

Studien zur Wirtschaftsinformatik 5

Herausgegeben von
Karl Kurbel, Uwe Pape und Hans-Jochen Schneider

Waldemar Urbanek

Software-Ergonomie und
benutzerangemessene
Auswahl von Werkzeugen
bei der Dialoggestaltung



Walter de Gruyter · Berlin · New York 1991

Waldemar Urbanek

Dr.-Ing., Dipl.-Inform., Wissenschaftlicher Mitarbeiter
im Fachbereich Informatik der Technischen Universität Berlin

Das Buch enthält 103 Abbildungen

⊗ Gedruckt auf säurefreiem Papier, das die US-ANSI-Norm über Haltbarkeit erfüllt.

D 83

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Urbanek, Waldemar:

Software-Ergonomie und benutzerangemessene Auswahl von
Werkzeugen bei der Dialoggestaltung / Waldemar Urbanek. –

Berlin ; New York : de Gruyter, 1991

(Studien zur Wirtschaftsinformatik ; 5)

Zugl.: Berlin, Techn. Univ., Diss., 1991

ISBN 3-11-013420-9

NE: GT

© Copyright 1991 by Walter de Gruyter & Co., D-1000 Berlin 30.

Dieses Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Druck: WB-Druck GmbH & Co. Buchproduktions KG, Rieden am Forggensee. –
Buchbinderische Verarbeitung: Dieter Mikolai, Berlin. – Einband: Hansbernd
Lindemann. – Printed in Germany

Vorwort

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Tätigkeit am Fachgebiet Wirtschaftsinformatik/AEDV im Institut für Angewandte Informatik der Technischen Universität Berlin.

Die Arbeit beschäftigt sich mit den Zielen ergonomische Dialoggestaltung und den Problemen, die bei der Realisierung ergonomische Grundsätze in der betrieblichen Praxis auftauchen. Die Gestaltung der Dialogkomponenten eines Softwaresystems nach ergonomischen Grundsätzen erfordert eine detaillierte Kenntnis über die einzelnen Einsatzgebiete und Benutzer eines Softwaresystems. Die im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Methode zur benutzerangemessenen Auswahl von Werkzeugen bei der Dialoggestaltung hat zum Ziel, die Systementwicklung in dieser Richtung zu unterstützen. Die Methode wurde im Projekt BILUS beispielhaft eingesetzt.

Ich möchte hiermit allen am BILUS Projekt Beteiligten, sowie den Mitarbeitern des Fachgebietes für die mir gewährte Unterstützung und für die Bereitschaft zur Anwendung der Methode und zur Beantwortung der Fragebogen danken.

Allen Studenten, die mit Studien- und Diplomarbeiten an der Auswertung der Fragebogen und dem Ausbau der Methode beteiligt waren, möchte ich hiermit meinen Dank für ihren Fleiß und ihre Einsatzbereitschaft aussprechen.

Mein besonderer Dank gilt dem Leiter des Fachgebietes Wirtschaftsinformatik/AEDV am Institut für Angewandte Informatik der TU Berlin, Herrn Prof. Dr. U. Pape, der durch viele wertvolle Anregungen und konstruktive Verbesserungsvorschläge zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen hat.

Kurzfassung

In der Arbeitswelt werden immer mehr EDV-Systeme eingesetzt, die mit ganz unterschiedlichen Anforderungen an die Benutzer verbunden sind. Es wird somit immer wichtiger, sich detaillierte Informationen über die einzelnen Einsatzgebiete und Benutzer zu verschaffen und diese mit in die Gestaltung der Dialogkomponenten eines Softwaresystems einzubeziehen.

Ständig wachsende Einsatzgebiete sind das Büro und Bereiche, die sich mit der Erstellung von Publikationen sowie dem Grafikdesign beschäftigen. Gerade hier werden die unterschiedlichen Anforderungen deutlich, die in den einzelnen Arbeitsgebieten z.B. aufgrund der verschiedenen EDV-Vorkenntnisse an die Benutzer gestellt werden. Die übliche Einteilung der Benutzer in zwei bzw. drei Klassen ist bei der Vielzahl heutiger Möglichkeiten für die Gestaltung der Mensch-Computer-Schnittstelle nicht mehr ausreichend.

In der vorliegenden Arbeit wird eine Methode entwickelt, mit der sich die verschiedenen Benutzercharaktere ermitteln lassen. Als ein Teil dieser Methode wird eine anonym gehandhabte Benutzerbefragung mittels eines Fragebogens und ein dafür entwickeltes Verfahren für die Auswertung gewählt. Für die Erhebung werden drei Bereiche herausgearbeitet, in denen eine Einteilung in *Gruppen*, *Typen* und *Kategorien* vorgenommen wird.

In einem weiteren Teil dieser Arbeit werden Eigenschaften von Werkzeugen untersucht, so daß eine Zuordnung von Werkzeugen zu den Benutzercharakteren eines zukünftigen Systems vorgenommen werden kann. Das unterschiedliche Niveau der Benutzer bezüglich z.B. der ermittelten Selbständigkeit und EDV-Vorkenntnisse wird für die Zuordnung von Werkzeugen zu den Benutzercharakteristika bestimmend sein. Die *Nutzungshäufigkeit* läßt Rückschlüsse auf die Verhaltensänderung der Benutzer zu, so daß entsprechende Vorkehrungen bei der Implementierung der Dialogschnittstelle getroffen werden können.

Die Werkzeuge werden nach bestimmten Kriterien bewertet und den definierten Benutzercharakteren aus dem ersten Teil der Arbeit zugeordnet. Die Bewertung erfolgt hinsichtlich der Eignung der Werkzeuge für den jeweiligen Benutzercharakter. Neue Werkzeuge der Dialoggestaltung können in Folgephasen berücksichtigt werden, ohne daß der erste Teil der Methode, die Erhebung der Benutzercharaktere, neu durchgeführt werden muß; somit kann die Methode auf zukünftige Entwicklungen adäquat reagieren.

Die Methode wurde im Rahmen des BILUS-Projektes¹ vorgestellt und in der Praxis erprobt.

1 Projekte BILUS (BERKOM) und Telepublishing (RACE) am Fachgebiet Wirtschaftsinformatik/AEDV im Institut für Angewandte Informatik der TU Berlin.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Die Komplexität von Softwaresystemen	2
1.2	Menschengerechte Gestaltung von Arbeitsbedingungen	5
1.3	Funktionsverteilung in Mensch-Computer-Systemen	7
1.4	Einordnung der Arbeit in die Thematik	8
2	Kognitionswissenschaft in der Systementwicklung	13
2.1	Überblick über die Kognitionswissenschaft	13
2.1.1	Historischer Hintergrund der kognitiven Psychologie	15
2.1.2	Theoretische Ansätze der kognitiven Psychologie	18
2.1.3	Untersuchungen im Bereich der visuellen Wahrnehmung	21
2.2	Anwendungen der Kognitionswissenschaft in der Systementwicklung	23
2.2.1	Kurzzeitgedächtnis und Arbeitsspeicher	23
2.2.2	Einige Prinzipien für den Entwurf von Benutzungsschnittstellen	25
2.2.3	Organisation und Codierung von Informationen auf dem Bildschirm	27
2.3	Methoden der psychologischen Arbeitsanalyse	32
2.4	Bedeutung der Kognitionswissenschaft für die Systementwicklung	37
3	Grundsätze ergonomischer Systemgestaltung	41
3.1	Grundlagen der Ergonomie	41
3.1.1	Der Ergonomiebegriff	41
3.1.2	Versuch einer Klassifizierung des Ergonomiebegriffes	42
3.2	Anwendungsbereiche der Ergonomie	46
3.2.1	Funktionale Untergliederung	46
3.2.2	Inhaltliche Bereiche	48
3.2.3	Das Verhältnis funktionaler Untergliederung und inhaltlicher Bereiche	51
3.2.4	Zielrichtung der Gestaltung ergonomischer DV-Systeme	52
3.3	Ergonomische Normung der DIN 66234 Teil 8	57
3.3.1	Ergonomische Normung nach DIN	57

3.3.2	Technische und Ergonomische Norm	61
3.4	Methode zur Evaluation von Dialogsystemen	62
3.5	Architekturmodelle zur Erfüllung ergonomischer Anforderungen	68
3.5.1	Traditionelle Architekturen	69
3.5.2	Anwendungsunabhängige Mensch-Computer-Schnittstellen	71
3.5.3	Beidseitige Unabhängigkeit der Mensch-Computer-Schnittstelle und der Anwendungssysteme	74
3.6	Einordnung der ergonomischen Grundsätze in die Systementwicklung	76
4	Die Realisierung ergonomischer Standards in der betrieblichen Praxis	77
4.1	Ergonomische Softwaregestaltung	77
4.2	Ergonomische Arbeitsorganisation	78
4.2.1	Die Situation in Wissenschaft und Praxis	78
4.2.2	Problemstellungen	79
4.3	Betroffenenbeteiligung	82
4.3.1	Die institutionelle Ebene	82
4.3.2	Die Sachebene	86
4.4	Ansätze zu einer Neuorientierung der Ergonomie	89
4.4.1	Die Notwendigkeit von Betroffenenbeteiligung	89
4.4.2	Tätigkeitsspielraum und Aufgabengestaltung	94
4.4.3	Differentielle Arbeitsgestaltung	95
4.5	Abschließende Betrachtung über die Realisierung ergonomischer Standards	96
5	Methode zur Gestaltung benutzergerechter Dialogsysteme	101
5.1	Grundlagen der Methode	101
5.2	Komponenten der Methode	104
5.2.1	Anwendungsbereiche der Methode	104
5.2.2	Bestandteile der entwickelten Methode	105
5.2.3	Einbindung der Methode in den Softwareentwicklungsprozeß	107
5.2.4	Integration der Erhebungsmethode in das Arbeitsanalyseverfahren VERA/B	110
5.3	Methode zur Ermittlung der Benutzercharaktere	113
5.3.1	Erhebungsarten	114

5.3.2	Erhebungsbereiche der Methode	116
5.3.3	Vorgehensweise bei der Auswertung der Fragebogen	124
5.4	Struktur des Fragebogens	133
5.4.1	Aufbau einer Frage	133
5.4.2	Aufbau des Fragebogens	134
6	Bewertung und Zuordnung von Werkzeugen der Dialoggestaltung	139
6.1	Werkzeuge der Dialoggestaltung	140
6.1.1	Werkzeuge zur Interaktionssteuerung	140
6.1.2	Werkzeuge zur Datenmanipulation	149
6.1.3	Werkzeuge zur Gestaltung von Hilfesystemen	153
6.1.4	Adaptierbare und adaptive Systeme	155
6.1.5	Technische Möglichkeiten der Interaktion	161
6.2	Zuordnungskriterien der Werkzeuge	174
6.2.1	Kriterien der Benutzungsfreundlichkeit	174
6.2.2	Kriterien der Benutzereignung	176
6.2.3	Bewertungsschema	181
6.2.4	Anforderungen der Benutzercharaktere	182
6.3	Bewertung und Zuordnung der Werkzeuge	200
6.3.1	Eigenschaften der Werkzeuge für die Interaktionssteuerung	200
6.3.2	Eigenschaften der Werkzeuge für die Datenmanipulation	214
6.3.3	Eigenschaften der Hilfesysteme	221
6.3.4	Eigenschaften der adaptierbaren und adaptiven Systeme	228
7	Praktischer Einsatz der entwickelten Erhebungsmethode	231
7.1	Elektronisches Publizieren und kooperative Dialogsysteme	231
7.1.1	Elektronisches Publizieren	231
7.1.2	Kooperative Dialogsysteme im Publikationswesen	233
7.2	Beteiligte am BILUS-Projekt	236
7.3	Vorgehensweise und Struktur der Erhebung	239
7.3.1	Erhebung der Informationen	239
7.3.2	Auswertung der Fragebogen	240

7.3.3	Ergebnisse der Befragung und Auswertung	243
8	Zusammenfassung und Ausblick	249
	Glossar	253
	Fragebogen zur Dialoggestaltung	271
	Bewertung der Fragen und Kurzdarstellung der ermittelten Benutzer- charakteristika	281
	Literatur	299
	Sachregister	323

Abbildungen

Abb. 1	Nutzungsproblematik komplexer Systeme am Beispiel des UNIX Betriebssystems	3
Abb. 2	Kognitionswissenschaft als Sammelbegriff	14
Abb. 3	Grundkonzept des Behaviorismus	16
Abb. 4	Ein Modell menschlicher Informationsverarbeitung	18
Abb. 5	Erwartungsgeleitete bzw. konzeptgetriebene Informationsverarbeitung (eine Fotografie von R.C. James)	19
Abb. 6	Effekt der Ermüdung der Detektorzellen	21
Abb. 7	Kanizas Dreieck	21
Abb. 8	Dimension optischer Reize	27
Abb. 9	Nutzbarer Zeichenumfang eines Codealphabetes am Beispiel "Farbe" (aus Fährnich-87, S.137)	28
Abb. 10	Aus der Gestaltpsychologie abgeleitete Gesetze	29
Abb. 11	Aufmerksamkeitsverteilung auf einem Bildschirm	31
Abb. 12	Psychologische Arbeitsanalyse	32
Abb. 13	Beeinflussung der Tätigkeitsanforderungen für den Menschen in einem Arbeitssystem durch Zweck und Objekt des Arbeitssystems sowie durch vier verschiedene Gestaltungsmaßnahmen (nach Rohmert-76, S. 25)	47
Abb. 14	Ergonomiemodell DV-Technischer Systeme	49
Abb. 15	Bezugsrahmen und Anwendungsbereiche der Ergonomie	51
Abb. 16	Die Faktoren eines Bildschirmarbeitsplatzes	53
Abb. 17	Die Dialogschnittstelle als Adapter zu den Anwendungssystemen	70
Abb. 18	Das UNI Stuttgart-Modell eines Benutzeragenten	72

Abb. 19	Das IFIP-Modell	73
Abb. 20	Die GKS-Schnittstelle	74
Abb. 21	Das COUSIN-Modell	75
Abb. 22	Faktoren bei der Gestaltung der Benutzungsschnittstelle (nach Mayer-90, S. 129)	102
Abb. 23	Methode zur Ermittlung der Benutzercharaktere für die Gestaltung der Mensch-Computer-Interaktion	106
Abb. 24	Das zyklische Modell zur Softwareentwicklung	107
Abb. 25	Ermittlung der Benutzercharaktere im zyklischen Modell zur Softwareentwicklung	109
Abb. 26	Einbindung der Methode zur Ermittlung der Benutzercharaktere in VERA/B	113
Abb. 27	Funktionsarten der Büroarbeit (nach Heinisch-73, S. 20)	116
Abb. 28	Zuordnung der Grundtypen zu Berufsgruppen	118
Abb. 29	Benutzer nach Funktionsarten und Aufgabentypen	119
Abb. 30	Prozentuale Verteilung der Arbeitszeit (zusammengefaßt und übersetzt nach Engel-79, S. 403, S. 404, S. 406)	120
Abb. 31	Typisierung der Benutzer nach EDV-Vorkenntnissen	121
Abb. 32	Leistungssteigerung bei der Ausführung einer komplexen Aufgabe in Abhängigkeit von der Anzahl der Wiederholungen (Lernkurve, nach Bösser-88)	123
Abb. 33	Kategorisierung der Benutzer nach Nutzungshäufigkeit	124
Abb. 34	Wertebereich für die Gruppeneinteilung	129
Abb. 35	Wertebereich für die Typeneinteilung	131
Abb. 36	Wertebereich für die Kategorieeinteilung	132
Abb. 37	Zwei sich überlappende Fenster	142
Abb. 38	Menüsystem als lineare Sequenz	144

Abb. 39	Menüsystem als Baumstruktur	144
Abb. 40	Menüsystem als azyklisches Netzwerk	145
Abb. 41	Menüsystem als zyklisches Netzwerk	145
Abb. 42	Beispiel für Ikonen	150
Abb. 43	Vergleich einer Ikone mit dem geschriebenen Wort	150
Abb. 44	Beispiel einer Bildschirmmaske	151
Abb. 45	Beschreibung von Mensch-Computer-Interaktion auf der Prozeduralik- Ebene (aus Eberleh-88, S. 110)	162
Abb. 46	Cursortasten	164
Abb. 47	Lichtgriffel	167
Abb. 48	Berührungsempfindliche Flächen auf Bildschirmen	168
Abb. 49	Grafiktablett	169
Abb. 50	Das Zeigeelement Maus	169
Abb. 51	Einteilung der Werkzeuge zu den Methoden	175
Abb. 52	Anforderungen U-K1	183
Abb. 53	Anforderungen U-K2	184
Abb. 54	Anforderungen U K1	185
Abb. 55	Anforderungen U K2	186
Abb. 56	Anforderungen U+K1	187
Abb. 57	Anforderungen U+K2	187
Abb. 58	Anforderungen S-K1	188
Abb. 59	Anforderungen S-K2	189
Abb. 60	Anforderungen S K1	190
Abb. 61	Anforderungen S K2	191

Abb. 62	Anforderungen S+K1	192
Abb. 63	Anforderungen S+K2	193
Abb. 64	Anforderungen F-K1	194
Abb. 65	Anforderungen F-K2	195
Abb. 66	Anforderungen F K1	196
Abb. 67	Anforderungen F K2	197
Abb. 68	Anforderungen F+K1	198
Abb. 69	Anforderungen F+K2	199
Abb. 70	Bewertung von nicht überlappenden Fenstern	201
Abb. 71	Bewertung von überlappenden Fenstern	202
Abb. 72	Bewertung von linearen Menüsystemen	204
Abb. 73	Bewertung von netzartigen Menüsystemen	205
Abb. 74	Bewertung von baumartigen Menüsystemen	206
Abb. 75	Bewertung von Kommandosprachen	208
Abb. 76	Bewertung von Makrosprachen	210
Abb. 77	Bewertung von natürlichsprachlichen Dialogschnittstellen	212
Abb. 78	Zuordnungstabelle der Methoden und Werkzeuge der Interaktions- steuerung	213
Abb. 79	Bewertung der direkten Manipulation	215
Abb. 80	Bewertung von Masken	217
Abb. 81	Bewertung der Abfragesprachen	219
Abb. 82	Zuordnung der Methoden und Werkzeuge der Datenmanipulation	220
Abb. 83	Bewertung der Transparenz der Hilfesysteme	221
Abb. 84	Bewertung der Erlernbarkeit der Hilfesysteme	222

Abb. 85	Bewertung der Flexibilität der Hilfesysteme	222
Abb. 86	Bewertung der Selbstbeschreibungsfähigkeit der Hilfesysteme	223
Abb. 87	Bewertung der Effizienz der Hilfesysteme	223
Abb. 88	Bewertung der Fehlerresistenz der Hilfesysteme	224
Abb. 89	Bewertung der Kompatibilität der Hilfesysteme	224
Abb. 90	Zusammengefaßte Bewertung der statischen Hilfe	225
Abb. 91	Zusammengefaßte Bewertung der dynamischen Hilfe	225
Abb. 92	Zusammengefaßte Bewertung der individuellen Hilfe	226
Abb. 93	Zusammengefaßte Bewertung der uniformen Hilfe	226
Abb. 94	Zuordnungstabelle der Methoden und Werkzeuge der Hilfesysteme . . .	227
Abb. 95	Zuordnungstabelle der Methode der adaptierbaren Systeme	229
Abb. 96	Allgemeine Kommunikationsstruktur im Druckgewerbe	234
Abb. 97	Fernziel der BILUS-Entwicklung (Stand Herbst 1989)	237
Abb. 98	Formular für den ersten Auswertungsschritt (Gruppeneinteilung)	241
Abb. 99	Formular für den zweiten Auswertungsschritt (Typeneinteilung)	242
Abb. 100	Formular für den dritten Auswertungsschritt (Kategorieeinteilung)	242
Abb. 101	Anzahl der ermittelten Benutzergruppen	244
Abb. 102	Anzahl der ermittelten Benutzerkategorien (Gesamtergebnis)	245
Abb. 103	Methoden- und Werkzeugzuordnung für das BILUS-Projekt	246

1 Einleitung

Fallende Kosten im Bereich der Datenverarbeitung verbunden mit einer gesteigerten Leistungsfähigkeit der DV-Ausstattung führten zu einer weiten Verbreitung von Rechnersystemen. Das hat zur Folge, daß heute zum größten Teil Nicht-DV-Experten in direkter Interaktion mit dem Computer stehen. Somit hat sich das Bild des typischen Benutzers von Softwareprodukten in den letzten 10 Jahren wesentlich gewandelt. So wurde erst vor relativ kurzer Zeit eine direkte Interaktion der Benutzer mit Informationssystemen möglich. Die hohen Kosten und die eingeschränkten Möglichkeiten der Systeme, die vor etwa 15 Jahren angeboten wurden, erzwangen eine computerzentrierte Benutzung dieser Systeme; die Benutzer kommunizierten indirekt über Spezialisten wie Operateure und Datentypisten mit dem Computer.

Die *heutigen* Systeme sind sowohl preiswerter und dadurch einem größeren Benutzerkreis zugänglich, als auch wesentlich leistungsfähiger. Diese erhöhte Leistungsfähigkeit ermöglicht es den Softwareentwicklern, mehr und komplexere Funktionen in ein System zu integrieren. Durch die erhöhte Komplexität der Systeme und die direkte Handhabung durch Computerlaien ergibt sich die Forderung nach einer benutzungsfreundlichen Gestaltung der Interaktion:

*"The more varied and complex the tasks a system supports, the greater the need for the system to be easy to learn and to use. ... the truth of course, is that any complex system, however well-designed, possesses certain difficulties for the non-expert."*¹

In dem Maße, in dem immer mehr preiswerte Produkte auf dem Markt angeboten werden, wird die Benutzungsfreundlichkeit zu einem entscheidenden Marketing-Argument:

*"Unless the tools of human factors are called upon, the evolutionary forces of natural selection in the marketplace may be the first and last indicator of failure."*²

Seit mehr als zehn Jahren erregt die Ergonomie eine immer größere Aufmerksamkeit. Wissenschaftler und Forscher im Bereich der Arbeitswissenschaften, der Informatik und der Psychologie sehen Ergonomie als ein Feld neuer Herausforderungen für eine interdisziplinäre Zusammenarbeit.

In der Datenverarbeitung wurde die Wissenschaft der Ergonomie zuerst im Bereich der Entwicklung neuer Geräte eingesetzt. Die Ergebnisse wurden sichtbar in besser entwickelten Monitoren, Tastaturen und anderer Hardware für die Benutzungsschnittstellen. Die Ergonomie lieferte damit einen ersten positiven Beitrag für die Arbeitsbedingungen von Mitarbeitern, die sich professionell mit der Datenverarbeitung beschäftigen.

1 Vgl. Gardiner, Christie-87, S. 14.

2 Vgl. Gardiner, Christie-87, S. 15.

Die Prinzipien der Ergonomie werden seit einigen Jahren auch im Bereich der Softwaretechnik berücksichtigt und erhalten hier als "Software-Ergonomie" ein besonderes Gewicht. Beispiele hierfür sind bildschirmorientierte Dialogtechniken, sogenannte Benutzermodelle, Hilfesysteme und wissensbasierte Interaktion. Daneben werden die Auswirkungen des Computereinsatzes im Büro wie auch die Akzeptanz von Computersystemen durch die Anwender untersucht.

Die allgemeine Zielrichtung der Forschung der Software-Ergonomie besteht darin, neue Ideen und Methoden zu entwickeln, die dem Benutzer einen leichteren Zugang zu allen Ressourcen ermöglichen, die ein Computer anbieten kann. Diese neue Forschungsrichtung lieferte zwar eine Anzahl wichtiger Erkenntnisse, es besteht aber nach wie vor eine erhebliche Diskrepanz zwischen grundsätzlichen Erkenntnissen und der praktischen Anwendung dieser Erkenntnisse. Es fehlen Richtlinien zur Gestaltung dialogorientierter Benutzungsschnittstellen.

Betrachtet man die heute übliche Vorgehensweise bei der Entwicklung von Software-Systemen, so wird man feststellen, daß die Gestaltung der Mensch-Computer-Interaktion weitgehend vernachlässigt wird. Im Pflichtenheft bzw. in der Anforderungsdefinition findet man zwar Kapitel über die Gestaltung von Masken zur Erfassung und Ausgabe von Daten und Listen, aber diese Beschreibungen versuchen nur, die erhobenen Formulare und Ausgabelisten der Ist-Analyse möglichst genau nachzubilden. Dabei werden häufig elementare Prinzipien der Gestaltung des Dialogs vernachlässigt.

Bestandteile im Pflichtenheft, die sich direkt mit der Gestaltung des Zugangs zum entwickelten System befassen, sind nur selten zu finden, und wenn es solche gibt, so sind sie sehr allgemein gehalten und spiegeln eher den Kenntnisstand des Entwicklers bzw. Entwerfers und den aktuellen Stand der Technik wider, und nicht mehr. Intern entwickeln viele Systemanalytiker nach einem groben Raster von: Neuling, erfahrener Benutzer, Experte, usw. Diese Einteilung ist aber bei weitem nicht ausreichend.

1.1 Die Komplexität von Softwaresystemen

Die zunehmende Komplexität der Softwaresysteme und die Funktions- und Arbeitsteilung zwischen System und Benutzer verlangen nach einer anspruchsvollen Form der Interaktion zwischen Mensch und Computer. Dabei sind Wahrnehmungs-, Denk- und Handlungsmöglichkeiten des Benutzers als zentrale Faktoren bei der Systemgestaltung zu berücksichtigen. Die Komplexität manifestiert sich im Umfang der Funktionen eines Softwaresystems, im Zugang zu diesen Funktionen und in der Mächtigkeit der Funktionen. Der Benutzer muß sowohl in der Lage sein, die Funktionen aufzurufen, als auch zu verstehen, was die Funktionen bewirken.

Die Übernahme bekannter Ergebnisse der Psychologie auf dem Gebiet der Kognition brachte, angewendet im Bereich der Mensch-Computer-Interaktion, einen neuen Ansatz über die Art, wie der Mensch Informationen verarbeitet.

Interdisziplinäre Gruppen von Informatikern, Psychologen und Arbeitswissenschaftlern haben sich zum Ziel gesetzt, Forschungsvorhaben durchzuführen und Ergebnisse zu kombinieren, um den neuen Anforderungen an zukünftige Mensch-Computer-Interaktion gerecht zu werden und insbesondere die Benutzungskomplexität¹ von Softwaresystemen zu minimieren.

Eine empirische Untersuchung über die Nutzung komplexer Software-Systeme² ergab, daß die meisten Benutzer *komplexer Software-Systeme* nur etwa 40% der Funktionalität dieser Systeme nutzen. Für Systeme, wie beispielsweise das Betriebssystem UNIX ergab sich die in Abbildung 1 dargestellte Situation³. Die Bereiche haben folgende Bedeutung:

B1: Die Teilmenge der Befehle, die ein Benutzer beherrscht und ohne Probleme benutzen kann.

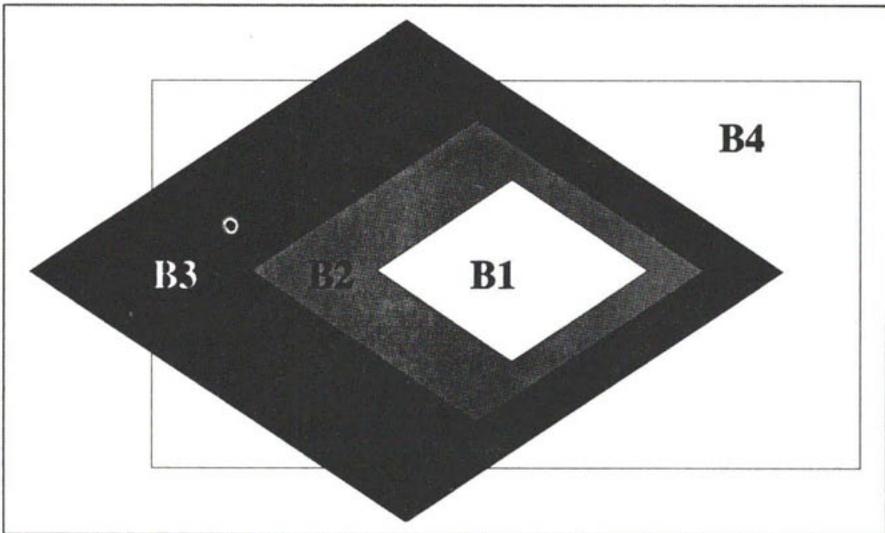


Abb. 1 Nutzungsproblematik komplexer Systeme am Beispiel des UNIX Betriebssystems³⁾

1 Diese Komplexität berücksichtigt das Auffinden und Einsetzen von Funktionen eines Systems.

2 Vgl. Fischer-82, S. 77f., zitiert nach Freiburg-86, S. 21ff.

3 Vgl. Fischer-82, S. 330, zitiert nach Freiburg-86, S. 21.

B2: Die Teilmenge der Befehle, über deren Existenz der Benutzer zwar Kenntnisse hat, die er aber aus Unsicherheit nur unter Zuhilfenahme von Hilfesystemen benutzt.

B3: Die Menge von Befehlen, die nach Meinung des Benutzers das System beinhaltet.

B4: Die eigentliche Funktionalität des Systems.

Betrachtet man die Mengen **B3** und **B4**, so wird deutlich, daß es einerseits Befehle gibt, die der Benutzer nicht kennt, er andererseits Befehle im System vermutet, die nicht im System vorhanden sind.

Diese Untersuchung verdeutlicht sehr gut die Problematik komplexer Software-Systeme, die man analog zum Begriff "Softwarekrise"¹ als "Interaktionskrise" umschreiben kann. In Floyd, Schnupp-78 wird ausgeführt: "Deshalb konnte es nicht ausbleiben, daß sich mit dem wachsenden Unmut der EDV-Benutzer über die 'Softwarekrise', die offenbar immer teurere Produktion und Wartung immer schlechterer Programme, ein benutzergerechter Qualitätsmaßstab für Softwareprodukte durchsetzte." Die Reaktion auf die Softwarekrise bestand in der Entwicklung "moderner Softwaretechnologie", die im Begriff *Software Engineering* zusammengefaßt wurde².

Software Engineering hatte im wesentlichen zum Ziel, die sogenannten "Bit-Fummler" abzulösen; die Produktion von unkorrekten Programmen und Verzögerungen von Projektabschlüssen sollten beseitigt werden, um die Kosten für die Entwicklung und vor allem die Wartung von Softwaresystemen zu senken.

Die "Interaktionskrise" oder "Nutzungskrise", die durch die Untersuchung von Fischer³ deutlich wird, hat eine andere Ursache; auch wenn man davon ausgeht, daß ein Softwaresystem nach den Software-Engineering-Prinzipien entwickelt und somit funktional korrekt und vollständig erstellt wurde, wird man voraussichtlich zu gleichen Resultaten wie Fischer kommen.

In Freiburg-86 werden die Ursachen hierzu wie folgt verdeutlicht:

"Die ... aufgeführten Modellziele (erklärbar und vorhersagbar), werden grundsätzlich auch durch den Einsatz von Methoden und Werkzeugen des Software-Engineering angestrebt. Diese messen dann auch der Definitionsphase – die Phase intensiver Auseinandersetzung mit den Auftraggebern (vielleicht auch Benutzern) – steigende Bedeutung zu, beschränken sich jedoch in der Regel auf die Definition der Funktionalität des zu entwerfenden Systems. Die Auseinandersetzung mit den eigentlichen zukünftigen Benutzern findet nicht oder nur

1 Vgl. Floyd, Schnupp-78, S. 11 f.

2 Vgl. Kimm, et al.-79, S. 15 f.

3 Vgl. Fischer-82, S. 77 f., zitiert nach Freiburg-86, S. 21 ff.

*ansatzweise statt. ... Ansätze, wie sie mit der partizipativen Systementwicklung verfolgt werden, sind grundsätzlich zu begrüßen, können aber nur bedingt erfolgreich sein. Denn häufig sind Personen nicht in der Lage, ihre Tätigkeit explizit zu beschreiben und haben keine oder nur geringe Kenntnisse über Möglichkeiten und Grenzen moderner Computer-Systeme."*¹

Ist die *Interaktionskrise* eine neue Art der *Softwarekrise*? In den ersten Absätzen dieser Arbeit wurde bereits auf die veränderte Situation, die durch heutige Softwaresysteme entsteht, hingewiesen. Die Situation kann tatsächlich, analog zur *Softwarekrise*, als *Interaktionskrise* betrachtet werden. Zur Bewältigung dieser *Interaktionskrise* bedarf es, wie im Software Engineering, neuer Methoden und Werkzeuge zur Gestaltung der Mensch-Computer-Interaktion mit dem Ziel, die in Abbildung 1 aufgezeigte Nutzungsproblematik zu beseitigen.

1.2 Menschengerechte Gestaltung von Arbeitsbedingungen

Die Gestaltung der Arbeitsbedingungen und insbesondere die Mensch-Computer-Interaktion werden bereits seit geraumer Zeit diskutiert. Die folgenden Kapitel haben zum Ziel zu zeigen, daß die Dialogkomponente neben der Funktionalität von Systemen einer der wichtigsten Faktoren in der Entwicklung von anwendungsfreundlichen Softwaresystemen ist. Die Dialogkomponente entscheidet sogar über die Brauchbarkeit und Akzeptanz eines Anwendungssystems.

Eine neue Qualität in der Diskussion über die Mensch-Computer-Interaktion ergab sich durch Beiträge aus anderen Wissenschaftsbereichen; diese wurden in interdisziplinären Fachtagungen und Workshops² vorgestellt. Die Aufgabe der Systementwickler und Informatiker besteht darin, diese Ansätze zu konkretisieren und zu Methoden, Techniken und Werkzeugen der Gestaltung der Mensch-Computer-Interaktion zu entwickeln.

Laufende Projekte³ und Untersuchungen betrachten den Zusammenhang von Software-Gestaltung und Arbeitsorganisation sowie die wesentlichen Determinanten der Arbeitssituation des Benutzers (d.h.):

- Belastung und Beanspruchung
- Qualifikationsanforderungen und Nutzung

1 Vgl. Freiburg-86, S. 22 ff.

2 Z.B.: Fachausschuß 1.2 "Künstliche Intelligenz und Mustererkennung" der Gesellschaft für Informatik (GI) und Tagungen der IFIP.

3 Vgl. Beck, et al.-89 Aufgaben- und benutzerangemessene Gestaltung von Software unter der Projekträgerschaft Humanisierung des Arbeitslebens (HdA).

- Handlungs- und Dispositionsspielräume
- Hierarchiestrukturen und kooperative Arbeitsbeziehungen

Mit der menschengerechten Gestaltung von Arbeitsbedingungen beschäftigt sich die Arbeitspsychologie. In der vorliegenden Arbeit wird der Versuch unternommen, die Beiträge¹ dieser Disziplin für die Software-Systemgestaltung nutzbar zu machen.

Die Arbeitspsychologen bedienen sich bestimmter Humankriterien, um Arbeits- und Organisationsstrukturen zu bewerten:

- **Schädigungsfreiheit:** Die Arbeit sollte nicht die Gesundheit des Arbeitenden gefährden.
- **Beeinträchtigungslosigkeit:** Das psychische und soziale Wohlbefinden des Arbeitenden darf allenfalls vorübergehend gestört werden.
- **Zumutbarkeit:** Die Arbeit sollte den Arbeitenden nicht überlasten, entwürdigen oder sein Selbstwertgefühl mindern.
- **Persönlichkeitsförderlichkeit:** Die Arbeit sollte dem Arbeitenden Möglichkeiten zur Entfaltung seiner Fähigkeiten und Bildung von Kompetenzen bieten.

Um Arbeitsplätze diesen Kriterien entsprechend zu gestalten, bedarf es geeigneter Vorgehensweisen. Diese *Strategie der Arbeitsgestaltung* kann man grob einteilen in:

korrektive Arbeitsplatzgestaltung: Dort, wo unerträgliche Arbeitsbedingungen drohen oder schon herrschen, ist eine nachträgliche Reorganisation der Arbeitsplätze unvermeidbar. Da dabei viele Ergebnisse bereits erfolgter, teurer Arbeitsorganisationsmaßnahmen verlorengehen können, sind die Kosten der korrektiven Arbeitsplatzgestaltung oft sehr hoch. Daher ist die präventive Arbeitsgestaltung vorzuziehen.

präventive Arbeitsgestaltung: Auf der Grundlage eines vorhandenen Entwurfs versucht man, mögliche Beeinträchtigungen zu erkennen, damit gegebenenfalls Korrekturen am Entwurf vorgenommen werden können.

Die Arbeitspsychologie unterstützt die Gestaltung soziotechnischer Systeme, die aus *Menschen, Organisationsstrukturen und Technik* bestehen. Damit bei der Abstimmung derartiger Systemkomponenten aufeinander die genannten Humankriterien erfüllt werden, ist es nach Auffassung der Arbeitspsychologie notwendig, zunächst die Aufgaben der Menschen innerhalb des Systems festzulegen. Hierbei ist eine Orientierung an den Kompetenzen und Bedürfnissen der Arbeitenden unerlässlich. Anschließend müssen Organisationsformen gefunden werden, die eine reibungslose Abwicklung der gefundenen

1 Vgl. Ulich-88, Triebe, et al.-87, Pactau, Pieper-85, passim.

Aufgaben gestatten. Schließlich sind die Aufgaben identifiziert, bei denen eine gewisse Automatisierung wünschenswert ist, damit die dazu passende Technik beschafft werden kann.

1.3 Funktionsverteilung in Mensch-Computer-Systemen

Wer Benutzungsschnittstellen von Softwaresystemen gestaltet, sollte davon ausgehen, daß die Erfahrungen und Kenntnisse der potentiellen Benutzer stark differieren. Zum Beispiel kann ein Benutzer ein *großes Wissen über das Anwendungsgebiet des Softwaresystems* besitzen, ohne etwas über die Handhabung von Computern zu wissen. Ein anderer hat vielleicht *Erfahrungen im Umgang mit Computern*, ein weiterer möchte sich *mit Hilfe der Software in das Anwendungsgebiet einarbeiten*. Jeder dieser Benutzer wird eine andere Benutzungsschnittstelle vorziehen.

Mit einer differenziert gestalteten Benutzungsschnittstelle wird versucht, den ersten der drei oben genannten Benutzer durch eine Schnittstelle zu unterstützen, die jederzeit Aufschluß darüber gibt, welche Bedienungsmöglichkeiten vorhanden sind und welche Wirkung die Kommandos des Systems haben. Des weiteren wird in dieser Schnittstelle versucht, die Terminologie des Benutzers über das Anwendungsgebiet zu verwenden, um störendes Umlernen zu vermeiden. Für die Unterstützung des im Umgang mit Computern erfahrenen zweiten Benutzers ist es wichtig, bereits bekannte und möglichst effiziente Bedienungsformen anzubieten, weil er so bei der Einarbeitung in die neue Software sein Vorwissen über andere Software verwenden kann. Als Arbeiterleichterung für den im Anwendungsgebiet unerfahrenen dritten Benutzer ist es vorteilhaft, Erklärungen der verwendeten Begriffe aus dem Aufgabengebiet anzubieten.

Im Verlauf der Anwendung eines Systems wird der Zeitpunkt kommen, an dem der anwendungserfahrene Benutzer das Softwaresystem ohne Schwierigkeiten bedienen kann. Der im Anwendungsgebiet unerfahrene Benutzer wird sich nach der Einarbeitung im Anwendungsgebiet auskennen. Die Fähigkeiten, Kenntnisse und Bedürfnisse der Benutzer ändern sich dynamisch und die Benutzungsschnittstelle sollte die geänderten Arbeitsformen unterstützen. Eine Benutzungsschnittstelle, die diesen sich wechselnden Anforderungen durch denselben Benutzer entgegenkommt, etwa durch das ständige Angebot einer reichen Auswahl an Bedienungsmöglichkeiten oder durch Rekonfigurierbarkeit, nennt man *dynamisch gestaltet*¹.

Der Begriff des *Freiheitsgrades* stellt einen wichtigen Anhaltspunkt für die Charakterisierung eines Systems als differentiell-dynamisch dar. Hohe Freiheitsgrade ermöglichen, daß der Benutzer das System an seine individuellen Anforderungen anpassen kann, während niedrige Freiheitsgrade den Benutzer in vorgegebene Handlungsstrukturen zwingen. Es ist aber zu beachten, daß hohe Freiheitsgrade gerade bei ungeübten Benut-

1 Vgl. Ulich-88, S. 56 ff.

zern durch den vorhandenen hohen Entscheidungsaufwand zu Unübersichtlichkeit und damit verbundener Orientierungslosigkeit führen können; die Folge ist eine erhöhte Fehlerrate. Es müssen somit Voreinstellungen der Systeme existieren, die dieser Benutzer in der Anfangsphase der Benutzung auswählen kann.

Die Verteilung von Funktionen zwischen Mensch und Computer, wie auch die Gestaltung der Dialogkomponenten sollten deshalb nach den unterschiedlichen Bedürfnissen der Benutzer eines Gesamtsystems erfolgen. Die Softwaresysteme sollten nicht notwendigerweise jede Funktion beinhalten und damit den Benutzer zum "Knopfdrücker" degradieren; ebenso sollte der Zugang zu den Funktionen nicht "idiotensicher" gestaltet sein, da der Benutzer dadurch seine Flexibilität und Kreativität verlieren kann.

1.4 Einordnung der Arbeit in die Thematik

In der Arbeitswelt werden immer mehr EDV-Systeme eingesetzt, die mit ganz unterschiedliche Anforderungen an die Benutzer verbunden sind. Es wird somit immer wichtiger, sich detaillierte Informationen über die einzelnen Einsatzgebiete und Benutzer zu verschaffen und diese mit in die Gestaltung der Dialogkomponenten eines Softwaresystems einzubeziehen.

Ständig wachsende Einsatzgebiete sind das Büro und Bereiche, die sich mit der Erstellung von Publikationen sowie Grafik Design beschäftigen. Gerade hier werden die unterschiedlichen Anforderungen deutlich, die in den einzelnen Arbeitsgebieten z.B. aufgrund der verschiedenen EDV-Vorkenntnisse an die Benutzer gestellt werden. Die übliche Einteilung der Benutzer in zwei bzw. drei Klassen ist bei der Vielzahl heutiger Möglichkeiten für die Gestaltung der Mensch-Computer-Schnittstelle nicht mehr ausreichend.

Ein Dialogsystem, das nicht benutzerangemessen gestaltet wurde kann folgende Probleme verursachen:

- Akzeptanzprobleme von Softwaresystemen bis hin zur Ablehnung von Systemen,
- die Funktionalität des Systems wird nicht vollständig erkannt,
- fehlerhafte Anwendung der Funktionen,
- zeitraubender Umgang mit Softwaresystemen, d.h. beim Benutzer entsteht der Eindruck, die anfallenden Aufgaben seien manuell schneller zu erledigen.

Ansätze zur Lösung dieser Probleme wurden bereits durch neue Techniken der Mensch-Computer-Interaktion und durch Normen¹ und Empfehlungen zur Gestaltung der Mensch-Computer-Interaktion entwickelt. Andere Systeme haben zum Ziel, unter bestimmten Bedingungen eine Mensch-Computer-Schnittstelle auf ihren ergonomischen Gehalt zu evaluieren².

Aufgrund der Beobachtungen und negativen Auswirkungen wurden folgende 4 Thesen formuliert und dieser Arbeit zugrunde gelegt:

- 1) Interaktionsschnittstellen heutiger Software-Systeme sind nicht benutzerangemessen, d.h. software-ergonomische Prinzipien werden nicht in ausreichendem Maße realisiert.
- 2) Systementwickler haben zu wenig Vorwissen über die Benutzer eines von ihnen zu entwickelnden Systems; es fehlt eine Werkzeugunterstützung zur Erhebung dieser Informationen. Dies hat für den Benutzer inadäquate Interaktionsschnittstellen zur Folge (Ursache für These 1).
- 3) Systementwickler sind nicht in ausreichendem Maße mit software-ergonomischen Prinzipien vertraut; sie sind auch nicht darüber informiert, welche Werkzeuge und Methoden zur Gestaltung der Interaktionsschnittstellen software-ergonomischen Prinzipien entsprechen. Infolgedessen werden die Interaktionsschnittstellen nicht benutzeradäquat gestaltet (Ursache für These 1).
- 4) Softwarehäuser versuchen den Aufwand für Benutzerforschung und Werkzeugauswahl für die Interaktionsschnittstelle zu minimieren. Die zum Teil hohen Kosten beruhen unter anderem darauf, daß eine detaillierte Erhebung von Informationen über die zukünftigen Benutzer unterbleibt oder nur verkürzt geschieht. Daher werden die Interaktionsschnittstellen nicht benutzeradäquat gestaltet (Ursache für These 1).

In der vorliegenden Arbeit werden diese Thesen diskutiert und ein Beitrag zu deren Lösung angeboten. Es wird eine Methode entwickelt, mit der sich die *verschiedenen Benutzercharakteristika* ermitteln lassen. Als Anwendungsbeispiel für diese Methode wird eine anonym gehandhabte Benutzerbefragung mittels eines Fragebogens und ein dafür entwickeltes Verfahren für die Auswertung gewählt.

In einem weiteren Teil dieser Arbeit werden *Eigenschaften von Werkzeugen der Dialoggestaltung* untersucht. Die Werkzeuge und Methoden werden nach bestimmten Kriterien bewertet und den definierten Benutzercharakteren aus dem ersten Teil der Arbeit zugeordnet. Die Bewertung erfolgt hinsichtlich der Eignung der Werkzeuge für den je-

1 Vgl. DIN-88, passim.

2 Vgl. Oppermann, et al.-88, passim.

weiligen Benutzercharakter. Die Bewertung und Zuordnung der Methoden und Werkzeuge kann von Spezialisten im Bereich der ergonomischen Gestaltung von Dialogsystemen durchgeführt werden. Neue Methoden und Werkzeuge der Dialoggestaltung können in Folgephasen berücksichtigt werden, ohne daß der erste Teil der Methode, die Erhebung der Benutzercharaktere, neu durchgeführt werden muß; somit kann die Methode auf zukünftige Entwicklungen adäquat reagieren.

Im ersten Teil der Methode wird ermittelt, welchen Benutzerkreis ein bestimmtes Softwaresystem zu erwarten hat; aus den Zuordnungstabellen des zweiten Teils der Methode kann der Softwareentwickler direkt die zugeordneten Werkzeuge ablesen und für die Entwicklung der Dialogkomponente des Systems verwenden. Am Beispiel einer ausgewählten Anwendung¹ wird diese Methode in der Praxis erprobt.

Einleitend wird zunächst ein Exkurs über Grundlagen aus dem Bereich der kognitiven Psychologie und der Wahrnehmungspsychologie vorgestellt, die einen Einfluß auf die Gestaltung von Dialogsystemen haben. Weiterhin wird der Begriff der Ergonomie in der Arbeitswelt diskutiert und dessen Durchsetzbarkeit erörtert.

Schließlich erfolgt eine Überleitung zum Kernpunkt dieser Arbeit, der Software-Ergonomie, die nach Oppermann, et al.-88 in die Bereiche Korrektheitergonomie, Funktionalitäts-Ergonomie und Schnittstellen-Ergonomie unterteilt werden kann. Unter diesem Aspekt befaßt sich die Arbeit vor allem mit der Gestaltung des Zugangs zu den Funktionen eines Softwaresystems, der sogenannten Schnittstellen-Ergonomie.

Die Arbeit ist in folgende Kapitel gegliedert.

Im **Kapitel 2** werden einige für die Dialoggestaltung *relevante Ergebnisse der Kognitionswissenschaft* angeführt und Vorschläge für ihre Verwendung in der Systementwicklung vorgestellt. Abschließend wird die Bedeutung der Kognitionswissenschaft für die Systementwicklung diskutiert.

Kapitel 3 behandelt die *Grundsätze und Grundlagen ergonomischer Systemgestaltung* sowohl aus wirtschaftlicher und organisatorischer als auch aus technischer und softwaretechnischer Sicht. Zusätzlich werden *Ergebnisse von Normungsbestrebungen und Methoden zur Überprüfung vorhandener Softwaresysteme auf ihren ergonomischen Gehalt* vorgestellt. Es wird eine begriffliche und methodische Grundlage geschaffen, auf der die in den Folgekapiteln entwickelte Methode basiert.

Im **Kapitel 4** wird, ergänzend zum Kapitel 3, die *Realisierung ergonomischer Bestrebungen* diskutiert. Probleme im Zusammenhang mit der Durchsetzbarkeit ergonomischer Standards werden vorgestellt, und Ansätze zur einer Neuorientierung der Ergonomie,

¹ Projekte BILUS (BERKOM) und Telepublishing (RACE) am Fachgebiet Wirtschaftsinformatik/AEDV im Institut für Angewandte Informatik der TU Berlin.

die bereits mit der DIN im Kapitel 3 diskutiert wurde, werden vertieft. Das Kapitel behandelt die Durchsetzung ergonomischer Standards in allen Aspekten des Arbeitsplatzes; die hier aufgeführten Probleme und Lösungsansätze haben aber Auswirkungen und sind ebenso gültig für den Einsatz der im folgenden Kapitel dokumentierten Methode.

Kapitel 5 beschreibt die entwickelte Methode zur Gestaltung benutzergerechter Dialogsysteme. Grundlagen der Methodenentwicklung und das Anwendungsfeld werden dargestellt. Die Methode wird in ein zyklisches Modell der Softwareentwicklung eingebunden. Es wird der Zusammenhang der Methode mit den im Kapitel 6 aufgeführten Werkzeugen und Methoden der Dialoggestaltung hergestellt. Einen besonderen Schwerpunkt bildet der *Methodenentwurf zur Erhebung der Benutzercharakteristika*.

Im **Kapitel 6** erfolgt eine Bewertung der Methoden und Werkzeuge der Dialoggestaltung und eine Zuordnung zu den Benutzercharakteren. Die Bewertung und Zuordnung basiert auf Grundlagen, die in den Vorlaufkapiteln präsentiert wurden. Darüber hinaus werden Werkzeuge für die Ein-/Ausgabe vorgestellt, die für die Gestaltung heute üblicher Dialogschnittstellen eine Verwendung finden. Als Abschluß werden die Werkzeuge und Methoden tabellarisch in Gruppen direkt den Benutzercharakteristika zugeordnet.

Kapitel 7 beschreibt den Verlauf, das Umfeld und die Ergebnisse des Einsatzes der Methode im Projekt BILUS.

Im **Kapitel 8** erfolgt eine *Zusammenfassung und abschließende Bewertung* der entwickelten Methode und des Einsatzes der Methode im Rahmen des Projektes BILUS. Offene Fragen beziehungsweise Schwachstellen in der Konzeption der Methode, die während des Einsatzes aufgetreten sind, werden diskutiert und Lösungsmöglichkeiten für die Weiterentwicklung und den Einsatz der Methode skizziert.

2 Kognitionswissenschaft in der Systementwicklung

Dieses Kapitel stellt einen Exkurs in den Bereich der Kognitionswissenschaft dar. Es werden einige für die Dialoggestaltung relevante Ergebnisse der Kognitionswissenschaft angeführt und Vorschläge für ihre Verwendung in der Systementwicklung beschrieben; die Ergebnisse stützen sich auf einige Standardwerke.

Die Zusammenstellung und die Verwendungsvorschläge sollen einerseits als allgemeine Hinweise für die Systementwickler bei der Dialoggestaltung dienen und andererseits als Erklärungen für bereits entwickelte Werkzeuge der Schnittstellengestaltung herangezogen werden.

2.1 Überblick über die Kognitionswissenschaft

Der Begriff "Kognitive Psychologie" wurde hauptsächlich durch Neissers 1967 erschienenes Buch mit dem Titel "Cognitive Psychology" geprägt¹. Er beschreibt Kognitive Psychologie als Wissenschaft, die sich mit menschlicher Informationsverarbeitung im weitesten Sinne beschäftigt. Informationsverarbeitung bedeutet: *Speichern, Transformieren, Reduzieren, Ausarbeiten, Weiterverwenden, Abfragen, Verändern* von Informationen. Sie behandelt nahezu alle Formen psychischer Aktivitäten wie: *Wahrnehmen, Vorstellen, Erinnern, Träumen, Problemlösung, Lernen, Aufmerksamkeit, Aktivierung des Gedächtnisses*.

Die Mensch-Computer-Interaktion unterliegt Prozessen der Informationsverarbeitung. Diese Prozesse sind kognitiver Art, und sie beeinflussen die Qualität der im Bewußtsein interpretierten Informationen. Daraus ergeben sich unter anderem folgende Fragen:

- Wie erfolgt die Wahrnehmung von Informationen auf einem Bildschirm?
- Welche Gedächtnisleistungen ergeben sich bei der Speicherung der Informationen?
- Werden verbale Informationen kognitiv anders verarbeitet als Piktogramme?
- Wie ist das Anwendungsgebiet (z.B. Büro) kognitiv repräsentiert?
- Mit welcher Benutzungsschnittstelle läßt sich die kognitive Belastung minimieren?

¹ Vgl. Neisser-67, zitiert nach Staufer-87, S. 45 ff.

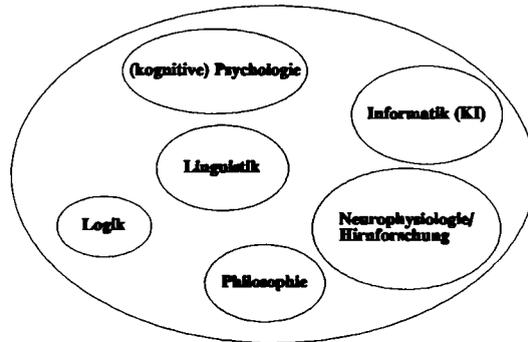


Abb. 2 Kognitionswissenschaft als Sammelbegriff

Früher bezeichnete das Wort "Kognition" eine gerichtliche Untersuchung. Eine solche Untersuchung war auf die Gewinnung von Erkenntnissen über den verhandelten Vorfall gerichtet. Heute verwendet man dementsprechend das Wort "kognitiv" in der Bedeutung "die Erkenntnis bzw. die Wahrnehmung betreffend".

"Kognitionswissenschaft" ist eine Übersetzung des englischen "cognitive science", das sich als Sammelbegriff für alle Forschungsansätze eingebürgert hat, die sich um das Verständnis höherer geistiger Prozesse bemühen; "cognitive science" ist interdisziplinär. Fragen nach der Natur von Denken und Wissen werden aus zahlreichen Wissenschaftsdisziplinen heraus angegangen. So finden wir Beiträge aus der Philosophie, der Logik und aus der Neurophysiologie und Hirnforschung. Die im Hinblick auf die Softwaregestaltung wichtigsten Beiträge kommen jedoch aus den Bereichen der Psychologie, der Informatik, insbesondere aus der Forschung zur Künstlichen Intelligenz und der Linguistik.

Die in den Thesen aus der Einleitung formulierten Probleme zwingen die Informatik zu der Entwicklung von benutzerangemessenen Schnittstellen, und zwar nicht nur bei Standardsoftware, sondern auch im Bereich spezieller Anwendungssoftware. Softwaresysteme dieser Art können zur Steuerung von sicherheitskritischen Systemen im medizinischen Bereich, in der Flugindustrie oder in kerntechnischen Anlagen Verwendung finden. Besonders bei solchen Systemen wird häufig auch noch eine andere Frage zu berücksichtigen sein: Wie können wir die Systeme so gestalten, daß bei weitreichenden oder sicherheitskritischen Aktionen die Wahrscheinlichkeit eines Fehlers des menschlichen Benutzers minimiert wird?

Ein wichtiger Aspekt zur Beantwortung dieser Frage ist die Berücksichtigung von Wissen über die geistige Leistungsfähigkeit des Menschen und über deren Grenzen, über Lernvorgänge und bevorzugte Arbeitsweisen.

2.1.1 Historischer Hintergrund der kognitiven Psychologie

Im folgenden wird die geschichtliche Entwicklung der Psychologie skizziert, um anzuzeigen, wie sich die kognitive Psychologie darin einordnen läßt. Das Nachdenken über das Wesen des Denkens und der Erkenntnis ist etwa so alt, wie das spekulative Denken selbst. Bekannt sind z.B. die Assoziationsgesetze von Aristoteles¹: Gedanken und Erinnerungen werden nach Aristoteles miteinander verknüpft durch

- Kontiguität (d.h. räumliche und zeitliche Nachbarschaft),
- Ähnlichkeit und
- Kontrast (z.B. heiß <—> kalt).

Als "Lehre von der Seele" blieb die Psychologie bis in die jüngste Zeit Teilgebiet der Philosophie. Erst in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts entwickelte sich die Psychologie als eigene, nach naturwissenschaftlichen Methoden arbeitende Disziplin.

Man begann erstmals *systematisch* zu beobachten und zu experimentieren. Ebbinghaus veranlaßte Versuchspersonen eine lange Listen von Silben auswendig zu lernen, wobei er sorgfältig bestimmte Bedingungen kontrollierte, um ihren Einfluß auf die Gedächtnisleistung zu studieren. Andere maßen Reaktionszeiten und Zeiten für die Durchführung einfacher geistiger Operationen oder ermittelten eine mathematische Beziehung zwischen der physikalischen Stärke eines Stimulus und der Stärke des von ihm erzeugten subjektiven Eindrucks².

Der Beginn der wissenschaftlichen Psychologie wird allgemein mit 1879 datiert, als Wilhelm Wundt in Leipzig das erste psychologische Laboratorium gründete³. Wundt wollte die bewußte Erfahrung untersuchen. Er nahm an, daß sich die Erfahrung in bestimmte elementare Wahrnehmungen zerlegen läßt und wollte deren Zusammenhänge ausleuchten. Eine Erfahrung kann jedoch immer nur von dem Individuum beschrieben werden, das sie macht. Wundt verwendete vor allem die Methode der Selbst-Beobachtung, der Introspektion. Die Wissenschaftlichkeit dieser Methode wurde jedoch nachfolgend bestritten, weil es unmöglich ist, introspektive Berichte zu validieren.

Gegen Ende des letzten Jahrhunderts erhielt die Psychologie eine entscheidende Prägung durch die Annahme, daß Verhalten eine Funktion der mentalen Aktivität sei⁴. Dieses Konzept hatte eine Reihe von unterschiedlichen Bedeutungen, zum Beispiel konnte eine Funktion angesehen werden

1 Vgl. Scane-87, S. 58.

2 Vgl. Scane-87, S. 60 ff.

3 Vgl. Scane-87, S. 61 ff.

4 Vgl. Scane-87, S. 63 f.

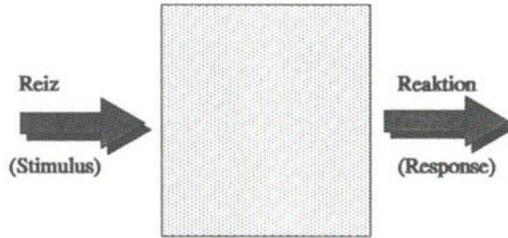


Abb. 3 Grundkonzept des Behaviorismus

- als Synonym zu einer mentalen Aktivität wie "Wahrnehmung",
- als eine biologische Aktivität,
- als eine mögliche Beziehung (im mathematischen Sinne) zwischen zwei Dingen.

Da die unterschiedlichen Bedeutungen von Vertretern dieser Richtung nicht als gegensätzlich angesehen wurden, war der Weg frei für fundamentale Veränderungen in der Ausprägung der Psychologie. Da feststand, daß das Verhalten eine Funktion der mentalen Aktivität war, konnte das Studium des Verhaltens selbst in die Psychologie aufgenommen werden.

Diese Annahme eröffnete ein großes Feld neuer Forschungs- und Experimentiermöglichkeiten. Nun war die Psychologie nicht mehr darauf beschränkt, nur rein geistige Prozesse zu studieren. Dadurch fühlten sich einige Forscher ermutigt, mentale Prozesse völlig aus ihren Betrachtungen zu verbannen. Diese von J.B. Watson begründete Schule des Behaviorismus¹ wurde in der amerikanischen Psychologie seit etwa 1920 zur dominanten Strömung.

Die Psychologie sollte sich dem objektiv beobachtbaren und meßbaren Verhalten widmen; Introspektion war verpönt, theoretische Konstrukte über nicht direkt greifbare Prozesse und Strukturen der menschlichen Psyche, wie Aufmerksamkeit, Bewußtsein, Denken usw., wurden ignoriert.

Zentrales Konzept des Behaviorismus ist das Reiz-Reaktions-Schema (stimulus response), das auf Pawlows berühmte Experimente² zur Konditionierung von Hunden zurückgeht. Man versucht Gesetzmäßigkeiten zwischen bestimmten Reizkonstellationen und

1 Vgl. Watson-13, zitiert nach Scane-87, S. 64 f.

2 Ein Glockenton regt gewöhnlich keine Speichelproduktion beim Hund an; Geruch und Anblick einer saftigen Mahlzeit hingegen schon. Der Glockenton wird 25mal in Zusammenhang mit der Mahlzeit gebracht, dann führt auch der Glockenton allein zur Speichelproduktion. Vgl. Leitner-77, S. 30.

dem Verhalten zu bestimmen. Das häufigste Thema der Experimente des Behaviorismus ist folgerichtig das Lernverhalten von Tieren in Laborsituationen geworden.

Die Neo-Behavioristen haben inzwischen die mentale Aktivität nicht mehr völlig ignorieren können und sie in Form von sogenannten "intervenierenden Variablen" zwischen Reiz und Reaktion eingebaut. Dennoch unterblieb die Forschung über kognitive Prozesse in Amerika für etwa vierzig Jahre fast vollständig¹.

Parallel zum Behaviorismus in Amerika entwickelte sich in den zwanziger Jahren in Deutschland die Gestaltpsychologie. Die Gestaltpsychologie interessiert sich vornehmlich für die Natur von Sinneseindrücken, Wahrnehmungen und Gedanken. Sie geht davon aus, daß die Grunddaten des Bewußtseins organisierte Ganzheiten sind, Ganzheiten, die mehr sind als die Summe ihrer Teile. Zwar treffen die Stimuli unorganisiert auf die Sinnesorgane, doch bereits hier und in den ersten Empfangsgebieten im Gehirn werden sie zu Gestalten geordnet, mit denen dann die höheren Prozesse des Nervensystems arbeiten.

Gestaltpsychologie kann als Bindeglied zwischen der frühen Experimentalpsychologie und der modernen kognitiven Psychologie gesehen werden. Starke Einflüsse auf die kognitive Psychologie hat sie besonders in den Bereichen Problemlösung und Wahrnehmung ausgeübt². Als formelle Schule löste sich die Gestaltpsychologie in den dreißiger Jahren in Deutschland auf. Viele Mitglieder gingen in die Vereinigten Staaten, wo sie im Strom der amerikanischen Experimentalpsychologie aufgingen.

Eine Vielzahl von Einflüssen kam in den späten fünfziger Jahren zusammen, die eine neue Perspektive für das Studium des menschlichen Denkens und Wahrnehmens eröffneten. Unter anderem die Entwicklung der Psycholinguistik durch Chomsky³ und, vor allem durch das Aufkommen der Computer in Analogie zum Aufbau der Computer, das Informationsverarbeitungsmodell des menschlichen Geistes. Viele Psychologen zogen Vergleiche zwischen den Verarbeitungsprozessen des Computers und der menschlichen Kognition. Zum Beispiel akzeptieren Computer Daten als Eingabe, verändern diese in eine interne Repräsentation, speichern und finden diese Daten wieder, und erzeugen Ausgaben⁴.

In den achtziger Jahren bezeichnen sich schließlich mehr als dreiviertel aller amerikanischen Psychologen als "kognitive Psychologen". Ein Umstand, der wohl zumindest zum

1 Vgl. Scane-87, S. 65 f.

2 Insbesondere durch Experimente über optische Täuschungen, vgl. nachfolgende Absätze.

3 Vgl. Scane-87, S. 69 ff.

4 Vgl. Scane-87, S. 67 ff.