

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung</b> .....	1
1.1 Neue Formen der Mensch-Computer Interaktion .....	4
1.1.1 Interaktive Systeme für die Freizeitgestaltung .....	4
1.1.2 Spielkonsolen .....	5
1.1.3 Webbasierte Systeme .....	7
1.1.4 Eingebettete interaktive Systeme .....	9
1.1.5 Multitouch- und Sensorbasierte Systeme .....	10
1.1.6 Interaktive Systeme für kreative Prozesse .....	12
1.1.7 Benutzungsschnittstellen mobiler Geräte .....	13
1.1.8 Sicherheitskritische Anwendungen .....	13
1.2 Wichtige Aspekte der Mensch Computer Interaktion .....	15
1.2.1 Benutzer- und menschzentrierte Entwicklung .....	15
1.2.2 Interkulturelle Gestaltung .....	16
1.2.3 Barrierefreie Gestaltung .....	17
1.2.4 Wirtschaftliche Aspekte bei der Entwicklung .....	18
1.2.5 Kompromisse bei der Entwicklung .....	19
1.3 Usability Engineering und User Experience .....	19
1.3.1 Beispiel 1: eBay .....	22
1.3.2 Beispiel 2: Fahrkartautomat der DB .....	24
1.4 Gliederung .....	25

## Teil I Grundlagen: Wahrnehmung und Kognition

<b>2 Kognitive Grundlagen</b> .....	31
2.1 Menschliche Informationsspeicher .....	33
2.1.1 Das Arbeitsgedächtnis .....	34
2.1.2 Das Langzeitgedächtnis .....	38
2.1.3 Das Multi-Speicher-Modell .....	41
2.2 Visuelle Wahrnehmung .....	43
2.2.1 Visuelles System .....	43
2.2.2 Visuelle Suche .....	47

2.2.3	Farbwahrnehmung . . . . .	53
2.2.4	Gestaltwahrnehmung . . . . .	55
2.2.5	Form- und Objektwahrnehmung . . . . .	57
2.2.6	Wahrnehmung von Bewegungen . . . . .	60
2.2.7	Zusammenfassung . . . . .	62
2.3	Auditives System . . . . .	62
2.4	Arm-Hand-Finger-System . . . . .	64
2.4.1	Vorbereiten einer Bewegung . . . . .	65
2.4.2	Durchführung der Bewegung . . . . .	66
2.4.3	Zusammenfassung . . . . .	67
2.5	Aufmerksamkeit . . . . .	68
2.5.1	Selektive und geteilte Aufmerksamkeit . . . . .	68
2.5.2	Aufmerksamkeit und Benutzungsschnittstellen . . . . .	70
2.5.3	Zusammenfassung . . . . .	72
2.6	Weitere Aspekte der menschlichen Wahrnehmung . . . . .	72
2.6.1	Magisches Denken . . . . .	73
2.6.2	Kognitive Dissonanz . . . . .	74
2.6.3	Adaption . . . . .	74
2.6.4	Der Hawthorne-Effekt . . . . .	76
2.6.5	Zusammenfassung . . . . .	76
2.7	Geübte Handlungen - die ACT-Theorie . . . . .	77
2.7.1	Produktionen . . . . .	77
2.7.2	Fertigkeiten . . . . .	78
2.7.3	Ziele und Konfliktlösung . . . . .	78
2.7.4	Prozedurales Lernen . . . . .	79
2.7.5	Konsequenzen für die MCI . . . . .	81
2.7.6	Diskussion . . . . .	82
2.8	Fehler bei geübten Handlungen . . . . .	82
2.8.1	Bedienfehler auf der intellektuellen Ebene . . . . .	84
2.8.2	Fehler und sicherheitskritische Anwendungen . . . . .	85
2.8.3	Fehlermanagement . . . . .	86
2.9	Zusammenfassung und Ausblick . . . . .	86
3	<b>Metaphern und mentale Modelle</b> . . . . .	89
3.1	Metaphern in der täglichen Kommunikation . . . . .	90
3.1.1	Quell- und Zieldomäne . . . . .	90
3.1.2	Metaphern in der Beschreibung von Organisationen . . . . .	92
3.1.3	Metaphern in der Biologie . . . . .	93
3.2	Mentale Modelle . . . . .	94
3.2.1	Semantische Netze . . . . .	97
3.2.2	Mentale Modelle und Wissensrepräsentationen . . . . .	100
3.2.3	Mentale Karten . . . . .	101
3.2.4	Problemlösungsverhalten . . . . .	102
3.2.5	Anwendung mentaler Modelle . . . . .	104
3.3	Metaphern in der Informatik . . . . .	104

3.3.1	Metaphern in interaktiven Systemen	105
3.3.2	Chancen und Risiken	106
3.3.3	Veränderte Sicht auf Metaphern	108
3.4	Räumliche Metaphern	110
3.4.1	Desktop-Metapher	111
3.4.2	Haus-Metapher	112
3.4.3	Reise-Metapher	113
3.4.4	Metaphern in multimedialen Autorensystemen	113
3.4.5	Metaphern in geografischen Informationssystemen	115
3.5	Zusammengesetzte Metaphern	117
3.6	Entwurf auf Basis von Metaphern	120
3.6.1	Identifikation von Kandidatenmetaphern	121
3.6.2	Evaluierung von Metaphern	122
3.6.3	Entwicklung der Metapher	123
3.7	Metaphern für Lernsysteme in der Anatomie	123
3.7.1	Kandidaten für Metaphern	124
3.7.1.1	Atlas-Metapher	124
3.7.1.2	Virtuelles Präparieren	125
3.7.1.3	3D-Puzzle und Baukasten	126
3.7.2	Umsetzung der Metaphern	126
3.8	Zusammenfassung	130

## Teil II Einführung in die Mensch-Computer-Interaktion

4	Die Interaktion mit Alltagsgeräten	135
4.1	Konzepte bei der Gestaltung von Bedienelementen	136
4.1.1	Affordances	137
4.1.2	Constraints	139
4.2	Bedienelemente realer Geräte	140
4.3	Bedienung einfacher technischer Geräte	146
4.3.1	Ein ganz einfaches Beispiel: Türen	146
4.3.2	Die Bedienung von Telefonen	147
4.3.3	Schlussfolgerungen	149
4.4	Bedienung komplexer Geräte	149
4.4.1	Die Bedienung eines Autos	149
4.4.2	Benutzungsschnittstellen für eingebettete Software	153
4.5	Phasen bei der Durchführung von Bedienhandlungen	156
4.6	Zusammenfassung	160
5	Historische Entwicklung	163
5.1	Wie wir denken könnten	164
5.1.1	Entwurf von MeMex	164
5.1.2	Individuelle Strukturierung von Informationsräumen	165
5.1.3	Konsequenzen für die MCI	165
5.2	Kooperation zwischen Mensch und Computer	166

5.2.1	Lösung von Gestaltungsproblemen . . . . .	167
5.2.2	Ideen für die Interaktion . . . . .	167
5.2.3	Konsequenzen für die MCI . . . . .	168
5.2.4	Interaktive 3D-Computergrafik . . . . .	169
5.2.5	Die „Erfindung“ von Hypertext . . . . .	170
5.2.6	Kooperative Arbeit zwischen Mensch und Maschine . . . . .	172
5.2.7	Unterstützung kreativer Prozesse . . . . .	174
5.3	Die Entwicklung des XEROX Star . . . . .	177
5.3.1	Technologische Aspekte . . . . .	178
5.3.2	Interaktionsstile . . . . .	180
5.3.3	Desktop-Metapher/Desktop-Metapher . . . . .	181
5.3.4	Evaluierung des Star . . . . .	182
5.3.5	Schlussfolgerungen . . . . .	183
5.4	Der Apple Macintosh . . . . .	183
5.5	MS-Windows und das X-Window-System . . . . .	187
5.5.1	X-Window . . . . .	187
5.5.2	MS-Windows . . . . .	188
5.6	Die Rolle von Smalltalk . . . . .	190
5.7	Die Entwicklung des WWW . . . . .	191
5.8	Ubiquitous Computing . . . . .	194
5.9	Zusammenfassung . . . . .	195
<b>6</b>	<b>Entwurfsprinzipien . . . . .</b>	<b>199</b>
6.1	Ergonomische Grundlagen . . . . .	200
6.2	Erläuterung von Entwurfsprinzipien . . . . .	203
6.2.1	Kenntnis potenzieller Benutzer und ihrer Aufgaben . . . . .	204
6.2.2	Unterstützung beim Aufbau mentaler Modelle . . . . .	205
6.2.3	Terminologie der Benutzer verwenden . . . . .	206
6.2.4	Reduktion der kognitiven Belastung . . . . .	207
6.2.5	Strukturierung der Benutzungsschnittstelle . . . . .	209
6.2.6	Kombination visueller und textueller Elemente . . . . .	210
6.2.7	Sichtbarkeit von Systemzuständen und möglichen Aktionen . . . . .	211
6.2.8	Angemessene Rückkopplung . . . . .	213
6.2.9	Konsistenz in Benutzungsschnittstellen . . . . .	215
6.2.10	Abbruch und Rückgängigmachen von Aktionen . . . . .	217
6.2.11	Berücksichtigung von Fehlern . . . . .	218
6.2.12	Erwartungskonformes Verhalten . . . . .	222
6.2.13	Adaptierbarkeit und Adaptivität . . . . .	223
6.3	Aspekte der Entwicklung . . . . .	227
6.3.1	Bewusste Gestaltung der User Experience . . . . .	228
6.3.2	Barrierefreie Gestaltung . . . . .	231
6.3.3	Fokussierung bei der Interface-Entwicklung . . . . .	236
6.3.4	Nutzung von Beispielen zur Erklärung der Bedienung . . . . .	237
6.4	Entwurfsprinzipien und Normen . . . . .	237
6.5	Richtlinien und Styleguides . . . . .	239

6.6	Zusammenfassung .....	241
<b>Teil III Interaktion mit grafischen Benutzungsschnittstellen</b>		
<b>7</b>	<b>Eingabegeräte .....</b>	<b>245</b>
7.1	Selektion von Zielen .....	246
7.1.1	Selektion zweidimensionaler Ziele .....	246
7.1.2	Selektion expandierender Ziele .....	248
7.2	Tastaturen .....	250
7.2.1	Tastaturgestaltung .....	251
7.2.2	Tastenlayout .....	252
7.3	Klassifikation von Zeigegeräten .....	259
7.3.1	Konzeptionelle Charakterisierung von Zeigegeräten .....	259
7.3.2	Physische Charakterisierung von Zeigegeräten .....	261
7.4	Indirekte Zeigegeräte .....	263
7.4.1	Maus-Eingabe .....	263
7.4.2	Rollkugel .....	266
7.4.3	Touchpad .....	267
7.4.4	Trackpoints .....	268
7.4.5	Joysticks .....	268
7.4.6	Ausblick: 3D-Interaktion .....	269
7.5	Direkte Zeigegeräte .....	271
7.5.1	Stift-Eingabe .....	271
7.5.2	Touchscreen-basierte Systeme .....	275
7.6	Beidhändige Eingabe .....	279
7.7	Vergleich von Zeigegeräten .....	279
7.8	Zusammenfassung .....	281
<b>8</b>	<b>Fenstersysteme .....</b>	<b>283</b>
8.1	Charakteristika von Fenstersystemen .....	284
8.2	Technische Aspekte von Fenstersystemen .....	286
8.2.1	Hierarchische Struktur von Fenstern .....	287
8.2.2	Eingabemodell von Fenstersystemen .....	287
8.2.2.1	Verarbeitung von Events .....	289
8.2.2.2	Verarbeitung von Eingaben mit einem Zeigegerät .....	290
8.2.2.3	Verarbeitung von Tastatureingaben .....	291
8.2.2.4	Verarbeitung von Events des Fenstersystems .....	292
8.2.3	Ausgabemodell von Fenstersystemen .....	292
8.2.3.1	Koordinatensysteme .....	293
8.2.3.2	Ausgabe in Rastergrafik .....	294
8.2.4	Zusammenfassung .....	295
8.3	Window Manager .....	296
8.4	Navigation in Bildschirmfenstern .....	298
8.4.1	Scrolling: Navigation in einer Dimension .....	299
8.4.2	Panning und Zooming: Navigation in zwei Dimensionen .....	301

8.5	Koordination mehrerer Fenster .....	302
8.6	Paned Windows .....	307
8.7	Toolbars .....	310
8.8	Virtuelle Desktops .....	312
8.9	Icons .....	313
8.9.1	Charakterisierung von Icons .....	314
8.9.2	Repräsentative und abstrakte Icons .....	315
8.9.3	Entwurf von Icons .....	316
8.9.4	Spezielle Aspekte beim Entwurf von Icons .....	319
8.9.5	Interaktion mit Icons .....	320
8.9.6	Icons und Normen .....	321
8.10	Zusammenfassung .....	321
<b>9</b>	<b>Interaktionstechniken und Interaktionsstile .....</b>	<b>323</b>
9.1	Sprachbasierte Interaktion .....	324
9.1.1	Kommandosprachen .....	325
9.1.2	Textuelle Suche .....	327
9.1.3	Natürlichsprachige Systeme .....	329
9.2	Menüauswahl .....	332
9.2.1	Pulldown-Menüs .....	335
9.2.2	Strukturierung von Menüs .....	337
9.2.3	Einfache und effiziente Nutzung von Menüs .....	341
9.2.3.1	Einhalten von Konventionen .....	341
9.2.3.2	Beschleunigung durch Tastaturkürzel .....	342
9.2.3.3	Modifikation und Split-Menüs .....	343
9.2.4	Popup-Menüs .....	344
9.2.5	Kreisförmige Menüs .....	344
9.2.6	Marking Menus .....	346
9.2.7	Transparente Menüs .....	348
9.2.8	Akustische Menüs .....	349
9.3	Das WYSIWYG-Prinzip .....	350
9.4	Direkte Manipulation .....	351
9.4.1	Erstellung von Grafikprimitiven .....	353
9.4.2	Selektion von Grafikprimitiven .....	355
9.4.3	Transformationen von Grafikprimitiven .....	359
9.4.4	Ergänzung der direktmanipulativen Handhabung .....	362
9.4.5	Weitere Anwendungen .....	362
9.4.6	Zusammenfassung und Diskussion .....	364
9.5	Agentenbasierte Interaktion .....	366
9.6	Geführte Interaktion mit Wizards .....	369
9.7	Zusammenfassung .....	370

<b>10 Dialog- und Formulargestaltung</b> .....	375
10.1 Dialogbausteine .....	378
10.1.1 Dialogkopf .....	379
10.1.2 Bedienelemente zur Auswahl von Optionen .....	379
10.1.2.1 Checkboxen .....	379
10.1.2.2 Radiobuttons .....	381
10.1.2.3 Auswahl mit Listboxen .....	382
10.1.2.4 Listboxen mit Mehrfachauswahl .....	388
10.1.3 Auswahl von Einträgen aus einer Hierarchie .....	388
10.1.4 Texteingabe .....	391
10.1.5 Eingabe numerischer Werte .....	393
10.1.6 Spezielle numerische Eingaben .....	396
10.1.7 Buttons .....	398
10.1.8 Anzeigeelemente .....	403
10.1.9 Gruppierungskomponenten .....	404
10.1.10 Darstellung und Schreibweise von Beschriftungen .....	407
10.2 Entwurf von Dialogen und Formularen .....	408
10.2.1 Ebenen des Entwurfs .....	409
10.2.2 Entwurfsprinzipien .....	412
10.3 Wesentliche Aspekte des Dialogentwurfs .....	413
10.3.1 Statische Aspekte des Dialogentwurfs .....	413
10.3.2 Dynamische Aspekte .....	414
10.3.3 Modale und nichtmodale Dialoge .....	417
10.4 Zusammengesetzte Dialoge .....	418
10.4.1 Untergeordnete Dialoge .....	419
10.4.2 Tab-Dialoge .....	420
10.4.3 Multifunktionsleisten .....	424
10.5 Formulareingabe .....	426
10.6 Zusammenfassung .....	430

## Teil IV Interaktive Informationsvisualisierung

<b>11 Die visuelle Kodierung von Informationen</b> .....	435
11.1 Einführung und Grundlagen .....	437
11.1.1 Ein Visualisierungsbeispiel .....	437
11.1.2 Was ist Informationsvisualisierung? .....	440
11.1.3 Visualisierungsaufgaben .....	443
11.1.4 Datentypen .....	448
11.2 Visualisierung mehrdimensionaler Daten .....	452
11.2.1 Geometrische Techniken .....	453
11.2.2 Ikonische Techniken .....	462
11.2.3 Pixelbasierte Techniken .....	465
11.3 Hierarchievisualisierungen .....	467
11.3.1 Einfache Einrückungen .....	469
11.3.2 Node-Link-Diagramme .....	471

11.3.3 Flächenfüllende Verschachtelung .....	473
11.3.4 Geschichtete Ansätze .....	477
11.3.5 Kompakte Visualisierung und Interaktion .....	478
11.4 Netzwerkvisualisierungen .....	487
11.4.1 Layoutregeln und Heuristiken .....	491
11.4.2 Node-Link-Techniken .....	492
11.4.3 Matrixvisualisierungen .....	500
11.4.4 Anwendungsbeispiel Soziale Netzwerke .....	501
11.5 Zusammenfassung .....	506
<b>12 Präsentation, Navigation und Interaktion .....</b>	<b>509</b>
12.1 Große Informationsräume und kleine Displays .....	510
12.1.1 Gerätevielfalt und Displaygrößen .....	511
12.1.2 Grundsätzliche Lösungsansätze .....	513
12.2 Overview & Detail und Multiple Ansichten .....	514
12.2.1 Scrolling .....	515
12.2.2 Standard Overview & Detail .....	516
12.2.3 Multiple koordinierte Ansichten .....	519
12.3 Zoomable User Interfaces .....	524
12.3.1 Anwendungsbereiche .....	527
12.3.2 Space-Scale Diagramme als theoretisches Modell .....	533
12.3.3 Semantisches Zooming .....	534
12.3.4 Animation und automatisches Zooming .....	537
12.3.5 Evaluation und Bewertung .....	539
12.4 Fokus- und Kontexttechniken .....	540
12.4.1 Informationshervorhebung und -unterdrückung .....	542
12.4.2 Verzerrung: Mehrstufige Ansichten .....	544
12.4.3 Verzerrung: Kontinuierliche Ansichten .....	549
12.4.4 Magische Linsen .....	554
12.4.5 Offscreen-Visualisierungstechniken .....	561
12.4.6 Zusammenfassung .....	562
12.5 Interaktionsaspekte .....	564
12.5.1 Selektieren .....	565
12.5.2 Explorieren .....	565
12.5.3 Rekonfigurieren .....	566
12.5.4 Kodieren .....	568
12.5.5 Abstrahieren/Detaillieren .....	569
12.5.6 Filtern .....	570
12.5.7 Verknüpfen .....	572
12.6 Zusammenfassung und Ausblick .....	575
12.6.1 Herausforderungen und Perspektiven .....	578
Literaturverzeichnis .....	581
Index .....	613
Personen .....	623