

**eXamen.press**

**eXamen.press** ist eine Reihe, die Theorie und Praxis aus allen Bereichen der Informatik für die Hochschulausbildung vermittelt.

Bernhard Preim · Raimund Dachzelt

# Interaktive Systeme

Band 1: Grundlagen, Graphical User  
Interfaces, Informationsvisualisierung

2. Auflage

 Springer

Bernhard Preim  
Universität Magdeburg  
Fakultät Informatik  
Universitätsplatz 2  
39106 Magdeburg  
Deutschland  
bernhard.preim@ovgu.de

Raimund Dachzelt  
Universität Magdeburg  
Fakultät Informatik  
Universitätsplatz 2  
39106 Magdeburg  
Deutschland  
raimund.dachzelt@ovgu.de

ISSN 1614-5216

ISBN 978-3-642-05401-3

e-ISBN 978-3-642-05402-0

DOI 10.1007/978-3-642-05402-0

Springer Heidelberg Dordrecht London New York

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1999, 2010

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

*Einbandentwurf:* KuenkelLopka GmbH

Gedruckt auf säurefreiem Papier

Springer ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media ([www.springer.com](http://www.springer.com))

## Geleitwort

**Wer wagt, gewinnt.** Das erste Lehrbuch zum Thema „Usability“ (Gebrauchstauglichkeit), das ich gelesen habe, war Jens Wandmachers „Software-Ergonomie“ (Walter de Gruyter, Berlin 1993). Es machte mir vor rund 15 Jahren klar, dass Usability keine Qualität des jeweiligen Produktes ist, sondern im Zusammenspiel von „Benutzern“ (welch ein furchtbares Wort für Menschen), ihren Aufgaben und den Rahmenbedingungen liegt. Der Groschen fiel bei der Formel zur Bestimmung der optimalen Schriftgröße<sup>1</sup>. Diese benötigt den Abstand zwischen dem Bildschirm und dem Lesenden. Ohne zu wissen, wie groß dieser Abstand ist, kann auch keine optimale Schriftgröße ermittelt werden. Es ist seltsam, wie die Einsicht funktioniert. Plötzlich hatte ich verstanden, dass trotz aller wissenschaftlichen Exaktheit sich irgendjemand zunächst die Mühe machen muss, diesen Abstand zu ermitteln oder zumindest festzulegen. Es gibt keine einfachen Rezepte à la „12 Punkt ist lesbar“.

Wandmachers Buch ist voll mit solch nützlichem Wissen und dessen wissenschaftlicher Fundierung. Ein ganzes Kapitel beschäftigt sich beispielsweise mit der Gestaltung von Menüs. Es geht um die optimale Zahl von Menüeinträgen und Menüebenen, ob Menüs eher flach oder tief sein sollen, wie man sie strukturiert und die einzelnen Auswahlmöglichkeiten benennt. Als Studierender – denn das war ich vor 15 Jahren – kann ich mich an hitzige Diskussionen erinnern, ob es nun Benutzerschnittstelle (grammatikalisch falsch), Benutzungsschnittstelle oder doch lieber -nahtstelle heißen soll. Ist Benutzerfreundlichkeit als Begriff abwertend und was ist eigentlich der Unterschied zwischen Benutzbarkeit, Nützlichkeit und Gebrauchstauglichkeit? Fragen über Fragen.

Seit damals ist einiges passiert. Und es ist nicht einfacher geworden. Die Komplexität interaktiver Systeme hat immens zugenommen. Allein die Vorstellung ich müsste ein mittelkomplexes Produkt, wie eine Software zur Steuererklärung, GOMS-modellieren, um seine Effizienz zu optimieren, lässt mich schaudern. (Sie müssen nicht wissen was GOMS ist. Es reicht zu wissen, dass es sehr sehr aufwändig ist.) Es geht auch nicht mehr nur um den Desktopcomputer in einem Büro. Interaktive Systeme sind mittlerweile fester Bestandteil unseres alltäglichen Lebens. Dementsprechend variieren Technologien und Kontexte. Kleine Bildschirme, große Bildschirme, Mäuse, Touchscreens und -pads und -wheels, Knöpfe, Hebelchen, Schalter, Gesten, Worte; und das dann Zuhause, auf Partys, in Autos, in Büros. Die Kombinationsmöglichkeiten sind enorm, und damit auch die Anforderungen an das Wissen über die Gestaltung interaktiver Systeme – denn Sie erinnern sich: Nur wenn das System zum Kontext passt, wird Usability daraus.

---

<sup>1</sup> Die Schriftgröße in mm errechnet sich als  $0,0022d + k1 + k2$ .  $d$  ist der Augenabstand vom Bildschirm in mm.  $k1$  ist 1,5 bei günstigen Lesebedingungen und 4,1 bei ungünstigen.  $k2$  ist 0 bei normalen Informationen und 1,9 bei kritischen. Die Formel verrechnet also insgesamt drei unterschiedliche, kontextabhängige Aspekte (siehe Jens Wandmacher, Software-Ergonomie, 1993).

Warum erzähle ich das? Weil ein Buch zu schreiben wie das vorliegende „Interaktive Systeme“ unter diesen Umständen ein Wagnis ist. Hunderte, tausende von Wissensschnipseln müssen zu einem großen Ganzen zusammengefügt werden, zu einer Struktur, die Sinn macht, die Studierenden und auch Experten hilft, den Überblick zu behalten. Ich finde, dieses Wagnis ist Bernhard Preim und Raimund Dachzelt sehr gut gelungen – ehrlich gesagt: ich bin ein bisschen neidisch!

Das Gelingen liegt natürlich auch daran, dass sich Preim und Dachzelt hervorragend ergänzen. Preim hat seinen Schwerpunkt in der Gestaltung sicherheitskritischer interaktiver Systeme im Kontext medizinischer Anwendungen. Ein Nutzungsproblem in diesem Bereich, eine kleine Unsicherheit bei der Einstellung einer Dosierung oder der Dauer einer Bestrahlung kann Menschenleben kosten. Und entsprechend leidenschaftlich und überzeugend beschäftigt er sich mit der Verbesserung der Usability. Dachzelt erforscht intensiv, neuartige, möglichst natürliche Interaktionstechniken und Informationsvisualisierung – er gehört zu einer neuen Generation von Informatikern, die ihr Augenmerk bereits auf die Ästhetik interaktiver Systeme richten – und entsprechende Fertigkeiten gezielt erworben haben.

Das Buch ist voll interessanter Einsichten und Hinweise zum Thema Usability im Speziellen und zum Entwurf interaktiver Systeme im Allgemeinen. Und auch die „angenehme User Experience“ (Abschn. 6.3.1) – wie das auf neudeutsch heißt – wird diskutiert. Diese Diskussion ist besonders wichtig, denn sie zeigt, dass Usability bei aller Leidenschaft nur ein Teilaspekt interaktiver Systeme ist. Es gibt mehr. Menschen drücken durch interaktive Systeme ihre Identität aus - sie lieben Schönheit und Professionalität. Sie beweisen durch die Beherrschung dieser Systeme ihre Kompetenz und nicht selten entdecken sie Anregendes und Neues.

Hand aufs Herz: In vielen Fällen ist das Gefühl, effizient zu sein, viel wichtiger als die wirklich erreichte Effizienz. Und die Vorstellung, dass Menschen Aufgaben haben, die sie erledigen wollen, und wofür sie Werkzeuge brauchen wäre ebenso naiv. Natürlich verändert das Werkzeug die Aufgabe erheblich und führt oft zu ganz neuen Aufgaben, die so noch gar nicht da waren. Wenn Sie einen Kaffeevollautomaten besitzen, wissen Sie, wovon ich rede. Man muss zwar nicht mehr Kaffee kochen - das macht ja jetzt die Maschine – aber dafür bekommt man permanent Anweisungen, wie die Maschine ordnungsgemäß zu unterstützen sei: Wasser nachfüllen, reinigen, Mahlwerk oder Milchküse säubern.

Diese Systeme müssen nicht nur gebrauchstauglich gemacht werden, sondern müssen mit Gespür dafür gestaltet werden, was Menschen wichtig ist und was Ihnen Freude bereitet. Usability ist zwar ein wichtiger Hygienefaktor. Ohne Usability wird es immer mühsam oder sogar gefährlich. Aber Usability allein ist kein Grund zur Freude. Freude bei der Nutzung, Bindung und die Motivation der Nutzer sind immer zentraler werdende Anforderungen an jedes interaktive System. Wie das genau geht, ist noch unklar, das Forschungsgebiet noch unreif – aber spannend ist es. Und Bernhard Preim und Raimund Dachzelt machen uns zum Glück immer wieder darauf aufmerksam.

Ein Tipp zum Schluss: Lassen Sie sich nicht entmutigen von der Fülle der Details, Ratschläge und Themen in diesem Buch. Lassen Sie sich nicht entmutigen von dem Gefühl, das vielleicht aufkommt, doch nur an der Oberfläche gekratzt zu haben. Das Gestalten interaktiver Systeme ist eine Herausforderung. Es ist aber auch ein spannendes, gesellschaftlich überaus relevantes Thema. Es liegt am Ende in Ihrer Hand als Gestalter (egal ob Sie sich als Ingenieur oder Designer verstehen), ob eine Technologie eine positive Wirkung für den Menschen entfalten kann oder aber als unmenschlich, zu kompliziert, langweilig oder überflüssig befunden wird. Das Buch wird Ihnen sicher dabei helfen, angemessene Gestaltungsentscheidungen zu treffen.

Viel Vergnügen beim Lesen und viel Erfolg beim Anwenden.

Ihr Marc Hassenzahl





## Vorwort zur zweiten Auflage

Die Mensch-Computer-Interaktion ist ein faszinierendes und vielseitiges Arbeitsgebiet. Seit der ersten Auflage 1999 ist eine Vielzahl neuer Trends zu beobachten, die eine Neuauflage dringend erforderlich machen. Die erste Auflage war stark durch Szenarien geprägt, in denen interaktive Systeme für Experten bei ihrer Arbeit an stationären PCs entwickelt wurden. Usability Engineering – eine an das Software Engineering angelehnte Vorgehensweise zur Entwicklung von leicht erlernbaren und vor allem effizient zu benutzenden Systemen – stand dabei im Vordergrund.

Heute ist dagegen der mobile Einsatz von Computern, Handhelds und der Einsatz von PCs in der Freizeit von ähnlich großer Bedeutung. Dabei gibt es die unterschiedlichsten Benutzer und Nutzungskontexte: Autofahrer nutzen ein Navigationsgerät und dürfen dabei nicht von der Steuerung des Autos abgelenkt werden, e-Learning Systeme werden von Menschen aller Altersklassen genutzt, um den Anforderungen des lebenslangen Lernens gewachsen zu sein.

Die Interaktionsformen sind vielfältiger geworden. Die herkömmliche Maus- und Tastatureingabe wird häufig durch Touchscreenbedienung oder Stifteingabe ergänzt oder gar ersetzt, vor allem bei der Nutzung mobiler Geräte. Im Spielbereich sind noch wesentlich mehr Interaktionsformen entwickelt, erprobt und etabliert worden. Einige dieser Interaktionsformen, die für den Unterhaltungsbereich konzipiert wurden, werden mittlerweile auch in anderen „seriösen“ Anwendungen genutzt. Als Beispiel sei die bewegungssensitive Steuerung durch die Wii-Fernbedienung von NINTENDO genannt, die sogar schon in Operationssälen erprobt wird, um mittels entsprechender Gesten Software zu steuern.

Webbasierte Systeme spielen eine wachsende Rolle: die Kommunikation in Firmen wird durch Intranets unterstützt, wobei nicht nur der Wissens- und Erfahrungsaustausch unterstützt wird, sondern idealerweise auch das Zusammengehörigkeitsgefühl z.B. durch Darstellung gemeinsamer Aktivitäten. Der Austausch von Fotos, Videos und Musik, das Kommentieren und gemeinsame Verbinden der Inhalte sind Beispiele für diese neuen sozialen Nutzungskontexte. Das Internet wird genutzt, um Ferienwohnungen zu buchen, um einzukaufen oder bei eBay etwas zu ersteigern. Als herausragendes Beispiel sei die Wikipedia genannt, bei der kollektiv ein umfassendes Lexikon erstellt wurde und das weiter entwickelt wird. Bei der Konzeption derartiger Systeme sind neben Kenntnissen in der Mensch-Computer-Interaktion auch soziologische und psychologische Kenntnisse entscheidend, z.B. um angemessene Möglichkeiten zur Moderation und Konfliktsteuerung bereitzustellen.

Die klassischen Usability-Faktoren haben dabei nicht an Bedeutung verloren; aber sie reichen zur Bewertung nicht mehr aus. Eine Webpräsentation eines Sportvereins dient auch dazu, neue Mitglieder anzuziehen, ebenso wie die Webpräsentation einer Universität auf Abiturienten einladend wirken soll. Das visuelle Design, die Professionalität des Webauftritts, aber auch die Stimmungen, die dieses Design vermittelt, z.B. in Bezug auf das Studentenleben an einem Universitätsstandort, sind weitere wichtige Faktoren. E-Learning adressiert nicht den in der Softwareer-

gonomie vorherrschenden „Experten“, sondern einen Lernenden, der nicht nur die Benutzung des e-Learning-Systems, sondern auch den Anwendungsbereich kennen lernen muss. Dabei spielt die Motivation des Benutzers für die Akzeptanz eine ganz entscheidende Rolle. Wie kann der Benutzer an den Anwendungsbereich herangeführt werden, wie kann er durch passendes Feedback motiviert werden, wie können Einsichten und Haltungen vermittelt werden?

Insbesondere bei webbasierten e-Commerce-Lösungen oder Online-Auktionen ist die Frage, ob der Benutzer zu einer Website und der durch sie repräsentierten Firma Vertrauen aufbaut. Relevante Fragen sind dann: Wie sicher ist die Bezahlung? Was passiert mit meinen Daten? Das Bewusstsein für die Heterogenität von Benutzern, unter anderem von Informationsangeboten im WWW, ist gewachsen. Es wird angestrebt und mittlerweile auch gesetzlich vorgeschrieben, dass auch Benutzer, deren physische und kognitive Möglichkeiten eingeschränkt sind, interaktive Systeme nutzen können. Dies ist auch dringend erforderlich, da immer stärker Maschinen, z.B. Fahrscheinautomaten auf Kleinstadtbahnhöfen, die menschliche Bedienung ersetzen. Barrierefreiheit, lange Zeit vor allem ein Schlagwort, unter dem die behindertengerechte Konzeption von Gebäuden diskutiert wurde, betrifft in wachsendem Maße die Entwicklung interaktiver Systeme.

Unter dem Begriff „User Experience“ wird eine umfassendere Sicht auf interaktive Systeme charakterisiert. Im Deutschen wird dieser Begriff teilweise als Nutzungserlebnis bezeichnet. Eine zielgerichtete Entwicklung, die eine angenehme „User Experience“ ermöglichen soll, beinhaltet auch ästhetische Aspekte, wie ein modernes visuelles Design, eine Interaktion, die dem Benutzer Freude bereitet, ihn unter Umständen auch angemessen herausfordert.

Diese Entwicklung ist keinesfalls auf den akademischen Bereich begrenzt. Große Firmen im In- und Ausland suchen *User Experience Designer* oder bauen ganze User Experience-Abteilungen auf. Noch stärker als bisher ist die Entwicklung interaktiver Systeme als interdisziplinäre Aufgabe anzusehen. Auf Seiten der Auftraggeber sind häufig verschiedene Interessen und Positionen zu berücksichtigen, z.B. die des Managements und die der „betroffenen“ Mitarbeiter. Während für das Management Zeit- und Kosteneinsparungen, also „harte“ Usability-Faktoren im Vordergrund stehen, haben Mitarbeiter – also die Nutzer dieser Systeme – unterschiedliche, eventuell sogar entgegengesetzte Interessen.

Das Team, das interaktive Systeme konzipiert, muss diese Interessen kennen, eruieren und nicht selten zum Ausgleich dieser Interessen beitragen. Die Analyse von Anforderungen erfordert andere Kompetenzen als das Interaktions- und Navigationsdesign für einen umfassenden Webauftritt. Wieder andere Kompetenzen sind nötig, um mehrere Varianten einer Software systematisch in Bezug auf Effizienz zu vergleichen bzw. um diese Varianten schließlich kompetent umzusetzen. Insofern haben sich verschiedene Berufsbilder herausgebildet, die unter dem Überbegriff „Usability Professionals“ zusammengefasst werden. Die „Usability Professionals“ sind national und international hervorragend organisiert und diskutieren intensiv, welche Methoden sich bewährt haben, wie sie eingesetzt und kombiniert werden, um eine hohe „Usability“ und eine angenehme „User Experience“ zu ermöglichen. Durch ihre Beiträge verhelfen sie nicht nur den wissenschaftlichen Ergebnissen in

der Praxis zum Durchbruch, sondern bereichern die wissenschaftliche Diskussion um neue Impulse und Erkenntnisse.

Um diesen neuen Entwicklungen gerecht zu werden, ist das Buch nicht nur grundlegend überarbeitet und aktualisiert, sondern auch wesentlich erweitert worden, so dass es in der Neuauflage zweibändig erscheint. Diese Erweiterung ist von einem Einzelautor nicht zu bewältigen. Durch die gemeinsame Autorenschaft ist es möglich, eine breite Sicht auf die Mensch-Computer-Interaktion zu vermitteln.

Dieses Buch richtet sich an Studenten und Dozenten. Es sollte sowohl in der Hochschulausbildung als auch für weiterbildende Kurse verwendbar sein. Die Konzeption des Buches trägt dem aktuellen Standard der Ausbildung in diesem Bereich Rechnung [Hamborg et al., 2009]. Insbesondere behandelt es die dort empfohlenen Grundlagen in den Bereichen der Softwareergonomie und Normen, Ein- und Ausgabegeräte und Interaktionstechniken sowie den benutzerzentrierten Entwicklungsprozess.

Es ist ebenso für Usability Professionals gedacht und stützt sich daher auch auf Beiträge der Usability Professionals, z.B. von der jährlichen nationalen Tagung. Ähnlich wie in der ersten Auflage soll eine Brücke zwischen den Grundlagen und der aktuellen Forschung geschlagen werden. Diskussionen aktueller Forschung dienen vor allem dazu, zu verstehen, mit welchen Methoden in der Mensch-Computer-Interaktion neue Ideen und Konzepte erprobt und verfeinert werden. Viele Verweise auf die aktuelle Forschungsliteratur an den Kapitelenden können dazu genutzt werden, sich ausgehend vom jeweiligen Buchkapitel zu vertiefen.

Wir haben uns bemüht, die Fülle des Stoffs durch eine klare didaktische Gestaltung beherrschbar zu machen. Die Kapiteleinleitungen und -zusammenfassungen erwähnen die wichtigsten Theorien, Modelle und Richtlinien, die vermittelt werden. Beispiele sind gesondert gekennzeichnet und können beim ersten schnellen Lesen übersprungen werden ebenso wie Bereiche mit speziellen Informationen für Fortgeschrittene.



## Meinungen zum Buch

Ich bin von diesem Buch begeistert! Endlich ein deutsches Fachbuch, welches interaktive Systeme umfassend und verständlich erklärt. Die grundlegenden Konzepte werden wissenschaftlich fundiert vermittelt. Für viele Themen haben die Autoren aktuelle, praktische und sehr anschauliche Beispiele gefunden. Aus meiner Sicht ist es ausgezeichnet als Lehrbuch und Nachschlagewerk geeignet.

*Prof. Dr. Albrecht Schmidt, Universität Duisburg-Essen*

Die neue Auflage des Buches Interaktive Systeme (Band 1) wird von mir im Rahmen meiner Vorlesung Mensch-Computer Interaktion als primäres Fachbuch verwendet. Ich biete diese Vorlesung schon über 10 Jahre an der Universität Konstanz an und hatte daher schon zahlreiche Gelegenheiten, unterschiedlichste Lehrbücher zu erproben. Dieses Buch hat sich sowohl aus Sicht der Kursteilnehmer als auch aus Sicht des Dozenten bestens bewährt. Es fasst umfassend und gut lesbar die wichtigsten theoretischen Erkenntnisse des Faches zusammen und bietet gleichzeitig zahlreiche anschauliche Beispiele aus der Forschung und Praxis. Dadurch wird der Stoff sehr lebendig vermittelt. Es gibt auch zahlreiche hilfreiche Literaturhinweise, erfreulicherweise auch zu weiterführenden Themen und aktuellen Entwicklungen. Dies macht das Buch auch für bereits erfahrene Leser interessant und wertvoll. Die Autoren haben dankenswerterweise auch an die Dozenten gedacht und stellen Folien und weiterführende Materialien zur Verfügung. Für mich ist dieses Buch derzeit eines der besten einführenden Lehrbücher zum Thema Mensch-Computer Interaktion auf dem deutschsprachigen Markt. Ich kann es jeden Dozenten dieses Faches nur wärmstens empfehlen.

*Prof. Dr. Harald Reiterer, Universität Konstanz*



**Danksagung.** Die Erstellung dieses Buches wäre ohne substanzielle Hilfe von Kollegen und Mitarbeitern sowie des Sekretariates unseres Institutes für Simulation und Graphik (ISG) nicht möglich gewesen. Besonderer Dank gilt Dr. Ragnar Bade, Arno Krüger, Konrad Mühler und Frau Dr. Heike Schliecke von der AG Visualisierung sowie Matthias Frisch, Jens Heydekorn, Martin Spindler und Sophie Stellmach von der AG User Interface & Software Engineering für das kritische Kontrolllesen von Kapiteln, viele Tipps zu aktuellen Beispielen und Hilfestellung bei Latex-Problemen. Arno war 6 Jahre lang Übungsleiter für die Lehrveranstaltung „Interaktive Systeme“ und hat mit seinen Ideen und Beispielen Teile des Buches stark geprägt; insbesondere das Kapitel zu „Eingabegeräten“. In ähnlicher Weise hat Konrad das Kapitel „Dialoggestaltung“ durch sein Engagement für dieses Thema mit geprägt.

Auch studentische Hilfskräfte haben zum Gelingen dieses Buches beigetragen. Ricardo Langner gebührt besonderer Dank für seine immense Arbeit bei der Gestaltung zahlreicher Abbildungen. Mit seinem gestalterischen Geschick hat er wesentliche Beiträge zur Illustration dieses Buches geleistet. Juliane Neumann hat sich in unermüdlicher Kleinarbeit der Optimierung des Literaturverzeichnisses gewidmet. Wir danken außerdem Dr. Niklas Röber, ehemaliger Mitarbeiter der AG User Interface & Software Engineering, für viele Hilfen bei der Erstellung der Latex-Dateien.

Besonders schwer zu schreiben sind für Informatiker Kapitel über „Kognitive Grundlagen“ und „Metaphern“. Prof. Stefan Pollmann, Lehrstuhl für Allgemeine Psychologie der Universität Magdeburg und Prof. Werner Kuhn, Lehrstuhl für Geoinformatik der Universität Münster, haben dabei entscheidend mitgeholfen. Prof. Harald Reiterer, Lehrstuhl für Mensch-Computer Interaktion der Universität Konstanz hat Material zu seinen Forschungen im Bereich Large Displays und Zoomable User Interfaces zur Verfügung gestellt und unsere Beschreibung dieser Arbeiten sorgfältig kommentiert. Wir freuen uns sehr, dass Prof. Marc Hassenzahl ein Geleitwort verfasst hat.

Den Mitarbeiterinnen des ISG-Sekretariats, Steffi Quade, Petra Schumann und Petra Specht sind wir für das gründliche redaktionelle Überarbeiten des Manuskripts, zahlreiche Hilfen und Ermunterungen dankbar. Bei den Mitarbeitern des Springer-Verlags, ganz besonders bei Clemens Heine als verantwortlichem Redakteur bedanken wir uns für die angenehme und vertrauensvolle Zusammenarbeit.

Bernhard Preim dankt Dr. Felix Ritter, Fraunhofer MEVIS Bremen für die langjährige freundschaftliche Zusammenarbeit in verschiedenen Bereichen der Mensch-Computer-Interaktion, die vor allem das Metaphern-Kapitel mitgeprägt hat. Außerdem bedankt er sich bei Dr. Ulrich Leiner, Fraunhofer Heinrich-Hertz-Institut, Berlin, der sein Interesse für die Mensch-Computer-Interaktion geweckt hat und aus dessen Umfeld viele Ideen und Beispiele stammen.

Raimund Dachzelt dankt besonders seiner Familie, die ihm während des Schreibens den Rücken freigehalten und großzügig unterstützt hat. Ohne meine Ehefrau, die Hilfe meiner Mutter und die ermunternde Fröhlichkeit meiner Kinder wäre das Buch in dieser Form nicht möglich gewesen. Auch Bernhard danke ich für spannende Diskussionen und die Gelegenheit, an dieser Neuauflage mitzuwirken.





# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
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 menschenzentrierte 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: Fahrkartenautomat der DB	24
1.4	Gliederung	25

## Teil I Grundlagen: Wahrnehmung und Kognition

<b>2</b>	<b>Kognitive Grundlagen</b>	<b>31</b>
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
<b>3</b>	<b>Metaphern und mentale Modelle .....</b>	<b>89</b>
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

<b>4</b>	<b>Die Interaktion mit Alltagsgeräten .....</b>	<b>135</b>
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
<b>5</b>	<b>Historische Entwicklung .....</b>	<b>163</b>
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-MetapherDesktop-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
-----	-----------------------	-----

### Teil III Interaktion mit grafischen Benutzungsschnittstellen

<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 Zeigegegeräten .....	259
7.3.1	Konzeptionelle Charakterisierung von Zeigegegeräten .....	259
7.3.2	Physische Charakterisierung von Zeigegegeräten .....	261
7.4	Indirekte Zeigegegeräte .....	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 Zeigegegeräte .....	271
7.5.1	Stift-Eingabe .....	271
7.5.2	Touchscreen-basierte Systeme .....	275
7.6	Beidhändige Eingabe .....	279
7.7	Vergleich von Zeigegegeräten .....	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 Zeigegegerät .....	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 Menüs .....	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 Checkboxes	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</b>	<b>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