursprünglich bei der DIGITAL EQUIPMENT CORPORATION entwickelt wurde, kann kostenfrei eingesetzt werden. Gemäß einer Studie⁸² liefert SUS übrigens schon reliable Ergebnisse bei **8 bis 10** Befragten.

⁸² Tullis, Thomas S., and Stetson, Jacqueline N. (2004) A Comparison of Questionnaires for Assessing Website Usability, Usability Professionals Association (UPA) 2004 Conference, Minneapolis, MN, June 7-11, 2004.

7.2.9 UMX-Lite

Es gibt einen auf der SUS und der ISO 9241-110 basierenden Fragebogen mit nur vier Fragen, namens **UMUX (Usability Metric for User Experience)**. Dieser wurde mittlerweile auf lediglich zwei Fragen verkürzt und so der **UMUX-Lite**-Fragebogen geschaffen.

Die deutsche Version des Fragebogens ist gemäß (UXQB e.V., 2018):

Fragebogen UMX-Lite (deutsche Version):

	stimme gar nicht zu	stimme nicht zu	stimme eher nicht zu	neutral	stimme eher zu	stimme zu	stimme voll zu
Die Fähigkeiten dieses Systems entsprechen meinen Anforderungen.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
Dieses System ist einfach zu benutzen.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦

Die beiden Fragen werden demnach anhand einer siebenstufigen Skala (bewertet von 1 „stimme gar nicht zu“ bis 7 „stimme voll zu“) beantwortet.

Angeblich soll UMX-Lite gut die Weiterempfehlungsbereitschaft eines Benutzers messen und erstaunlich hoch mit den Ergebnissen des SUS-Fragebogens korrelieren⁸³.

7.2.10 UEQ

Der **User Experience Questionnaire (UEQ)** wurde 2006 im Umfeld der SAP AG entwickelt und ist seitdem ein weit verbreiteter Fragebogen zur Messung der Usability und der User Experience interaktiver IT-Systeme.

Der Fragebogen erlaubt eine schnelle und einfache Erfassung subjektiv wahrgenommener Qualitätsausprägungen und steht mittlerweile zur kostenlosen Verwendung in 19 Sprachen zur Verfügung (<http://www.ueq-online.org>).

Der UEQ verwendet in der Langversion semantische Differentiale mit **26** bipolaren Adjektivpaaren, die anhand einer siebenstufigen Skala vom Befragten bewertet werden. Die 26 Adjektivpaare sind jeweils

⁸³ Die dabei verwendete Regressionsgleichung ist:

SUS Gesamt-Score = 0,65 * ((UMUX-Lite Frage1 + UMX-Lite Frage2 - 2) * (100/12)) + 22,9.

Siehe Lewis, J. R., Utesch, B. S., & Maher, D. E. (2013). UMX-LITE: when there's no time for the SUS. In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (S. 2099-2102). ACM.

einer der **6 Gruppen: Attraktivität, Durchschaubarkeit, Effizienz, Steuerbarkeit, Stimulation und Originalität** zugeordnet.

So kann man sich entscheiden, z.B. Attraktivität nicht abzufragen, indem man die entsprechenden Adjektivpaare aus dem Fragebogen entfernt.

Fragebogen UEQ auf Deutsch:

Um das interaktive IT-System zu bewerten, füllen Sie bitte den nachfolgenden Fragebogen aus. Er besteht aus Gegen- satzpaaren von Eigenschaften, die das System haben kann. Abstufungen zwischen den Gegensätzen sind durch Kreise dar- gestellt. Durch Ankreuzen eines dieser Kreise können Sie Ihre Zustimmung zu einem Begriff äußern, z.B.

attraktiv unattraktiv

Mit dieser Beurteilung sagen Sie aus, dass Sie das System eher attraktiv als unattraktiv einschätzen.

Entscheiden Sie möglichst spontan. Es ist wichtig, dass Sie nicht lange über die Begriffe nachdenken, damit Ihre un- mittelbare Einschätzung zum Tragen kommt.

Bitte kreuzen Sie immer eine Antwort an, auch wenn Sie bei der Einschätzung zu einem Begriffspaar unsicher sind oder finden, dass es nicht so gut zum System passt.

Es gibt keine „richtige“ oder „falsche“ Antwort. Ihre persön- liche Meinung zählt!

	1	2	3	4	5	6	7	
unbefreudigend	<input type="radio"/>	befreudigend						
unverständlich	<input type="radio"/>	verständlich						
kreativ	<input type="radio"/>	phantasielos						
leicht zu lernen	<input type="radio"/>	schwer zu lernen						
wertvoll	<input type="radio"/>	minderwertig						
langweilig	<input type="radio"/>	spannend						
uninteressant	<input type="radio"/>	interessant						
unberechenbar	<input type="radio"/>	voraussagbar						
schnell	<input type="radio"/>	langsam						
originell	<input type="radio"/>	konventionell						
behindernd	<input type="radio"/>	unterstützend						
gut	<input type="radio"/>	schlecht						
kompliziert	<input type="radio"/>	einfach						
abstoßend	<input type="radio"/>	anziehend						
herkömmlich	<input type="radio"/>	neuartig						
unangenehm	<input type="radio"/>	angenehm						
sicher	<input type="radio"/>	unsicher						
aktivierend	<input type="radio"/>	einschläfernd						
erwartungskonform	<input type="radio"/>	nicht erwartungskonform						
ineffizient	<input type="radio"/>	effizient						
übersichtlich	<input type="radio"/>	verwirrend						
unpragmatisch	<input type="radio"/>	pragmatisch						
aufgeräumt	<input type="radio"/>	überladen						
attraktiv	<input type="radio"/>	unattraktiv						
sympathisch	<input type="radio"/>	unsympathisch						
konservativ	<input type="radio"/>	innovativ						

Die Kurzversion des UEQ verwendet nur die folgenden acht Paare:

- behindernd - unterstützend
- kompliziert - einfach
- ineffizient - effizient
- verwirrend - übersichtlich
- langweilig - spannend
- uninteressant - interessant
- konventionell - originell
- herkömmlich - neuartig

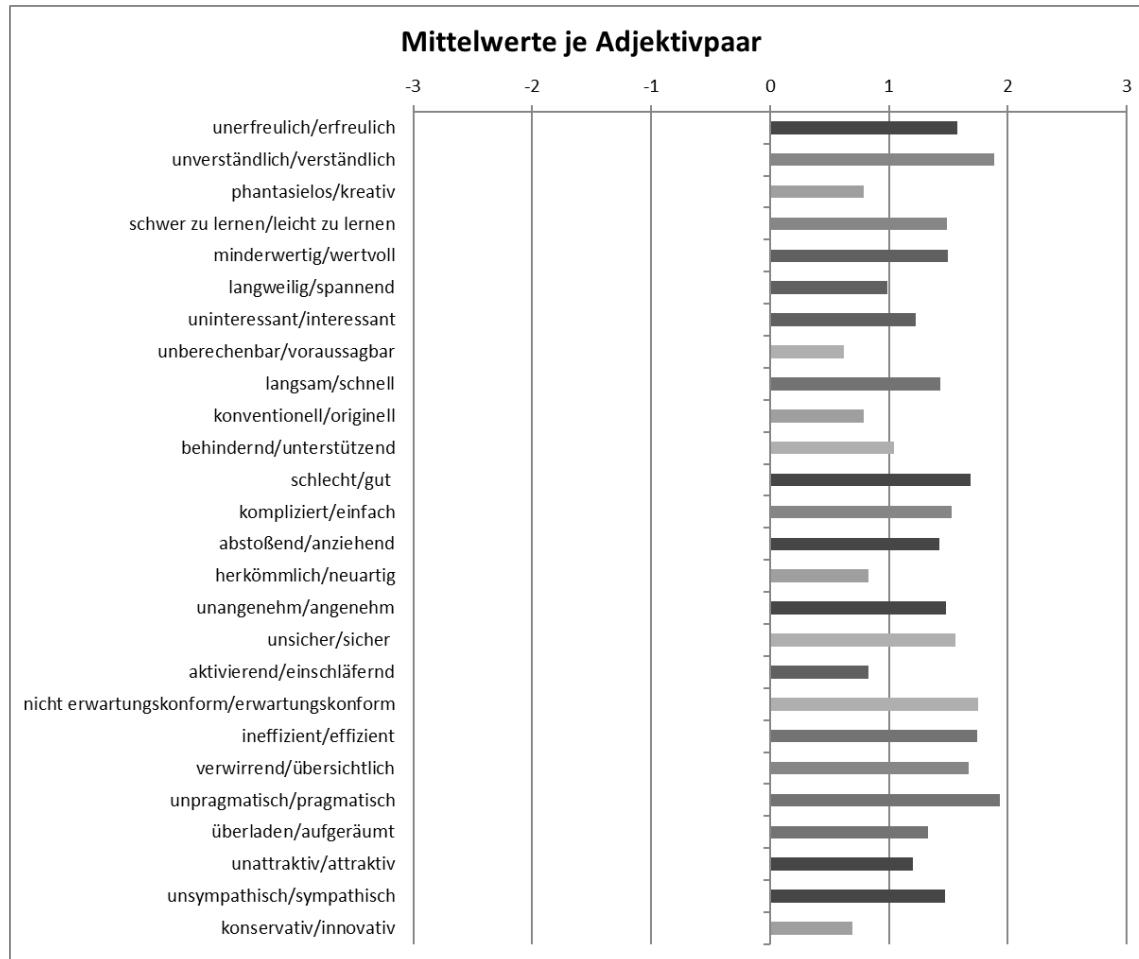
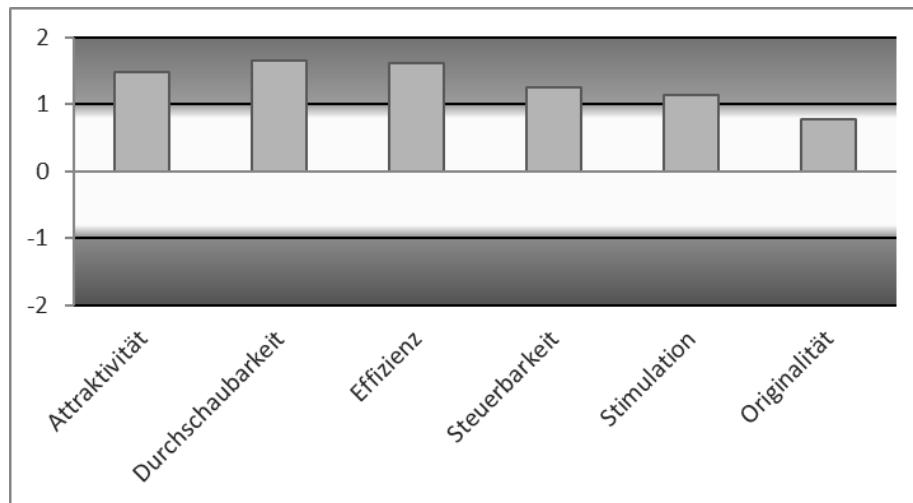
Die Zuordnung der 26 bipolaren Adjektivpaare zu den oben genannten 6 Gruppen zeigt folgende Tabelle:

Attraktivität	abstoßend	anziehend
	attraktiv	unattraktiv
	gut	schlecht
	sympathisch	unsympathisch
	unangenehm	angenehm
	unerfreulich	erfreulich
Durchschaubarkeit	kompliziert	einfach
	leicht zu lernen	schwer zu lernen
	übersichtlich	verwirrend
	unverständlich	verständlich
Effizienz	aufgeräumt	überladen
	ineffizient	effizient
	schnell	langsam
	unpragmatisch	pragmatisch
Originalität	herkömmlich	neuartig
	konservativ	innovativ
	kreativ	phantasielos
	originell	konventionell
Steuerbarkeit	behindernd	unterstützend
	erwartungskonform	nicht erwartungskonform
	sicher	unsicher
	unberechenbar	voraussagbar
Stimulation	aktivierend	einschläfernd
	langweilig	spannend
	uninteressant	interessant
	wertvoll	minderwertig

Dabei reflektieren Durchschaubarkeit, Effizienz und Steuerbarkeit Aspekte der pragmatischen Qualität während Stimulation und Originalität Aspekte der hedonischen Qualität eines interaktiven IT-Systems reflektieren (siehe Abschnitt 1.2). Attraktivität charakterisiert hingegen den Gesamteindruck, den das System beim Befragten hinterlassen hat.

Für die Auswertung stehen Excel-Spreadsheets unter dem genannten Link zur Verfügung.

Beispiele für UEQ-Auswertungen (Auszug):



Das Ausfüllen des UEQ-Fragebogens dauert in der Regel nicht länger als 3-5 Minuten.

7.2.11 WAMMI

Der Fragebogen **WAMMI (Website Analysis and Measurement Inventory)** ist auf die Bewertung von Webaufritten ausgerichtet und stellt eine Variante des SUMI-Fragebogens dar.

Er enthält 20 Fragen aus den fünf SUMI-Gruppen, wobei „affect“ allerdings durch „attractivity“ ersetzt wurde. Der auch auf Deutsch verfügbare Fragebogen lässt sich in den zu testenden Webauftritt eingliedern und kann dann direkt aus ihm gestartet werden.

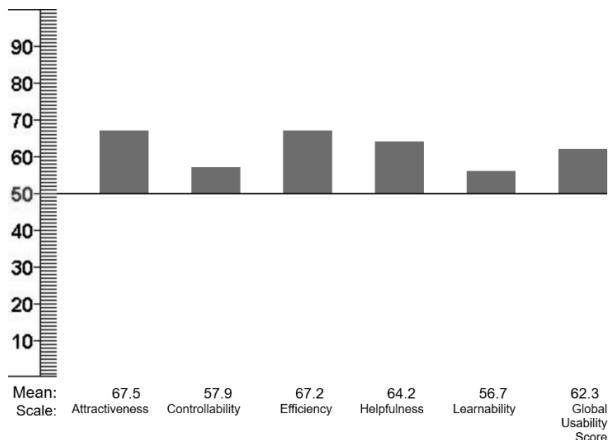
Zur Interpretation der Ergebnisse besteht die Möglichkeit, die sich ergebenden Kennwerte mit Werten aus einer Datenbank zu vergleichen.

Die Nutzung ist kostenpflichtig. Der offizielle Link ist
<http://www.wammi.com>.

Fragebogen WAMMI auf Englisch (Quelle:
<http://www.wammi.com/samples/index.html>):

Statements 1 - 10 of 20	Strongly Agree	Strongly Disagree
This website has much that is of interest to me.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	
It is difficult to move around this website.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	
I can quickly find what I want on this website.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	
This website seems logical to me.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	
This website needs more introductory explanations.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	
The pages on this website are very attractive.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	
I feel in control when I'm using this website.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	
This website is too slow.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	
This website helps me find what I am looking for.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	
Learning to find my way around this website is a problem.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	
Statements 11 - 20 of 20	Strongly Agree	Strongly Disagree
I don't like using this website.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	
I can easily contact the people I want to on this website.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	
I feel efficient when I'm using this website.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	
It is difficult to tell if this website has what I want.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	
Using this website for the first time is easy.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	
This website has some annoying features.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	
Remembering where I am on this website is difficult.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	
Using this website is a waste of time.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	
I get what I expect when I click on things on this website.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	
Everything on this website is easy to understand.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	

Beispielhafte WAMMI-Auswertung (Quelle:
<http://www.wammi.com/demo/graph.html>):



7.3 Heuristische Evaluation durch Experten

Bei der so genannten **Heuristischen Evaluation durch Experten** handelt es sich um eine Evaluation, bei der mit begrenztem Wissen über ein interaktives IT-System durch mutmaßende Schlussfolgerungen Aussagen zu Charakteristiken des Systems durch Experten getroffen werden. Richtig durchgeführt, erbringen heuristische Evaluationen häufig valide Ergebnisse. Es kann bei der Anwendung jedoch auch immer zu Fehleinschätzungen kommen.

Praktisch wird sie durchgeführt, indem eine geringe Zahl von Experten ein interaktives IT-Systems untersucht und überprüft, inwieweit dieses mit gewissen Heuristiken (siehe Abschnitt 2.2.1) übereinstimmt.

Jeder einzelne Experte untersucht dabei das interaktive IT-System alleine. Die Experten teilen ihre Ergebnisse erst einander mit, nachdem alle Untersuchungen abgeschlossen worden sind. Nur so kann eine unabhängige und unbeeinflusste Überprüfung stattfinden.

Üblicherweise findet eine heuristische Evaluation in zwei Durchgängen statt. Dabei verschaffen sich die Experten in einem ersten Durchgang zunächst einen Überblick über das zu untersuchende interaktive IT-System, während im zweiten Durchgang dann der Fokus auf spezielle Interaktionselemente gelegt wird. Dabei werden in beiden Fällen die Eigenschaften des interaktiven IT-Systems mit den zur Untersuchung herangezogenen Heuristiken verglichen und Verstöße gegen diese Qualitätsanforderungen protokolliert.

Die Prüfungen dauern in der Regel ein bis zwei Stunden. Dies ist aber von der Komplexität und der Funktionalität des interaktiven IT-Systems abhängig. Es gilt die Faustregel, zwischen drei und fünf Experten einzusetzen, die dann typisch ca. 60-70 % der Abweichungen von den Heuristiken finden. Der Einsatz von mehr Experten hat typisch keine große Auswirkung mehr, wie die nachfolgende Grafik veranschaulicht.

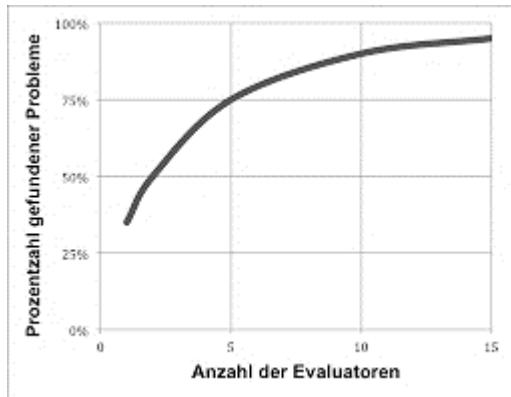


Abbildung 76: Empirische Erfolgskurve von heuristischen Expertenevaluierungen

Nach Abschluss der Prüfungen werden die Ergebnisse konsolidiert und allen Experten zur summarischen Bewertung vorgelegt.

Diese Bewertung der zusammengefassten Ergebnisse durch jeden Experten erfolgt üblicherweise anhand einer Skala, wie die nachfolgende, die von Jakob Nielsen vorgeschlagen wurde:

1. **Kein Problem** – Behebung ist nicht notwendig.
2. **Nur ein kosmetisches Problem** - Behebung erhält keine Priorität.
3. **Kleines Usability Problem** - Behebung erhält geringe Priorität.
4. **Großes Usability Problem** - Behebung erhält hohe Priorität.
5. **Usability Katastrophe** – Behebung muss erfolgen.

Schließlich werden dann die Ergebnisbewertungen aller Experten gemittelt. Derartige Mittelwerte informieren erfahrungsgemäß recht zuverlässig darüber, wie es um die Notwendigkeit von Anpassungen steht. Zum anderen können sie verwendet werden, um eine Prioritätenliste für erforderliche Änderungen aufzustellen.

Heuristische Evaluationen nutzen drei bis fünf (Usability-)Experten, die Gestaltungslösungen für ein interaktives IT-System begutachten und anhand von Heuristiken beurteilen.

Ein großer Vorteil der heuristischen Evaluation ist ihre Einfachheit und ihre schnelle Durchführbarkeit. Bereits mit einer geringen Anzahl von Experten kann innerhalb kurzer Zeit ein Großteil der potentiellen Usability-Probleme eines interaktiven IT-Systems ermittelt werden. Deshalb ist eine heuristische Evaluation vor allem während früher Stadien der Entwicklung (z.B. zur Bewertung von Gestaltungsalternativen) zu empfehlen.

7.4 Einsatz der Critical-Incident-Technik (CIT)

Die **Critical-incident-Technik** (englisch: **Critical Incident Technique (CIT)**) ist eine Methode für die Beurteilung der Effektivität von interaktiven IT-Systemen. Die Methode wurde maßgeblich von John C. Flanagan (1906–1996) entwickelt und ursprünglich für das Auswählen und Einteilen von Flugpersonal eingesetzt⁸⁴.

CIT ist eine spezielle Interviewtechnik, die Erfolgs- und Misserfolgsfaktoren für besonders effektives bzw. ineffektives Verhalten beim Lösen einer Aufgabe mittels eines interaktiven IT-Systems ermittelt.

Die Critical-incident-Technik (CIT) ist ein Instrument zur Erfassung der Effektivität eines interaktiven IT-Systems.

Grundidee der CIT ist, bestimmte Verhaltensweisen („kritische Ereignisse“) als besonders erfolgreich oder nicht erfolgreich im Hinblick auf ein bestimmtes Ziel zu klassifizieren. Dazu wird die Testperson aufgefordert, aus dem eigenen Erlebnisbereich über wichtige, „kritische Ereignisse“ in der Vergangenheit zu berichten.

Ein „kritisches Ereignis“ ist dabei jede Situation, die vom Alltäglichen abweicht und kritisch für die jeweilige Tätigkeit ist.

Mittels CIT werden also kritische Ereignisse aus vergangenen Tätigkeiten erfasst, um bedeutsame Verhaltensweisen zu identifizieren und neue Erkenntnisse für eine Verbesserung der Effektivität herzuleiten.

Das Verfahren ist gut geeignet, um ganz konkrete Handlungen und Abläufe zu erheben, sowie tatsächlich wichtige Ursachen, Kontextbedingungen und Wirkungen in ganz konkreten Situationen zu ermitteln. Es hilft oft, unentdeckte Zusammenhänge aufzuzeigen und damit eine Weiterentwicklung zu ermöglichen. Der wesentliche Vorteil der CIT ist vor allem, dass es sich bei den beschriebenen Situationen um reale Ereignisse und nicht um Meinungen oder unbedachte Äußerungen handelt.

Um eine erfolgreiche Durchführung zu gewährleisten, ist die Entwicklung der Fragen an die Testpersonen ausschlaggebend. Da die Methode versucht, die Situationen so konkret wie möglich zu erfassen, müssen Verhaltensbeschreibungen so präzise wie möglich erfragt werden. Nur dies ermöglicht, das Wissen von Benutzern zusammenzutragen und für weitere Entscheidungen nutzbar zu machen.

Beispiel CIT-Fragenkatalog:

1. Wie hat sich das Ereignis genau abgespielt?
2. Wer hat was getan?
3. Wann und wo hat sich dieses Ereignis zugetragen?

⁸⁴ Flanagan, J. C. (1954). The critical incident technique. Psychological Bulletin, 51, 327-358.

-
4. Was genau hat Sie besonders positiv/negativ berührt?
 5. Was hätten Sie anders erwartet?
 6. Welche Konsequenzen haben Sie aus diesem Vorfall gezogen oder werden Sie daraus ziehen?

Testpersonen werden also gezielt nach ihren Erfahrungen mit dem interaktiven IT-System befragt. Sich wiederholende Situationen, die besonders positiv/negativ eingeschätzt wurden, werden dann analysiert und Verhaltensweisen, die zum Erfolg oder Misserfolg führten, dokumentiert.

CIT ist daher geeignet, tatsächlich wirksame (positive und negative) Faktoren in ganz konkreten Situationen, die entscheidend für den Ausgang eines Ereignisses sind, zu ermitteln. Sie fördert damit eine effiziente Nutzung und/oder eine sinnvolle Weiterentwicklung der Effektivität eines interaktiven IT-Systems.

Beispiel CIT-Auswertung für „mobiles Navigationssystem“:

Kritisches Ereignis: Testpersonen, die sich mit einer hohen Zoom-Stufe innerhalb einer interaktiven Karte bei der Zielauswahl bewegten, verloren leicht die Orientierung, wo der gerade dargestellte Kartenausschnitt innerhalb der Gesamtkarte liegt. Sie bewerteten daher das Fehlen einer leicht abrufbaren Überblicks-Funktion, die eine schnelle Orientierung bietet, als sehr negativ.

Weiterentwicklungs vorschlag: Bei der Zielauswahl sollte eine Funktion angeboten werden, die nach dem Aufruf aus dem aktuellen Kartenausschnitt herauszoomt, in dieser Übersicht einen Moment verweilt und anschließend automatisch in die vorige Ansicht zurückzoomt. Die Funktion sollte per Knopfdruck aufrufbar sein und lange genug im Überblicks-Zustand verweilen, so dass sich der Benutzer orientieren kann.

7.5 Übungen

Aufgabe 7.1

Jede der folgenden Aussagen ist ein Ergebnis einer heuristischen Evaluation eines Virencanners durch einen Experten auf Basis der Heuristiken von Nielsen (siehe Abschnitt 2.2.1). Welche Aussage ist das beste Beispiel für die Anwendung der Heuristik „Übereinstimmung von System und Realität des Nutzers“?

1. Der Virencanner stürzt ab, wenn der Link „Kontaktinformation“ angeklickt wird.
2. Der Virencanner verwendet Begriffe wie „falsch-positiv“ und „Platzhalterzeichen in Dateinamen“, die für solche Benutzer schwer zu verstehen sind, die mit Computern nicht sehr vertraut sind.

3. Wenn der VirensScanner für ein Laufwerk einmal gestartet wurde, ist es nicht möglich, ihn wieder abzubrechen.
4. Es werden weder FAQs, noch ein Hilfesystem oder Benutzerhilfe angeboten.
5. Der Fortschrittsbalken für den VirensScanner ist informativ und leicht zu verstehen.
6. Während des Update der Virus-Datenbank zeigt der VirensScanner manchmal die Mitteilung „Etwas ist schiefgegangen“. Die Mitteilung sollte konstruktiver sein.

Aufgabe 7.2

Sie wurden gebeten, eine repräsentative Befragung zur Usability des Webauftritts einer Fluggesellschaft mit Hilfe eines standardisierten Fragebogens durchzuführen. Welche der folgenden Aussagen zur Anzahl benötigter Versuchspersonen ist korrekt?

1. Fünf Versuchspersonen werden benötigt.
2. Acht Versuchspersonen pro Benutzergruppe werden benötigt.
3. Etwa sechzig Versuchspersonen werden benötigt.
4. Mindestens einhundert Versuchspersonen werden benötigt.

Aufgabe 7.3

Es soll eine Evaluation des interaktiven IT-Systems „mobiles Navigationsgerät“ erfolgen. Die Evaluation soll mit Testpersonen ohne Vorkenntnisse des Systems und ohne bedeutsames Wissen zu den Themen Geographie und GPS durchgeführt werden. Das Anliegen der Evaluation ist es, festzustellen, ob nachfolgendes Prüfkriterium (siehe Abschnitt 5.2.2) bestanden wird:

Eingabe einer Route mit zwei Zwischenzielen. Das Endziel wird per Tastatur, die Zwischenziele werden auf Kartenausschnitten mit dem Zeigefinger festgelegt. Die Route wird zwei Mal zu unterschiedlichen Zeiten abgefahren.

Entwerfen Sie eine passende Testaufgabe für einen Feldtest, die dieses Prüfkriterium durch eine systematische Beobachtung abdeckt. Erstellen Sie zudem eine Liste von adäquaten Interviewfragen nach dem Feldtest (Post-Session Interview).

Aufgabe 7.4

Sie wurden gebeten, ein Usability-Labor auszustatten, aber Ihr Budget ist begrenzt. Welche zwei der folgenden Ausstattungen sind essentiell?

1. Getrennte Test- und Beobachtungsräume.
2. Einwegspiegel.
3. Möglichkeit der Video- und Audioübertragung vom Testraum zum Beobachtungsraum.
4. Warteraum für Testteilnehmer.
5. Beamer.
6. Eye-Tracker.

Aufgabe 7.5

Ein **Onlineshop** ist die (englische) Bezeichnung für den Warenvertrieb über die Website eines Händlers. Erstellen Sie jeweils zwei Ja-Nein-Fragen zu jedem der sieben Grundsätze der ISO 9241-110 (siehe Abschnitt 2.2.4.1), die auf die Besonderheiten eines Onlineshops ausgerichtet sind.

8 Lösungen der Übungen

8.1 Kapitel 1

Aufgabe 1.1

4 + 6

Aufgabe 1.2

ausgrenzend – einbeziehend
bringt mich den Leuten näher - trennt mich von Leuten
einfach – kompliziert
fachmännisch – laienhaft
harmlos – herausfordernd
innovativ - konservativ
isolierend – verbindend
lahm – fesselnd
menschlich – technisch
minderwertig – wertvoll
mutig – vorsichtig
neuartig – herkömmlich
originell – konventionell
phantasielos – kreativ
praktisch – unpraktisch
stilvoll – stillos
umständlich – direkt
verwirrend – übersichtlich
voraussagbar – unberechenbar
widerspenstig – handhabbar

Aufgabe 1.3

Zu den Faktoren, welche die Validität einer Befragung negativ beeinflussen können, gehört der so genannte **Ja-Sager-Effekt**, die Tendenz eines Befragten zur inhaltsunabhängigen Zustimmung, sowie die Tendenz zur Mitte oder zu Extremwerten. Ändert sich das Verhalten von Personen unter Beobachtung, ist vom **Beobachtereffekt** die Rede, der ebenfalls die Validität einer Befragung negativ beeinflusst. Ebenso verhält es sich mit dem **Pretest-Effekt**, der dann eintritt, wenn Befragte im Vorfeld Informationen zum Thema erhalten, die ihre späteren Aussagen beeinflussen. Einen wesentlichen Einfluss auf die Validität hat auch der **Rosenthal-Effekt**, unter dem die Anpassung des Befragten an die tatsächlichen oder vermuteten Erwartungen des Versuchsleiters zu verstehen ist, ebenso der artverwandte **Effekt der sozialen Erwünschtheit**.

Aufgabe 1.4

In modernen Betriebssystemen sind verschiedene Eingabehilfen implementiert. Unter der Bezeichnung „Erleichterte Bedienung“ oder „Bedienungshilfen“ sind aus der Systemsteuerung u.a. abrufbar:

- Bildschirmlupe für die Ausschnittvergrößerung.
- Bildschirmtastatur für die Texteingabe mit Zeigegeräten.
- Tastaturlkürzel (so genannte Shortcuts) und Umschalttasten für die einhändige Bedienung der Tastatur.
- Einstellung der Reaktionszeit der Maus.
- Kontrastmodus zur Definition eigener Farbschemata und Schriftgrößen.
- Screenreader.
- Sprachaus- und -eingabe.
- Steuerung der Maus mit der Tastatur.

Innovative Wege ging das **iPhone**, das erstmals die Sprachausgabe **VoiceOver** in das Betriebssystem integrierte. Die Verbindung von Touchscreen und Sprachausgabe ist für Blinde besonders einfach zu bedienen.

Screenreader sind Programme zur Computernutzung für Blinde und Sehbehinderte. Der Screenreader interpretiert den Bildschirminhalt und gibt die Informationen über Braillezeile, Sprachausgabe oder Großschrift aus. Der Screenreader stellt Informationen über die Funktion der Bedienelemente, die Bedeutung der grafischen Symbole, die aktuelle Eingabeposition und den Aufbau des gesamten Bildschirms zur Verfügung. Diese Information muss die Software allerdings auch liefern. Barrierefreie Software nutzt soweit möglich die Standardfunktionen des Betriebssystems und kommuniziert darüber hinaus über eine spezielle Accessibility-Schnittstelle mit dem Screenreader. In der Entwicklung von browserbasierten Anwendungen stellt die Konformität mit den Webstandards sicher, dass der Screenreader ausreichende Informationen erhält. Blinde steuern den Computer vorwiegend mit der Tastatur, da die Nutzung der Maus mit Screenreader zwar möglich, aber sehr umständlich ist. Der Screenreader hat eigene Shortcuts, die neben den Shortcuts der Anwendung zur Navigation auf dem Bildschirm genutzt werden.

8.2 Kapitel 2

Aufgabe 2.1

Es gilt: 1 Hz Frequenz = 299.792.458 m Wellenlänge.

1. 500 nm entspricht daher $600 \cdot 10^{12} \text{ Hz} = 600 \text{ THz}$
2. $1,4 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ entspricht $140 \text{ THz} = 2.143 \text{ nm}$

Aufgabe 2.2

1. Sie wird als gräuliches oder schwarzes Objekt wahrgenommen.
2. Eine Fensterscheibe ist nicht komplett lichtdurchlässig. Ein kleiner Teil des einfallenden Lichtes wird immer reflektiert. Ist es draußen dunkel, wird deutlich weniger Licht von draußen durch das Fenster gelassen, als von drinnen reflektiert wird. Tagsüber ist dies

genau umgekehrt. Das Licht, das von draußen durch das Fenster fällt, überlagert den kleinen Anteil des von drinnen reflektierten Lichtes, sodass man hinausschauen kann.

Aufgabe 2.3

1. Schwarz ist das Tripel (0,0,0). Weiß ist das Tripel (255,255,255).
2. R=G=B, also Tripel der Form (a,a,a).
3. (Spektrale) Helligkeitsempfindung = 0,26*Rot + 0,66*Grün + 0,08*Blau. Also Helligkeitsempfindung von (128,128,128) = 128 und Helligkeitsempfindung von (32,32,192) = 44,8. Demnach Verhältnis (Kontrast) von ca. 2,9.
4. Mit 256 Abstufungen können $256 - 2 = 254$ verschiedene Grautöne erzeugt werden. Der Mensch kann nur etwa 250 Grautöne unterscheiden, mehr würde also nicht helfen.

Aufgabe 2.4

Optimal sind 30° Schinkel vertikal und horizontal (siehe Abbildung 41). Also wenn h = Bildschirmbreite, so muss $(h/2):\tan(15^\circ)$ Schinkel $\leq d$ also $1,87 * h \leq d$ sein.

Aufgabe 2.5

1. $86 \text{ dB(A)} - 60 \text{ dB(A)} = 26 \text{ dB(A)} = 20 + 6 \text{ dB(A)}$ entspricht Faktor $10 * 2 = 20$.
2. $12 \text{ db(A)} = -6 - 6 \text{ db(A)}$ entspricht Faktor $\frac{1}{2} * \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$.
3. Doppelt so hoch, da Differenz 6 db(A).

Aufgabe 2.6

1. Die Schallgeschwindigkeit bei 20°C ist 343 m/s. Für 500 m braucht der Schall also etwa $500/343 = 1,458$ Sekunden.
2. Verwendet man in der Formel stattdessen die Lichtgeschwindigkeit braucht der Lichttreiz etwa $1,7 * 10^{-6}$ Sekunden.

Aufgabe 2.7

Korrektur durch Gesetz der Gleichheit:

Gerät	Jahr	Auflösung horizontal x vertikal x Farben
Apple II	1977	280 x 192 x 6
Commodore VC 20	1981	184 x 176 x 1
IBM CGA	1981	320 x 200 x 4 (aus 16) 640 x 200 x 2 (aus 16)
Commodore CBM 4064	1982	320 x 200 x 1
Commodore C 64	1982	320 x 200 x 1 160 x 200 x 4
Hercules (für IBM-PC)	1982	729 x 348 x 1
Apple IIe	1983	360 x 192 x 8
Apple Lisa	1984	720 x 360 x 1
Apple Macintosh	1984	512 x 342 x 1
IBM EGA	1984	640 x 350 x 16 (aus 64) 640 x 200 x 16 (CGA-Farben)
Commodore C 128	1985	640 x 200 x 1 160 x 200 x 16
Atari ST	1985	640 x 400 x 1 640 x 200 x 4 320 x 200 x 16
IBM PGA	1985	640 x 480 x 256
Apple IIgs	1986	640 x 200 x 1 320 x 200 x 8
Commodore Amiga 1000	1986	640 x 256 x 16 640 x 512 x 16 (aus 4096)
IBM VGA	1987	640 x 480 x 16 (aus 64)

Aufgabe 2.8

1. **Erwartungskonformität:** Die „Suchen“-Funktion und die „Suchen und Ersetzen“-Funktion sind gleich aufgebaut.
2. **Steuerbarkeit:** Bei der „Suchen und Ersetzen“-Funktion kann der Benutzer jedes Ersetzen einzeln bestätigen oder er kann automatisiert alle auf einmal ersetzen.
3. **Selbstbeschreibungsfähigkeit:** Bei der Rechtschreibprüfung werden die falschen Wörter mit einer roten Wellenlinie und am rechten Rand des Dokuments mit einem Strich markiert.
4. **Individualisierbarkeit:** Die zuletzt geöffneten Dateien werden im Menü geordnet angezeigt, damit der Benutzer schnell auf seine zuletzt bearbeiteten Dateien zugreifen kann. Dabei ist die Anzahl der angezeigten Dateien einstellbar.
5. **Fehlertoleranz:** Der Benutzer hat ein falsches Wort ersetzt. Er kann den ganzen Ersetzungsvorgang durch eine UNDO-Funktion rückgängig machen.

8.3 Kapitel 3

Aufgabe 3.1

Die Zeichenhöhe muss zwischen 22 und 31 Bogenminuten Sehwinkel bei senkrechter Blickrichtung liegen. Also:

- 500 mm: 3,2 bis 4,5 mm
- 600 mm: 3,9 bis 5,5 mm
- 700 mm: 4,5 bis 6,4 mm
- 800 mm: 5,2 bis 7,3 mm

Aufgabe 3.2

- a. # FF 00 00
00 FF 00
00 00 FF
- b. #FF00DD
- c.
 - 1) Gültig
 - 2) Gültig
 - 3) Gültig
 - 4) Gültig
 - 5) Gültig
 - 6) Gültig
 - 7) Gültig
 - 8) Ungültig
 - 9) Gültig
 - 10) Gültig
- d. #FF7C80 #66CCFF #FFFF99 #66FF99 #FF66FF #FFCC66
- e.

```
<h4 style="color:#FF0000; background-color:#FFFF99;">&Uuml;berschrift 4. Ordnung</h4>
```
- f. #555555 ist heller
- g. #883333 ist wärmer, da sie einen höheren Rot- und einen geringeren Blauanteil hat.
- h. #556655 ist kräftiger, da jeder Farbanteil eine höhere Sättigung aufweist.

Aufgabe 3.3

Spalten bilden; Elemente ausrichten; Zusammengehörige Elemente gruppieren; Gruppen voneinander absetzen, benennen und umrahmen:

Reservierungsanfrage

Angaben zur Person

Vorname	<input type="text"/>	Straße und Hausnummer	<input type="text"/>
Nachname	<input type="text"/>	Postleitzahl	<input type="text"/>
E-Mail (optional)	<input type="text"/>	Stadt	<input type="text"/>
Telefonnummer	<input type="text"/>		

Angaben zur Reise

Anreisetag	<input type="text" value="TT.MM.JJJJ"/>	Zimmerwunsch	<input type="text" value="Einzelzimmer"/>
Abreisetag	<input type="text" value="TT.MM.JJJJ"/>		
Anzahl Personen (1-5)	<input type="text" value="1"/>	Einrichtungen, die für Sie und Ihre Begleiter interessant sind	
Waren Sie schon einmal bei uns?	<input type="radio"/> Ja <input type="radio"/> Nein	<input type="checkbox"/>	Zimmerservice
		<input type="checkbox"/>	Schwimmbad
		<input type="checkbox"/>	Spa
		<input type="checkbox"/>	Fitnessraum
		<input type="checkbox"/>	WLAN

8.4 Kapitel 4

Aufgabe 4.1

Die Entwicklung eines einheitlichen Nutzungskonzepts setzt voraus, dass u.a. die nachstehenden Punkte im moderierten Kon sensfindungsprozess der Fokusgruppe geklärt werden:

- Welche Informationen sollten Nutzern verfügbar sein? (Fahrzeug, Karten, Verkehrslage, Treibstoffpreise, Blitzer, Wetter, Parkdaten, ...)
- Wie sollen Nutzer bei der Beschaffung von Informationen mitwirken müssen/können?
- Wie sollen Informationen dargestellt werden? (Text, 2D, 3D, Sprache, Töne, ...)
- Welche Funktionen sollten Nutzern zur Verfügung stehen?
- Wie sollen Funktionen strukturiert werden, um entsprechend leicht für das Eingeben von Daten, das Darstellen von Information und für das Suchen von Information genutzt werden zu können?
- Sollen die für eine Notfallsituation (Unfall, Panne, ...) besonders wichtigen Informationen gesondert angezeigt werden?
- Wie kann ein Missbrauch von Informationen verhindert werden?

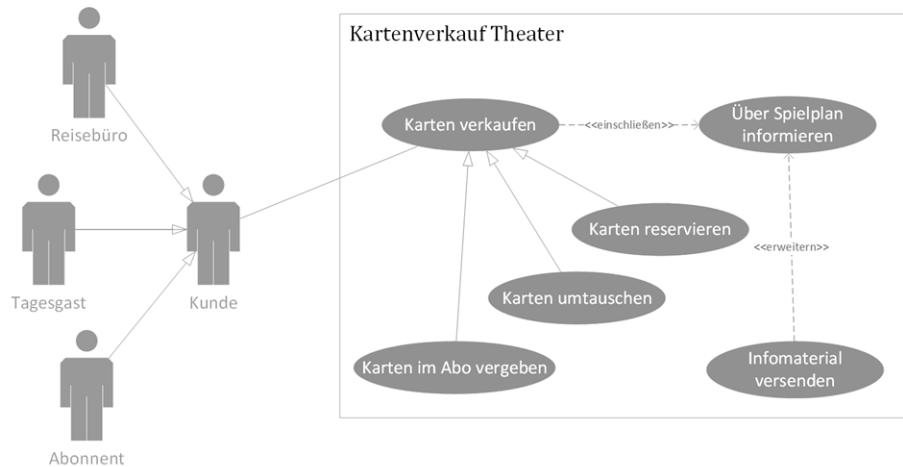
Aufgabe 4.2

- Verschieben Sie die Karte und vergrößern Sie den Kartenausschnitt, bis das gewünschte Ziel angezeigt wird.
- Wenn Sie das gewünschte Ziel auf der Karte gefunden haben, wählen Sie es aus, indem Sie es ca. eine Sekunde lang auf dem Display

gedrückt halten. Ein Pop-up-Menü zeigt die nächstgelegene Adresse an.

- Zum Planen einer Route zu diesem Ziel wählen Sie diese Adresse aus, indem Sie sie ca. eine Sekunde lang auf dem Display gedrückt halten.

Aufgabe 4.3



Aufgabe 4.4

- Gerät kaufen
- Gerät auf den neuesten Stand bringen
- Gerät im Fahrzeug installieren und positionieren
- Gerät einschalten und konfigurieren (Lautstärke, ...)
- Zielort eingeben
- Route berechnen lassen
- Zum Zielort navigieren
- Gerät ausschalten
- Gerät deinstallieren

8.5 Kapitel 5

Aufgabe 5.1

Security = Angriffssicherheit = Schutz des Smartphones vor der Umgebung

Beispiele: Stoßfestigkeit, Kratzfestigkeit, Wasserdichtheit, ...

Safety = Betriebssicherheit = Schutz der Umgebung vor Smartphone

Beispiele: Brandgefahr wegen Überhitzung, Strahlung (EMV), ...

Aufgabe 5.2

- Der papierhafte Posteingang wird unter Beachtung der Vollständigkeit (kein Verlust von eingegangenen Sendungen, keine

ungeprüfte Vernichtung) vom zuständigen Mitarbeiter geöffnet, gesichtet und nach den unternehmensinternen Vorgaben [mit einem Posteingangsstempel versehen,] vorsortiert und an einem genau bezeichneten und gegen unbefugten Zugriff gesicherten Ort abgelegt.

- Alle für eine Digitalisierung identifizierten Belege werden durch den digitalisierenden Mitarbeiter geprüft, ob eine Verarbeitung durch das Digitalisierungsgerät technisch möglich ist und ein originalgetreues Abbild erzeugt werden kann. Es wird im Einzelnen geprüft, ob für einen erfolgreichen Scavorgang Maßnahmen am Dokument erforderlich sind. Als solche kommen beispielhaft in Frage:
 - Klammerungen lösen
 - Sortierung zur Sicherstellung der Reihenfolge
 - Einlegen von Trennblättern
 - Entfernen von Notiz-Klebezetteln
- Der Beginn des Digitalisierungsvorgangs besteht im Auflegen auf das Digitalisierungsgerät bzw. im Einlegen in den Einzug durch den zuständigen Mitarbeiter.
- Der Digitalisierungsvorgang endet mit der Ausgabe des digitalen Mediums und der Speicherung auf dem Export-Datenpfad.
- Vor der Digitalisierung prüft der zuständige Mitarbeiter, ob alle erforderlichen Hard- und Softwarekomponenten betriebsbereit sind und die vorgegebenen Grundeinstellungen am Digitalisierungsgerät eingestellt sind.
- Nach dem Scavorgang werden die Papieroriginale vollständig und in unveränderter Ordnung zum Zwecke der Kontrolle und der weiteren Behandlung an einem genau bezeichneten und gegen unbefugten Zugriff gesicherten Ort abgelegt.
- Der zuständige Mitarbeiter stellt unmittelbar im Anschluss an die Digitalisierung sicher, dass jeder Papierbeleg genau einmal ge-scant wurde. Dies ist insbesondere bei mehrseitigen Originaldokumenten von Bedeutung, wobei auch auf die fortlaufende Nummerierung der Seiten geachtet wird. Fehlende digitale Dokumente werden erneut der Digitalisierung zugeführt, Mehrfachdigitalisierungen werden bis auf eine Ausfertigung gelöscht.
- Der zuständige Mitarbeiter überprüft zudem auf bildlich und inhaltlich korrekte Übertragung des Inhalts des papierbasierten zum digitalen Dokument, um einen Informationsverlust oder Informationsveränderungen vorzubeugen (Lesbarkeits- und Plausibilitätskontrolle). Fehlerhafte digitale Dokumente werden erneut der Digitalisierung zugeführt, Mehrfachdigitalisierungen werden bis auf eine Ausfertigung gelöscht.
- Werden im Rahmen des Digitalisierungsvorgangs die digitalisierten Dokumente per Optical-Character-Recognition-Verfahren (OCR-Verfahren) um Volltextinformationen angereichert (zum Beispiel volltextrecherchierbare PDF-Dokumente), so erfolgt eine stichprobenartige Verifikation der Volltexterkennung auf Vollständigkeit und Richtigkeit.

Aufgabe 5.3

Wenn ein Produkt die Schutzart IP54 aufweist, verfügt es über einen vollständigen Berührungsschutz, wobei Staub in geringer Menge eindringen kann. Zudem ist es vor allseitigem Spritzwasser geschützt.

Ein Produkt mit der Schutzart IP65 verfügt über einen vollständigen Berührungsschutz. Staub kann nicht eindringen und es ist gegen Strahlwasser aus beliebiger Richtung geschützt. Dies ist besonders wichtig, wenn z.B. bewegliche Teile wie Motoren oder Getriebe geschützt werden müssen.

Aufgabe 5.4

Nutzungskontext

- Benutzer
 - Unterschiedliche Vorerfahrungen \Rightarrow Nur geringe Erfahrungen zu erwarten.
 - Anwendung richtet sich an Erwachsene aller Altersstufen und an Jugendliche, Kinder können aber vorkommen \Rightarrow Intuitive und simple Benutzeroberfläche erforderlich.
 - Größtenteils deutschsprachig \Rightarrow Keine Mehrsprachigkeit erforderlich.
 - Behinderungen möglich (Rollstuhlfahrer, Sehbehinderte) \Rightarrow Höhenverstellbarkeit und Sprachausgabe erforderlich.
- Aufgaben
 - Kartenvorbestellung \Rightarrow Alphanumerische Eingaben erforderlich.
 - Darstellung von Spielplan und Sitzplätzen durch Text und einfache Grafik möglich \Rightarrow Selektive Positioniereingaben erforderlich.
 - Ausdruck von Informationen über Vorbestellungen sinnvoll \Rightarrow Drucker wünschenswert.
- Ausrüstung
 - Steckdose.
 - LAN-Steckdose (RJ45).
 - WLAN.
- Umgebung
 - Im Theaterfoyer \Rightarrow Keine besonderen klimatischen Anforderungen.
 - Konstante und gute Lichtverhältnisse \Rightarrow Keine besonderen Anforderungen an visuelle Ausgaben.
 - Starke soziale Kontrolle und Kontrolle durch Personal \Rightarrow Keine besonderen Anforderungen an Vandalismusresistenz, aber Diebstahlgefahr von Kleinteilen.
 - Gehobenes Ambiente \Rightarrow Geräte sollten gediegen und solide wirken.
 - Viele Benutzerinnen und Benutzer \Rightarrow Geräte müssen robust und wartungsarm sein.
 - Leichte Verschmutzung aufgrund von Getränke- und Essensverzehr möglich \Rightarrow Geräte müssen IP44 erfüllen.

Grundsätzlich für die Konfiguration geeignet sind:

- Alle Bildschirme mit einfachen Grafikfähigkeiten; wegen vertraulicher Informationen bei Vorbestellungen gegen Einsicht geschützt.
- Robuste, alphanumerische Tastaturen mit eingebautem Positionierer (Berührfeld, Rollkugel). Keine sonstigen Positioniergeräte (Diebstahl- und Verletzungsgefahr).
- Mikrofon und Lautsprecher mit Schutz gegen Umgebungsgeräusche und mangelnde Vertraulichkeit.

Vorgeschlagene Konfiguration:

- 27-Zoll-LCD Berührbildschirm in ein Kiosksystem eingebaut, insgesamt in der Höhe verstellbar und seitlich gegen Einblicke geschützt.
- Seitlich auf Bildschirmhöhe eingebaute Lautsprecher, Mikrofon im Bildschirm.
- Edelstahltastatur für alphanumerische Eingaben.
- Steuerung durch zusätzliche Edelstahlfunktionstasten und in Tastatur eingebaute Rollkugel.
- Belegdrucker für Kartenvorbestellungen (Geringere Betriebskosten und einfachere Wartung als Standarddrucker).



8.6 Kapitel 6

Aufgabe 6.1

Blumen: Narzisse, Rose, Tulpe, Veilchen
Bäume: Ahorn, Eiche, Erle, Linde

Aufgabe 6.2

Ein Scribble ist eine Skizze eines Aspektes eines interaktiven IT-Systems auf Papier. Ein Wireframe ist eine recht einfache Repräsentation bzw. eine skizzenähnliche Beschreibung von Funktionen und Layout. Es enthält keine Farben, Bilder oder Grafiken und dient in erster Linie der Überprüfung eines Navigationskonzepts. Ein Mock-Up baut auf Wireframes auf und ist viel detaillierter. Der Fokus liegt auf der Grafik und dem „Look-and-Feel“ der Anwendung. Ein Prototyp vereinigt schließlich Wireframes und Mock-Ups.

Also:

Scribble ⇒ Wireframe ⇒ Mock-Up ⇒ Prototyp

Aufgabe 6.3

Gratismuster per Post

Wählen Sie die gewünschten Muster

Gratismuster 1	<input type="checkbox"/>
Gratismuster 2	<input type="checkbox"/>
Gratismuster 3	<input type="checkbox"/>

Angaben zu Ihrer Person (Pflichtfelder)

Vorname	<input type="text"/>	Nachname	<input type="text"/>
Straße	<input type="text"/>	Hausnummer	<input type="text"/>
Postleitzahl	<input type="text"/>	Stadt	<input type="text"/>

Aufgabe 6.4

3. Card-Sorting

Aufgabe 6.5

Nach dem Speichern der Bilder als Abmelden1.png bzw. Abmelden2.png, werden die folgenden beiden HTML-Dateien benötigt, wobei die coords-Angabe natürlich von der Größe der gespeicherten Bilder abhängt:

Abmelden.html:

```
<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.01 Transitional//EN">
<html>
  <head>
    <meta http-equiv="content-type" content="text/html;
      charset=utf-8">
    <title>Click-Dummy
    </title>
  </head>
  <body>
    
    <map name="image-map">
      <area target="_self" alt="Bestätigung"
        title="Bestätigung"
```

```
    href="AbmeldenBestaetigung.html"
    coords="78,133,14,147" shape="rect">
  </map>
</body>
</html>
```

AbmeldenBestaetigung.html:

```
<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.01 Transi-
tional//EN">
<html>
  <head>
    <meta http-equiv="content-type" content="text/html;
      charset=utf-8">
    <title>Click-Dummy
  </title>
  </head>
  <body>
    
  </body>
</html>
```

8.7 Kapitel 7

Aufgabe 7.1

Aussage 2: Der VirensScanner verwendet Begriffe wie „falsch-positiv“ und „Platzhalterzeichen in Dateinamen“, die für solche Benutzer schwer zu verstehen sind, die mit Computern nicht sehr vertraut sind.

Begründung: Eine wichtige Interpretation von „Übereinstimmung von System und Realität des Nutzers“ ist „Sprechen Sie die Sprache der Benutzer“.

Aufgabe 7.2

Aussage 4: Mindestens einhundert Versuchspersonen werden benötigt.

Aufgabe 7.3

Testaufgabe:

- **Vorbedingung:** Dem Testteilnehmer wird ein mobiles Navigationsgerät mit Zubehör, ein Mittelklasse-PKW und eine Liste mit drei Adressen zur Verfügung gestellt. Das Navigationsgerät ist auf Werkseinstellungen zurückgesetzt und hat aktuelles Kartenmaterial. Der PIN-Code für den Zugang zum Navigationsgerät ist 123456. Im PKW befindet sich ein Zigarettenanzünder und eine Kamera, die auf den Fahrersitz ausgerichtet ist. Die Kamera zeichnet Bild und Ton auf. Der Testteilnehmer wird in einem Briefing aufgefordert, seine Aktionen im PKW bezüglich des

Navigationsgerätes laut zu kommentieren (Methode des lauten Denkens). Zusätzlich wird er gebeten, die lediglich schriftlichen Angaben des Navigationsgerätes zu Fahrt- und Ankunftszeiten, Staus, ... umgehend nach Kenntnisnahme laut vorzulesen. Schließlich wird er darauf hingewiesen, dass das korrekte Führen des PKWs jederzeit und unbedingt absoluten Vorrang vor allen Testaktivitäten haben muss.

- **Beschreibung der Aufgabe:**
 - Installieren des Navigationsgerätes im PKW.
 - Einschalten des Navigationsgerätes und Eingabe der ersten Adresse als Endziel mittels der Bildschirmtastatur.
 - Eingabe der verbleibenden beiden Adressen über Kartenausschnitte als Zwischenziele.
 - Route vom Navigationsgerät berechnen lassen und akzeptieren.
 - Fahrt zu den Zielen in der eingegebenen Reihenfolge durchführen.
- **Begründung:** Es soll ermittelt werden, ob im Navigationsgerät Endziele und Zwischenziele eingegeben werden können und ob die Eingabe eines Ziels über die Tastatur und über Kartenausschnitte möglich ist.
- **Kriterien für den Abschluss:** Der Testteilnehmer erreicht über die Zwischenziele das Endziel. Bei widrigen Verkehrsverhältnissen soll er nach 60 Minuten den Feldtest abbrechen und zur Basis zurückkehren.

Interviewfragen nach dem Feldtest (Post-Session Interview):

- Wie verständlich war die Bedienung des Gerätes für Sie?
- Inwieweit waren Informationen für Sie einfach und schnell zu erkennen?
- Inwieweit konnten Sie stets erkennen, ob das Gerät das macht was es soll?
- Inwieweit entsprachen die einzelnen Bedienschritte Ihren Erwartungen?
- Hatten Sie während der Nutzung die Befürchtung, das Gerät eventuell falsch zu bedienen?
- Wie empfanden Sie die Größe und Form der Bedienteile?
- Wie beurteilen Sie die Erreichbarkeit bzw. die Zugänglichkeit?
- Wie empfanden Sie den benötigten Kraftaufwand?
- Wie empfanden Sie den zeitlichen Aufwand, den Sie betreiben mussten, um diese Aufgabe zu lösen?

Aufgabe 7.4

Ausstattungen 1 (Getrennte Test- und Beobachtungsräume) und 3 (Möglichkeit der Video- und Audioübertragung vom Testraum zum Beobachtungsraum).

Aufgabe 7.5

- Aufgabenangemessenheit
 - Ist der Warenkorb leicht auf der Seite zu finden?
 - Gibt es einen Merkzettel, der den Einkauf erleichtert?
 - Gibt es die Möglichkeit, Waren und Produkte nach ihren Eigenschaften (Preis, Relevanz) zu sortieren?
 - Sind die Informationen zu Lieferzeit und Versandkosten einfach zu finden?
 - Sind die Kontaktdaten zum Anbieter des Onlineshops leicht auffindbar?
- Selbstbeschreibungsfähigkeit
 - Wirkt die Startseite übersichtlich und einladend?
 - Ist die Suchfunktion leicht zu finden?
- Steuerbarkeit
 - Kann man Produkte einfach zum Warenkorb hinzufügen und aus diesem entfernen?
 - Kann die Weitergabe persönlicher Daten an Dritte untersagt werden?
 - Kann man problemlos über die entsprechenden Browserfunktionalitäten vor- und zurücknavigieren?
- Erwartungskonformität
 - Bieten die Navigationslinks eine gute Orientierungshilfe?
 - Sind die Schritte des Bestellvorgangs unkompliziert zu durchlaufen?
 - Ist das Kundenkonto übersichtlich dargestellt?
 - Ist das An- und Abmelden einfach und sicher?
- Fehlertoleranz
 - Liefert die Suche trotz Rechtschreibfehler passende Ergebnisse?
 - Liefert Filtereinstellungen auch ähnliche Produkte?
- Individualisierbarkeit
 - Werden passende Produkte zu Produkten im Warenkorb angeboten?
 - Gibt es nach der Anmeldung eine persönliche Begrüßung?
 - Gibt es nach der Anmeldung persönliche Empfehlungen?
- Lernförderlichkeit
 - Gibt es aktive Hilfestellungen bei komplexen Funktionen?
 - Gibt es eine (interaktive) Tour durch den Onlineshop?

9 Wichtige Links

German UPA e.V.

Berufsverband der deutschen User Experience- und Usability-Professionals.

<http://www.germanupa.de>

UXQB

Das International Usability and User Experience Qualification Board (UXQB) ist ein Zusammenschluss von internationalen Fachexperten auf dem Gebiet „Usability und User Experience“. Ziel des UXQB ist die (Weiter-)Entwicklung und Pflege des Zertifizierungsprogramms „Certified Professional for Usability and User Experience“ (CPUX). Der CPUX ist ein internationaler Standard zur Aus- und Weiterbildung von Personen, die sich seriös für Usability und User Experience interessieren. Das UXQB wurde im Oktober 2013 auf Initiative des Arbeitskreises Qualitätsstandards des Berufsverbands der Deutschen Usability und User Experience Professionals (German UPA e.V.) gegründet, um so ein international einheitliches Zertifizierungsverfahren für Usability Professionals systematisch voranzutreiben.

<http://www.uxqb.org>

User Experience Professionals' Association (UXPA)

Internationaler Verband der User Experience- und Usability-Experten.

<http://www.uxpa.org>

Usability & UX Articles from Nielsen Norman Group

Jakob Nielsen ist ein international anerkannter Usability-Experte. Seine Artikel zur Web- und Benutzeroberflächen-Usability behandeln wichtige und aktuelle Themen.

<http://www.nngroup.com>

Usability in Germany (UIG)

„Usability in Germany“ unterstützt Unternehmen beim erfolgreichen Einsatz von Usability-Methoden. Dadurch soll die Wettbewerbsfähigkeit mittelständischer Unternehmen gestärkt werden. Zusammen mit dem UIG-Forschungskonsortium werden dazu neue Ansätze zur Etablierung von Usability- und User-Experience-Methoden entwickelt, die von Mitgliedern des UIG e.V. getestet und umgesetzt werden.

<http://www.usability-in-germany.de>

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Auszug aus meinem Studiennachweis für das Sommersemester 1971	8
Abbildung 2: Auszug aus einem meiner gedruckten Fortran IV-Programme	8
Abbildung 3: Fortran-Lochkarte (Quelle: IBM)	9
Abbildung 4: Lochkartenstanzer (Quelle: IBM)	9
Abbildung 5: CDC Cyber 175 (Quelle: CONTROL DATA CORPORATION (CDC))	10
Abbildung 6: Auszug aus einer Patentschrift von D. C. Engelbart (1925 -2013), dem Erfinder der Maus (Quelle: Patentamt der USA)	11
Abbildung 7: Sketchpad-Demo (Quelle: http://www.history-computer.com)	12
Abbildung 8: XEROX ALTO (Quelle: PARC)	12
Abbildung 9: IBM System/360 (Quelle: IBM)	13
Abbildung 10: XEROX STAR (Quelle: XEROX CORPORATION).....	14
Abbildung 11: Preisliste aus dem Jahr 1985 (Quelle: http://www.cc-computerarchiv.de).....	15
Abbildung 12: Hewlett Packard 3000 Series 37 (Quelle: HEWLETT PACKARD).....	16
Abbildung 13: Beispiel eines einfachen COBOL-Programms	17
Abbildung 14: Mein noch funktionsfähiger Laserjet II aus dem Jahr 1985	17
Abbildung 15: Datenübertragungsraten in den 1980er-Jahren (Quelle: TELEKOM).....	18
Abbildung 16: Testanordnungen für die Datenübertragung mit verschiedenen mobilen Telefonen, insbesondere dem legendären MOTOROLA FLIPPHONE	19
Abbildung 17: Meine noch funktionsfähige PHILIPS ESP2 von 1997 mit einem Bildsensor von 640x480 Pixel	19
Abbildung 18: Mein COMPAQ CONTURA von 1995 mit einer 40 MB Festplatte	20
Abbildung 19: Mein noch funktionsfähiger DAUPHIN DTR-1 mit Windows 3.1	21
Abbildung 20: Mein noch funktionsfähiges DELORME Tripmate	22
Abbildung 21: Beispielhafte NMEA-0183-Datensätze	22
Abbildung 22: GPSCGA Menü	23
Abbildung 23: Mein HP100LX mit MS-DOS 5.0 und CGA-Bildschirmraster (320x200 Pixel)	23
Abbildung 24: GPSCGA im Flugzeug beim Anflug auf KMCO (Orlando International Airport)	24
Abbildung 25: GPSCGA im Auto auf dem Weg nach North Carolina	24
Abbildung 26: GPSCGA auf einem Motorboot in den Florida Keys	24
Abbildung 27: Menschliche Interaktion mit IT-Systemen	29
Abbildung 28: Von-Neumann-Rechnerarchitektur	31

Abbildung 29: Gestaltungs- und Bewertungsebenen eines interaktiven IT-Systems (Quelle: In Anlehnung an (Heinecke, 2011)).....	32
Abbildung 30: Beziehung zwischen Usability und User Experience (UX).....	41
Abbildung 31: Spiralmodell von Boehm (Quelle: Wikipedia)	46
Abbildung 32: Beispiel eines UUX-Engineering-Prozessmodells (Quelle: (DAkkS, 2010)).....	47
Abbildung 33: Beispiel eines Usability-Engineering-Prozessmodells für die Gestaltung komplexer Benutzeroberflächen (Quelle: In engster Anlehnung an (Mayhew, 1999))	48
Abbildung 34: Struktur und wechselseitige Abhängigkeit menschzentrierter Gestaltungsaktivitäten (Quelle: ISO 9241-210)	49
Abbildung 35: Kombination von Design Thinking und Lean UX bei Entwicklungsprojekten (Quelle: https://page-online.de/branche-karriere/ux-design-in-der-praxis-bei-aperto)	52
Abbildung 36: Interaktion Mensch - Umwelt (Quelle: In Anlehnung an (Heinecke, 2011)).....	56
Abbildung 37: Sinne des Menschen (Quelle: http://www.teachsam.de).....	58
Abbildung 38: Parameter einer periodischen, ungedämpften Transversalwelle.....	59
Abbildung 39: Das menschliche Auge (Quelle: http://www.brillen-sehhilfen.de).....	61
Abbildung 40: Relative Empfindlichkeit der Zapfentypen (Quelle: http://www.allpsych.uni-giessen.de/karl/teach/farbe.html).....	63
Abbildung 41: Vertikales und horizontales Gesichts-, Blick- und Sichtfeld des Menschen bei der normalen Neigung des Blickes um ca. 15 Winkelgrad (Quelle: (Lange & Windel, 2017))	66
Abbildung 42: Visualisierung eines Tons	68
Abbildung 43: Das menschliche Ohr (Quelle: http://www.aktivoptik.de)	69
Abbildung 44: Überblick WCAG 2.0 (Quelle: W3C).....	82
Abbildung 45: Alte Struktur ISO 9241 (Quelle: (Rudlof, 2006))	89
Abbildung 46: Referenzmodell zur Gestaltung von menschzentrierten World-Wide-Web-Benutzerschnittstellen (Quelle: ISO 9241-151).....	94
Abbildung 47: Screenshot PAC 3	106
Abbildung 48: Typische Symbole der Informationstechnik	110
Abbildung 49: Beispiele für den Goldenen Schnitt (Quelle: https://www.toushenne.de/newsreader/der-goldene-schnitt.html).....	114
Abbildung 50: Allgemeine Darstellung von Fenstern (Quelle: (Heinecke, 2011)).....	119
Abbildung 51: Typische Tastaturlkürzel für Windows	122
Abbildung 52: Beispiel für eine klassische Menüsteuerung	126

Abbildung 53: Prozessdiagramm zur Visualisierung und Dokumentation von Aktivitätssequenzen	151
Abbildung 54: GOMS-Analyse eines Fahrkartenautomaten (Auszug) mittels GOMSED	153
Abbildung 55: Empfohlene Dokumentation einer User Journey Map.....	154
Abbildung 56: Anthropometrische Daten für die Altersgruppe 18 - 65 Jahre (Quelle: DIN 33402-2).....	160
Abbildung 57: IP Schutzarten (Quelle: DIN EN 60529)	162
Abbildung 58: Erweitertes Anwendungsfalldiagramm "Online Shop System" (Quelle: In Anlehnung an https://re-magazine.ireb.org/articles/elicitng-security-requirements)	164
Abbildung 59: Mögliche Einbindung der Claims Analysis bei der Festlegung der Anforderungen an ein interaktives IT-System (Quelle: (DAkkS, 2010)).....	174
Abbildung 60: Beispiel Anwendungsfallbeschreibung mit objectif (Quelle: https://www.microtool.de/wissen-online/was-sind-use-cases).....	177
Abbildung 61: Architektur eines modernen, multimedialen und multimodalen IT-Systems	181
Abbildung 62: Allgemeines Schichtenmodell.....	183
Abbildung 63: Schichtenmodell multimedialer und multimodaler IT-Systeme (Auszug)	184
Abbildung 64: Fallbeispiel Card Sorting.....	187
Abbildung 65: Screenshot OptimalSort	188
Abbildung 66: Fallbeispiel Autoradios (Quelle: http://www.becker.de)	189
Abbildung 67: Fallbeispiel Scribbles.....	191
Abbildung 68: Fallbeispiel Story-Bords	191
Abbildung 69: Fallbeispiel Mock-Up	192
Abbildung 70: Fallbeispiel Wireframe	193
Abbildung 71: Screenshot Axure	194
Abbildung 72: Fallbeispiel Click-Dummy.....	194
Abbildung 73: Screenshot FairBuilder	195
Abbildung 74: Screenshot Adobe XD Prototype	198
Abbildung 75: Usability-Labor (Quelle: (Nielsen, Usability Engineering, 1993))	208
Abbildung 76: Empirische Erfolgskurve von heuristischen Expertenevaluationen	231

Literaturverzeichnis

- Adler, M., Herrmann, H.-J., Koldehoff, M., Meuser, V., Scheuer, S., Müller-Arnecke, H., . . . Bleyer, T. (2010). *Ergonomiekompendium - Anwendung Ergonomischer Regeln und Prüfung der Gebrauchstauglichkeit von Produkten*. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA).
- Balzert, H., Klug, U., & Pampuch, A. (2009). *Webdesign & Web-Usability* (2. Ausg.). Dortmund: W3L-Verlag.
- Butz, A., & Krüger, A. (2014). *Mensch-Maschine-Interaktion*. Berlin: De Gruyter / Oldenbourg.
- DAkkS. (2010). *Leitfaden Usability Version 1.3*. Berlin: Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS). Von <https://www.dakks.de/content/leitfaden-usability> abgerufen
- Delago, R. L.-C., & Araki, M. (2007). *Spoken, Multilingual and Multimodal Dialogue Systems*. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc.
- DGUV. (2019). *Bildschirm- und Büroarbeitsplätze - Leitfaden für die Gestaltung* (Juli 2019 Ausg.). Berlin: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV). Von <http://www.dguv.de/publikationen> abgerufen
- Geis, T., & Tesch, G. (2019). *Basiswissen Usability und User Experience*. Heidelberg: dpunkt.verlag GmbH.
- Heinecke, A. M. (2012). *Mensch - Computer - Interaktion* (2. Ausg.). Berlin - Heidelberg: Springer-Verlag GmbH.
- Herczeg, M. (2009). *Software-Ergonomie* (3. Auflage Ausg.). München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH.
- Jacobsen, J., & Meyr, L. (2017). *Praxisbuch Usability und UX*. Bonn: Rheinwerk-Verlag GmbH.
- Lange, W., & Windel, A. (2017). *Kleine Ergonomische Datensammlung, 16. aktualisierte Auflage*. Köln: TÜV Media GmbH.
- Mayhew, D. J. (1999). *The Usability Engineering Lifecycle: A Practitioner's Handbook for User Interface Design*. Burlington, Massachusetts: Morgan Kaufmann Publishers.
- Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering*. Burlington, Massachusetts: Morgan Kaufmann Publishers.
- Nielsen, J. (2004). *Designing Web Usability*. Burgthann: Markt+Technik Verlag GmbH.
- Rudlof, C. (2006). *Handbuch Software-Ergonomie* (2. überarbeitete Ausg.). Tübingen: Unfallkasse Post und Telekom.
- Sarodnick, F., & Brau, H. (2015). *Methoden der Usability Evaluation: Wissenschaftliche Grundlagen und praktische Anwendung*. Göttingen: Hogrefe Verlag GmbH & Co. KG.
- Sharp, H., Rogers, Y., & Preece, J. (2019). *Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction* (5. Ausg.). Hoboken: John Wiley & Sons, Inc.

- Shneiderman, B., & Plaisant, C. (2009). *Designing the user interface* (5. Ausg.). Boston: Addison-Wesley.
- Tegmark, M. (2016). *Unser mathematisches Universum*. Berlin: Ullstein Buchverlage GmbH.
- UXQB e.V. (2018). *CPUX-F Curriculum und Glossar Version 3.15 DE*. Von https://uxqb.org/wp-content/uploads/documents/CPUX-F_DE_Curriculum-und-Glossar.pdf abgerufen