

Institut für Medizinische Statistik und Epidemiologie der
Technischen Universität München
Klinikum rechts der Isar
(Direktor: Univ.-Prof. Dr. A. Neiß)

Design ergonomischer Benutzeroberflächen für Computeranwendungen in der Medizin

Christo Minov

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Medizin der Technischen
Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktors der Medizin

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ. - Prof. Dr. D. Neumeier

Prüfer der Dissertation: 1. Priv. - Doz. Dr. A. Horsch

2. Univ. - Prof. Dr. A. Neiß

Die Dissertation wurde am 24.11.2003 bei der Technischen Universität
München eingereicht und durch die Fakultät für Medizin am 04.02.2004
angenommen.

Inhaltsverzeichnis

1.	EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG	6
1.1	HISTORISCHER ÜBERBLICK ÜBER DIE ENTWICKLUNG VON BENUTZEROBERFLÄCHEN	7
1.2	PROBLEMSTELLUNG IM PROJEKT TOXINFO-2.....	9
1.3	PROBLEMSTELLUNG IM PROJEKT ODITEB	9
2.	GUIDELINES FÜR DIE SPEZIFIKATION UND EVALUIERUNG VON BENUTZEROBERFLÄCHEN	11
2.1	DEFINITIONEN.....	11
2.1.1	<i>Ergonomie</i>	11
2.1.2	<i>Benutzerschnittstelle</i>	12
2.1.3	<i>Benutzeroberfläche</i>	13
2.1.4	<i>Benutzbarkeit</i>	13
2.1.5	<i>Benutzerfreundlichkeit</i>	14
2.2	KOGNITIONSWISSENSCHAFT	14
2.2.1	<i>Kognitive Psychologie</i>	15
2.2.1.1	Gedächtnis	15
2.2.1.1.1	Kurzzeitgedächtnis	16
2.2.1.1.2	Langzeitgedächtnis	17
2.2.1.2	Informationsverarbeitung.....	17
2.2.1.2.1	Primärinformation	17
2.2.1.2.2	Sekundärinformation	18
2.2.1.2.3	Cognitive Overload	18
2.2.1.3	Organisation von Informationen auf dem Bildschirm.....	18
2.2.2	<i>Keystroke-Modell</i>	22
2.2.2.1	Elementare Operatoren und Operatorzeiten des Keystroke-Modells	23
2.2.2.2	Untersuchungen zur Keystroke-Modellierung	23
2.2.2.3	Diskussion des Keystroke-Modells.....	24
2.3	VISUELLES SYSTEM	24
2.3.1	<i>Sehfeld</i>	26
2.3.2	<i>Hell-Dunkel-Sehen</i>	26
2.3.3	<i>Sehschärfe</i>	27
2.3.4	<i>Einzelbildverschmelzung</i>	28
2.3.5	<i>Farbsehen</i>	29
2.4	EVALUIERUNGSNORMEN.....	30
2.4.1	<i>Überblick über Richtlinien ergonomischer Gestaltung</i>	31
2.4.2	<i>DIN 66 234 (Teil 8)</i>	33
2.4.2.1	Aufgabenangemessenheit	33
2.4.2.2	Selbstbeschreibungsfähigkeit.....	33
2.4.2.3	Steuerbarkeit	34
2.4.2.4	Erwartungskonformität	34

2.4.2.5	Fehlerrobustheit	35
2.4.3	<i>ISO-Norm 9241</i>	36
2.4.3.1	Adaptivität	36
2.4.3.2	Erlernbarkeit	36
2.5	EINSATZ VON FARBEN	37
2.6	DARSTELLUNG VON TEXT	39
2.7	ICONIC	41
3.	MATERIAL UND METHODEN IM PROJEKT TOXINFO	44
3.1	MATERIAL IM PROJEKT TOXINFO	44
3.1.1	<i>Arbeitsprozesse in den Giftinformationszentren</i>	45
3.1.2	<i>Allgemeine Beschreibung von TOXINFO-1</i>	46
3.1.2.1	Einstiegsseite	47
3.1.2.2	Informationsseite	48
3.1.2.3	Suchfunktionsseite	49
3.1.2.4	Spezielle Tastenfunktionen	49
3.1.3	<i>Benutzer von TOXINFO-1</i>	50
3.2	METHODEN IM PROJEKT TOXINFO	50
3.2.1	<i>Bericht der Akteure</i>	50
3.2.2	<i>Beobachtung der Akteure durch das Team</i>	51
3.2.3	<i>Prozessdiagramm</i>	51
3.2.4	<i>Diskussion</i>	53
3.2.5	<i>Guidelines für die Analyse des TOXINFO-1-Giftinformationssystems</i>	54
4.	ERGEBNISSE IM PROJEKT TOXINFO	55
4.1	ERGEBNISSE DER DOKUMENTATION	55
4.1.1	<i>Ergebnis des Berichtes</i>	55
4.1.2	<i>Ergebnis der Beobachtung</i>	56
4.1.3	<i>Prozessdiagramm</i>	56
4.1.4	<i>Ergebnis der Diskussion</i>	57
4.2	PROZESSDIAGRAMME	58
4.2.1	<i>Beratungsprozess am Tag</i>	58
4.2.2	<i>Beratungsprozess in der Nacht</i>	58
4.2.3	<i>Datenpflege</i>	59
4.2.4	<i>Informationsbeschaffung</i>	59
4.3	BEWERTUNG DES TOXINFO-1-GIFTINFORMATIONSSYSTEMS	60
4.3.1	<i>Exemplarischer Suchablauf unter Anwendung des Keystroke-Modells</i>	60
4.3.2	<i>Bewertung der Bedienung von TOXINFO-1 nach DIN 66 234</i>	65
und ISO 9241	65
4.3.3	<i>Bewertung der Struktur von TOXINFO-1</i>	67
4.3.4	<i>Bewertung des Layouts von TOXINFO-1</i>	68

4.4	BENUTZEROBERFLÄCHE VON TOXINFO-2	69
4.4.1	Prototyp von TOXINFO-2	69
4.4.2	Exemplarischer Suchablauf unter Anwendung des Keystroke-Modells	71
4.4.3	Vergleich der Benutzeroberflächen von TOXINFO-1 und TOXINFO-2	73
5.	MATERIAL UND METHODEN IM PROJEKT ODITEB.....	74
5.1	MATERIAL IM PROJEKT ODITEB.....	74
5.1.1	Konventionelle Lehrmedien.....	74
5.1.2	Guidelines für Design und Layout.....	75
5.1.3	Konzept des Studienplanes mit Stichprobe für die Evaluation.....	75
5.2	METHODEN IM PROJEKT ODITEB	75
5.2.1	Vergleich der konventionellen Lehrmedien mit dem digitalen Lehrbuch ODITEB.....	75
5.2.1.1	Vor- und Nachteile der konventionellen Lehrmedien	76
5.2.1.2	Vor- und Nachteile eines digitalen Lehrbuchs.....	77
5.2.2	Anwendung der Guidelines an ODITEB	79
5.2.3	Test und Evaluation von ODITEB an einem Studentenkollektiv	80
6.	ERGEBNISSE IM PROJEKT ODITEB	81
6.1	ERGEBNISSE.....	81
6.1.1	Frühe Prototypentwicklung.....	82
6.1.2	Exkurs: Das ODITEB Logo.....	83
6.2	DESIGN UND LAYOUT DER BENUTZEROBERFLÄCHE VON ODITEB	84
6.2.1	Die Screen Map.....	85
6.2.2	Die Homepage.....	86
6.2.3	Die Navigationsleiste	87
6.2.4	Der Lehrbuchteil	89
6.2.5	Der Fallviewer	91
6.3	ERGEBNISSE DER EVALUIERUNG.....	93
6.4	BEWERTUNG DER BEDIENUNG VON ODITEB NACH DIN 66 234 UND ISO 9241	98
7.	DISKUSSION.....	102
8.	ZUSAMMENFASSUNG.....	109
9.	DANKSAGUNG	113
10.	LITERATURVERZEICHNIS	114

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Benutzeroberfläche von Microsoft Windows® 95	13
Abbildung 2: Aufmerksamkeitsverteilung auf einem Bildschirm.....	19
Abbildung 3: Konzeptionelle Aufteilung einer Bildschirmanzeige	21
Abbildung 4: Die wichtigsten elementaren Operatoren für die Keystroke-Modellierung	23
Abbildung 5: Das visuelle System des Menschen	25
Abbildung 6: Horizontales und vertikales Sehfeld.....	26
Abbildung 7: Sehschärfe im Gesichtsfeld	27
Abbildung 8: Akkomodationsbreite in Abhängigkeit des Alters	28
Abbildung 9: Querschnitt durch das Auge	29
Abbildung 10: Weber bei der Arbeit, Vincent van Gogh, 1884.....	30
Abbildung 11: Negativbeispiel einer Fehlermeldung.....	35
Abbildung 12: Versch. Farbkombinationen und deren Verträglichkeit untereinander	38
Abbildung 13: Richtlinien für Farbkonstellationen bei räumlichen Effekten.....	39
Abbildung 14: Der Papierkorb von Microsoft Windows	41
Abbildung 15: Symbolisierte Form der Druckfunktion	42
Abbildung 16: Verschiedene Abstraktionsgrade	43
Abbildung 17: Einstiegsseite von TOXINFO-1	47
Abbildung 18: Informationsseite von TOXINFO-1.....	48
Abbildung 19: Suchfunktionsseite von TOXINFO-1	49
Abbildung 20: Legende für Prozessdiagramme	52
Abbildung 21: Prozessbereiche	53
Abbildung 22: Vorgehensweise in der Beschreibungstechnik	57
Abbildung 23: Beratungsprozeß am Tag im GIZ-M	58
Abbildung 24: Schlagwortsuche nach Sotalol.....	61
Abbildung 25: Informationsseite von Sotalol.....	62
Abbildung 26: Operatorzeiten in TOXINFO-1	64
Abbildung 27: Screenshot einer frühen Evaluations-Benutzeroberfläche.....	69
Abbildung 28: Screenshot der Benutzeroberfläche des TOXINFO-2-Beratermoduls	70
Abbildung 29: Operatorzeiten in TOXINFO-2	72
Abbildung 30: Erster Designvorschlag für ODITEB	82
Abbildung 31: Zweiter Designvorschlag für ODITEB	83
Abbildung 32: Designprozess des Logos von ODITEB.....	84
Abbildung 33: Screenmap mit den wichtigsten Verknüpfungen.....	85
Abbildung 34: Agreement Screen von ODITEB.....	86
Abbildung 35: Navigationsbuttons von ODITEB (dargestellt in einer Reihe)	87
Abbildung 36: Inhaltsübersicht eines Kapitels im Lehrbucheil	89
Abbildung 37: Lehrbuchinhalt über das Ösophaguskarzinom.....	90
Abbildung 38: Zusatzinformationen im Viewer.....	91
Abbildung 39: Der Fallviewer.....	92
Abbildung 40: Insgesamte Bewertung von ODITEB	95
Abbildung 41: Bewertung des Bedienungskonzeptes.....	96
Abbildung 42: Ursachen von Benutzerproblemen	101

1. Einleitung und Problemstellung

„In the 1990s any health professionals who do not understand how computers work and what they can be used for will be severely disadvantaged.“¹

Die moderne Informations- und Kommunikationstechnologie hat die Arbeit im Büro grundlegend verändert. Die Anzahl der Beschäftigten an Bildschirm-Arbeitsplätzen ist in den vergangenen Jahren stetig gewachsen und wird künftig weiter steigen.

„Bildschirmarbeit bietet einerseits eine erhebliche Arbeitserleichterung, andererseits können davon auch Gesundheitsgefahren ausgehen. Viele der typischen gesundheitlichen Beschwerden der am Bildschirm tätigen Menschen lassen sich - oft durch einfache Maßnahmen - vermeiden.“²

Computersysteme sind heutzutage in vielen medizinischen Bereichen unentbehrlich. So ist der Berufsalltag von Radiologen, Kardiologen und Anästhesiologen ohne technische Unterstützung nicht mehr denkbar. Die Benutzung der Computersysteme ist häufig sehr komplex und unübersichtlich, so dass sie für viele Ärzte mit Problemen verbunden ist. Um den Umgang mit der Software zu beherrschen, ist meistens ein großer Zeitaufwand zur Einarbeitung erforderlich. Für die Bedienung von Computertomographie- und Dopplersonographie-Systemen sind z.B. häufig Spezialkurse notwendig. „Wesentliche Voraussetzung für den erfolgreichen und allgemein akzeptierten Einsatz der Informationstechnik in der Kommunikation zwischen den Beteiligten im Gesundheitswesen sind hohe Qualität, sichere Verfügbarkeit, Validität der Daten, der Ausschluss von Missbrauch und die Sicherung der informationellen Selbstbestimmung auch des Patienten. Medizinische Dokumentations-, Terminologie- und Klassifikationssysteme - mit einem hohen Verbindlichkeitsgrad eingeführt - sind dafür ausschlaggebend und Grundlage sowie Gewähr für einen geordneten Weg in die Informationsgesellschaft.“³

Künftig werden medizinisch-technische Systeme durch neue Errungenschaften immer komplizierter. Da Ärzte in der Regel keine Computerspezialisten sind, ist es notwendig, die tägliche Bedienung solcher Systeme zu vereinfachen. Schätzungen zufolge geht in Deutschland rund 20 Prozent der Wochenarbeitszeit am Computer aufgrund von

¹ Jones, Navin, Barrie, Hillan, Kinane, 1991, S. 191

² Blüm, 1997, Vorwort

³ Bundesregierung, 1997

Benutzungsproblemen verloren.⁴ Deshalb besteht die Forderung nach einem ergonomischen System mit einfacher Handhabung und Bedienerführung, um den Arbeitsabläufen des Benutzers optimal gerecht zu werden. Hauptthematik der Dissertation ist die Klärung der Frage, inwieweit durch konsequente Anwendung ergonomischer Richtlinien Benutzeroberflächen für medizinische Computersysteme geschaffen werden können, deren Konzeption, Gestaltung und Funktionalität den Erfordernissen einer intuitiven Bedienung durch Ärzte gerecht werden.

1.1 Historischer Überblick über die Entwicklung von Benutzeroberflächen

„Man erblickt nur, was man schon weiß und versteht.“⁵

Der Mensch bedient sich seit Tausenden von Jahren an Werkzeugen, um seine körperlichen Fähigkeiten zu verstärken. Wie der Mensch selbst durchliefen auch diese Werkzeuge eine langsame evolutionäre Entwicklung, in deren Verlauf der Mensch sie immer besser an sich und seine Umwelt anpasste. Erst Anfang des 20. Jahrhunderts, im Zeitalter der industriellen Revolution, begann man zögerlich, Werkzeuge unter Berücksichtigung von körperlichen und geistigen Fähigkeiten und Grenzen des Menschen zu analysieren und zu gestalten. In dieser Zeit wurden die Fundamente einer neuen interdisziplinären Wissenschaft gelegt. Man hat dieses Teilgebiet der Arbeitswissenschaft später *Ergonomie* getauft. Erst seit wenigen Jahrzehnten gesellt sich zu den bisherigen Werkzeugen ein völlig neuer Helfer, der Computer. Während traditionelle Werkzeuge vor allem die körperlichen Kräfte der Menschen verstärken, besitzt man mit dem Computer ein Hilfsmittel zur Verstärkung der geistigen Kräfte.⁶

Als die Menschen Mitte der sechziger Jahre mit der Maschine Computer umzugehen lernten, waren Sie als Benutzer meist zugleich Programmierer oder Informatiker.⁷ Die Einführung von Programmiersprachen und die stetig steigende Benutzung des Computers von einer breiten Masse der Bevölkerung führte dazu, dass vorprogrammierte Anwendungen⁸ entwickelt wurden, die eine große Erleichterung für den Benutzer bei seiner Aufgabenbewältigung darstellten. Es eröffnete sich somit die Möglichkeit, komplizierte Berechnungen durchzuführen und komplexe Operationen

⁴ Vgl. Geis, Hartwig, 1998, S.168ff.

⁵ Goethe, aus Goethes Gespräche, S.52

⁶ Vgl. Herczeg, 1994, S. 1

⁷ Vgl. Stary, 1994, S. 15

⁸ Der Begriff Anwendung wird synonym zu den Begriffen Programm und Applikation verwendet.

durch das Computersystem zu automatisieren. Dabei kommuniziert der Anwender an der Benutzerschnittstelle mit dem System mittels verschiedener Interaktionsmedien (Tastatur, Bildschirm, Maus). Der Begriff Benutzerschnittstelle ist nicht unumstritten⁹, er hat sich aber mittlerweile in der einschlägigen Literatur durchgesetzt. Er bezeichnet den Bereich zwischen Mensch und Maschine, an dem ein Informationsaustausch zum Zwecke der Benutzung des Arbeitsmittels Computer durch den Menschen stattfindet.¹⁰ Die Maus hat sich mittlerweile als gängiges Interaktionsmedium in den meisten Computersystemen etabliert. „Sie stellt eine Art Lokalisierungsmedium dar, das Bewegungen auf der Schreibtischoberfläche in Bewegungen auf dem Bildschirm umsetzt.“¹¹ Die Möglichkeiten der Mausnutzung sind im letzten Jahrzehnt beträchtlich erweitert worden. So ist es mittels Druck auf eine Maustaste möglich, Anwendungen ausführen zu lassen, Objekte zu selektieren oder Fenster und Menüs zu öffnen. Zur Erleichterung der Interaktion wurden spezielle Interaktionskonzepte, wie etwa die direkte Manipulation¹² entwickelt. Damit sollten innovative Entwicklungen wie STAR¹³ oder LISA¹⁴ nicht nur technologische Eintagsfliegen oder Prototypen bleiben, sondern ihre Konzepte in Verfahren der Systementwicklung Eingang finden. STAR und LISA wurden benutzt, indem die Benutzer Symbole (Piktogramme) mit Hilfe der Maus, welche durch ein bestimmtes Symbol auf dem Bildschirm, dem Cursor, abgebildet wurde, anklickten und nicht nur Text via die Tastatur einzugeben hatten. Damit konnte die Menge der Kommandos, welche bisher seitens der Benutzer zur Bedienung der Benutzerschnittstelle gemerkt werden mussten, reduziert werden.¹⁵ Oft genug haben Informatiker bzw. Systementwickler falsche Vorstellungen davon, wie ein neu entwickeltes System den Anforderungen der Benutzer gerecht werden kann und übersehen das Ziel des Nutzers, seine Arbeitsabläufe zu vereinfachen und zu beschleunigen.¹⁶

⁹ Vgl. Rödiger, 1987, S. 43

¹⁰ Vgl. Koch, 1991, S. 43

¹¹ Stary, 1994, S. 94

¹² Vgl. Shneidermann, 1983, S. 101ff.

¹³ Vgl. Harslem, 1982, S. 242 ff.

¹⁴ Vgl. Williams, 1984, S. 30 ff.

¹⁵ Vgl. Stary, 1994, S.16

¹⁶ Vgl. Bias, 2000, S. 319 ff.

1.2 Problemstellung im Projekt TOXINFO-2

Das in der Giftnotrufzentrale München mit großem Erfolg eingesetzte Datenbanksystem TOXINFO-1 ist für die dort tätigen Beratungsärzte unentbehrlich. Aufgrund seiner großen Datenmenge und des schnellen Zugriffes hat es Priorität in der Suchreihenfolge vor allen anderen im Giftnotruf eingesetzten Informationsquellen. In der vorliegenden Dissertation soll die Benutzeroberfläche der Datenbank TOXINFO-1 unter ergonomischen Richtlinien analysiert und kritisch bewertet werden. Dabei wird insbesondere überprüft, inwieweit Layout, Iconic¹⁷ und Farben den Erfordernissen einer intuitiven Bedienung von Seiten der Ärzte gerecht werden.

Unter dem Aspekt der Mensch-Computer-Interaktion werden die Konzeption und Funktionalität der Datenbank anhand von EU-Guidelines im Detail untersucht. Ziel dieser wissenschaftlichen Arbeit ist es, Schwächen in der Gestaltung der Benutzeroberfläche von TOXINFO-1 aufzudecken und zu überprüfen, inwieweit strukturelle und funktionelle Verbesserungen in TOXINFO-2 möglich sind.

1.3 Problemstellung im Projekt ODITEB¹⁸

Neben der Analyse und Bewertung der Datenbank TOXINFO-1 steht in dieser Dissertation ein weiteres Projekt im Mittelpunkt: ODITEB, ein im Internet verteiltes medizinisches Lehrbuch.

Die Abkürzung ODITEB steht für „Open Distributed Textbook“. Es handelt sich dabei um ein WWW-basiertes Lehrbuch für die medizinische Diagnostik mit digitaler Bildgebung und Endoskopie im Internet. ODITEB bietet eine fallorientierte, verteilte Datenhaltung bei hochqualifizierten Providern. Das Internet-Lehrbuch wird als Lern- und Nachschlagemedium über eine einheitliche Hypertextoberfläche bedient und umfasst die Diagnostik von Tumoren des Gastrointestinaltraktes. Hierbei steht die Verbesserung der Ausbildungsqualität für Mediziner im Bereich Röntgendiagnostik und für Informatiker im Bereich der Medizinischen Bildverarbeitung durch eine zielgruppengerechte Führung der Inhalte im Vordergrund.

¹⁷ Ein Icon ist ein graphisches Element, das z.B. ein Objekt aus der bisherigen Arbeitswelt des Benutzers darstellt, oder dessen Inhalt einer Metapher entspricht, damit es möglichst vielen Anwendern verständlich ist (siehe Kapitel 2.7).

¹⁸ ODITEB wurde gefördert vom DFN-Verein in Berlin mit Mitteln des BMBF (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie)

Im Pilotprojekt ODITEB besitzt die Gestaltung und Evaluierung eines einheitlichen und intuitiv zu bedienenden User Interface¹⁹ hohen Stellenwert in Hinblick auf die häufige Benutzung durch Medizinstudenten.

In der vorliegenden Arbeit wird auf die Gestaltung und das Erscheinungsbild von ODITEB (vom Screendesign²⁰ bis zur Gestaltung der Buttons und Navigationsfunktionen) unter Berücksichtigung ergonomischer Richtlinien eingegangen. Darüber hinaus werden allgemeine Richtlinien (siehe Kap. 2) für die Gestaltung einer hypertextbasierten²¹ Mensch-Computer-Schnittstelle im Internet aufgezeigt, bewertet und anschließend diskutiert.

¹⁹ User Interface ist die Benutzerschnittstelle

²⁰ Unter Screen Design versteht man die optische Gestaltung der Benutzeroberfläche

²¹ Hypertext ist eine Programmiersprache des Internets

2. Guidelines für die Spezifikation und Evaluierung von Benutzeroberflächen

2.1 Definitionen

Die Begriffe „Ergonomie“, „Benutzerschnittstelle“, „Benutzeroberfläche“, „Benutzbarkeit“ und „Benutzerfreundlichkeit“ stellen wesentliche Stützen dieser Arbeit dar. Sie sollen im Folgenden vorgestellt und erklärt werden.

2.1.1 Ergonomie

Das Wort Ergonomie setzt sich aus zwei griechischen Wörtern zusammen, wobei *ergon* Arbeit, Kraft, Leistung und *nomos* Gesetz, Gewohnheit bzw. Regel, Lehre bedeutet.²²

„Die Ergonomie befasst sich mit der Erforschung der Eigenschaften und Fähigkeiten des Menschen zur Erfüllung von Arbeitsaufgaben sowie mit der Gestaltung menschengerechter Arbeitsplätze. Ergonomie umfasst demnach die Gesetzmäßigkeiten der menschlichen Arbeit.“²³

Immer mehr Ärzte im Gesundheitswesen werden mit dem Einsatz und der Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien konfrontiert. Die dabei eingesetzte Software ist oft sehr komplex, soll aber nach einer kurzen Einführungsphase sicher und fehlerarm bedient werden können. Die heutigen Anforderungen, die eine gebrauchsfähige Software hinsichtlich ihrer Ergonomie, Effizienz und Akzeptanz erfüllen soll, sind mit Intuition oder gesundem Menschenverstand der Softwareentwickler allein nicht mehr zu bewältigen.²⁴ Hier kann die Software-Ergonomie Unterstützung leisten. Sie soll dazu beitragen, dass Interaktive Systeme so entworfen werden, dass sie sich dem Benutzer anpassen und nicht umgekehrt.

Der rasche Fortschritt bei technischen Systemen führte zu einer Diskrepanz zwischen menschlichem Anpassungsvermögen und technischen Möglichkeiten. Während die technische Entwicklung und Automatisierung stetig voranschreiten, haben sich die geistigen Fähigkeiten des Menschen im Laufe dieses permanenten Fortschritts kaum verändert, so dass sie mit diesem Fortschritt nicht mithalten konnten.²⁵

²² Vgl. Stary, 1994, S.28

²³ Stary, 1994, S. 28

²⁴ Vgl. Grohmann, Böger, Ishig, 1998, S. 21

²⁵ Vgl. Stary, 1994, S. 28

„Das Ziel ergonomischer Bemühungen ist daher die Umkehrung dieses Trends, und zwar die Anpassung von Arbeit sowie der Arbeitsumgebung an die menschlichen Bedürfnisse und Fähigkeiten.“²⁶

Software-Ergonomie ist eine Teildisziplin der Ergonomie. Ihre Hauptaufgabe ist die Erstellung von allgemeingültigen Richtlinien und Empfehlungen zur Modellierung von interaktiven Benutzeroberflächen sowie die Erarbeitung von Kriterien zu ihrer Bewertung.²⁷ Da es jedoch zahlreiche und variable Rahmenbedingungen für den Einsatz von Computersystemen zur Bewältigung dieser Aufgaben gibt, können Mindestanforderungen und Empfehlungen für die Gestaltung von Benutzeroberflächen nur allgemein gegeben werden.

2.1.2 Benutzerschnittstelle

Unter einer Benutzerschnittstelle versteht man diejenigen Komponenten eines Mensch-Computer-Systems, mit denen die Benutzer begrifflich oder über ihre Sinne und Motorik in Verbindung kommen²⁸ wie z. B. über die Maus oder die Tastatur. Die Benutzerschnittstelle stellt somit das Bindeglied zwischen Mensch und Computer dar. Sie wird folglich nach den Gesichtspunkten der Anordnung sowie der Verschlüsselung von Information auf dem Bildschirm und der Art der Kommunikation mit den Benutzern gestaltet und analysiert.²⁹

²⁶ Stary, 1994, S. 28

²⁷ Vgl. Herczeg, 1994, S. 103

²⁸ Vgl. Moran, 1981, S. 3ff.

²⁹ Vgl. Wandmacher, 1993, S. 2

2.1.3 Benutzeroberfläche

Unter der Benutzeroberfläche versteht man alle Einheiten, Formen und Techniken, über die die Benutzer mit dem Computersystem kommunizieren. Die Benutzeroberfläche ist der zu dem Computersystem gehörende und für den Benutzer sichtbare Teil der Benutzerschnittstelle.³⁰ Als Beispiel ist im Folgenden die Benutzeroberfläche von Windows 95 abgebildet.

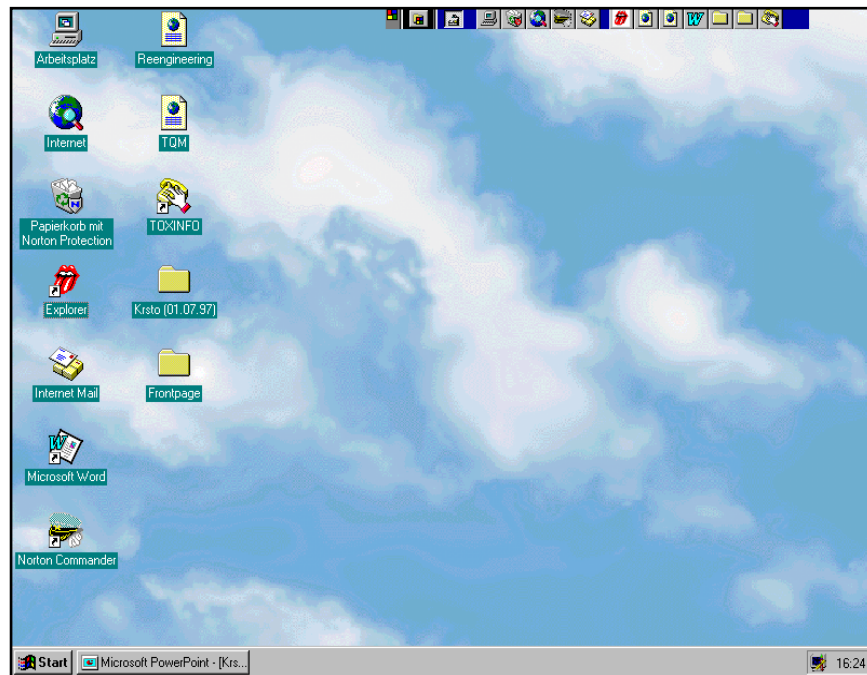


Abbildung 1: Benutzeroberfläche von Microsoft Windows® 95³¹

Aus den Merkmalen der Benutzeroberfläche ergeben sich die Art und das Gelingen der Interaktion und Kommunikation zwischen Benutzer und Computersystem. In der ergonomischen Gestaltung einer Benutzeroberfläche, die den kognitiven Voraussetzungen des Benutzers, seinen Aufgaben und Interessen angepasst ist, liegt die Herausforderung für jeden Software-Entwickler.

2.1.4 Benutzbarkeit

Die Benutzbarkeit eines Computersystems bezieht sich z. B. auf Reaktionen der Benutzer und ihre Abhängigkeit von den Eigenschaften des Computersystems.³² In den Begriffskomplex der Benutzbarkeit fallen somit Variablen wie die *Leichtigkeit* und

³⁰ Vgl. Wandmacher, 1993, S. 4

³¹ Windows 95 ist Warenzeichen der Microsoft Corporation, die in den Vereinigten Staaten registriert ist

³² Vgl. Eason, 1984, S. 4

Performance der Benutzung des Systems sowie die *Akzeptanz* und *Effizienz* in der Lösung von Aufgaben durch den Benutzer.³³

2.1.5 Benutzerfreundlichkeit

Der Begriff Benutzerfreundlichkeit soll hier nur erwähnt werden, um ihn als wenig hilfreiches Merkmal zur Bewertung eines Computersystems auszuschließen. Damit werden mehrere unterschiedliche Bedeutungen in Verbindung gebracht, so dass dieser Begriff leicht zu Missverständnissen führen kann. Eine Übersicht einiger Definitionsversuche verschiedener Autoren liegt dem Anhang bei. Heutzutage wird besonders aus werbepsychologischer Sicht deutlich, dass der „Benutzerfreundlichkeit“ viele positive Assoziationen nahe gelegt werden. „Der Ausdruck Benutzerfreundlichkeit eignet sich daher durch seine Unverbindlichkeit für werbewirksame Produktklassifizierungen durch Hersteller und Verkäufer von Computersystemen oder Anwenderprogrammen.“³⁴ Aufgrund der Unklarheiten, der Unverbindlichkeit, der Nichteindeutigkeit und möglicher Fehlinterpretationen wird der Ausdruck Benutzerfreundlichkeit in dieser Arbeit nicht weiter verwendet.

2.2 Kognitionswissenschaft

*„Information consists of differences that make a difference.“*³⁵

Wie man aus diesem Zitat ableiten kann, ist es wichtig, die allgemeinen Gesetzmäßigkeiten für die grundlegenden Vorgänge der Informationsverarbeitung des Menschen zu kennen, um effiziente Systeme für den Menschen beziehungsweise zur Unterstützung des Menschen bei der Bewältigung seiner Arbeitsaufgaben zu konstruieren.³⁶

Die Interaktion zwischen Mensch und Computer ist eine facettenreiche Thematik. Bevor Aussagen zur Gestaltung von Benutzerschnittstellen getroffen werden können, müssen die wesentlichen Charakteristiken dieser besonderen Form der Interaktion untersucht werden. In Hinblick auf das Verständnis und die Umsetzung software-ergonomischer Grundsätze ist es deshalb notwendig, die physischen und psychischen

³³ Vgl. Beier, 2002, S. 2

³⁴ Wandmacher, 1993, S. 200

³⁵ Tufte, 1990, S. 51

³⁶ Vgl. Urbanek, 1991, S. 37

Fähigkeiten und Grenzen des Menschen im Detail zu kennen. Dazu sind konkrete Modelle der kognitiven Psychologie hilfreich, die die wichtigsten Kommunikationsaspekte widerspiegeln.

2.2.1 Kognitive Psychologie

Der Begriff „Kognitive Psychologie“ wurde hauptsächlich durch Neissers Buch *Cognitive Psychology* geprägt.³⁷ Er beschreibt „Kognitive Psychologie“ als Wissenschaft, die sich mit der menschlichen Informationsverarbeitung im weitesten Sinne beschäftigt. Informationsverarbeitung bedeutet hierbei der Erwerb, die Speicherung und der Gebrauch von Informationen durch das Individuum. Sowohl das Kurzzeit- als auch das Langzeitgedächtnis sind an der Speicherung von Informationen beteiligt. Im Folgenden soll der Frage nachgegangen werden, inwiefern die kognitive Belastung des Benutzers durch die Gestaltung einer optimalen Benutzeroberfläche so gering wie möglich gehalten werden kann.³⁸

2.2.1.1 Gedächtnis

Das Gedächtnis dient dem Menschen als Hilfsmittel zum Erwerb, zur strukturierten Speicherung und zur Wiedergabe von Wissen. So ist ein „weitgehendes Verständnis der Vorgänge im Gedächtnis [...] zur Gestaltung von Benutzerschnittstellen äußerst hilfreich, da Computersysteme unter anderem dazu eingesetzt werden, Schranken der menschlichen Gedächtnisleistung zu überwinden“³⁹. Darüber hinaus können Erkenntnisse der Gedächtnisforschung dazu beitragen, interaktive Systeme individuell an die Benutzer anzupassen und Effekte wie Informationsüberflutung zu vermeiden.

Ursprünglich wurde angenommen, dass das menschliche Gedächtnis aus zwei Teilen zusammengesetzt ist, dem Kurzzeitgedächtnis und dem Langzeitgedächtnis.⁴⁰ Dabei hatte das Kurzzeitgedächtnis die Aufgabe, Informationen kurzfristig zu behalten, während das Langzeitgedächtnis die Funktion der ständigen Speicherung erhielt. Heute wird in der kognitiven Psychologie das Gedächtnis als ein System aufgefasst, das zwei funktionale Zustände einnehmen kann.⁴¹

³⁷ Vgl. Urbanek, 1991, S. 13

³⁸ Vgl. Mayer, 2000, S.40 ff.

³⁹ Stary, 1994, S. 45

⁴⁰ Vgl. Hebb, 1949, S. 45

⁴¹ Vgl. Stary, 1994, S. 45

2.2.1.1.1 Kurzzeitgedächtnis

Das Kurzzeitgedächtnis hat zwei Funktionen: Es kann erstens eine begrenzte Menge von Informationen kurzzeitig speichern und zweitens Informationseinheiten aus dem Langzeitgedächtnis holen, bzw. es ermöglichen, dass sich der Mensch an im Langzeitgedächtnis gespeicherte Information erinnert. Das Kurzzeitgedächtnis wird auch Arbeitsgedächtnis (working memory) genannt, da sich hier der größte Teil der bewussten Denkarbeit abspielt.⁴²

Die Grenzen der Kapazität des menschlichen Kurzzeitgedächtnisses wurden bereits 1956 in einer Reihe von wissenschaftlichen Untersuchungen formuliert.⁴³ Man stellte fest, dass es den meisten Menschen möglich ist, in kurzer Zeit etwa sieben „Chunks“ über einen Zeitraum von etwa 15 bis 30 Sekunden zu speichern. Ein Chunk ist eine individuell geläufige begriffliche Informationseinheit.⁴⁴ Diese Informationseinheiten können mehr oder weniger komplex sein, so z.B. einzelne Buchstaben oder Ziffern, ganze Wörter oder Bedeutungseinheiten wie „USA“ oder „made in Germany“.

Die Speicherkapazität des Kurzzeitgedächtnisses ist also in erster Linie durch die Anzahl der Einheiten, praktisch aber nicht durch den Informationsgehalt dieser Einheiten und damit nicht auf eine mögliche Informationsmenge begrenzt.⁴⁵ Das Kurzzeitgedächtnis funktioniert umso besser, je unterschiedlicher diese Chunks sind. So ist es einfacher, eine bestimmte Anzahl unterschiedlicher Chunks als die gleiche Anzahl ähnlicher Chunks zu speichern. So wurde bei Fluglotsen beispielsweise festgestellt, „dass es einfacher ist, die Daten für Geschwindigkeit, Richtung und Größe von zwei Flugzeugen nach einer kurzen Merkphase korrekt wiederzugeben als nur die Höhe und die Geschwindigkeit von vier Flugzeugen, obwohl dies in beiden Fällen etwa acht Chunks entspricht“.⁴⁶

Insgesamt ist das Kurzzeitgedächtnis durch seine geringe Speicherkapazität und seine Speicherdauer von 15 bis 30 Sekunden begrenzt. Eine weitere Gedächtnisform zur langfristigen Speicherung ist notwendig, das Langzeitgedächtnis.

⁴² Vgl. Herczeg, 1994, S. 62

⁴³ Vgl. Miller, 1956, S. 61

⁴⁴ Vgl. Urbanek, 1991, S. 24

⁴⁵ Vgl. Wandmacher, 1993, S. 35

⁴⁶ Herczeg, 1994, S. 62

2.2.1.1.2 Langzeitgedächtnis

Die langfristige Speicherung des menschlichen Wissens findet in einer weiteren Gedächtnisstruktur statt, dem Langzeitgedächtnis. Die Speicherkapazität des Langzeitgedächtnisses ist theoretisch durch die endliche Zahl von Neuronen des menschlichen Gehirns limitiert.⁴⁷

Praktisch ist die Kapazität des Langzeitgedächtnisses jedoch unbegrenzt. Die Menge des erlernbaren Wissens ist in erster Linie durch den Übungsaufwand begrenzt, den ein Mensch aufbringen kann oder will. Die Speicherdauer des Langzeitgedächtnisses lässt sich nicht so eindeutig bestimmen wie die des Kurzzeitgedächtnis. „Je nach Qualität und Intensität des Einprägens oder Lernens variiert die Speicherdauer im Langzeitgedächtnis im Bereich von Minuten, Stunden, Tagen, Wochen, Monaten, Jahren und Jahrzehnten.“⁴⁸

Die Organisation im Langzeitgedächtnis scheint vor allem auf der Basis von Assoziationen zu beruhen. Speicherinhalte des Langzeitgedächtnisses können auch vergessen werden.⁴⁹

2.2.1.2 Informationsverarbeitung

Neben der wissenschaftlichen Erforschung einzelner Gedächtnisstrukturen hatte die kognitive Informationsverarbeitung auch einen wesentlichen Einfluss auf die Gestaltung von Benutzeroberflächen und der weiteren Mensch-Computer-Interaktion. Beim Prozess der wahrnehmungsphysiologischen Informationsverarbeitung unterscheidet man zwei verschiedene Formen der Informationskodierung, die der Primärinformation und die der Sekundärinformation. Im Weiteren wird auf beide Formen näher eingegangen.

2.2.1.2.1 Primärinformation

Die Primärinformation ist die eigentliche Information, die man auf dem Bildschirm bewusst aufnimmt und lernt. Sie wird stets sequentiell verarbeitet und bedingt das Kurzzeitgedächtnis als Voraussetzung. Als Beispiel für eine Primärinformation wäre das gerade auf dem Computerbildschirm betrachtete Computertomographie-Schnittbild im Fall von ODITEB zu nennen.

⁴⁷ Vgl. Mayer, 2000, S. 135 ff.

⁴⁸ Wandmacher, 1993, S. 38

⁴⁹ Wandmacher, 1993, S. 39

2.2.1.2.2 Sekundärinformation

Die Sekundärinformation ist die Umgebungsinformation auf dem Computerbildschirm, sie wird unbewusst und sensomotorisch wahrgenommen. Hierbei ist eine parallele kognitive Verarbeitung möglich, die das Langzeitgedächtnis voraussetzt. Sie erfordert weitaus weniger Aufmerksamkeit des Benutzers und somit auch geringeren mentalen Arbeitsaufwand. Als Beispiel für eine Sekundärinformation können die Farbe des Hintergrundes, die einzelnen Menüs und Strukturen der Oberfläche oder weitere Statusanzeigen stehen.

2.2.1.2.3 Cognitive Overload

Problematisch kann es unter ergonomischen Gesichtspunkten bei der Entwicklung von Benutzeroberflächen werden, wenn es zu Interferenzen zwischen Primärinformation und Sekundärinformation kommt. Bei ungünstiger Farbkodierung (siehe Kap. 2.5) oder dem Einsatz von „Scroll-Bars“ oder „Pop-up“ Fenstern kann es zur Informationsüberflutung, dem sogenannten „cognitive overload“, des Benutzers kommen. Dann kann er die Sekundärinformationen nicht mehr parallel und unbewusst verarbeiten.

Der Benutzer muss zusätzliche mentale Denkarbeit zur Bedienung des Systems aufbringen und wird von der eigentlichen Verarbeitung der Primärinformation abgelenkt. Auch moderne Bedienungsoberflächen weisen häufig dieses Problem des cognitive overloads auf und führen somit als Resultat zu einer niedrigeren Effizienz der eigentlichen Arbeitsbewältigung. Es gibt Beispiele aus der Literatur, wo bis zu 80 Prozent der Arbeitszeit zur Bedienung des Computers aufgewendet werden müssen.⁵⁰

2.2.1.3 Organisation von Informationen auf dem Bildschirm

„The Graphical User Interface (GUI) has been responsible for more sins against users than any other invention.“⁵¹

Das Ausgabemedium von Informationen und Arbeitsergebnissen ist der Bildschirm. Die Anordnung und Darstellung von Informationen auf dem Bildschirm ist daher ein wesentlicher Bereich software-ergonomischer Überlegungen.

⁵⁰ Vgl. Borälv, 1994, S. 18

⁵¹ System Concepts Ltd., 1997, URL: <http://www.system-concepts.com/articles/gui.html>

Informationen und Icons werden nicht nur aufgrund ihres Aussehens, sondern auch nach ihrer Anordnung auf dem Bildschirm klassifiziert. So kann eine Ad-hoc Strukturierung der Bildschirmhalte das Auffinden von Informationen erschweren.⁵²

Strukturiertes Design von Bildschirmanzeigen ist das Ergebnis von Erfahrungswerten, verschiedenen experimentellen Untersuchungen und daraus entstandenen *Guidelines* und *Styleguides*. So geht beispielsweise aus empirischen Untersuchungen hervor, dass verschiedenen Teilen des Bildschirms eine unterschiedliche Aufmerksamkeit gewidmet wird, die sich aus der Leserichtung und anderen kulturellen Konventionen ergibt.⁵³ Abbildung 2 zeigt, wie sich die Betrachtungszeit auf die vier Quadranten eines leeren Bildschirms verteilt.

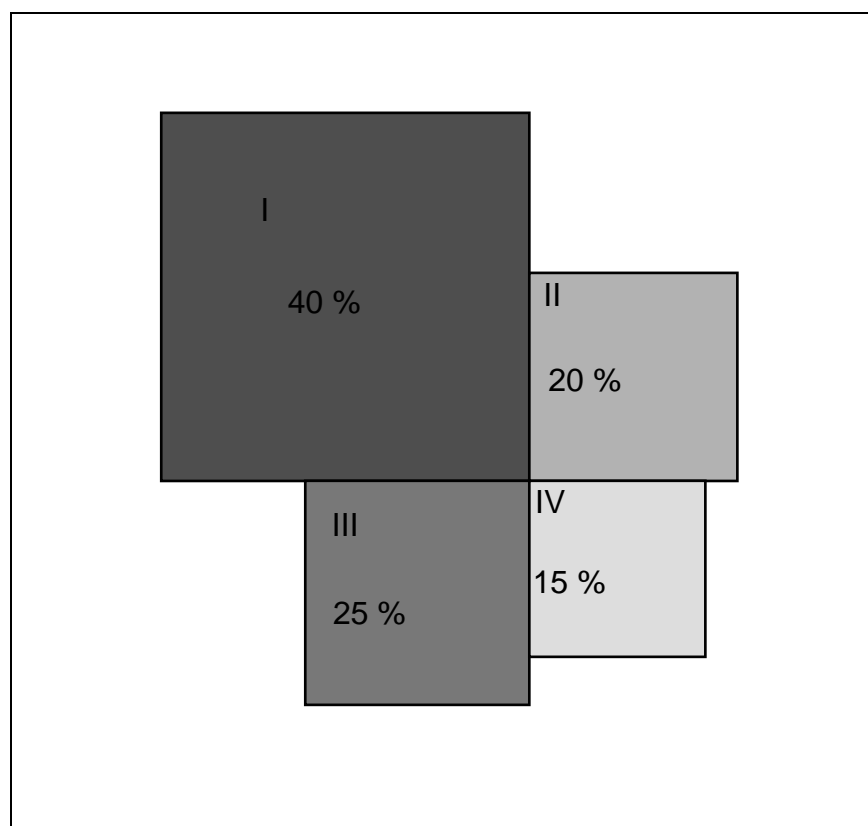


Abbildung 2: Aufmerksamkeitsverteilung auf einem Bildschirm⁵⁴

Der Blick ist zu 40% der Zeit auf den linken oberen Quadranten gerichtet, zu 20% auf den rechten oberen, zu 25% auf den linken unteren und zu 15% auf den rechten unteren.⁵⁵ Daraus folgt, dass die jeweilige Position einer Information oder eines Icons

⁵² Vgl. Tullis 1988, S. 377ff.

⁵³ Vgl. Stauffer, 1987, S. 58 ff.

⁵⁴ Urbanek, 1991, S. 31

⁵⁵ Vgl. Urbanek, 1991, S. 32

auf dem Bildschirm eine wichtige Rolle beim Designprozess einer Benutzeroberfläche spielen sollte, um die Effizienz der Bedienung von Seiten des Benutzers zu erhöhen. Die wichtigsten statischen Informationen und Icons sollten demnach an den linken oberen Bildschirmrand gesetzt werden und die am seltensten benutzten rechts unten.⁵⁶

In der Folge werden weitere Erkenntnisse empirisch gesicherten Wissens zur Strukturierung von Bildschirmanzeigen graphischer Benutzerschnittstellen zusammengefasst.⁵⁷

„Die Informationsmenge soll insgesamt den Bedürfnissen des Benutzers zum Zeitpunkt der Anzeige entsprechen.“⁵⁸ Eine Faustregel für die Informationsdichte auf dem Bildschirm lautet, maximal 50% des Bildschirms mit Informationen auszufüllen.⁵⁹ Zur Vermeidung der Überladung des Bildschirms können zur Informationsminimierung Verschlüsselungen in Form von Icons verwendet werden wie beispielsweise das mittlerweile sehr bekannte Bild eines Druckers, auf das der Benutzer klicken kann, um zu drucken (siehe Kap. 2.7).

Die Gruppierung von Informationen sollte nach den Prinzipien des Chunking erfolgen, d.h. assoziative Wissens Elemente beinhalten. (siehe Kap. 2.2.1.1)

Die Trennung von mehrfach gruppierten Informationen kann durch Linien, Farben, Graphiken oder Hervorhebungen erfolgen.⁶⁰

Der formale Grundaufbau aller Bildschirmanzeigen sollte identisch sein, ähnliche Informationen sollten immer an der gleichen Stelle platziert werden. Die Konsistenz der graphisch-räumlichen Organisation spielt also eine entscheidende Rolle. Konsistenz bedeutet hierbei die Einheitlichkeit der Anordnung von Status-, Arbeits- und Steuerungsinformationen auf der Bildschirmseite. Eine hierarchische Gliederung der Informationen verbessert die Benutzerfreundlichkeit erheblich.⁶¹

⁵⁶ Vgl. Stauffer, 1987, S. 58 ff.

⁵⁷ Vgl. Morland 1983, S. 484ff.

⁵⁸ Stary, 1994, S. 86

⁵⁹ Vgl. Lackes, 1991, S. 140

⁶⁰ Vgl. Nielsen, 2001, S. 18ff.

⁶¹ Vgl. Schweizer, 2003, S. 72ff.

Als Beispiel hierzu zeigt die folgende Abbildung eine optimale und klar strukturierte Aufteilung verschiedener Bereiche einer Benutzeroberfläche.

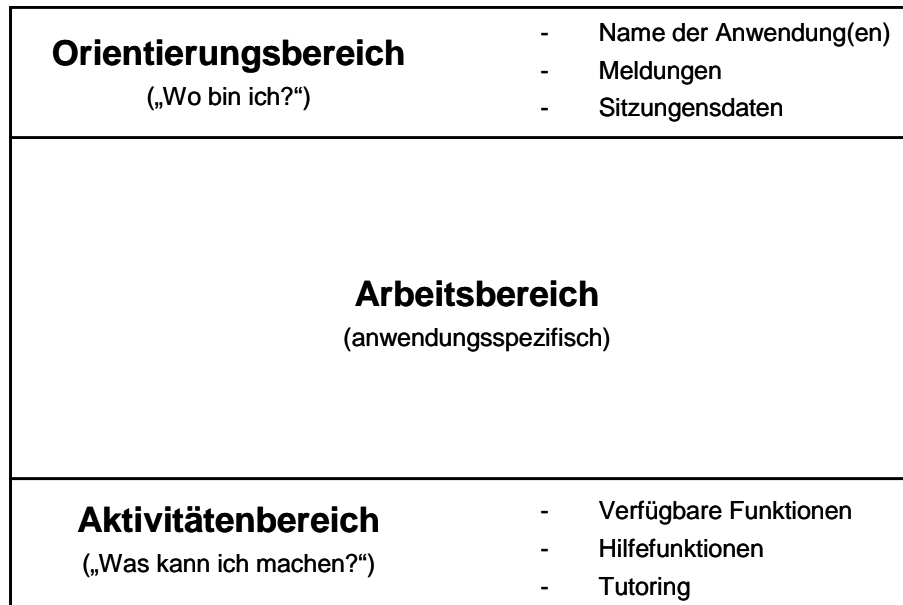


Abbildung 3: Konzeptionelle Aufteilung einer Bildschirmanzeige⁶²

⁶² Stary, 1994, S. 87

2.2.2 Keystroke-Modell

„The user of an application, above all, wants to get the job done.“⁶³

Wie dieses Zitat verdeutlicht, ist es das Ziel jedes Anwenders, seine Arbeit möglichst schnell und erfolgreich zu beenden. Die Keystroke-Modellierung ist eine Methode zur Vorhersage von Bearbeitungszeiten an der Benutzerschnittstelle. Sie geht von einer Sequenz von Operatoren aus, die bei der Bearbeitung einer Aufgabe nacheinander ausgeführt werden.⁶⁴ Mit dem Keystroke-Modell wird das Benutzerverhalten auf der Ebene elementarer Operatoren beschrieben. Ein Operator ist beispielsweise der Anschlag einer Taste oder die Handbewegung von der Tastatur zur Maus.

Die Methode der Keystroke-Modellierung wurde von Card, Moran und Newell entwickelt.⁶⁵ Sie stellt ein theoretisches Modell für die Vorhersage der Ausführungszeit einer Aufgabe am Computer dar, das in der Praxis durch umfangreiche Untersuchungen an Versuchspersonen evaluiert wurde.

Die benötigten Eingaben für die Formel des Keystroke-Modells sind:

- die bei der Bearbeitung der Aufgabe verwendete Methode, durch die die Sequenz der auszuführenden Operatoren bestimmt wird,
- die motorischen und kognitiven Operatorzeiten des Benutzers,
- die Systemantwortzeiten.⁶⁶

Mit diesen Eingaben lässt sich die mit dem Keystroke-Modell vorhergesagte erwartete Ausführungszeit T für die Aufgabe A berechnen:

$$T(A) = \sum_o n_o t_o$$

Dabei ist t_o die erwartete Dauer des Operators O und n_o seine Häufigkeit in der Sequenz der Operatoren, d.h. die Häufigkeit seiner Ausführung bei der Bearbeitung der Aufgabe A .⁶⁷

Die im Keystroke-Modell postulierten Operatorzeiten sind Ergebnisse von Beobachtungen der Aktivitäten verschiedener Benutzer.

⁶³ Open Software Foundation, 1993, S.2

⁶⁴ Vgl. Wandmacher, 1993, S. 149

⁶⁵ Vgl. Card, Moran, Newell, 1980, S. 396ff.

⁶⁶ Vgl. Wandmacher, 1993, S. 124

⁶⁷ Vgl. Wandmacher, 1993, S. 125

2.2.2.1 Elementare Operatoren und Operatorzeiten des Keystroke-Modells

Die folgende Abbildung enthält die für die Keystroke-Modellierung wichtigsten elementaren Operatoren und die entsprechenden Operatorzeiten. Die Operatorzeiten sind Medianwerte der Zeiten, die in zahlreichen Untersuchungen geschätzt wurden.⁶⁸

Operator	Operatorzeit
T: Anschlag einer Taste (Tastatur oder Maus)	$t_T = 0,23 \text{ s}$
Z: zielgerichtete Bewegung auf eine bestimmte Taste⁶⁹	$t_Z = 0,26 \text{ s}$
H: Handbewegung von der Tastatur zur Maus oder umgekehrt	$t_H = 0,36 \text{ s}$
P: Positionieren des Cursors mit der Maus über verschiedene Distanzen und Zielgrößen	$t_P = 1,5 \text{ s}$
E: Erinnern aus dem Langzeitgedächtnis	$t_E = 1,2 \text{ s}$
C: Auswahl einer Methode aus mehreren Alternativen	$t_C = 1,25 \text{ s}$

Abbildung 4: Die wichtigsten elementaren Operatoren für die Keystroke-Modellierung⁷⁰

2.2.2.2 Untersuchungen zur Keystroke-Modellierung

Als Beispiel bearbeiteten in den Untersuchungen von Card et al. (Experiment 8A)⁷¹ 28 geübte Versuchspersonen, die sich aus Sekretärinnen und Computerexperten zusammensetzten, verschiedene Aufgabentypen aus dem Bereich des Textformatierens. Um eine systematische Fehlerquelle zu vermeiden galt als Voraussetzung die vollständige Einarbeitung der Versuchspersonen in das jeweilige System und die fehlerfreie Durchführung der Aufgaben an der Benutzerschnittstelle. Die gute Umsetzung der Keystroke-Modellierung und ihre große Aussagekraft für die Praxis ergaben sich aus den Untersuchungen. Dabei resultierten weder bei einzelnen

⁶⁸ Vgl. Reitman-Olsen, Olsen, 1990, S. 221ff.

⁶⁹ Vgl. Card, Moran, Newell, 1980, S. 396ff.

⁷⁰ Wandmacher, 1993, S. 125

⁷¹ Vgl. Card, Moran, Newell, 1983

Versuchspersonen noch bei einzelnen Aufgaben große oder systematische Abweichungen zwischen den beobachteten und vorhergesagten Ausführungszeiten.⁷²

2.2.2.3 Diskussion des Keystroke-Modells

Der wichtigste Anwendungszweck des Keystroke-Modells ist die Abschätzung des Zeitaufwandes für die Bearbeitung einer Aufgabe an der Benutzeroberfläche. Das Keystroke-Modell ermöglicht die zuverlässige Schätzung der Operatorzeiten und das Errechnen von Normwerten für bestimmte Aufgaben an der Benutzeroberfläche. „Die Abschätzung des Eingabeaufwandes und der Normwerte für Bearbeitungszeiten ist für die Beurteilung der Effizienz als Aspekt der *Aufgabenangemessenheit* (siehe Kap. 2.4.2.1) einer Benutzeroberfläche relevant.“⁷³

Anhand dieser Normwerte lassen sich repräsentativ Performance- und Benchmarkvergleiche zwischen verschiedenen Benutzeroberflächen hinsichtlich ihrer Methoden der Aufgabenbearbeitung durchführen, ohne dass aufwendige empirische Untersuchungen notwendig werden.⁷⁴ Die Keystroke-Modellierung leistet damit Informatikern schon bei der Entwicklung der Oberflächengestaltung einer Benutzeroberfläche einen wertvollen Beitrag. So können ineffiziente Methoden der Bedienung und fehlerhafte Integration von Funktionen frühzeitig erkannt und eliminiert werden.

2.3 Visuelles System

Der Benutzer muss am Bildschirm sehen können, was er mit dem System machen kann und was er mit seinen Eingaben bewirkt. Somit stellt Bildschirm die eigentliche Schnittstelle für die Übergabe maschinell verarbeiteter Information an den Menschen dar. Da sein Inhalt visuell wahrgenommen wird, sind Gesetzmäßigkeiten der visuellen Wahrnehmung für die Bildschirmgestaltung entsprechend wichtig. Das visuelle System des Menschen ist sehr komplex. Es besteht aus vielen Untereinheiten. Das Sinnesorgan stellt das Auge dar. Nach den Gesetzen der geometrischen Optik erzeugt sein optisches System, das aus Cornea (Hornhaut), vorderer Kammer, Linse und Glaskörper besteht, auf der rückwärtigen Innenseite (Retina oder Netzhaut) des Augapfels ein umgekehrtes, reelles, verkleinertes Bild⁷⁵.

⁷² Vgl. Wandmacher, 1993, S. 131

⁷³ Wandmacher, 1993, S. 133

⁷⁴ Vgl. Wandmacher, 1993, S. 133

⁷⁵ Vgl. Eberleh, 1994, S. 19

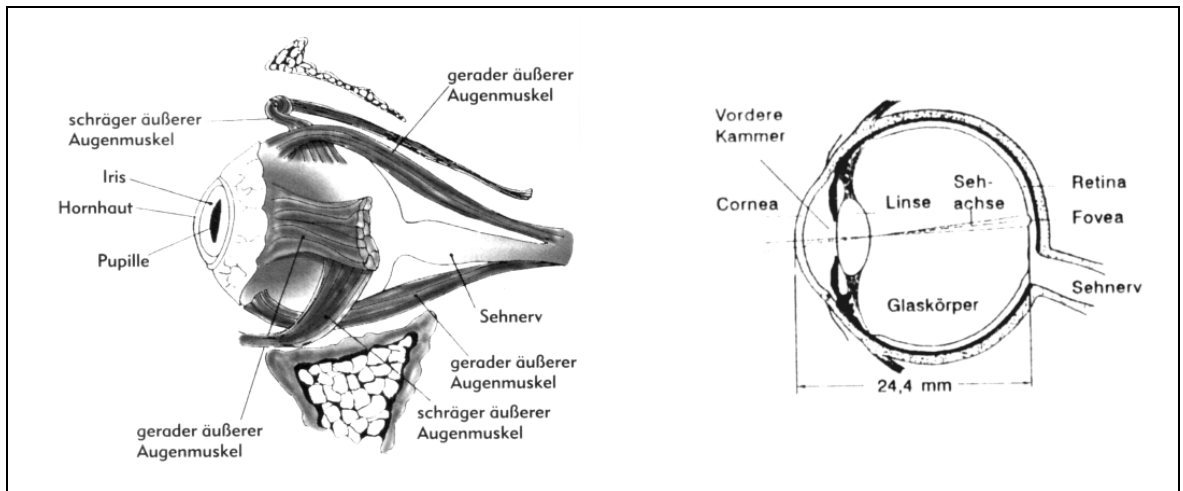


Abbildung 5: Das visuelle System des Menschen⁷⁶

Die Retina enthält ein Feld von Sinneszellen (Stäbchen und Zapfen), die nachgeschaltete Nervenzellen in Abhängigkeit von Intensität und Wellenlänge der lokal auftretenden elektromagnetischen Strahlung aktivieren. Die Gesamtinformationen aus den Netzhäuten beider Augen werden dann über die Sehnerven in das Sehzentrum übertragen. Hier werden die Signale von beiden Netzhäuten zu einem Bild berechnet, das in der Wahrnehmung bewusst wird (Fusion).

Die Sehleistung des Menschen wird durch eine Reihe von Eigenschaften des Auges bestimmt, dazu zählen das Sehfeld, das Hell-Dunkel-Sehen, die Sehschärfe, die Einzelbildverschmelzung und das Farbsehen, auf welche im folgenden näher eingegangen wird.

⁷⁶ Vgl. Eberleh, 1994, S. 20

2.3.1 Sehfeld

Das Gesichtsfeld eines unbewegten Auges hat etwa die Form einer liegenden Ellipse mit einer horizontalen Ausdehnung von 130 Grad. Das Sehfeld ist in horizontaler und vertikaler Richtung unterschiedlich begrenzt. Es gibt einen Optimalbereich für Augenbewegungen von $\pm 15^\circ$ in horizontaler Richtung und von $0-30^\circ$ (nach unten) in vertikaler Richtung, welchen Abbildung 6 zeigt.

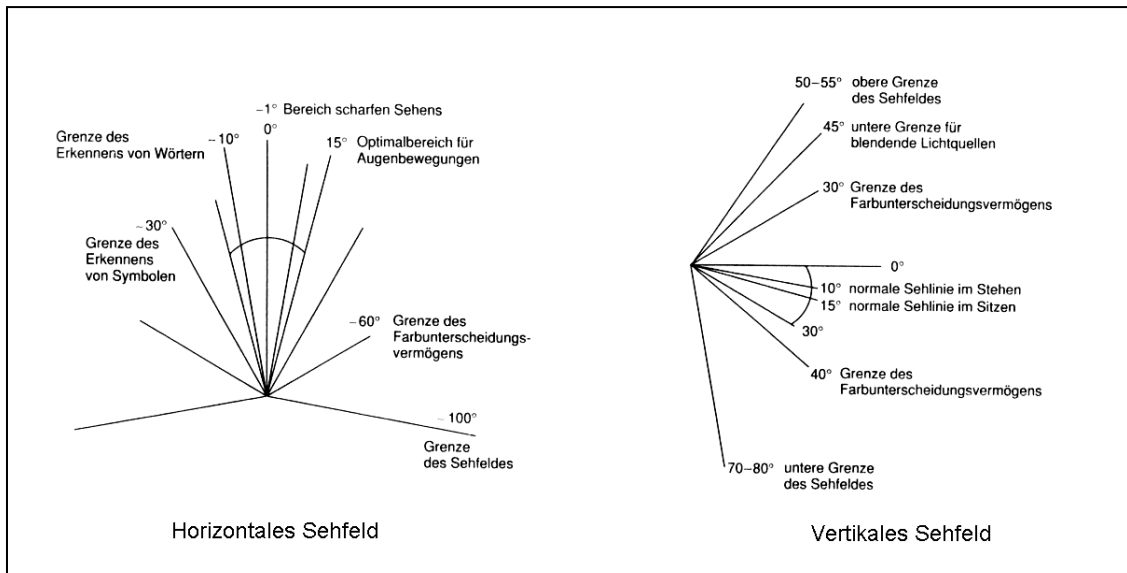


Abbildung 6: Horizontales und vertikales Sehfeld⁷⁷

In diesem Bereich sollten visuelle Darstellungen angeordnet sein, um Kopfbewegungen zu minimieren.

2.3.2 Hell-Dunkel-Sehen

Das Hell-Dunkel-Sehen ist gekennzeichnet vom Vermögen des menschlichen Auges, sich an in der Helligkeit veränderliche Sehverhältnisse anzupassen (Adaption). Mit fallender Beleuchtungsstärke nimmt diese Adaptionsfähigkeit rapide ab. Aus diesem Grund sind eine entsprechend intensive Arbeitsplatzbeleuchtung und eine Ausgleicheung der Helligkeiten verschiedener Arbeitsmittel von großer Bedeutung. Bei einer Tätigkeit, die sich abwechselt zwischen Arbeit am Bildschirm und Arbeit mit Papier ist deshalb dunkle Schrift auf hellem Bildschirmhintergrund zu bevorzugen. Der Bildschirm und die Tastatur sollten im Rahmen der Hardware-Ergonomie ebenfalls hell gefärbt sein.

⁷⁷ Herczeg, 1994, S. 51

2.3.3 Sehschärfe

Die Sehschärfe hängt von der Position des betrachteten Objekts im Sehfeld ab. Scharfes Sehen ist praktisch nur bei zentraler Betrachtung eines Objekts möglich. Die Sehschärfe hat in ihrem Mittelpunkt, der in die Fovea centralis der Netzhaut abgebildet wird, in einem kreisförmigen Bereich mit einem Durchmesser von nur etwa zwei Grad ihr Maximum und fällt dann zur Peripherie hin steil ab.⁷⁸

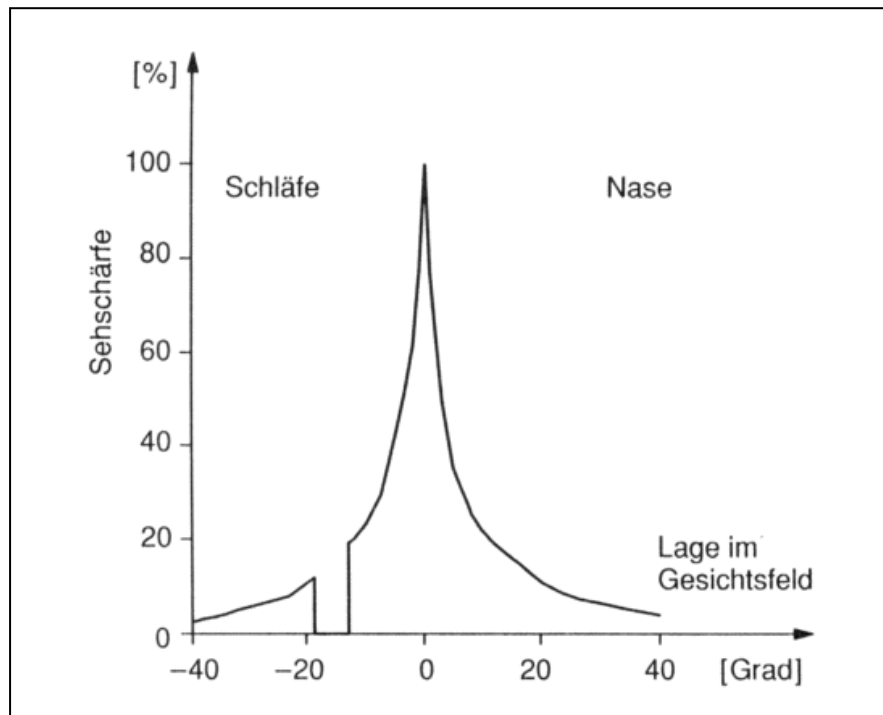


Abbildung 7: Sehschärfe im Gesichtsfeld⁷⁹

Zudem ist die Sehschärfe abhängig von der Beleuchtungsstärke des Bildschirms. Eine Beleuchtungsstärke von etwa 100 cd/m^2 ist für Bildschirme günstig. Sollen Objekte in verschiedenen Abständen betrachtet werden, so ist das Vermögen des Auges, in verschiedenen Abständen scharf zu sehen, von Bedeutung.

⁷⁸ Vgl. Eberleh, 1994, S. 34

⁷⁹ Synder, 1988, S. 437ff.

Man beschreibt dies mit der Akkomodationsbreite. Dieses Scharfeinstellungsvermögen ist stark altersabhängig, wie die folgende Abbildung zeigt.

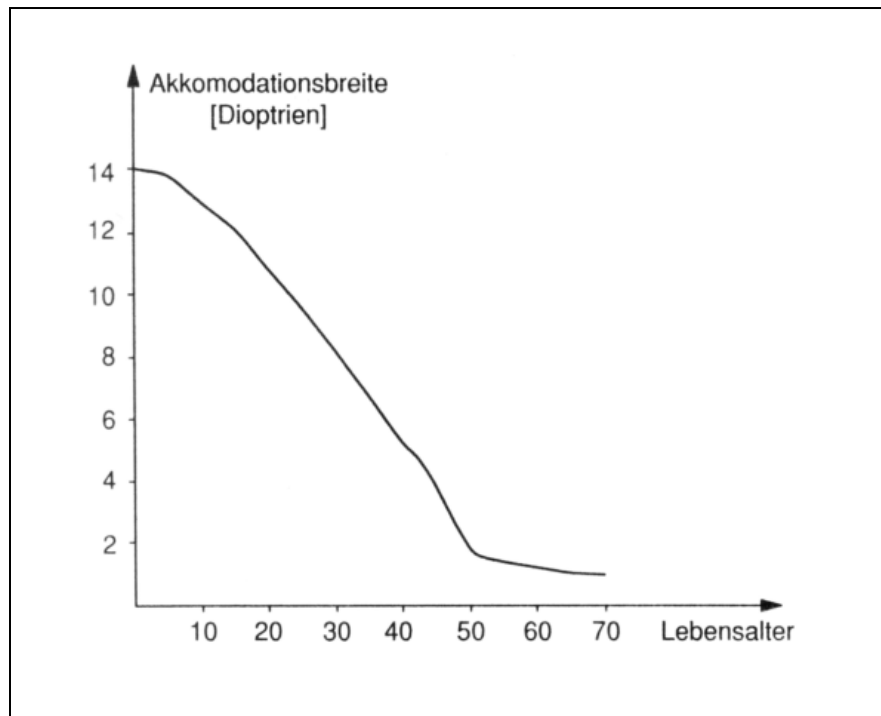


Abbildung 8: Akkomodationsbreite in Abhängigkeit des Alters⁸⁰

Daher sollten die Ebenen von Bildschirm, Tastatur und anderen Arbeitsmitteln in etwa gleichem Abstand von den Augen entfernt liegen.

2.3.4 Einzelbildverschmelzung

Das menschliche Auge kann aufgrund seiner Konstruktion nicht beliebig viele Einzelbilder in einem festen Zeitabschnitt aufnehmen. So werden ab einer bestimmten, schnellen Bildwechselfrequenz (Hz) zwei aufeinander folgende Bilder verschmolzen. Für das Auge tritt ab dieser Frequenz kein Flimmern (Erkennen von Einzelbildern) mehr auf, daher spricht man auch von der „Flimmerfrequenz“.

Ein flimmernder Bildschirm strengt die Augen an und verursacht Kopfschmerzen. Der Bildinhalt flimmert, wenn die Bildwiederholrate zu niedrig ist. Erst ab etwa 85 Hz nimmt das Auge diese Oszillation nicht mehr wahr und es entsteht der Eindruck einer konstanten Helligkeit.

⁸⁰ Herczeg, 1994, S. 55

Eine ruhige, scharfe und nicht flimmernde Darstellung auf dem Bildschirm schont somit die Augen und ist unter ergonomischen Gesichtspunkten von großer Bedeutung.

2.3.5 Farbsehen

Das menschliche Auge besitzt unterschiedliche Sensibilität für die verschiedenen Farben des Spektrums. Farbige Licht wird aufgrund der ungleichen Wellenlänge in der Augenlinse verschieden gebrochen und als unterschiedlich entfernt wahrgenommen. Die höchste Empfindlichkeit besitzt das helladaptierte Auge im Farbbereich grün bis gelb. Für rote Farben ist das Auge weitsichtig, für blaue Töne kurzsichtig. Das heißt, bei gleichzeitiger Betrachtung mehrerer Objekte unterschiedlicher Farbe werden gelbe bis grüne Objekte genau auf der Netzhaut scharf gestellt, während blaue Objekte vor und rote Objekte hinter der Netzhaut scharf abgebildet werden. Sie sind somit nicht alle gleichzeitig scharf zu erkennen. Dies liegt an der so genannten chromatischen Abberation, die in jedem optischen System aus Gründen der unterschiedlichen Lichtbrechung der Farben durch die Linsen auftritt. Diese Fehlsichtigkeit wird zwar mithilfe des Ziliarmuskels ausgeglichen, dies bedeutet aber zusätzliche Anstrengung für das Auge.

Somit sollten Komplementärfarben nebeneinander auf dem Bildschirm nicht zum Einsatz kommen (siehe auch Abschnitt 2.5).

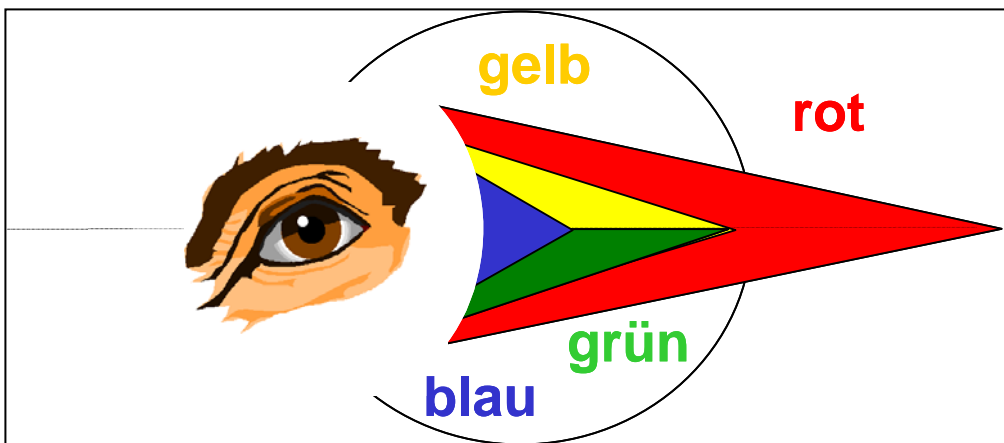


Abbildung 9: Querschnitt durch das Auge⁸¹

⁸¹ Die unterschiedlichen Brennpunkte der verschiedenen Farben zeigen, dass das Auge hier unterschiedlich gefordert wird

2.4 Evaluierungsnormen

„When all else fails, standardize.“⁸²

Vincent van Gogh verweist mit seinem Bild „Weber bei der Arbeit“ auf die Prägung menschlichen Lebens durch Arbeit und Arbeitsbedingungen.



Abbildung 10: Weber bei der Arbeit, Vincent van Gogh, 1884⁸³

In unserer westlichen Gesellschaft sind damalige gesundheitliche Gefährdungen von Kindern und Erwachsenen in Zusammenhang mit Arbeit und Arbeitsbedingungen nicht mehr vorstellbar. Heutzutage ist die Notwendigkeit von Regelungen und Normen zur menschengerechten Arbeitsgestaltung unbestritten.⁸⁴ Gesetze und Verordnungen sind ein Weg dazu.

Gerade im Zeitalter des Computers spielen menschengerechte Bildschirmarbeitsplätze und anwendungsgerechte Software eine wichtige Rolle. Dem Benutzer dient der

⁸² Norman, 1988, zitiert nach Mullet, 1995, S. 237

⁸³ Das Gemälde „Weber bei der Arbeit“ hängt im Van Gogh Museum, Amsterdam

⁸⁴ Vgl. Jüptner, 1991, S. 213

Computer zur Lösung eines Problems oder, weitergefasst, einer Aufgabe. Seitdem der Computer in vielen Haushalten Einzug gehalten hat und die Nachfrage nach unterschiedlichen Softwareprogrammen ein Massenphänomen zu werden scheint, wissen die Software-Hersteller um die große Bedeutung von einfach zu bedienender, ergonomisch gestalteter Software. Zielsetzung der Software-Ergonomie ist die Anpassung von Aufbau und Struktur von Anwendungsprogrammen an die mentalen, psychischen und emotionalen Fähigkeiten des Menschen.⁸⁵ „Die Benutzerschnittstelle wird nach den Gesichtspunkten der Anordnung von Information auf dem Bildschirm und der Art der Kommunikation mit dem Menschen gestaltet und analysiert.“⁸⁶ Unter ergonomischen Gesichtspunkten gilt es, den hohen Stellenwert der Benutzerschnittstelle bei der Konstruktion interaktiver Systeme herauszuarbeiten.

2.4.1 Überblick über Richtlinien ergonomischer Gestaltung

Es gibt mittlerweile viele verschiedene Normen, die zur Bewertung interaktiver Systeme benutzt werden. Unter dem Begriff „Norm“ versteht man allgemeine Anforderungen an die ergonomische Gestaltung einer Benutzeroberfläche, die offiziell und mehr oder weniger verbindlich sind.

Es haben sich zwei verschiedene Ansätze - ein herstellerepezifischer und ein herstellerunabhängiger, international gültiger Ansatz - für die Aufstellung von Gestaltungsnormen für graphische Benutzeroberflächen entwickelt.

Zum einen haben in den letzten Jahren führende Computerhersteller und Softwareanbieter eine Reihe von herstellerepezifischen Richtlinien, so genannte „Styleguides“, zur Gestaltung ihrer Benutzeroberfläche veröffentlicht. Diese dokumentieren ausführlich Prinzipien und Regeln, die dem Erscheinungsbild und der Benutzung der Oberfläche des jeweiligen Herstellers zugrunde liegen. Es soll damit dem Benutzer vorwiegend aus Marketinggründen ein möglichst einheitliches und unverwechselbares Erscheinungsbild des Softwaresystems vermittelt werden. In möglichst allen Anwendungen eines Softwareherstellers soll ihm ein *gleiches Aussehen (look) und Benutzen (feel)* garantiert werden.⁸⁷ Somit braucht der Benutzer die der Anwendung zugrunde liegenden Regeln nur einmal zu lernen und kann sie dann auf alle anderen Programme des Herstellers übertragen.⁸⁸ Zu diesen herstellerepezifischen Gestaltungsrichtlinien gehören beispielsweise die Macintosh

⁸⁵ Vgl. Stary, 1994, S. 30

⁸⁶ Stary, 1994, S. 30

⁸⁷ Vgl. Wirth, 2002, S. 31 ff.

⁸⁸ Vgl. Eberleh, 1994, S. 146

Human Interface Guidelines⁸⁹, der IBM SAA/CUA Advanced Interface Design Guide⁹⁰, der OPEN LOOK Graphical User Interface Guideline⁹¹ und der Windows Interface Application Design Guide⁹². Diese von Herstellerseite formulierten Richtlinien trugen auf breiter Front zu einem Umsetzen ergonomischer und fortschrittlicher Oberflächenkonzepte bei und führten dazu, dass der benutzergerechten ergonomischen Software-Gestaltung eine immer größere Rolle bei der Softwareentwicklung zuteil wurde.

Zum anderen haben sich Ende der 80er Jahre im Rahmen der nationalen und internationalen Normung herstellerunabhängige Richtlinien für die Gestaltung von Mensch-Rechner-Schnittstellen entwickelt. „Diese bestehen zumeist aus allgemeingültig formulierten Gestaltungs- und Bewertungskriterien, die aufgrund ihrer technologieneutralen Formulierung einen großen Interpretationsraum belassen.“⁹³

Das Deutsche Institut für Normung (DIN) beschäftigte sich bereits in den 70er Jahren mit Bildschirmarbeitsplätzen und übernahm seitdem eine weltweite Vorreiterrolle bei Normungsfragen zur Software-Ergonomie. Das Institut arbeitete gesicherte arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse aus und stellte sie in Normen anwendungsgerecht dar. So entstanden 1988 die ersten Grundsätze im Rahmen der ergonomischen Dialoggestaltung in der mehrteiligen Norm DIN 66 234⁹⁴. Auf internationaler Ebene wurde 1994 der aktuelle Stand des Wissens als Entwicklungsleitlinie in der ISO-Norm 9241⁹⁵ von einem internationalen Expertengremium verbindlich festgeschrieben. Im Teil 10 der ISO 9241 wurden die Dialoggrundsätze der DIN 66 234 erweitert und mit detaillierteren Beispielen konkretisiert.⁹⁶

Beiden Klassen von Regelwerken, sowohl den herstellereigenen als auch den herstellerunabhängigen, ist gemeinsam, dass sie als Empfehlungen zunächst auf freiwilliger Basis genutzt werden. Im Weiteren wird auf die herstellerunabhängigen allgemeingültigen Richtlinien DIN 66 234 und ISO 9241 detailliert eingegangen.

⁸⁹ Vgl. Apple Computer, 1992

⁹⁰ Vgl. IBM Corp., 1989

⁹¹ Vgl. SUN Microsystems, Inc., 1990

⁹² Vgl. Microsoft Corp., 1992

⁹³ Fähnrich, 1996, S. 94

⁹⁴ Vgl. DIN 66234, 1988

⁹⁵ Vgl. ISO 9241, 1993

⁹⁶ Vgl. Beimel, Schindler, Wandke, 1992

2.4.2 DIN 66 234 (Teil 8)

Die Zielrichtung der Gestaltung ergonomischer Computersysteme wurde als verbindliche Norm in der DIN 66 234 Teil 8 im Jahre 1988 festgeschrieben. Die DIN 66 234 wurde erstellt, um den Programmierern von Benutzerschnittstellen Anregungen zu geben, wie diese in Anpassung an die menschlichen Fähigkeiten entwickelt werden können. Teil 8 der DIN 66 234 enthält fünf Grundsätze ergonomischer Dialoggestaltung. Diese Grundsätze beruhen auf einer empirischen Arbeit, bei der 233 erfahrene Computerbenutzer zu den Aspekten befragt wurden, die die Benutzbarkeit einer Software am stärksten beeinflussen.⁹⁷ Die Ergebnisse führten zur Formulierung dieser fünf einzelnen Gestaltungsgrundsätzen, die sämtlich anzuwenden sind, wobei natürlich abhängig von der Arbeitsaufgabe, verschiedene Gewichtungen gegeben sind.⁹⁸ Im Folgenden werden die fünf Gestaltungsgrundsätze der DIN 66 234 zusammenfassend aufgeführt.

2.4.2.1 Aufgabenangemessenheit

Ein Dialog (die Kommunikation zwischen Benutzer und Anwendung) ist dann aufgabenangemessen, wenn er die Erledigung der Arbeitsaufgabe des Benutzers unterstützt, ohne ihn durch Eigenschaften des Dialogsystems unnötig zu belasten. Tätigkeiten, die sich aus der technischen Eigenart des Dialogsystems ergeben, sollen im Allgemeinen durch das System selbst ausgeführt werden.⁹⁹ Somit sollen zum Schutz vor Informationsüberflutung auf dem Bildschirm nur die Informationen erscheinen, die für die Aufgabenerledigung auch wirklich gebraucht werden.¹⁰⁰ Zusammengefasst bedeutet der Grundsatz der Aufgabenangemessenheit, dass die Arbeit mit dem Softwareprogramm nicht mehr Zeit erfordern darf als mit den herkömmlichen Arbeitsmitteln. Im Gegenteil, sie soll Zeit ersparen.

2.4.2.2 Selbstbeschreibungsfähigkeit

Ein interaktives System ist selbstbeschreibungsfähig, wenn dem Benutzer auf Verlangen der Einsatzzweck sowie der Leistungsumfang des Dialogsystems erläutert werden kann und wenn jeder einzelne Interaktionsschritt unmittelbar verständlich ist. Erläuterungen wie beispielsweise die HILFE-Funktion von Microsoft Word, sollen an die allgemein üblichen Kenntnisse der Benutzer angepasst, d.h. in deutscher Sprache

⁹⁷ Vgl. DIN 66234, 1988

⁹⁸ Vgl. Balzert, 1986, S. 1 ff.

⁹⁹ Vgl. DIN 66234, 1988

¹⁰⁰ Vgl. Lackes, 1991, S. 136

verfasst sein und berufliche Fachausdrücke einbeziehen.¹⁰¹ Somit sollen die Erklärungen dem Benutzer dazu dienen, sich ein adäquates und transparentes Bild von der zu bedienenden Software zu machen.

2.4.2.3 Steuerbarkeit

Ein Dialog ist steuerbar, wenn der Benutzer die Geschwindigkeit des Arbeitsablaufes selbst bestimmen, die Auswahl und Reihenfolge der Arbeitsmittel selbst festsetzen und Art- und Umfang der Ein- und Ausgaben beeinflussen kann. Dabei soll der Benutzer die Geschwindigkeit des Systems an seine individuelle Arbeitsgeschwindigkeit anpassen können, d.h. er soll keinen Arbeitstakt auferlegt bekommen. Im Gegensatz dazu soll er auch nicht durch unnötiges Warten auf die Ausgabe von Daten vorangegangener Dialogschritte aufgehalten werden.¹⁰² Im Grundsatz der Steuerbarkeit ist auch die Möglichkeit einer Stornierbarkeit von Aktionen („Undo“) einbezogen. Der Benutzer soll praktisch jederzeit wieder zu einem früheren Dialogzustand zurückkehren können. Der Dialogablauf sollte also im Wesentlichen benutzergesteuert sein.

2.4.2.4 Erwartungskonformität

Ein Dialog ist erwartungskonform, wenn er den Erwartungen des Benutzers entspricht, die er aus Erfahrungen mit bisherigen Arbeitsabläufen mitbringt, sowie den Kenntnissen, die er sich während der Benutzung des Dialogsystems und im Umgang mit dem Benutzerhandbuch gebildet hat. Zudem soll das Dialogverhalten innerhalb eines Dialogsystems einheitlich sein.¹⁰³ Mit dem Begriff der Einheitlichkeit wird die „Konsistenz“ von Dialogen angesprochen.¹⁰⁴ Konsistenz bezeichnet die Regelmäßigkeit des Aufbaus einer Benutzerschnittstelle sowie des Ablaufs von Interaktionen. Damit sollen gleichartige Informationen stets an gleicher Stelle, in gleicher Formulierung, Typografie und Layout dargestellt werden, um eine konsistente Gestaltung der Benutzerschnittstelle zu erreichen.¹⁰⁵ Als Beispiel für konsistente Gestaltung kann das bekannte Prinzip *What You See Is What You Get* (WYSIWYG¹⁰⁶) dienen. Hierbei wird formatierter Text in gleicher Weise auf dem Bildschirm wie auf dem Papier visualisiert.

¹⁰¹ Vgl. DIN 66234, 1988

¹⁰² Vgl. DIN 66234, 1988

¹⁰³ Vgl. DIN 66234, 1988

¹⁰⁴ Vgl. Herczeg, 1986, S. 1 ff.

¹⁰⁵ Vgl. Eberleh, 1994, S. 205

¹⁰⁶ Das Kunstwort ist quasi ein Gütesiegel, das dafür steht, dass auf dem Bildschirm genau die Darstellung zu sehen ist, die auch ausgedruckt wird. Im übertragenen Sinne verspricht es, dass Qualität oder Leistung eines Produktes den Erwartungen des Kunden entspricht.

Dagegen zwingen inkonsistente Systeme den Benutzer zu einer ständigen Neuanpassung, eine unnötige mentale Belastung des Benutzers wäre die Folge.

2.4.2.5 Fehlerrobustheit

Ein Dialog ist fehlerrobust, wenn trotz erkennbar fehlerhafter Eingaben das beabsichtigte Arbeitsergebnis ohne oder mit minimalem Korrekturaufwand erreicht wird. Dazu müssen dem Benutzer die Fehler zum Zwecke der Behebung sichtbar gemacht werden.¹⁰⁷ Im Detail bedeutet dies, dass Fehlermeldungen verständlich, sachlich und konstruktiv zu formulieren sind. Die folgende Abbildung zeigt eine für den Benutzer nicht verständliche und somit nicht lokalisierbare und korrigierbare Fehlermeldung.

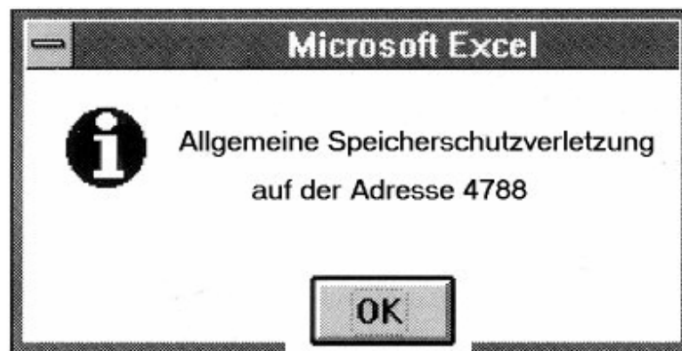


Abbildung 11: Negativbeispiel einer Fehlermeldung
(am Bsp. von Microsoft Excel® 97¹⁰⁸)

Fehlermeldungen sollten in der Regel sofort ausgegeben werden (unmittelbares Feedback) und sollten nach Möglichkeit einheitlich strukturiert werden (Farbe und Blinken als wirksame Codierungstechniken). Bei allen Fehlern sollte zumindest auf die Ursache des Fehlers hingewiesen werden. Es kann manchmal auch zweckmäßig sein, eindeutig korrigierbare Fehler automatisch zu korrigieren wie beispielsweise die automatische Fehlerkorrektur in Microsoft Word. Zusammenfassend bedeutet der Grundsatz der Fehlerrobustheit, dass Eingaben von Benutzern nicht zu undefinierten Systemzuständen oder zu Systemzusammenbrüchen führen sollten.

¹⁰⁷ Vgl. DIN 66234, 1988

¹⁰⁸ Excel 97 ist Warenzeichen der Microsoft Corporation, die in den Vereinigten Staaten registriert ist

2.4.3 ISO-Norm 9241

„As defined in ISO 9241, computer products have three main usability characteristics - efficiency, productivity and satisfaction.“¹⁰⁹

Die ISO-Norm 9241 entstand im Jahr 1994 als Koordination europäischer und internationaler Normungsarbeit. Dabei wurden die Dialogprinzipien der DIN 66 234 aufgegriffen, durch zahlreiche weitere Gestaltungsregeln ergänzt und mit detaillierteren Beispielen konkretisiert. Ein Überblick über die einzelnen Teile (1-17) ist im Anhang zu finden. Im Teil 10 der ISO 9241 finden sich die bereits erwähnten fünf Dialoggrundsätze der DIN 66 234 wieder, diese werden um zwei weitere verbindliche Dialoggrundsätze erweitert: Um Adaptivität und Erlernbarkeit.

2.4.3.1 Adaptivität

Ein interaktives System ist adaptiv, wenn es Mechanismen für Entwickler und Benutzer bietet, auf geänderte Anforderungen dynamisch zu reagieren.¹¹⁰ Die Anpassungsfähigkeit (Adaptivität) von Software sollte dem Anspruch individueller Anwendung entgegenkommen.¹¹¹ Zu einem gewissen Ausmaß steht dieser Anspruch der Individualisierbarkeit im Gegensatz zur Anwendung von Standardsoftware für möglichst viele Benutzer und Aufgaben. Dies ist ein typischer Fall eines Zielkonflikts, wie er im Rahmen ergonomisch orientierter Forschung vermehrt zu beobachten ist.¹¹² Der „objektive“ Bedarf an individuellen Lösungen und das „subjektive“ Bedürfnis nach Berücksichtigung persönlicher Erkenntnisse und Erfahrungen sind in diesem Fall gegenläufig. Es stellt sich bei diesem Grundsatz der Adaptivität die Frage, wie groß der Spielraum für individuelle Lösungen bei der Gestaltung einer Software umzusetzen ist. Als Zielvorstellung sollte in jedem Fall die Effizienz stehen.

2.4.3.2 Erlernbarkeit

Die Bedienung eines interaktiven Systems wird als erlernbar bezeichnet, wenn es dem Benutzer möglich ist, die Aufgabenbewältigung in einer angemessenen Zeitspanne zu erlernen.¹¹³ Die Angemessenheit der Zeitspanne errechnet sich aus dem erforderlichen

¹⁰⁹ Nomos Management AB, Mai 1997, URL:<http://www.nomos.se/services/usabeval.htm>

¹¹⁰ Vgl. ISO 9241, 1993

¹¹¹ Vgl. Kantorowitz, Sudarsky, 1989, S. 1352 ff.

¹¹² Vgl. Greutmann, Ackermann, 1989, S. 144 ff.

¹¹³ Vgl. ISO 9241, 1993

Fachwissen sowie den Fertigkeiten, welche im Umgang mit Aufgaben und der Computerunterstützung notwendig sind. Sie differiert von Anwendung zu Anwendung sowie von Benutzer zu Benutzer. Zudem sollten die Benutzer durch den Lernprozess mit Hilfe des Computersystems geleitet werden. Hierzu kann ein Tutorial oder ein einfach zu bedienendes Hilfe-System für Unterstützung unerfahrener Benutzer im Erlernen und Umgang der Software dienen.¹¹⁴

Verschiedene Teile der ISO-Norm 9241 wurden bereits von Software-Entwicklern getestet. Dabei stellte sich heraus, dass viele Regeln weiter konkretisiert und mit Beispielen verdeutlicht werden müssen. Dies ist leicht nachzuvollziehen, wenn man berücksichtigt, dass die Abfassung dieser Normen einen breiten Konsens verschiedener Länder und Interessengruppen widerspiegelt und eine weitgehend technologie neutrale Gültigkeit voraussetzt.¹¹⁵

2.5 Einsatz von Farben

Auch der Einsatz von Farben ist ein wichtiger Faktor bei der Gestaltung von Benutzeroberflächen. Farben lassen sich zu verschiedenen Zwecken verwenden: Zur Darstellung von Objekten, zur Aufmerksamkeitssteuerung und zur Animation von Ausgaben.¹¹⁶ Sie sind ein Mittel zur Betonung, Gruppierung und Differenzierung von Informationen.¹¹⁷

Durch die Verwendung von Farben kann die Lesbarkeit erhöht sowie der Suchaufwand nach Information reduziert werden. Farbe eignet sich im besonderen Maße zur Betonung von Textstellen, z.B. um falsch geschriebenen Text anzuzeigen. Hintergrundfarben bereichern oft die Aussagekraft von Textstellen durch Einsatz einer optimalen Kontrastierung. Der Zeitaufwand zur Lokalisierung von textbasierter Information wird durch den Einsatz von Farbe geringer.¹¹⁸ Allerdings sinkt auch die Präzision der Wahrnehmung.¹¹⁹ Daher gilt nicht: Je bunter, desto besser, denn der optimale Farbeinsatz muss gut durchdacht sein. Durch eine geeignete Farbgebung kann die Arbeit des Benutzers an der Benutzerschnittstelle jedoch wesentlich erleichtert werden.

¹¹⁴ Vgl. ISO 9241, 1993

¹¹⁵ Vgl. Fähnrich, 1996, S. 100

¹¹⁶ Vgl. Rauterberg, 1991, S. 233

¹¹⁷ Vgl. Morland, 1983, S.484 ff.

¹¹⁸ Vgl. Stary, 1994, S. 71

¹¹⁹ Vgl. Christ, 1975, S. 542 ff.

In der DIN Norm 66234 Teil 5 (1988) wurden alle bekannten wissenschaftlichen Erkenntnisse aus der Literatur¹²⁰ über die Vor- und Nachteile von Farbkombinationen und deren Verträglichkeit untereinander aus ergonomischer Sicht zusammengestellt. Es ergeben sich spezifische Farbtafeln zur Bewertung von untereinander verträglichen Text- und Hintergrundfarben wie folgende Abbildung zeigt.

Textfarbe	Hintergrundfarbe							
	schwarz	weiß	purpur	blau	cyan	grün	gelb	rot
schwarz	3	0	0	1	0	0	0	1
weiß	0	3	0	0	1	1	1	0
purpur	0	0	3	1	1	3	1	1
blau	1	0	1	3	0	1	0	3
cyan	0	1	1	0	3	1	1	3
grün	0	1	3	1	1	3	1	3
gelb	0	1	1	0	1	1	3	0
rot	1	0	1	3	3	3	0	3

Bewertungspunkte: 0 = keine negativen Auswirkungen
1 = schlechte Kombination
3 = sehr schlechte Kombination

Abbildung 12: Versch. Farbkombinationen und deren Verträglichkeit untereinander¹²¹

Wie aus der Abbildung hervorgeht, eignet sich der gleichzeitige Einsatz von intensiven, „schrillen“ Farben wie rot auf blau oder rot auf grün bei der Farbauswahl für Text und Hintergrund innerhalb einer Benutzeroberfläche nicht und steht somit aus ergonomischen Gesichtspunkten im Widerspruch. Gut verträglich sind dagegen beispielsweise eine schwarz oder blaue Textfarbe auf weißem Hintergrund.

¹²⁰ Vgl. Rauterberg, 1991, S. 239; Kokoscka, 1981, S. 8 ff.

¹²¹ Modifiziert nach Rauterberg, 1991, S. 241

Folgende Eigenschaften der menschlichen Farbwahrnehmung müssen beim Einsatz von Farben zur Gestaltung von Darstellungen beachtet werden:

- Die menschliche Linse hat keine Farbkorrektur
- Blaues Licht wird doppelt so stark durch die Linse absorbiert wie rotes Licht
- Auf der Netzhaut gibt es drei Populationen von Farbrezeptoren
- Farbempfindlichkeit

Einige Grundregeln für den Einsatz von Farben in Bezug auf die visuelle Wahrnehmung durch das Sehzentrum werden aus folgender Abbildung ersichtlich.

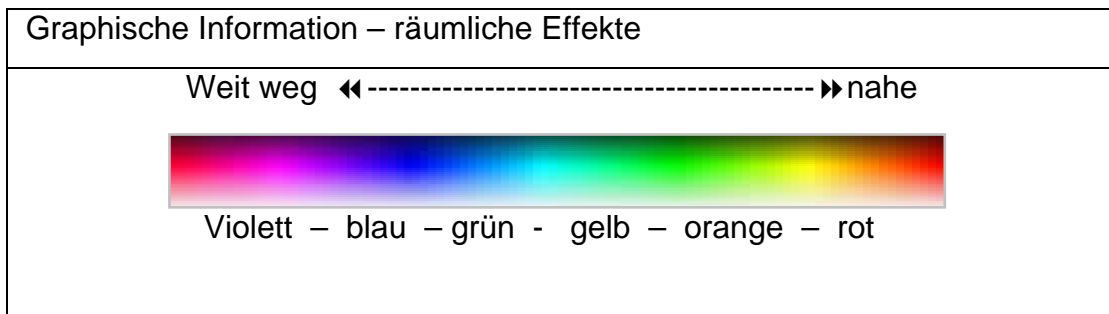


Abbildung 13: Richtlinien für Farbkonstellationen bei räumlichen Effekten¹²²

So wirkt die Farbe blau für das menschliche Auge beispielsweise deutlich weiter entfernt als Orange oder Gelb.

Einzelne Farben eignen sich besonders für das Auslösen von bestimmten menschlichen Emotionen. Da die Farbe *Rot* für das Auge *sehr nah* wirkt, eignet sie sich gut für die Kodierung von „Gefahr“.

2.6 Darstellung von Text

Nicht nur die Farbgestaltung, sondern auch die Darstellung des Texts ist ein wichtiger Faktor, um Computerprogramme benutzerfreundlich zu gestalten.

Die Bedeutung für eine gut lesbare Darstellung von Texten auf Computerbildschirmen geht aus mehreren Studien hervor, die beim 41. Kongress der Deutschen Gesellschaft

¹²² Modifiziert nach Sary, 1994, S. 71

für Psychologie im Herbst 1998 in Dresden präsentiert wurden.¹²³ Die Aachener Psychologin Martina Ziefle hatte in mehreren Versuchsreihen Testpersonen verschiedene Artikel sowohl vom Bildschirm als auch vom Papier lesen lassen. Als Ergebnis stellte sich heraus, dass die Testpersonen im Durchschnitt zehn Prozent mehr Zeit benötigten, wenn Sie vom Bildschirm lasen. Ebenso stieg die Fehlerquote von falsch gelesenen Wörtern bei der Arbeit am Bildschirm (Artikel liegt dem Anhang bei).

Um das Lesen am Monitor dem auf Papier möglichst anzugleichen, sollten alle auf dem Monitor dargestellten Buchstaben stets gut lesbar sein.¹²⁴ Wichtig sind in diesem Zusammenhang Zeichengröße und -abstand. Die Höhe von Großbuchstaben sollte mindestens 7 Pixel, die Breite mindestens 5 Pixel betragen. Außerdem ist es empfehlenswert, klare Serifenschriftarten wie die *Times New Roman* einzusetzen und darauf zu achten, dass sich benachbarte Zeichen weder horizontal noch vertikal berühren. Es sollten maximal 80 Zeichen pro Zeile stehen. Die Größe der Buchstaben auf dem Bildschirm sollte zwischen 2,6 und 3,6 mm betragen,¹²⁵ damit sie auf eine optimale Sehentfernung von 50 cm noch gut erkannt werden können.

Des Weiteren ist zu beachten, dass die verwendeten Zeichen bezüglich ihrer Gestalt prägnant und verwechslungssicher gestaltet werden.

Aber auch nach Berücksichtigung dieser Regeln lässt sich als Quintessenz der Studien weiterhin noch die Forderung nach hochwertigen Bildschirmen (z.B. flimmerfreie Flachbildschirme) mit stärkerer Bildauflösung von Seiten der Hardware-Ergonomie stellen.¹²⁶

¹²³ Vgl. Süddeutsche Zeitung, Mai 1998, siehe Anhang

¹²⁴ Vgl. Wirth, 2002, S.87 ff.

¹²⁵ Vgl. Stary, 1994, S. 29

¹²⁶ Vgl. Süddeutsche Zeitung, Mai 1998, siehe Anhang

2.7 Iconic

„Every blink of the eye brings a picture to the human mind.“¹²⁷

Zur Erleichterung der Interaktion mit graphischen Benutzeroberflächen wurden Anfang der achtziger Jahre Interaktionskonzepte entwickelt, um die Menge der mittels Tastatur einzugebenden Kommandofolgen seitens des Benutzers zu reduzieren. Die Bedienung der Benutzerschnittstelle mittels einer Maus als Zeige- und Eingabegerät führte die innovativen Entwicklungen im Bereich der graphischen Benutzeroberflächen voran. Es bestand nun die Aufgabe für die Programmentwickler alle möglichen Interaktionen des Benutzers mit dem System mittels Icons¹²⁸ zu visualisieren.

Für den Prozess der Modellierung der Benutzeroberfläche bediente man sich dem allgemeinen Prinzip der Metaphorik. Man versuchte soweit wie möglich an vorhandenes, computerunabhängiges Wissen des Benutzers anzuknüpfen, um die bisherige Arbeitswelt des Benutzers und deren Objekte auf dem Bildschirm realistisch nachzubilden.

Ein Icon ist somit ein symbolisch verschlüsseltes graphisches Element, dessen Inhalt einer Metapher entsprechen sollte, die möglichst vielen Benutzern verständlich ist.

„Je treffender Piktogramme bedeutungstragende Sinnbilder (Metaphern) für die Benutzer kennzeichnen, umso effektiver (direkter) können die Benutzer ihre Aufgaben lösen.“¹²⁹ Ein bekanntes Beispiel stellt das Icon für den *Papierkorb* auf der Windows-Oberfläche dar.

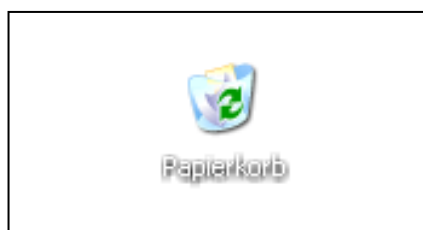


Abbildung 14: Der Papierkorb von Microsoft Windows¹³⁰

¹²⁷ Frutiger, 1989, zitiert nach Mullet, 1995, S. 169

¹²⁸ In der deutschen Literatur ist auch die Bezeichnung *Pictogramm* gebräuchlich

¹²⁹ Stary, 1994, S. 132

¹³⁰ Windows ist Warenzeichen der Microsoft Corporation, die in den Vereinigten Staaten registriert ist

Die Interaktion des Benutzers mit der Maus bzw. ihrem visuellen Gegenstück, dem Cursor auf dem Bildschirm, besteht darin, durch das Betätigen eines Icons eine bestimmte Funktion bzw. Operation des Systems auszulösen.¹³¹

Somit erlauben Icons die komprimierte, metaphernhaltige Darstellung von Daten, Manipulations- und Kontrolleingaben.¹³² Diese metaphernhaltige Darstellung einer Funktion soll am Beispiel des Druckersymbols verdeutlicht werden. Das Icon des miniaturisierten Druckers ersetzt hierbei in abstrahierter Form das Druckkommando (Abb. 15).



Abbildung 15: Symbolisierte Form der Druckfunktion

„Users must recognize the icon on the display screen as a sign for the thing, rather than the thing itself.“¹³³ Gemäß dieser Aussage weiß der Benutzer beim Druckersymbol sofort, ohne zusätzlichen mentalen Aufwand aufbringen zu müssen, dass das Icon des Druckers den auszuführenden Druckauftrag repräsentiert.

Die Verwendung von Icons bringt für den Benutzer viele Vorteile im Vergleich zur Eingabe textbasierter Kommandobefehle:

- Icons können bei benutzergerechter Gestaltung rasch erkannt werden und beschleunigen somit die Arbeitsabläufe des Benutzers.
- Icons verdichten Informationen sehr stark und benötigen wenig Platz auf dem Bildschirm.
- Icons nehmen unerfahrenen Benutzern die Scheu mit komplexen Schnittstellen umzugehen.

¹³¹ Vgl. Eberleh, 1994, S. 147

¹³² Vgl. Stary, 1994, S. 133

¹³³ Nadin, 1988, zitiert nach Mullet, 1995, S. 174

Somit versuchen Icons, als Ausdruck der graphischen Symbolisierung, soweit wie möglich an das Vorwissen der Benutzer anzuknüpfen, indem sie die bisherige Arbeitswelt der Benutzer und deren Objekte auf dem Bildschirm mehr oder weniger realistisch darstellen.¹³⁴

Dennoch bestehen neben den Vorteilen beim Einsatz von Icons zahlreiche Gefahren, die den Umgang mit dem System unnötig erschweren können:

- Es gibt bisher keine herstellerunabhängigen Richtlinien für den Einsatz von Icons bezüglich Größe, Farbe und Abstraktionsgrad.
- Icons haben möglicherweise in anderen Kulturen eine andere assoziative Bedeutung und führen zur falschen Interpretation.
- Icons müssen einen adäquaten Abstraktionsgrad aufweisen, sonst ist ihr Einsatz kontraproduktiv.

Für den zuletzt genannten Punkt eignet sich das Beispiel des Icons eines Taschenrechners, der im Folgenden in verschiedenen Abstraktionsgraden dargestellt ist.

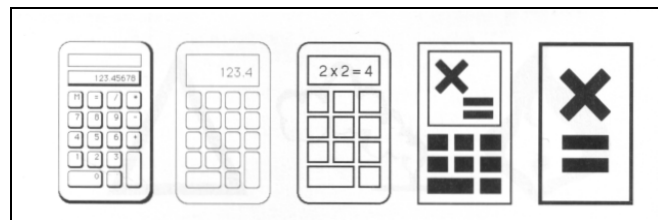


Abbildung 16: Verschiedene Abstraktionsgrade¹³⁵

Als kontraproduktiv erscheint in dieser Abbildung das abstrakte Symbol auf der rechten Seite, da damit wohl nur noch wenige Benutzer die Funktion eines Taschenrechners in Verbindung bringen. Zu empfehlen wäre in diesem Fall das Symbol in der Mitte als adäquater Abstraktionsgrad.

¹³⁴ Vgl. Eberleh, 1994, S. 147

¹³⁵ Mullet, 1995, S.174

3. Material und Methoden im Projekt TOXINFO

Wie bereits in der Einleitung erwähnt, dient das in der Giftnotrufzentrale München eingesetzte Datenbanksystem TOXINFO-1 den Beratungsärzten als primäre Quelle auf der Suche nach Giftinformationen. Im Rahmen des Projektes TOXINFO-2, das einen Teil dieser Dissertation umfasst, wurde im Team die Benutzeroberfläche von TOXINFO-1 unter ergonomischen Richtlinien analysiert und kritisch bewertet. So wurden Schwächen in der Gestaltung der Benutzeroberfläche von TOXINFO-1 aufgedeckt und Vorschläge für ein – bezüglich Layout, Iconic und Farben – verbessertes TOXINFO-2 erarbeitet, damit die Beratungsärzte weniger Zeit mit der Bedienung des Computers und mehr Zeit für die eigentliche Beratung aufwenden können. Im Gegensatz zu TOXINFO-1, das nur in der Giftnotrufzentrale München (GIZ-M) eingesetzt wurde, haben sich im Projekt TOXINFO-2 die Giftinformationszentralen in München, Freiburg, Erfurt, Göttingen und Mainz zusammengeschlossen, um auf der Basis eines neuen verteilten Informationssystems von einem schnellen Austausch beratungsrelevanter Informationen über das Internet zu profitieren.

3.1 Material im Projekt TOXINFO

„Usually, system developers only have a limited insight in the application domain under consideration, and expert users are not specialists in system development. Thus, one of the major tasks of requirements engineering is the identification of what the future system is supposed to do.“¹³⁶

Schlussfolgernd war es Voraussetzung für die Entwicklung bzw. Evolution eines Giftinformationssystems, von Beginn des Projektes an eine Schnittstelle zwischen den Beratungsärzten in der Giftinformationszentrale München und dem TOXINFO-2-Team zu schaffen, um die Komplexität der täglichen Beratungsarbeit und ihre Strukturierung verständlich zu machen.

Daraus ließen sich die Anforderungen der Beratungsärzte ableiten, welche Aufgabe eine moderne, intuitive Systementwicklung für ein verteiltes Giftinformationssystem erfüllen muss. Im Folgenden wird die Vorgehensweise im Detail beleuchtet.

¹³⁶ Thurner, 1997, S. 7

3.1.1 Arbeitsprozesse in den Giftinformationszentren

Der erste Schritt war es, alle Arbeitsabläufe in den am Projekt teilnehmenden Giftinformationszentralen systematisch in ein umfassendes Arbeitsprozessmodell zu integrieren, um sie dann effektiv in die Softwareentwicklung einfließen zu lassen. „Die Software soll sich schließlich nicht zum Selbstzweck auswachsen, sondern ein nützliches Werkzeug sein.“¹³⁷

Da „eine ausgezeichnete Gestaltung im arbeitsorganisatorischen Bereich [...] nicht zur vollen Arbeitszufriedenheit des Benutzers führen kann, wenn die Softwareentwicklung des Computersystems an seinen Aufgaben vorbeigestaltet wurde und die Bedienung desselben einen solchen Mehraufwand verursacht, dass die Vorteile der Arbeitsorganisation zunichte gemacht werden“¹³⁸, wurde im Projekt TOXINFO-2 darauf geachtet, dass der Mensch dabei den Ausgangs- und Bezugspunkt des Gestaltungsprozesses darstellt. Die aufgabenorientierte Sichtweise führt zu einer anthropozentrischen (menschenzentrierten) Vorgehensweise bei der Gestaltung.¹³⁹

Christiane Floyd, Professorin für Softwaretechnik an der Universität Hamburg, schlägt daher eine evolutionäre Vorgehensweise bei der Entwicklung und Weiterentwicklung von Software für Computersysteme vor.¹⁴⁰ Eine evolutionäre Vorgehensweise bedeutet, dass neue oder veränderte Anforderungen bzw. entdeckte Fehler während eines Entwicklungsprozesses zu Rücksprüngen zu vorhergehenden Entwicklungsphasen führen sollten. Nach der Einführung der Software bedingen sie einen neuerlichen (verkürzten) Durchlauf aller Entwicklungsphasen. Somit finden die ergonomischen Prinzipien und Gestaltungsrichtlinien während der gesamten Lebensdauer der Software Anwendung. „Damit strebt die evolutionäre Systementwicklung das Ziel an, die starren Beschränkungen des linearen Phasenmodells zu überwinden, die Zusammenarbeit mit den Benutzern und Benutzerinnen zu verbessern und die Gebrauchsqualität von Software zu erhöhen.“¹⁴¹

Als Ausgangsbasis der angestrebten evolutionären Systementwicklung wurde in den ersten drei Monaten des Jahres 1997 eine Istanalyse der Arbeitsprozesse in den teilnehmenden Giftinformationszentralen durchgeführt. Hierbei wurden in definierter, abstrakter Beschreibungstechnik alle einzelnen Prozesse der Beratungsgespräche in den Giftinformationszentralen als graphische Prozessdiagramme skizziert. Eine exakte

¹³⁷ Geis, Hartwig, 1998, S. 170

¹³⁸ Koch, 1991, S. 33

¹³⁹ Vgl. Holl, 1989, S. 42

¹⁴⁰ Vgl. Floyd, 1987, S. 40ff.

¹⁴¹ Floyd, Krabbel, Ratuski, Wetzel, 1997, S. 13

und in der Form korrekte Beschreibung der Arbeitsabläufe war oberstes Ziel aller Bemühungen (Prozessdiagramme liegen dem Anhang bei).

Die Notwendigkeit und Motivation für diese zeitaufwendige Analyse ergab sich aus folgenden Überlegungen:

- Die Istanalyse der Arbeitsprozesse stellt den ablauforganisatorischen Kontext des zu entwickelnden Informationssystems dar und vermittelt somit den Systementwicklern ein besseres Verständnis für die bevorstehende Entwicklungsumgebung.
- Die Istanalyse veranschaulicht die Arbeitsabläufe der einzelnen Giftinformationszentralen und ist somit Voraussetzung für die Analyse von Unterschieden zwischen den einzelnen Giftinformationszentralen, die somit schon bei der Erstellung des verteilten Informationssystems TOXINFO-2 von Anfang an berücksichtigt werden können.
- Die Istanalyse schafft die Voraussetzung für die weitere Softwareentwicklung und das auf den Benutzer optimierte Design der Benutzeroberfläche.

Aus den genannten Gründen wurde bereits beim ersten Treffen der Projektpartner am 25.10.1996 in München die Durchführung einer Istanalyse der Arbeitsprozesse beschlossen. Bei den folgenden Treffen der Projektpartner im Jahre 1997 wurden die Ergebnisse dieser Arbeitsprozessanalyse diskutiert.

3.1.2 Allgemeine Beschreibung von TOXINFO-1

Das in der Giftnotrufzentrale München eingesetzte Datenbanksystem TOXINFO-1 ist für die dort tätigen Beratungsärzte unentbehrlich. Es dient als primäre Informationsquelle bei der Recherche nach Giftinformationen und hat aufgrund seiner großen Datenmenge und des schnellen Zugriffes Priorität in der Suchreihenfolge vor allen anderen im Giftnotruf eingesetzten Informationsquellen.

Die Datenbank TOXINFO-1 wurde im GIZ-M mit dem Datenbanksystem Foxpro und der Programmiersprache Clipper 5.2 entwickelt¹⁴². „Clipper 5.2 ist ein reines Datenbankentwicklungssystem mit dBase-kompatibler Programmiersprache für textorientierte DOS-Anwendungen.“¹⁴³

¹⁴² TOXINFO-1 wurde von Martin Ganzert programmiert.

¹⁴³ Brors, Gema, Kurzidim, 1999, S. 113

Die Datenbank TOXINFO-1 bietet folgende Funktionen an:

- Adressenverwaltung (Firmen, Pilzberater usw.)
- Verwaltung von Stoffkarten zu Medikamenten, Chemikalien, Pflanzen, Tieren und anderen beratungsrelevanten Texten
- Verwaltung von Kasuistiken
- Verwaltung von Produktinformationen

Für die Dissertation ist die Datenbank TOXINFO-1 Grundlage für eine kritische Evaluation und ein daraus folgendes Redesign für die Weiterentwicklung der Datenbank TOXINFO-2. Im Folgenden werden die einzelnen Funktionen von TOXINFO-1 beschrieben.

3.1.2.1 Einstiegsseite

Ausgehend von einer Windowsoberfläche wird die Einstiegsseite angeboten.

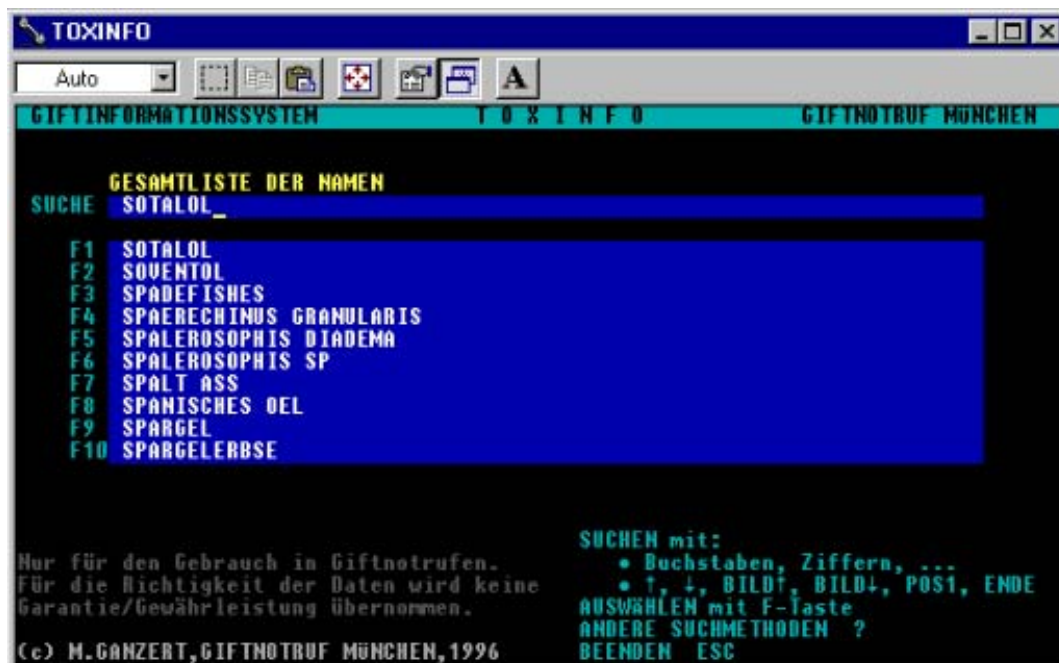


Abbildung 17: Einstiegsseite von TOXINFO-1

Der Seitenhintergrund ist schwarz, die Schrift weiß. Im Gegensatz zu den klassischen Begrüßungsseiten kommerzieller Programme, handelt sich bei der Einstiegsseite von TOXINFO-1 um eine funktionell gestaltete Oberfläche, mit der sofort gearbeitet werden kann. Sie ist in mehrere Bereiche aufgeteilt.

In der Titelzeile stehen der Programmtitel und der Ort, an dem das Programm läuft. Darunter befindet sich das Eingabefeld für die Schlagwortsuche. Unterhalb des Eingabefeldes ist das Ergebnisfeld angeordnet. Hier werden die gefundenen Schlagwörter in alphabetischer Reihenfolge aufgelistet. Links neben den Ergebnissen befindet sich eine Aufzählung der F1-F10 Tasten. Auf der linken unteren Bildschirmseite befindet sich ein Hinweis zum Haftungsausschluss und darunter, am unteren Bildschirmrand, das Copyrightzeichen des Softwareentwicklers. Auf der rechten unteren Bildschirmseite sind Benutzerhinweise zu finden. Das Suchprogramm wird von hier aus gestartet.

3.1.2.2 Informationsseite

Die Informationsseite hat in ihrer Kopfzeile den Programmtitel stehen. In der Zeile darunter steht der Name des ausgewählten Schlagwortes.



Abbildung 18: Informationsseite von TOXINFO-1

Handelt es sich dabei z.B. um einen Produktnamen, steht daneben der Substanzname in roter Schrift. Darunter ist ein Textfeld angeordnet, das etwa Dreiviertel der Seitenbreite einnimmt. Der Text ist in einzelne Kapitel aufgeteilt, dessen Überschriften sich auf der rechten oberen Bildschirmseite als Legende wiederholen. Sie werden kontinuierlich angezeigt und tragen als Verweiskennzeichen Buchstaben des kleinen Alphabetes. An der rechten unteren Bildschirmseite stehen die Verweise zu

ausgewählten Dateien und zur Druckerfunktion. Sie können mit den F-Tasten aufgerufen werden. Darunter befinden sich die Benutzerhinweise.

3.1.2.3 Suchfunktionsseite

Auch die Möglichkeit verschiedener und spezieller Suchmöglichkeiten wurde in TOXINFO-1 implementiert.

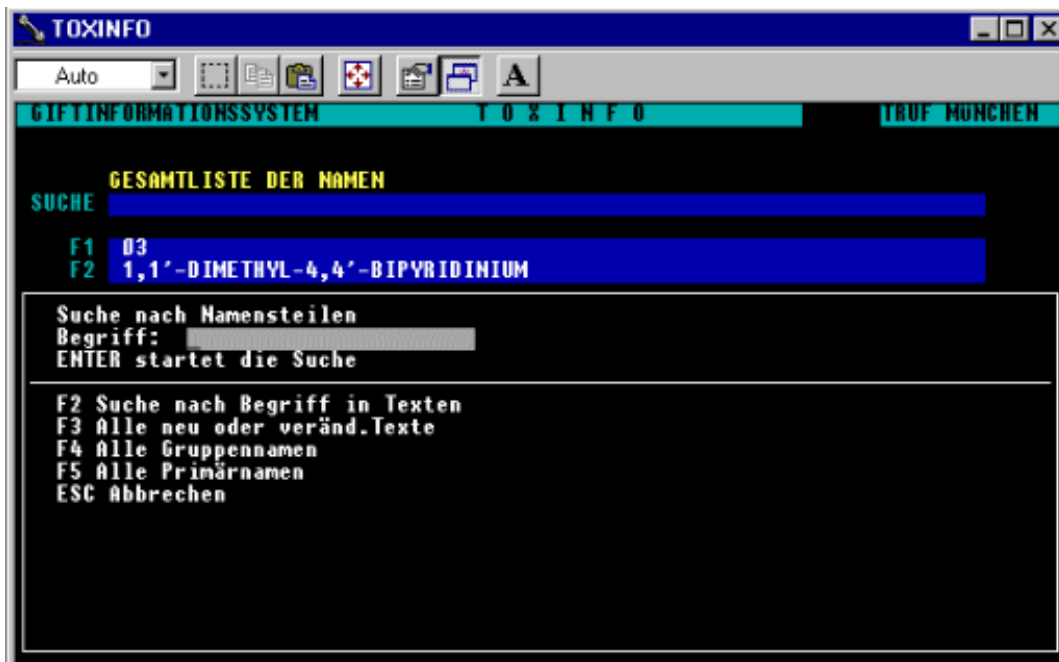


Abbildung 19: Suchfunktionsseite von TOXINFO-1

Diese Suchfunktionsseite erreicht man nach Betätigen der ?-Taste auf der Tastatur. Ein Suchfeld fordert dazu auf, einen Begriff einzugeben oder mit einer F-Taste einen Begriff aus der Auflistung der Suchmöglichkeiten auszuwählen.

3.1.2.4 Spezielle Tastenfunktionen

Die Esc-Taste schließt die jeweils geöffnete Seite der Datenbank und führt eine Ebene höher. Die einzelnen Kapitel der Informationsseite (Pharmakologie bis Literatur) sind mit den Buchstaben A-F aufzurufen. Die Tasten F1-F10 öffnen bestimmte Verweisdateien oder dienen der Druckfunktion (F9). Mit der Tab-Taste kann zwischen den geöffneten Dateien gewechselt werden. Mit der Taste ? erreicht man die erweiterten Suchmöglichkeiten der Datenbank. Dem Administrator des Datenbanksystems stehen zusätzlich weitere Tastenkombinationen mit integriertem Passwortschutz für die Datenpflege zur Verfügung.

3.1.3 Benutzer von TOXINFO-1

Die Benutzer sind die Beratungsärzte und Toxikologen der Giftinformationszentralen, die die Datenbank als wesentliches Arbeitsmittel zur Unterstützung ihrer täglichen Arbeit verwenden.

„Da Benutzer über umfassende und detaillierte Kenntnisse bezüglich ihrer Aufgaben verfügen („Spezialisten der Arbeit“), kommt ihnen im Gestaltungs- und Bewertungsprozess eine wichtige Stellung zu.“¹⁴⁴ Von ihrer Bereitschaft zum Wissenstransfer und zur aktiven Mitgestaltung hängt maßgeblich die spätere Qualität des Systems ab.¹⁴⁵ Daraus lässt sich schließen, dass die Mitarbeiter der Giftinformationszentralen im Sinne einer menschengerechten Arbeitsgestaltung im Rahmen der kooperativen Projektorganisation und während des gesamten Entwicklungs- und Gestaltungsprozesses die Möglichkeit zur aktiven Mitgestaltung eingeräumt bekommen sollten und mussten.¹⁴⁶

Aus diesem Grunde wurden die Beratungsärzte und Toxikologen der Giftinformationszentralen aktiv in die Gestaltung von TOXINFO-2 miteinbezogen. Sie hatten die Möglichkeit an den Projekttreffen teilzunehmen und die jeweils aktuellen Datenbankvorschläge kritisch zu bewerten und Änderungswünsche zu nennen. Letztlich sollte so eine große Akzeptanz bei den Beratungsärzten hinsichtlich des Designs und der Funktionalität der Datenbank TOXINFO-2 erreicht werden.

3.2 Methoden im Projekt TOXINFO

Zur Erhebung und Dokumentation der Arbeitsprozesse wurden vier verschiedene Methoden verwendet: Bericht, Beobachtung, Prozessdiagramm und Diskussion.¹⁴⁷ Diese Methoden werden im Folgenden näher erläutert.

3.2.1 Bericht der Akteure

Der Bericht ist definiert als eine sachliche Wiedergabe eines Vorgangs oder einer Handlung auf Grund eigener oder fremder Zeugnisse.¹⁴⁸ Im Projekt TOXINFO-2 wurde der Bericht als Methode angewandt, um detaillierte Informationen von den Beratungsärzten über ihre Arbeit in der Giftinformationszentrale zu erhalten.

¹⁴⁴ Koch, Reiterer, Min Tjoa, 1991, S. 39

¹⁴⁵ Vgl. Koslowski, 1987, S. 22

¹⁴⁶ Vgl. Koch, Reiterer, Min Tjoa, 1991, S. 39

¹⁴⁷ Vgl. Thurner, 1997, S. 112 ff.

¹⁴⁸ Vgl. dtv-Lexikon, 1997, S. 207

3.2.2 Beobachtung der Akteure durch das Team

Die Beobachtung ist definiert als eine Methode, in der von einem oder mehreren Beobachtern von außen erkennbares Verhalten registriert wird.¹⁴⁹ Im Projekt TOXINFO-2 wurde die Beobachtung verwendet, um unabhängig von den subjektiven Berichten und Erfahrungswerten der Beratungsärzte deren Tätigkeit in Augenschein zu nehmen und Informationen über die Arbeitsabläufe vor Ort zu gewinnen.

Die aus den Berichten grob bekannten Arbeitsabläufe wurden in mehreren Tagen durch Beobachtung der Tätigkeit der Beratungsärzte und des technischen Dienstes vor Ort in Augenschein genommen und anhand individueller handschriftlicher Notizen dokumentiert. Dabei wurden auch die Bearbeitungszeiten erfasst. Außerdem hat das Team auch die weitaus komplexeren Arbeitsabläufe in der Nacht erfasst und dokumentiert.

3.2.3 Prozessdiagramm

„The purpose of a business process is the performance of a specific task that helps to achieve one or more of the business goals of the system under consideration. The end ... is marked by ... a significant intermediate result of the process.“¹⁵⁰

Wie Veronika Thurner in ihrer Arbeit beschreibt, ist das Prozessdiagramm eine Methode der Visualisierung von Arbeitsabläufen in definierter Form.¹⁵¹ Für die technische Realisation und Visualisierung dieser Prozessdiagramme wurde hierzu eine definierte, abstrakte Beschreibungstechnik mit klarer Semantik und intuitiverer Verständlichkeit gewählt. Die Definitionen für diese Beschreibungstechnik basieren auf dem mathematischen Modell von SYSLAB.¹⁵²

¹⁴⁹ Vgl. dtv-Lexikon, 1997, S. 192

¹⁵⁰ Thurner, 1997, S. 4

¹⁵¹ Thurner, 1997, S. 3

¹⁵² Vgl. Grosu, Rumpe, Klein, 1996

Primäres Ziel bei der Erstellung der Prozesse war es, eine einfache und klare Linie beizubehalten, damit die Prozesse möglichst selbsterklärend sind. Dennoch bedarf es einer kleinen Legende, um die wichtigsten Konventionen und Definitionen zu erläutern.

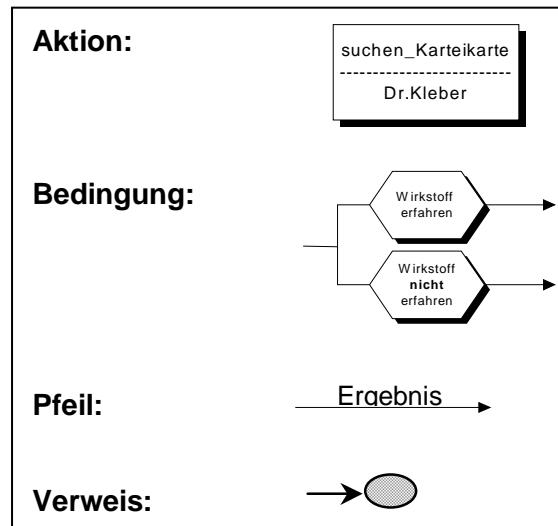


Abbildung 20: Legende für Prozessdiagramme

Mithilfe dieser Beschreibungstechnik konnten alle Arbeitsprozesse in zeitlicher Abfolge schematisch konstruiert und visualisiert werden.

Der Aufbau jedes einzelnen Prozesses gliedert sich in zeitliche Phasen und verschiedene Aufgabenbereiche. Diese Unterteilung wird in allen Prozessen konstant und unverändert beibehalten, was zu einem einheitlichen und homogenen Layout führt und dem Betrachter das Lesen und Verstehen der Prozesse sehr vereinfacht.

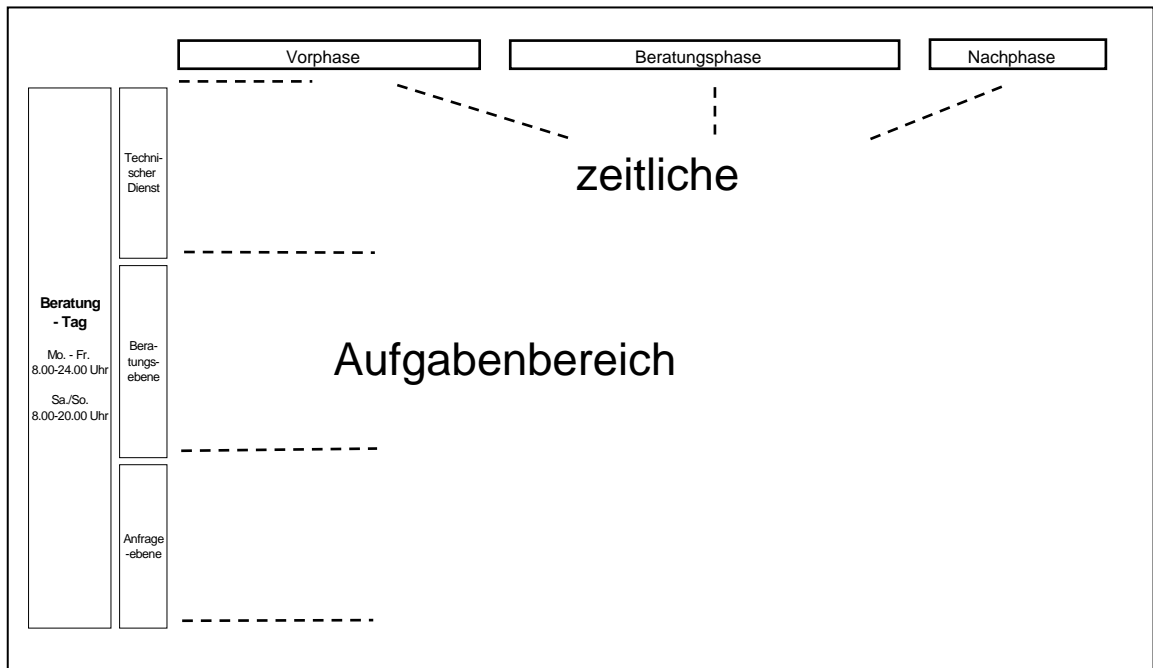


Abbildung 21: Prozessbereiche

3.2.4 Diskussion

Unter einer Diskussion versteht man generell einen Meinungs austausch. Im Rahmen des TOXINFO-Teams wurde diese Methode gewählt, um alle Arbeitsprozesse kritisch zu besprechen und sie danach bei Bedarf zu korrigieren oder zu verfeinern.

In mehreren halbtägigen Diskussionssitzungen wurden die einzelnen Arbeitsprozesse im Detail mit den Beratungsärzten und dem technischen Dienst korrigiert und verfeinert. Dabei wurde über den notwendigen und möglichen Detaillierungsgrad der Beschreibung sowie verschiedene Beschreibungsvarianten diskutiert. Mehrmals erfolgte die verbale Interpretation der jeweiligen Diagrammversion sowohl von den Beratungsärzten für die Beobachter aus dem Projektteam als auch umgekehrt.

3.2.5 Guidelines für die Analyse des TOXINFO-1-Giftinformationssystems

„Ein System ist benutzerfreundlich, wenn es keine Überraschungen bereitet, aber andererseits auch nicht als monoton empfunden wird.“¹⁵³

Diesem Leitsatz folgend soll überprüft werden, inwieweit die Benutzeroberfläche der Datenbank TOXINFO-1 so konzipiert ist, dass sie den Anforderungen der Beratungsärzte gerecht wird und eine intuitive Benutzung garantiert, ohne eine zeitaufwendige Einarbeitungszeit zu erfordern.

Aus diesem Grund wurde die Benutzeroberfläche der Datenbank TOXINFO-1 mit Hilfe von EU-Guidelines, die als Richtlinie für die Konzeption von Benutzeroberflächen gelten, im Detail untersucht (siehe Kap. 4.3.2). Es soll überprüft werden, inwieweit Layout, Iconic und Farben den definierten Richtlinien und den Erfordernissen der Ärzte genügen.

¹⁵³ Vgl. Wirth, 2002, S. 179

4. Ergebnisse im Projekt TOXINFO

„Questions about whether design is necessary or affordable are quite beside the point: design is inevitable. The alternative to good design is bad design, not no design at all.“¹⁵⁴

In Anlehnung an dieses Zitat werden im Folgenden die Ergebnisse der Bewertung des Designs von TOXINFO-1 und TOXINFO-2 unter ergonomischen Gesichtspunkten dargestellt.

4.1 Ergebnisse der Dokumentation

Zunächst jedoch sollen die detaillierten Aufzeichnungen der einzelnen Arbeitsprozesse der beratenden Ärzte dargestellt werden. Die Prozessdiagramme sollen es ermöglichen, die Arbeitsschritte in den Giftinformationszentralen zu verstehen und nachzuvollziehen. Denn gerade das Verständnis dieser Arbeitsprozesse ist notwendig für die weitere Umsetzung eines praxisorientierten Giftinformationssystems wie TOXINFO-2 und muss vorhanden sein, bevor überhaupt mit Design, Struktur und Gestaltung der neuen Benuteroberfläche begonnen wird. Hierzu werden die einzelnen notwendigen Schritte – vom Bericht bis zur Diskussion - im Folgenden dargestellt.

4.1.1 Ergebnis des Berichtes

Zunächst berichteten die beiden Beratungsärzte und die Mitarbeiter des technischen Dienstes dem Projektteam über ihre tägliche Arbeit. Abgesehen von Verständnisfragen handelte es sich hierbei um einen einseitigen Informationsfluss an die Mitglieder des Projektteams. Als Ergebnis des Berichtes lässt sich zusammenfassend feststellen, dass von Seiten der Beratungsärzte eine hohe Akzeptanz des existierenden Giftinformationssystems TOXINFO-1 besteht. Es wird als erstes und in 90% der Fälle auch einziges Medium zur Giftinformationssuche und anschließenden Beratungsarbeit genutzt.

¹⁵⁴ Martin, 1989, zitiert nach Mullet, 1995, S. 248

4.1.2 Ergebnis der Beobachtung

Das Ergebnis der Beobachtung bestand in der Dokumentation der Tätigkeit der Beratungsärzte vor Ort im GIZ-M. Die Beobachtung der einzelnen Arbeitsabläufe wurde auch zeitlich erfasst. Als Ergebnis war hierbei zu sehen, dass im Nachtdienst die Annahme des telefonischen Gespräches zunächst durch eine studentische Hilfskraft stattfindet. Diese nimmt zunächst schriftlich nur die Basisdaten des Anrufers und sein primäres Anliegen entgegen und gibt dann die Informationen an den diensthabenden Arzt weiter. Erst dieser kann anhand von TOXINFO-1 die Beratung entsprechend durchführen. Hierbei ergeben sich zeitlich gemessene Verluste von 2-4 Minuten, die bei Anfragen von Notärzten o.ä. entscheidend sein können.

4.1.3 Prozessdiagramm

Aus dem durch Bericht und Beobachtung gewonnenen Bild der Arbeitsprozesse wurde ein erster unstrukturierter Entwurf von Diagrammen, bzw. Komponentenmodellen erstellt, der jedoch aufgrund seiner Unübersichtlichkeit wieder verworfen wurde. Die Komponentenmodelle sind im Anhang abgebildet.

Das Projektteam entschied sich zur technischen Realisation und Visualisierung der Prozessdiagramme für eine definierte, abstrakte Beschreibungstechnik mit klarer Semantik und intuitiverer Verständlichkeit.¹⁵⁵ Für die Umsetzung dieser Beschreibungstechnik zur Modellierung der Arbeitsprozesse wurde das Fachwissen einer Informatikerin hinzugezogen.

Die Beschreibung der Arbeitsabläufe wurde demnach in Phasen und Aufgaben gegliedert und in eine strukturierte und für die weiterführende Diskussion mit den Beratungsärzten günstigere graphische Form umgesetzt. Diese Prozessmodelle liegen dem Anhang bei.

In einem mehrstufigen Vorgehen wurden vier verschiedene Arbeitsprozesse modelliert, die täglich in der GIZ-M stattfinden:

- Beratungsprozess am Tag
- Beratungsprozess in der Nacht
- Datenpflege kurzfristig
- Datenpflege langfristig

¹⁵⁵ Vgl. DeMarco, 1993, S. 1 ff.

4.2 Prozessdiagramme

Alle für das Projekt TOXINFO-2 bedeutenden Arbeitsprozesse im GIZ-M sind mit der hierfür definierten Beschreibungstechnik im Detail dokumentiert worden.

4.2.1 Beratungsprozess am Tag

Zentraler Prozess in der GIZ-M ist der 'Beratungsprozess am Tag' (Abbildung siehe Anhang). Dieser Prozess wird in acht Aktivitäten zerlegt, beginnend mit dem Anruf eines Ratsuchenden und endend mit dem Protokollieren des Falls durch den Beratungsarzt und – parallel dazu – dem Ausführen der erhaltenen Anweisungen durch den Berater. Bemerkenswert für das Münchner Modell – im Gegensatz zu anderen GIZ – ist das Entgegennehmen des Gesprächs durch einen technischen Dienst (Sekretärin, Student), der die wichtigsten Basisdaten (Telefonnummer, Gifttyp, Zeitpunkt der Vergiftung, Symptome) des Anrufers protokolliert und das Gespräch an den Beratungsarzt vermittelt. Die für das Projekt TOXINFO-2 zentrale Aktivität der Beschaffung von Giftinformationen durch den Beratungsarzt wurde weiter verfeinert und in vier eigenständige Teilprozesse mit hohem Detaillierungsgrad aufgeteilt, auf die näher im Kapitel 4.2.4 eingegangen wird.

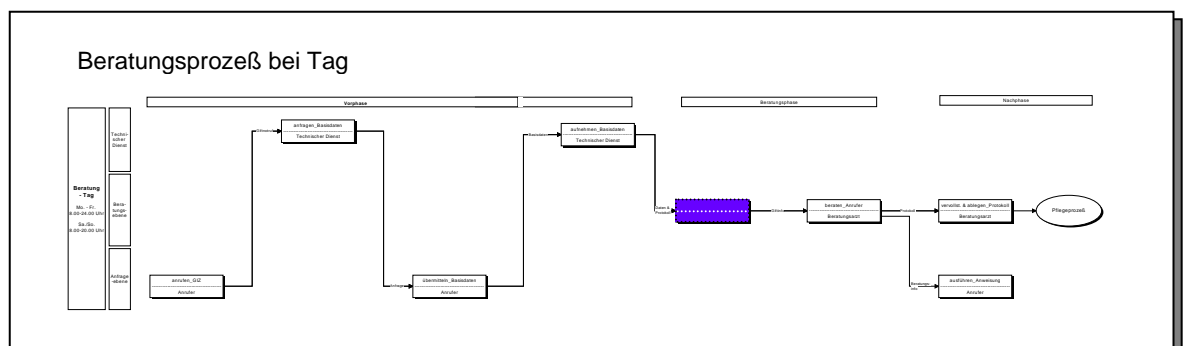


Abbildung 23: Beratungsprozess am Tag im GIZ-M

4.2.2 Beratungsprozess in der Nacht

In der Nacht ist der Ablauf komplizierter, weil die Beratung durch den diensthabenden Arzt einer benachbarten Intensivstation durchgeführt werden muss (Abbildung im Anhang). Eine studentische Hilfskraft nimmt die Anrufe entgegen und vermittelt sie nach der Erhebung der Basisdaten an den Arzt weiter. Dieser Prozess wurde in acht Aktivitäten und zwei Fallunterscheidungen mit den Abfragen 'Giftinformation im Computersystem vorhanden' und 'Dienstarzt braucht Toxikologie-Experten' zerlegt. Für den zweiten Fall gibt es eine Rufbereitschaft.

Die Problematik des Münchner Modells für die Nachtsituation liegt zum einen in den getrennten Räumlichkeiten zwischen Gesprächseingang und Gesprächsberatung, was die Weiterleitung des Gespräches erfordert, zum anderen in der sich hieraus ergebenden häufigen Doppelbefragung der Anamnese von Seiten des Studenten und des Arztes in der Intensivstation.

4.2.3 Datenpflege

Das Verfügen über aktuellste Informationen und Daten über Vergiftungen ist wichtigste Voraussetzung für jedes Beratungsgespräch und somit der Grundstein für das Existieren einer GIZ. Hierfür ist die regelmäßige Datenpflege eine Notwendigkeit um 'up to date' zu sein.

Die Datenpflege in der GIZ-M gliedert sich in zwei verschiedene Arbeitsprozesse auf, der kurzfristigen und langfristigen Datenpflege.

Kennzeichen der kurzfristigen Datenpflege ist der direkt erfolgende Anruf bei der Hersteller- oder Vertreiberfirma eines bis dahin intern erfolglos gesuchten Substanznamens, sofern dem Ratsuchenden Informationen über Hersteller oder Vertreiber bekannt sind.

Die langfristige Datenpflege ist zeitaufwendiger. Sie ergibt sich aus dem Vorliegen eines interessanten Giftberatungsfalles, über den man sich mittels eines Rückschreibens detaillierte Informationen über die Wirkungen des Giftes erhofft. Neben den beschriebenen Prozessen finden in der GIZ-M viele weitere Prozesse zur Datenpflege statt, wie z.B. die Akquisition neuer Literatur, neuer Produktinformationen oder neuer Sicherheitsdatenblätter, die hier nicht weiter berücksichtigt wurden.

4.2.4 Informationsbeschaffung

Die für das Projekt TOXINFO-2 zentrale Aktivität der Beschaffung von Giftinformationen durch den Beratungsarzt wurde in die folgenden vier Teilprozesse zerlegt:

- Suche nach Arzneimitteln
- Suche nach Chemikalien und Pestiziden
- Suche nach Produkten (Haushaltsmittel)
- Suche nach Pflanzen und Tieren

Diese Unterteilung in eigenständige Teilprozesse war notwendig, da sich je nach Gifttyp ein unterschiedliches Vorgehen von Seiten der Beratungsärzte beobachten ließ, was zu völlig unterschiedlichen Arbeitsabläufen und Suchmethoden führte.

Als weiterer Aspekt dieser Teilprozesse hat sich die individuelle Variabilität zwischen den Beratungsärzten manifestiert. Daraus ergab sich je nach Beratungsarzt eine unterschiedliche, individuelle Priorität in der Suchreihenfolge beim selben Gifttyp, welche in der Modellierung der einzelnen Teilprozesse im Detail berücksichtigt wurde.

Während der erste Beratungsarzt in seiner Suchreihenfolge zunächst den elektronischen Medien den Vorzug gab, setzte die zweite Beratungsärztin ihre Prioritäten bei der Suche auf die gedruckten Quellen (Karteikarten, Literatur).

Insgesamt lässt sich jedoch feststellen, dass - unabhängig von Beratungsarzt und Gifttyp - bei der Giftinformationsbeschaffung im GIZ-M in der Datenbank TOXINFO-1 aufgrund ihrer Datenfülle fast immer als erstes recherchiert wurde.

4.3 Bewertung des TOXINFO-1-Giftinformationssystems

Bei der Konzeption der Benutzeroberfläche des Giftinformationssystems TOXINFO-1 im Jahr 1996 wurde auf hohe Funktionalität und einfache Bedienungsstrukturen geachtet.

Ob auch unter ergonomischen Gesichtspunkten die Bedienung, Struktur und Gestaltung der Benutzeroberfläche TOXINFO-1 den Erfordernissen einer intuitiven Bedienung von Seiten der Ärzte gerecht werden, sollen folgende Ergebnisse zeigen.

4.3.1 Exemplarischer Suchablauf unter Anwendung des Keystroke-Modells

Um die Bedienung der Benutzeroberfläche von TOXINFO-1 näher unter die Lupe zu nehmen, wurde eine typische Suche nach einem Substanznamen unter Anwendung des Keystroke-Modells (siehe Kap. 2.2.2) durchgeführt. Diese Methode zur zeitlichen Vorhersage von Bearbeitungszeiten spiegelt letztlich auch die Funktionalität und Effizienz der Benutzeroberfläche wieder, da gerade für ein ärztliches Beratungsgespräch im Giftinformationszentrum eine schnelle Information über das entsprechende „Gift“ unentbehrlich ist, ohne kostbare Zeit bei der Bedienung und Recherche in der Datenbank zu verlieren.

Für eine exemplarische Suche wurde das in Deutschland häufig verschriebene Antiarrhythmikum *Sotalol* gewählt, ein Herzmedikament zur Therapie von tachykarden supraventrikulären Herzrhythmusstörungen. Dieses Antiarrhythmikum wurde häufig in zu hohen Dosierungen im Rahmen von Intoxikationen oder in suizidaler Absicht von

Patienten eingenommen, so dass eine Anfrage nach der Toxizitätsgrenze und den Symptomen der Überdosierung die tägliche Beratungsarbeit im Giftinformationszentrum unter realistischen Bedingungen widerspiegelt.

In diesem Suchbeispiel wird – um vergleichbare Bedingungen zu schaffen - davon ausgegangen, dass die Datenbank TOXINFO-1 am Computer bereits geöffnet ist und sich der Beratungsarzt direkt am Arbeitsplatz befindet, so wie es auch im GIZ-M während der Beratung üblich ist. Die Benutzeroberfläche der Datenbank ist komplett über die Tastatur bedienbar, auf den Einsatz einer Maus wurde bei der Konzeption der Datenbank bewusst verzichtet, da dies einen häufigen Wechsel des Eingabegerätes zur Folge gehabt hätte. So ergeben sich hier keine weiteren Zeitverluste (Operatorzeiten) für den Wechsel der Hände von der Tastatur zur Maus und umgekehrt. Der Beratungsarzt findet direkt im oberen Bereich der Benutzeroberfläche das Eingabefeld für die Schlagwortsuche vor (Abb.24).

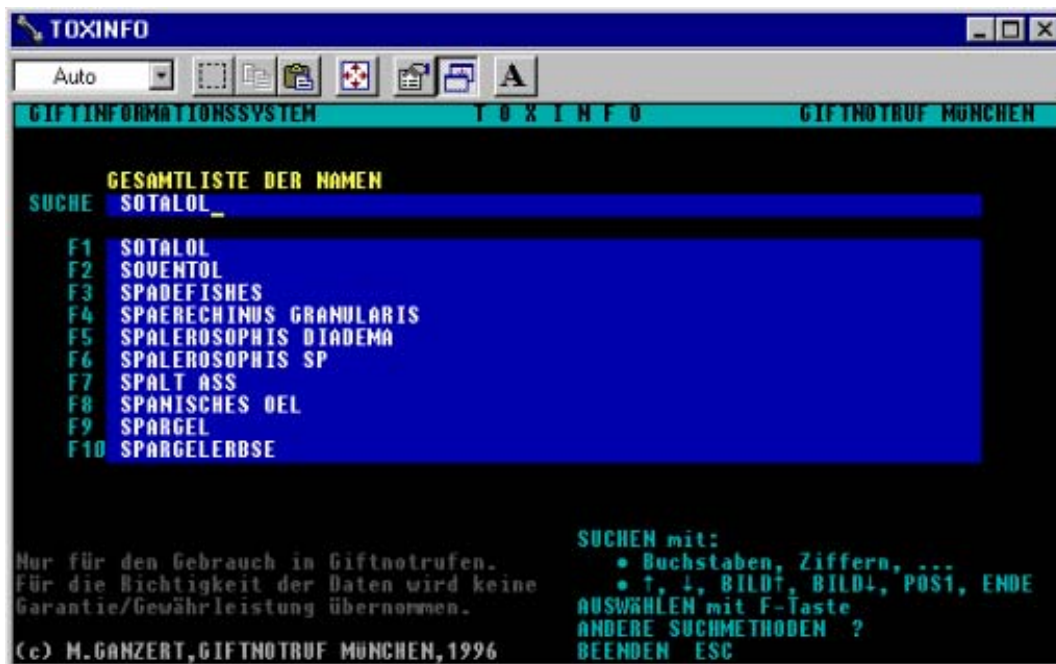


Abbildung 24: Schlagwortsuche nach Sotalol

Zunächst findet eine Handbewegung zur Tastatur statt, die nach dem Keystroke-Modell mit einer Ausführungszeit von durchschnittlich 0,36 s geschätzt wird (Operatorzeit t_H). Danach erfolgt das Eintippen des gesuchten "Giftnamens", in unserem Fall S-O-T-A-L-O-L, was eine siebenmalige zielgerichtete Bewegung auf die jeweilige Taste (7x Operatorzeit $t_z = 0,26$ s) zur Folge hat und dann den siebenmaligen Anschlag dieser Taste, was eine weiteren Operatorzeit (7x Operatorzeit $t_T = 0,23$ s) verursacht. Ein

intelligenter Suchalgorithmus der TOXINFO-1 Datenbank zeigt im Ergebnisfeld die zehn dem Suchbegriff am ehesten entsprechenden Schlagwörter in alphabetischer Reihenfolge an (Abb. 24). Bei der Eingabe falscher oder nicht mehr weiterführender Buchstaben würde der Benutzer durch ein Warnsignal aufmerksam gemacht werden, was in unserem Beispiel nicht näher verfolgt wird. Das gesuchte Schlagwort SOTALOL ist hier im Ergebnisfeld in der darunter liegenden Maske vorhanden, es kann nun direkt mit der links angezeigten Funktionstaste F1 der Tastatur auf die jeweilige Informationsseite zugegriffen werden, was wiederum mit zwei weiteren Operatorzeiten (Bewegung zur Taste $t_z = 0,26$ s und Anschlag der Taste $t_T = 0,23$ s) verrechnet wird. Der Aufbau dieser Informationsseite, wie auch alle anderen Seiten in der als DOS-Anwendung laufenden TOXINFO-1 Datenbank, erfolgt so schnell, dass hier selbst auf älteren Computersystemen keine wesentlichen Systemantwortzeiten ($t < 0,1$ s) anfallen und somit hier in der Bewertung nicht berücksichtigt werden müssen. Auf der Informationsseite erscheint nun ein großes Textfeld, in dem sämtliche Informationen über Sotalol, in einzelne Kapitel unterteilt, vorzufinden sind.



Abbildung 25: Informationsseite von Sotalol

Der Beratungsarzt hat nun die Möglichkeit mit der Tastatur $\uparrow\downarrow$ zu den jeweiligen Kapiteln TOXIZITÄT und SYMPTOME zu „scrollen“, um die beratungsrelevante Information in unserem Beispiel vorzufinden, was deutlich längere Zeit in Anspruch nehmen würde. Die schnellere Alternative zum Erreichen der Kapitel TOXIZITÄT und

SYMPTOME erfolgt über eine kontinuierlich angezeigte Legende. Diese Legende besteht aus den jeweiligen Überschriften der einzelnen Kapitel und befindet sich auf der rechten oberen Bildschirmseite.

An dieser Stelle ist anzumerken, dass bei der Anordnung der Kapitel keine Konsistenz eingehalten wurde, so dass zum Beispiel das Kapitel SYMPTOME bei verschiedenen Informationsseiten oft an unterschiedlichen Positionen im Textfluss steht und somit in der Legende unterschiedliche Buchstaben (beispielsweise b, c oder d) hat oder gar nicht vorhanden ist. Eine einheitliche Struktur ist dadurch nicht gegeben. Der Beratungsarzt muss zusätzliche mentale Denkarbeit aufbringen, da die eigentlich als Sekundärinformation parallel zu verarbeitende Legende hier selbst zur Primärinformation wird, was die Gefahr eines cognitive overloads erhöht.

Stringent nach dem Keystroke-Modell folgt also für den Benutzer als einzige mentale Denkarbeit die Auswahl des Kapitels SYMPTOME aus mehreren angegebenen Alternativen, was als Operatorzeit von $t_c = 1,25$ s zeitlich zu Buche schlägt. Es entstehen durch das Auffinden und den Anschlag der jeweiligen Taste aus dem Alphabet noch die bereits bekannten Operatorzeiten $t_z = 0,26$ s und $t_T = 0,23$ s.

Als Ergebnis liegt dem Beratungsarzt nun die relevante ärztliche Information über die Symptome einer möglichen Intoxikation mit Sotalol vor, so dass er den Anrufenden beraten kann.

In unserem Rechenexempel ergeben sich summa summarum folgende Operatorzeiten:

Operator	Operatorzeit
H: Handbewegung zur Tastatur	$t_H = 0,36 \text{ s}$
Z: zielgerichtete Bewegung auf Taste S	$t_Z = 0,26 \text{ s}$
T: Anschlag der Taste S	$t_T = 0,23 \text{ s}$
Z: zielgerichtete Bewegung auf Taste O	$t_Z = 0,26 \text{ s}$
T: Anschlag der Taste O	$t_T = 0,23 \text{ s}$
Z: zielgerichtete Bewegung auf Taste T	$t_Z = 0,26 \text{ s}$
T: Anschlag der Taste T	$t_T = 0,23 \text{ s}$
Z: zielgerichtete Bewegung auf Taste A	$t_Z = 0,26 \text{ s}$
T: Anschlag der Taste A	$t_T = 0,23 \text{ s}$
Z: zielgerichtete Bewegung auf Taste L	$t_Z = 0,26 \text{ s}$
T: Anschlag der Taste L	$t_T = 0,23 \text{ s}$
Z: zielgerichtete Bewegung auf Taste O	$t_Z = 0,26 \text{ s}$
T: Anschlag der Taste O	$t_T = 0,23 \text{ s}$
Z: zielgerichtete Bewegung auf Taste L	$t_Z = 0,26 \text{ s}$
T: Anschlag der Taste L	$t_T = 0,23 \text{ s}$
Z: zielgerichtete Bewegung auf Taste F1	$t_Z = 0,26 \text{ s}$
T: Anschlag der Taste F1	$t_T = 0,23 \text{ s}$
C: Auswahl des Kapitels SYMPTOME	$t_C = 1,25 \text{ s}$
Z: zielgerichtete Bewegung auf Taste c	$t_Z = 0,26 \text{ s}$
T: Anschlag der Taste c	$t_T = 0,23 \text{ s}$
Summe	$\Sigma = 6,02 \text{ s}$

Abbildung 26: Operatorzeiten in TOXINFO-1

Die Summe der theoretischen Bearbeitungszeiten aller Operatoren von $\Sigma = 6,02 \text{ s}$ entspricht weitgehend den naturgetreuen Bedingungen in der Giftinformationszentrale München für die Suche nach einem „Gift“ in TOXINFO-1. Da die einzelnen Operatorzeiten nur geschätzte Medianwerte aus zahlreichen Untersuchungen darstellen¹⁵⁶, können sie natürlich von Beratungsarzt zu Beratungsarzt, abhängig von persönlicher Erfahrung oder Unerfahrenheit mit graphischen Benutzeroberflächen oder der Anwendung des 10-Finger-Systems variieren.

¹⁵⁶ Vgl. Reitman-Olsen, Olsen, 1990, S.221ff.

4.3.2 Bewertung der Bedienung von TOXINFO-1 nach DIN 66 234 und ISO 9241

Die meisten positiven und negativen Kritikpunkte bezüglich der Bedienung wurden bereits im oben dargestellten Suchbeispiel erwähnt. In diesem Kapitel wird die Bedienung unter der Berücksichtigung der bereits vorgestellten ergonomischen Normen zusammenfassend bewertet.

Die Forderung nach *Aufgabenangemessenheit* wird durch TOXINFO-1 in vollem Maße erfüllt, der Beratungsarzt wird zur Erledigung seiner Aufgabe („der Beratung“) von der Datenbank optimal unterstützt, auf der Informationsseite wird nur die zur Giftberatung relevante Information angezeigt. Allerdings entstehen durch die nicht konsistente Strukturierung der Legende und der einzelnen Kapitel mögliche Zeitverluste, da man sich jedes Mal neu orientieren muss.

Insgesamt erfordert die Suche nach relevanten Giftinformationen in der TOXINFO-1-Datenbank einen entscheidenden Zeitvorteil im Vergleich zur Suche in herkömmlichen Büchern oder Karteikarten.

Die *Selbstbeschreibungsfähigkeit* ist entsprechend den DIN-Normen nur teilweise in TOXINFO-1 verwirklicht. Zum einen ist jeder einzelne Interaktionsschritt bei einer einfachen Suche nach einem „Giftnamen“ unmittelbar verständlich und auch für einen Computerlaien ohne größere Einarbeitungszeit durchzuführen. Zum anderen eröffnet sich aber der volle Leistungsumfang dieser Datenbank nur wenigen routinierten Anwendern, die ein Vorwissen über das Auffinden von versteckten Suchfunktionen, bestimmten Verweisdaten oder dem speziellen Teil über Tiergifte besitzen. Zusätzlich ist eine erweiterte HILFE-Funktion in der derzeit vorliegenden Version nicht implementiert worden und wäre wünschenswert, gerade in Hinblick auf die vielen „versteckten“ Funktionen dieser Datenbank.

Der Grundsatz der *Steuerbarkeit* der TOXINFO-1-Datenbank ist hervorragend gelöst, durch kurze Systemantwortzeiten muß der Beratungsarzt kein unnötiges Warten auf die entsprechende Informationsseite in Kauf nehmen. Er kann seine individuelle Arbeitsgeschwindigkeit beim Lesen der Informationen wählen, die Benutzeroberfläche unterstützt ihn hierbei weitgehend. Auch die im Grundsatz der *Steuerbarkeit* verankerte Möglichkeit zur Stornierung von Aktionen („Undo“) ist vorhanden. Die Rückkehr auf die Suchseite wurde mittels der ESC-Taste optimal einfach gelöst. Darüber hinaus sind die

für die Bedienung zu Verfügung stehenden Tastaturbefehle in der unteren Bildschirmhälfte angeordnet und für den Benutzer jederzeit ersichtlich.

Das Prinzip der *Erwartungskonformität*, das sich mit der Frage beschäftigt, ob die Benutzeroberfläche den Erwartungen des Beratungsarztes entspricht, ist im Fall von TOXINFO-1 zufriedenstellend realisiert worden. Die Recherche nach Giftinformationen ist einfach gehalten und die jeweiligen Informationen über das Gift kurz und prägnant beschrieben. Die fehlende Konsistenz in manchen Bereichen verlangt jedoch zeitweise eine Neuanpassung des Benutzers an das System, was hätte vermieden werden können.

Die Forderung nach *Fehlerrobustheit* erfüllt die Benutzeroberfläche von TOXINFO-1 ohne Fehl und Tadel. Das in der Programmiersprache Clipper 5.2 entwickelte Giftinformationssystem läuft seit mehreren Jahren stabil auf verschiedenen Systemen im GIZ-M, die einzige bekannte Fehlermeldung wird im Suchfeld erzeugt bei der Eingabe falscher oder nicht mehr weiterführender Buchstaben, worauf der Benutzer durch ein Warnsignal (einem „Piepton“) aufmerksam gemacht wird. Weitere Fehlermeldungen des Systems sind nicht bekannt. Unvorhergesehene Abstürze kamen trotz mehrmonatiger Benutzung nicht vor.

Die *Adaptivität* eines interaktiven Systems, also die nach ISO-Norm 9241 geforderte Anpassungsfähigkeit, ist im Fall von TOXINFO-1 nur unzureichend möglich. Die Benutzeroberfläche von TOXINFO-1 ist nicht weiter individualisierbar. Sicherlich bestünde die Möglichkeit, die Tastaturbelegung anders zu programmieren, es bestand und besteht hier zumindest nicht der Bedarf nach individuellen Lösungen. Der Anspruch an umgesetzter Adaptivität wird TOXINFO-1 in den vielfältigen Suchoptionen teilweise gerecht. So ist die Auswahl an alternativen Suchmethoden sinnvoll im Untermenü integriert. Hierbei sollte jedoch generell die Einblendung eines Pop-up Menüs unter wahrnehmungsphysiologischen Gesichtspunkten vermieden werden. Dies kann nämlich beim Benutzer wiederum zur kurzzeitigen Irritation führen, dem bereits bekannten cognitive overload, bis er sich wieder auf das „neue Fenster“ eingestellt hat.

Dem Anspruch nach *Erlernbarkeit* wird die Bedienungsoberfläche von TOXINFO-1 dagegen voll gerecht. Die Bedienung der Datenbank ist auch für so genannte Computerlaien in angemessenen kurzer Zeitspanne zu erlernen, darüber hinaus gibt die

Bedienung keine Rätsel auf. Auf ein Tutorial oder ein Hilfe-System wurde aus diesen Gründen wohl verzichtet.

Einige weitere Überlegungen und Änderungswünsche, die von Seiten der Beratungsärzte geäußert wurden, werden im Folgenden kurz skizziert.

Zum Gesamtkonzept eines umfassenden Informationsbeschaffungssystems gehört die schnelle Zugriffsmöglichkeit auf andere Datenbanken ohne große Umwege, so die übereinstimmende Meinung der Beratungsärzte. Um eine gleichzeitige Nutzung mehrerer Datenbanken zu ermöglichen, sollte in TOXINFO-2 die Implementierung z.B. einer Symbolleiste wie in Microsoft WINDOWS Ziel der zukünftigen Systementwicklungsarbeiten sein.

Darüber hinaus sollte nach mehrheitlichem Wunsch mit der Integration einer Faxfunktion innerhalb der Datenbankoberfläche die Forderung nach schnellen Senden von Informationen an Kliniken, Firmen etc. erfüllt werden.

Insgesamt lässt sich zusammenfassend sagen, dass die meisten Elemente der Bedienungs- und Funktionssteuerung eine gut durchdachte und ergonomische Anordnung besitzen. Innerhalb der Benutzerführung sind die Aktionen zweckgerichtet und erzwingen keine überflüssigen Zwischenschritte. Die meisten Grundsätze der ergonomischen Richtlinien werden ausreichend erfüllt. Die Anforderungen an eine möglichst einfache und schnelle Bedienung sind weitestgehend erfüllt und nur im Detail noch zu verbessern.

4.3.3 Bewertung der Struktur von TOXINFO-1

Bei der Gestaltung der einzelnen Informationsseiten wurde – unter ergonomischen Gesichtspunkten betrachtet – die klare Strukturierung nicht mehr beibehalten. Die inhaltliche Erstellung und Aufbereitung der Seiten durch verschiedene Beratungsärzte führte zur individuellen Stilausprägung, was die Anordnung der Kapitel und die Didaktik betrifft. So steht das Kapitel TOXIZITÄT wie bereits oben erwähnt bei verschiedenen Informationsseiten oft an unterschiedlichen Positionen im Textfluss. Diese unterschiedliche Anordnung der Kapitel setzt individuelle Prioritäten bei der je nach Gifttyp anders zu führenden Beratungsweise, eine einheitliche Struktur ist dadurch aber nicht möglich.

Der Inhalt der Informationsseiten ist nach textökonomischen Gesichtspunkten erstellt worden. So findet man viele stichpunktartige, auf das Wesentliche gekürzte Sätze vor, um die Seiten mit möglichst wenig unnötigem Ballast zu generieren. In Zukunft sollten besonders wichtige Textstellen, Prozentangaben etc. farblich hervorgehoben werden.

Die Verwendung der Cursor-Tasten zum Auf- und Abrollen (Scrollen) der Texte sollte unter ergonomischen Gesichtspunkten so weit wie möglich eingeschränkt werden, es sollten bei etwas kleinerem Schriftbild mehr Textzeilen auf dem Bildschirm untergebracht werden können. Die Verwendung der Schriftart *Times New Roman* als klare Serifenschrift ist aus ergonomischer Sicht zu begrüßen. Insgesamt kann man die Informationsgestaltung als zufriedenstellend bezeichnen, obwohl durchaus an einigen Stellen Verbesserungsvorschläge gebracht werden können.

4.3.4 Bewertung des Layouts von TOXINFO-1

Die derzeitige farbliche Gestaltung der Benutzeroberfläche von TOXINFO-1 erfüllt nicht die an ein modernes Benutzerinterface gestellten Anforderungen.

Den schwarzen Hintergrund empfindet der Betrachter unter wahrnehmungspsychologischen Gesichtspunkten als beklemmend und führt dazu, dass der Betrachter zunächst eine defensive Position dem System gegenüber einnimmt. Die Verwendung einer türkisblauen Schrift auf schwarzem Hintergrund in der Legende und den Überschriften stellt nach der Farbenlehre eine ungünstige Farbkombination dar und sollte vermieden werden. Die Wahl einer weißen Schrift auf blauem Hintergrund sollte überdacht werden, die farblichen Kombinationen sollten besser aufeinander abgestimmt werden. Es besteht sonst die Gefahr einer visuellen Ablenkung des Benutzers vom „eigentlichen“ Lesen des Textes, was zum bekannten cognitive overload führt. Die Farbe Rot sollte nur als „Warnfarbe“ für wichtige Informationen zur Verfügung stehen, hier besteht Optimierungsbedarf. Die Anordnung und Positionierung der Kontrollelemente und der Bedienungsschaltflächen könnte besser in eigene, optisch abgegrenzte Felder aufgeteilt werden. Als Vorbild für die zukünftigen Systementwicklungen wäre eine einem gedruckten Buch nachempfundene Benutzeroberfläche mit leicht grauem Hintergrund und darauf abgestimmter, kontrastreicher schwarzer Schrift zu empfehlen. Die spärlicher benutzten Farben sollten zusammen mit klar gegliederten, voneinander getrennten und übersichtlichen Schaltflächen ein insgesamt harmonischeres Gesamtbild ergeben. Das Layout der TOXINFO-1 Benutzeroberfläche kann deshalb summa summarum nur mit einem ausreichend bewertet werden.

4.4 Benutzeroberfläche von TOXINFO-2

Im Folgenden wird der Vorschlag für das Redesign einer webbasierten, plattformunabhängigen Benutzeroberfläche des TOXINFO-1-Giftinformationssystems vorgestellt.

4.4.1 Prototyp von TOXINFO-2

Ein erster Prototyp zur Demonstration der Funktionalität wurde bereits Mitte 1998 auf Basis der vorhandenen Daten des „alten“ TOXINFO-1-Giftinformationssystems spezifiziert und technisch umgesetzt (siehe Abb. 27).

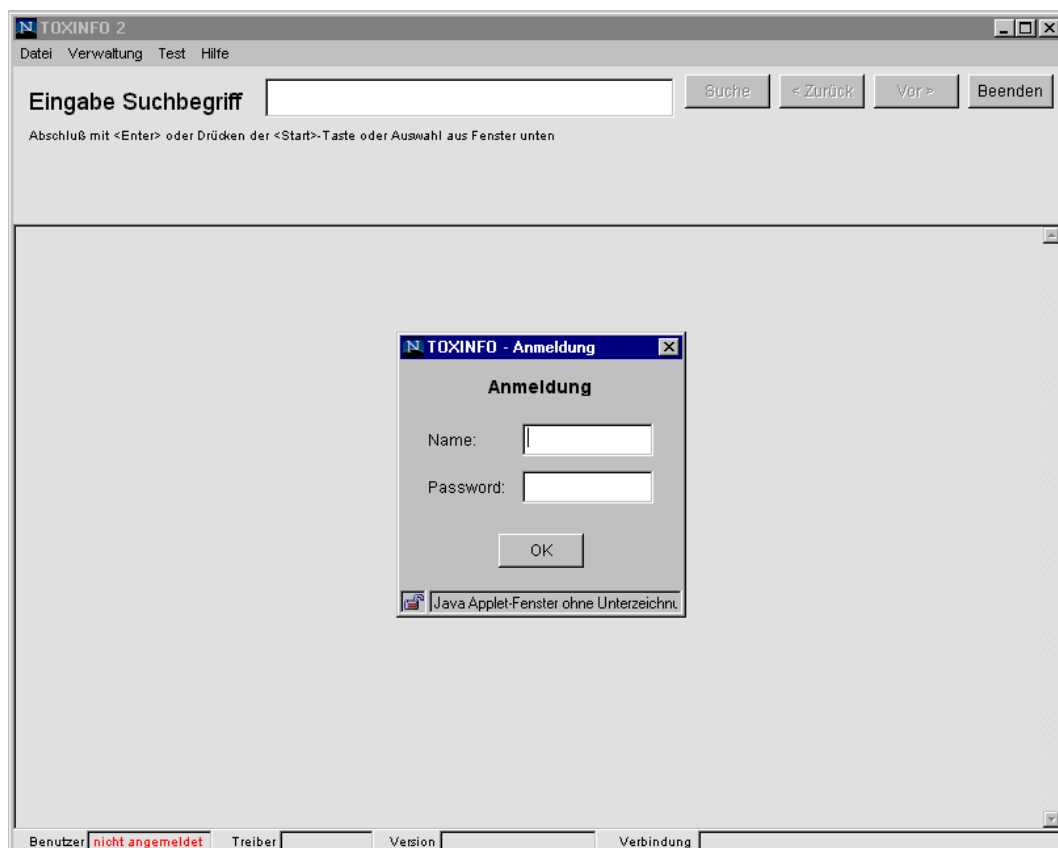


Abbildung 27: Screenshot einer frühen Evaluations-Benuteroberfläche

Hier zeigt sich bereits eine enge Anbindung an gängige Windows-Programme, was sowohl die graue Farbgestaltung als auch die Struktur betrifft. So sind oben in Textform (ähnlich Microsoft Word u.a.) die einzelnen Menüs *Datei*, *Verwaltung*, *Test* und *Hilfe* vorhanden, die bei Betätigung mit der Maus in einzelne Untermenüs aufklappen. Das Suchfeld ist im oberen Bereich platziert. Die Schaltflächen *Suche*, *Zurück*, *Vor* und *Beenden* sind nur über die Benutzung einer Maus zu erreichen.

Der letzte Entwurf eines TOXINFO-2-Beratermoduls wird in der nachfolgenden Abbildung 28 dargestellt.

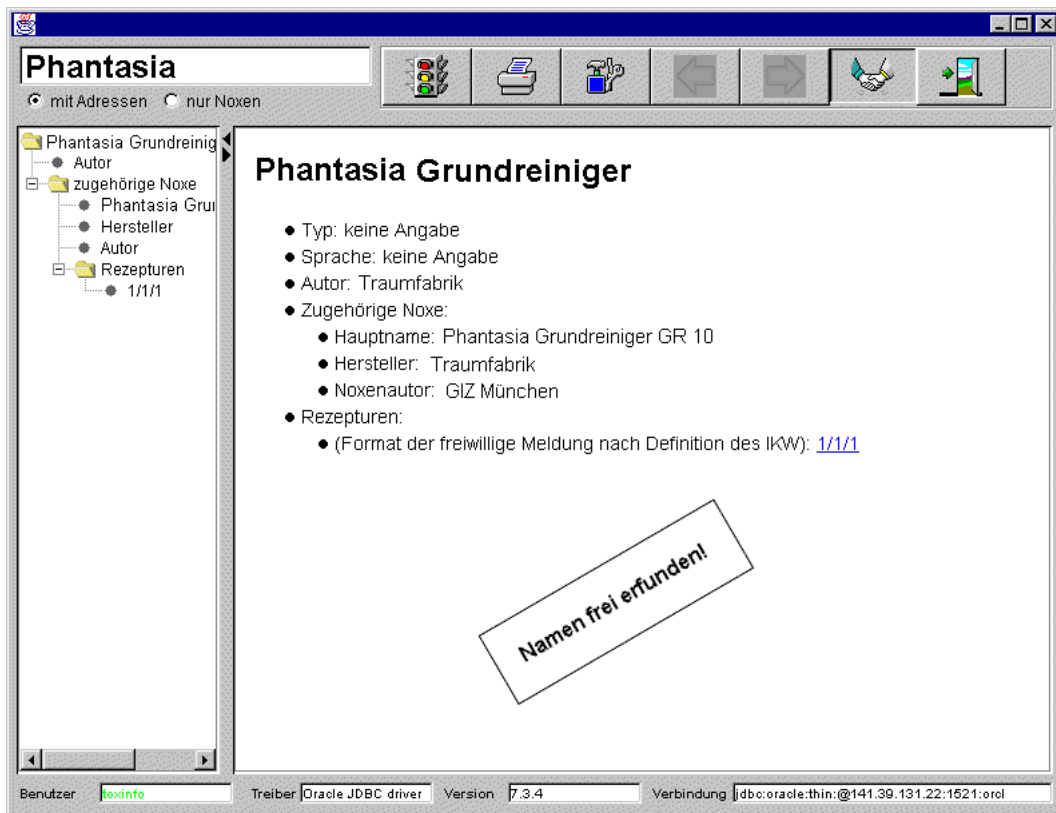


Abbildung 28: Screenshot der Benutzeroberfläche des TOXINFO-2-Beratermoduls

Das Arbeitsfenster für die Informationstexte von TOXINFO-2 nimmt eine zentrale Stellung auf der Oberfläche ein, es erstreckt sich fast über den gesamten Bildschirm und soll den einzelnen Text über das jeweilige Gift möglichst komplett darstellen, ohne dass ein Scrollen mit der Tastatur oder Maus überhaupt notwendig wird. Am unteren Rand der Anwendung sind noch weitere Statusinformationen über den jeweiligen Benutzer und die Verbindung eingebunden, die aber von der wesentlichen Arbeit nicht ablenken.

An diesem Entwurf einer graphischen Benutzeroberfläche des Datenbanksystems soll im Folgenden die Keystroke-Modellierung zur Schätzung von Arbeitszeiten angewendet und das Design mit TOXINFO-1 verglichen werden.

4.4.2 Exemplarischer Suchablauf unter Anwendung des Keystroke-Modells

Auch in diesem Fall wird eine typische Suche nach einem „Gift“ oder „Produkt“ unter den zeitlichen Gesichtspunkten des Keystroke-Modells simuliert und die einzelnen Operatorzeiten erfasst.

Für die exemplarische Suche wird wiederum *Sotalol* gewählt um vergleichbare Bedingungen zu schaffen. Auch hier wird davon ausgegangen, dass die Benutzeroberfläche bereits geöffnet ist und der Beratungsarzt mit seiner Suche nach dem Gift sofort beginnen kann. Die Bedienung durch eine Kombination von Maus und Tastatur wird als bekannt vorausgesetzt und sollte somit auch intuitiv erfolgen können. Allerdings ergeben sich hierdurch deutliche zeitliche Verluste, wie man sehen wird.

Zunächst findet eine Handbewegung zur Maus statt, die mit durchschnittlich 0,36 s geschätzt wird (Operatorzeit t_H). In Folge muss der Benutzer den Cursor der Maus in das Suchfeld positionieren und die linken Maustaste betätigen, um das Eintippen in das Suchfeld überhaupt zu ermöglichen („Cursor leuchtet auf“). Dieser Vorgang nimmt entsprechend viel Zeit in Anspruch, es ergeben sich an Operatorzeiten $t_P = 1,5$ s und $t_T = 0,23$ s. Hier ist allgemein Kritik an der Funktionalität vieler „moderner“ Benutzeroberflächen zu üben, die diese Bedienung in ähnlicher Weise gelöst haben.

Jetzt erst kann das Eintippen des gesuchten Wortes S-O-T-A-L-O-L erfolgen, es werden an Operatorzeiten die siebenmalige Bewegung zur jeweiligen Taste $t_Z = 0,26$ s als auch deren Anschlag $t_T = 0,23$ s zeitlich festgehalten. Das Anzeigen aller dem Suchbegriff ähnlichen Schlagwörter in alphabetischer Reihenfolge ist hier nicht realisiert worden, in diesem Beispiel wird auch nicht auf mögliche Tippfehler oder ähnliches eingegangen, was weitere lange Operatorzeiten mit sich bringen würde. Die Suche nach dem Schlagwort SOTALOL wird erst nach Benutzung der RETURN-Taste in Gang gesetzt, was weitere zwei Operatorzeiten verursacht ($t_Z = 0,26$ s und $t_T = 0,23$ s). Auf die Benutzung der Maus zum Auslösen des intelligenten Suchalgorithmus (über das jeweilige Icon) wurde hier bewusst verzichtet, da dies mit deutlich längeren Ausführungszeiten verbunden wäre, obwohl diese Art der Interaktion wohl viele Benutzer intuitiv anwenden.

Das gesuchte Schlagwort SOTALOL wird nun im Arbeitsfenster angezeigt, es muss nun nur noch das entsprechende Kapitel SYMPTOME gefunden werden. Es erfolgt die Auswahl des Kapitels aus dem bereits erwähnten visualisierten linken Gliederungsfenster, was mentale Denkarbeit zur Folge hat (Auswahl einer Methode aus mehreren Alternativen). Die Operatorzeit schlägt hier mit $t_C = 1,25$ s zeitlich zu Buche. Es entstehen durch das Positionieren des Mauszeigers auf das entsprechende Kapitel und dem folgenden Mausklick die letzten beiden Operatorzeiten $t_P = 1,5$ s und

$t_T = 0,23$ s. Als Ergebnis liegt nun die gewünschte Information über Sotalol zur weiteren ärztlichen Beratung vor.

Rechnet man alle Operatorzeiten summarisch zusammen ergibt sich ein anderes Ergebnis im Vergleich zu TOXINFO-1, wie die folgende Abbildung zeigt.

Operator	Operatorzeit
H: Handbewegung zur Maus	$t_H = 0,36$ s
P: Positionieren des Cursors	$t_P = 1,5$ s
T: Anschlag der linken Maustaste	$t_T = 0,23$ s
Z: zielgerichtete Bewegung auf Taste S	$t_Z = 0,26$ s
T: Anschlag der Taste S	$t_T = 0,23$ s
Z: zielgerichtete Bewegung auf Taste O	$t_Z = 0,26$ s
T: Anschlag der Taste O	$t_T = 0,23$ s
Z: zielgerichtete Bewegung auf Taste T	$t_Z = 0,26$ s
T: Anschlag der Taste T	$t_T = 0,23$ s
Z: zielgerichtete Bewegung auf Taste A	$t_Z = 0,26$ s
T: Anschlag der Taste A	$t_T = 0,23$ s
Z: zielgerichtete Bewegung auf Taste L	$t_Z = 0,26$ s
T: Anschlag der Taste L	$t_T = 0,23$ s
Z: zielgerichtete Bewegung auf Taste O	$t_Z = 0,26$ s
T: Anschlag der Taste O	$t_T = 0,23$ s
Z: zielgerichtete Bewegung auf Taste L	$t_Z = 0,26$ s
T: Anschlag der Taste L	$t_T = 0,23$ s
Z: zielgerichtete Bewegung auf Taste RETURN	$t_Z = 0,26$ s
T: Anschlag der Taste RETURN	$t_T = 0,23$ s
C: Auswahl des Kapitels SYMPTOME	$t_C = 1,25$ s
H: Handbewegung zur Maus	$t_H = 0,36$ s
P: Positionieren des Cursors	$t_P = 1,5$ s
T: Anschlag der linken Maustaste	$t_T = 0,23$ s
Summe	$\Sigma = 9,35$ s

Abbildung 29: Operatorzeiten in TOXINFO-2

Die Summe der Bearbeitungszeiten beträgt hier 9,35 Sekunden im Vergleich zu 6,02 Sekunden im Giftnformationssystem TOXINFO-1.

Unter Berücksichtigung der Systemantwortzeiten, die hier aufgrund der ressourcenverbrauchenden großen Anwendung im Intra- und Internet wahrscheinlich sehr hoch liegen dürften (zum Teil mit $t > 1$ s), könnte sich dieses Ergebnis noch weiter zu ungunsten von TOXINFO-2 verändern. Dieser Umstand wurde jedoch nicht mit in die Rechnung aufgenommen.

4.4.3 Vergleich der Benutzeroberflächen von TOXINFO-1 und TOXINFO-2

Der letzte Entwurf (Abb. 28) von TOXINFO-2 ist zwar schlicht und rudimentär, folgt aber konsequent den ergonomischen Richtlinien für optimierte Struktur, Layout und Farbgebung einer Benutzeroberfläche.

Zunächst ist festzustellen, dass die Benutzeroberfläche von TOXINFO-2 durch optische Trennlinien durchgehend in vier einzelne Arbeitsbereiche unterteilt ist. Auf diese Weise wird Konsistenz in der graphisch-räumlichen Organisation eingehalten. Diese Gliederung und Gruppierung der Information auf dem Bildschirm ist hierarchisch angeordnet und verbessert die Benutzung erheblich.

Im linken oberen Bereich befindet sich die eigentliche Suchmaske (dort ist die Aufmerksamkeitsverteilung am höchsten), rechts daneben sind im Vergleich zu TOXINFO-1 Schaltflächen in Form von Icons horizontal angeordnet. Diese sollten allerdings in ihrer metaphernhaltigen Darstellung nochmals überdacht werden, da das Symbol einer „Ampel“ oder das der „verschlungenen Hände“ in ihrer Assoziation nicht sofort einem fremdem Benutzer verständlich werden und somit gerade zum Anfang falsch interpretiert werden können. Sie entsprechen sowohl in der Größe und Form als auch im Abstraktionsgrad noch nicht den benutzergerechten ergonomischen Richtlinien. Es besteht hier wiederum die Gefahr eines cognitive overloads.

Die graue Farbgestaltung und das Screendesign stellen einen deutlichen Fortschritt im Vergleich zu TOXINFO-1 dar. So sind alle Texte im großen zentralen Arbeitsfenster in schwarzer Farbe auf weißem Hintergrund gut lesbar gehalten und optisch klar in großen Überschriften mit folgenden Informationstexten gegliedert. Hier wurden alle ergonomischen Gestaltungsregeln in entsprechender Weise umgesetzt.

Neu hinzugekommen bei TOXINFO-2 ist auf der linken Seite ein eigenes Fenster mit der Gliederung des gesamten Informationstextes in einzelne Kapitel und Unterkapitel in Form einer Baumstruktur, welche über einen Mausklick jeweils direkt im großen Arbeitsfenster aufgerufen werden können. Hier folgt die Benutzeroberfläche des TOXINFO-2-Beratermoduls zahlreichen Beispielen wie der Baumstruktur im WINDOWS-Explorer, was den meisten Benutzern in ihrer Gestaltung und Funktionalität bekannt sein dürfte und damit auch intuitiv bedient werden sollte. Zwar ist die Bedienung hier nur über die Verwendung des Mauszeigers möglich, was zunächst im Vergleich zu TOXINFO-1 zu zeitlichen Verlusten führt, aber durch die verbesserte Gliederung und der direkten Anwahl von Untermenüs auch zur Beschleunigung im Arbeitsprozess (der Suche nach einer bestimmten Information) führen kann. Dieses neue Gliederungsfenster entspricht im Wesentlichen der „Legende“ der alten TOXINFO-1-Datenbank, ist hier aber deutlich besser umgesetzt worden.

5. Material und Methoden im Projekt ODITEB

ODITEB ist die Abkürzung für „Open Distributed Textbook“. Wie bereits in Kapitel 1.3 erwähnt, handelt es sich dabei um ein WWW-basiertes, verteiltes Lehrbuch für die medizinische Diagnostik mit digitaler Bildgebung und Endoskopie im Internet. Als interaktives Lernmedium soll es den Benutzern im Gegensatz zu den herkömmlichen Lehrbüchern ein intensives Arbeiten mit Bildern und Videos ermöglichen und zum selbständigen Experimentieren ermuntern.

Da es in erster Linie der Verbesserung der Ausbildungsqualität für Mediziner im Bereich Röntgendiagnostik und für Informatiker im Bereich der Medizinischen Bildverarbeitung dienen soll, besitzt im Projekt ODITEB die Gestaltung und Evaluierung einer intuitiv zu bedienenden Benutzeroberfläche hohen Stellenwert.

In den folgenden Kapiteln werden Gestaltung und Erscheinungsbild von ODITEB (vom Screendesign bis zur Gestaltung der Buttons und Navigationsfunktionen) unter Berücksichtigung ergonomischer Richtlinien kritisch bewertet und diskutiert.

5.1 Material im Projekt ODITEB

In diesem Kapitel werden als Material dieser Arbeit die herkömmlichen Lehrmedien und die EU-Guidelines (Kap. 2.4) erwähnt. Darüber hinaus werden der Studienplan und die Stichprobe für eine erste Evaluation von ODITEB vorgestellt.

5.1.1 Konventionelle Lehrmedien

Wie bereits erwähnt, soll ODITEB die Ausbildung der Medizin- und Informatikstudenten fördern. Als Ausgangsbasis für die Formulierung der Spezifikationen für den Inhalt, die Struktur und die Funktionalität dieses digitalen Lehrbuchs sollte zunächst der Ist-Zustand der gegenwärtigen Ausbildung der Studenten analysiert werden. Hierzu wurden für die Dissertation die Vor- und Nachteile konventioneller Lehrmedien mit den multimedialen Möglichkeiten eines digitalen Lehrbuchs verglichen. Als konventionelle Lehrmedien für den Vergleich wurden die beiden laut Umfrage (siehe Kap. 5.2.3) meistgelesenen Radiologie Bücher von „*Kauffmann*“¹⁵⁷ und „*Lissner*“¹⁵⁸ herangezogen.

¹⁵⁷ Kaufmann, 1995

¹⁵⁸ Lissner, 1992

5.1.2 Guidelines für Design und Layout

Eine Voraussetzung für ein „ultimatives“ Design und eine „intuitive“ Bedienung der neu zu erstellenden Benutzeroberfläche von ODITEB war die Kenntnis aller ergonomischen Guidelines und Empfehlungen, die im zweiten Kapitel dieser Arbeit vorgestellt wurden.

5.1.3 Konzept des Studienplanes mit Stichprobe für die Evaluation

Bereits in der frühen Entwicklungsphase von ODITEB wurde innerhalb des Projektteams zur Qualitätssicherung eine Evaluation des digitalen Lehrbuchs an einer Stichprobe diskutiert. Hierbei wurde beschlossen, ODITEB auf breiter Basis im Rahmen der Radiologievorlesung der Medizinstudenten des 6. Semesters im Klinikum Rechts der Isar einzubinden. Dieser Jahrgang bestand aus jeweils 50 Studenten, was letztlich eine kleine Stichprobe ergab, aber für eine erste Evaluation des digitalen Lehrbuchs hinsichtlich der Effizienz und Akzeptanz als Lehrmedium ausreichen sollte. Daneben sollten die Eindrücke der Studenten über das Bedienungskonzept und das Oberflächenlayout von ODITEB gesammelt und ausgewertet werden.

Hierzu wurde ein ausführlicher Studienplan (siehe Anlage) erstellt, der die Kriterien für das Konzept der Fragebögen für die Evaluation umfasste. Dieser wurde im Projektteam im Detail diskutiert und daraus erfolgte die Erstellung der Fragebögen (siehe 5.3.2) zur Auswertung.

5.2 Methoden im Projekt ODITEB

Im Folgenden werden die verwendeten Methoden im Projekt ODITEB näher beschrieben. Hierzu gehören die Analyse der konventionellen Lehrbücher, die Evaluation an einer studentischen Stichprobe und die Anwendung der Design-Guidelines.

5.2.1 Vergleich der konventionellen Lehrmedien mit dem digitalen Lehrbuch ODITEB

Eines der Hauptziele bei der Entwicklung von ODITEB bestand darin, die Qualität der Lehre in der Medizin und Informatik zu verbessern und diese durch die neuen multimedialen Möglichkeiten zu erweitern. Hierzu war es notwendig, die bisherigen traditionellen Lehrmöglichkeiten in der Radiologie in Form von konventionellen Lehrbüchern zu beleuchten und somit den Ist-Zustand an der Universitätsklinik

aufzuzeigen. Die weitere Analyse der Vor- und Nachteile der konventionellen Lehrmedien im Vergleich zu denen des digitalen Lehrbuchs ODITEB ist für die Umsetzung des gesamten Projektes von entscheidender Bedeutung.¹⁵⁹ Denn nur wenn sich ein klarer Benefit für den Studenten in der Informationsgewinnung und dem aktiven Lernen ergibt, wird er dieses neue Medium akzeptieren.

5.2.1.1 Vor- und Nachteile der konventionellen Lehrmedien

Zum Vergleich wurden zwei klassische Radiologiebücher (*Kaufmann* und *Lissner*) herangezogen, die den Studenten im Rahmen der radiologischen Lehrveranstaltung von Prof. Gerhardt empfohlen wurden, und somit zu den meistgelesenen Radiologiebüchern zählten, um das anschließende Examen erfolgreich zu absolvieren. Als einer der größten Vorteile eines Buches stellt sich die einfache, schnelle und individuelle Verfügbarkeit dar, was den Zugriff zu jeder Zeit für den einzelnen Studenten bedeutet.

Darüber hinaus ist das Printmedium einfach in der Benutzung und Handhabung und übersichtlich gestaltet in Form von vielen einzelnen Seiten, die didaktisch in Kapiteln unterteilt sind, was den Zugriff erleichtert und insbesondere als Nachschlagewerk prädestiniert.

Bezüglich des Umfangs vermitteln die Radiologiebücher nicht nur das geforderte Prüfungswissen, sondern gehen oft weit darüber hinaus in die Tiefe und skizzieren detailliert auch radiologische Randgebiete wie die Strahlentherapie.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil des gedruckten Papiers ist die kürzere Zeit, die man benötigt um einen Textabschnitt zu lesen. Aus den Versuchen der Psychologin Martina Ziefle (siehe Kap. 2.6) ging als Ergebnis hervor, dass die Testpersonen im Durchschnitt zehn Prozent mehr Zeit benötigten, wenn Sie vom Computerbildschirm denselben Abschnitt gelesen hatten.

Dies ist möglicherweise darauf zurückzuführen, dass viele Testpersonen den Umgang mit dem Buch gewohnt sind, während die Benutzung des Computers als Lern- und Lesemedium für viele eine gewisse Umstellung bedeutet.

Dieses Ergebnis könnte sich, was den Zeitaufwand betrifft, noch weiter zu Ungunsten des digitalen Mediums verschlechtern, da die teilweise komplizierte Bedienung, angefangen von den „Scrolleisen“ bis hin zu den „Links“ zum Navigieren, das Lesetempo weiter verzögern kann (siehe auch Punkt 2.2.2).

¹⁵⁹ Vgl. Veen, 1997, S. 89 ff.

Diesen genannten Vorteilen stehen jedoch auch Nachteile gegenüber.

Ein gravierender Nachteil des Printmediums ist das „passive“ Lesen der Informationen, die der Text beinhaltet. Nur ein geringer Prozentsatz von ca. 10% aller im Text vorhandener Informationen wird ins Langzeitgedächtnis (siehe Kap. 2.2.1.1) gespeichert und ist somit wieder abrufbar.¹⁶⁰ Erst in Form des „aktiven“ Lernens, d.h. durch die Möglichkeit der Interaktion bzw. praktischen Anwendung der gelernten Information lässt sich die Speicherung ins Langzeitgedächtnis auf über 70% erhöhen. Am Beispiel der radiologischen Diagnostik von Tumoren lässt sich das besonders deutlich demonstrieren: Während man sich im Radiologiebuch für höchstens ein oder zwei prägnante Bildbeispiele des pathologischen Tumorbefundes entscheiden muss, die den Textinhalt unterstreichen, gehen die Möglichkeiten eines digitalen Lehrbuches weit darüber hinaus. (siehe Kap. 5.2.1.2)

Weitere Nachteile des Printmediums bestehen darin, dass das Lernen in Form einer Einbahnstraße stattfindet, es ist keine Möglichkeit für ein „Feedback“ oder eine Rückfrage gegeben, so dass die Text- und Bildinhalte jeweils eigenständig gelernt werden müssen. Unklarheiten oder Verständnisfragen werden frühestens bei einer weiteren Neuauflage des Buches bereinigt, und das nur, wenn mehrere Leser auf dasselbe Problem gestoßen sind.

Dies bedeutet, dass Radiologiebücher nicht in gleicher Weise „Up-to-date“ sein können wie Online-Medien, da es immer eine gewisse Bearbeitungszeit dauert, bis neueste Erkenntnisse in der radiologischen Diagnostik den Weg ins gedruckte Radiologiebuch finden. Auch die visuelle dreidimensionale Darstellung von pathologischen Tumorbefunden lässt sich in Form eines gedruckten Buches nur unzureichend darstellen. Hier spielt das digitale Medium seine Vorzüge aus.

5.2.1.2 Vor- und Nachteile eines digitalen Lehrbuchs

Aus dem vorigen Kapitel geht hervor, dass sich die Vorteile eines digitalen Lehrbuches vor allem aus seinen technologischen Möglichkeiten ergeben. Hierbei ist besonders in Bezug auf die radiologische Diagnostik und Lehre zu erwähnen, dass anhand eines digitalen Lehrbuchs „interaktives“ Lernen erst durch eigenes Erkunden und durch Manipulation des gesamten Bildmaterials möglich wird. Neben dem einführenden radiologischen Textteil beinhaltet ODITEB einen Case-Viewer, der insgesamt an die 150 Beispielfälle von Tumoren aus dem Gastrointestinaltrakt mit jeweiligen Bild- und Videodaten darstellt.

¹⁶⁰ Vgl. Dounavis, 1997, S. 686 ff.

Daraus lässt sich für den Medizinstudenten eine Bild-für-Bild Analyse durch die einzelnen Computertomographie (CT) -Schnittbilder realisieren, so dass er im Rahmen eines „Learning by doing“ den pathologischen Befund vom gesunden Gewebe zu differenzieren lernt. Diese „multimediale Fahrt“ durch die einzelnen CT-Schnittbilder ist der realen Tätigkeit eines Radiologen bis ins Detail nachempfunden, so dass hier der praxisnahe Lerneffekt besonders hoch ausfallen sollte.

Diese Form der Demonstration beinhaltet zudem die Möglichkeit des zweigleisigen Feedbacks, welches ein Lehrbuch wie ODITEB bietet. Auf der einen Seite können dem Studenten gezielte „Hinweise“ in Form von einblendbaren Markierungen an der betreffenden pathologischen Tumorstelle gegeben werden, auf der anderen Seite kann der Student bei auftauchenden Problemfällen jeweils in Form von E-Mail mit einem Experten kommunizieren und entsprechende Rückmeldungen und Ratschläge erhalten. Hierdurch werden Unklarheiten in der Diagnostik und Bewertung von radiologischen Bildern vermieden. Auch eröffnen digitalisierte Videosequenzen der Gastroskopie oder Expertenkommentare in Form von „Voice-Clips“ bei ODITEB weitere Möglichkeiten, die technologischen Möglichkeiten eines digitalen Lehrbuchs zur Verbesserung der Qualität in der Lehre auszunutzen.

Diesen Vorteilen des neuen multimedialen Mediums stehen aber auch Nachteile entgegen, die die Technologie zum Teil selbst mit sich bringt.

Zum einen ist das die bereits erwähnte Komplexität der Technik. Am Beispiel von ODITEB bedeutet das zusammenfassend ein technisch fragiles Zusammenspiel unterschiedlichster Software- und Hardwarekomponenten, wie beispielsweise dem Zugriff auf einem WAIS-Indexierungssystem mittels CGI-Skript von einem APACHE Web-Server aus, einer HTML-Benutzeroberfläche auf einem WWW-Client einschließlich Java-Applet und Java-Script Unterstützung oder einer dynamischen, verteilten Fallsammlung von u.a. Bildmaterial im Original DICOM 3.0 Format.

Diese komplizierte, interne Architektur von ODITEB soll der Anwender natürlich nicht zu sehen oder „zu spüren“ bekommen, für die benutzerorientierte Anwendung soll letztlich nur die graphische Oberfläche mit integrierter Navigation in einem Web-Browser stehen. Dennoch war in der Anwendung durch Studenten eine Einschränkung der Funktionalität von ODITEB mit gelegentlichen Abstürzen und Systemfehlern (siehe Kap. 6.3) trotz längerer vorheriger Erprobungsphase nicht zu vermeiden.

Ein weitere „Schwachstelle“ der neuen Medien bringt das Wort „NEU“ bereits mit sich. Auch wenn auf eine klare einfache Benutzeroberfläche mit intuitiver bzw.

selbsterklärender Navigation und Menüführung großen Wert gelegt wurde und auch Bestandteil dieser Arbeit war, lässt sich eine gewisse Einarbeitungszeit besonders für computerunerfahrene Medizinstudenten nicht vermeiden. Das bedeutet, dass jede neue Technologie eine gewisse Zeit braucht, bis sie von einer Mehrheit akzeptiert und angenommen wird. In Bezug auf ein WWW-basiertes multimediales Lehrbuch heißt das, dass man sich nicht wie mit einem gedruckten Lehrbuche 10 Minuten damit intensiv beschäftigen kann (was im Falle des Lehrbuches zwei gelernte Seiten bedeuten würde), um sich neues Wissen anzueignen, sondern es verlangt zunächst eine „gewisse“ Einarbeitungszeit, in der sich der Benutzer nur an die Bedienung des Programms gewöhnt, ohne überhaupt etwas zu lernen.

Dieser Umstand bedeutet folglich, dass sich der Benutzer für das Online-Lehrbuch Zeit nehmen muss, bevor er von dessen Vorteilen (s.o.) profitieren kann.

Diese Analyse der Vor- und Nachteile der jeweiligen Lehrmöglichkeiten wurde vor Beginn der Entwicklungsarbeiten von ODITEB durchgeführt und im Projektteam ausführlich diskutiert, um die aufgezeigten Nachteile des „neuen“ Mediums möglichst zu minimieren und das digitale Lehrbuch nicht am Bedarf des Studenten und dessen Kenntnissen vorbei zu entwickeln.

Die Analyse galt somit als grundlegende Voraussetzung, um ein digitales *state-of-the-art* Lehrbuch zu erstellen und ein benutzergerechtes Ergebnis zu erzielen. Davon ausgehend war in einem zweiten Schritt zu überlegen, in welcher Form und mit welchen Eigenschaften das digitale Lehrbuch in den radiologischen Lehrbetrieb integriert werden sollte.

5.2.2 Anwendung der Guidelines an ODITEB

Die in Kapitel 2 besprochenen Guidelines für die ergonomische Gestaltung einer graphischen Benutzeroberfläche wurden am 22.07.1997 im Institut für Medizinische Statistik und Epidemiologie (IMSE) innerhalb der Wissenschaftlichen Vortragsveranstaltungen dem Projekt-Team und eingeladenen Gästen vorgestellt und diskutiert.

Die hieraus resultierenden Ergebnisse und Erfahrungen flossen in die Konzeption und Modellierung der WWW-Oberfläche ein. So sollte unter der Berücksichtigung der Mensch-Computer-Schnittstelle ein einheitliches und intuitiv zu bedienendes User Interface von Seiten der Informatiker realisiert werden.

5.2.3 Test und Evaluation von ODITEB an einem Studentenkollektiv

Im Rahmen dieser wissenschaftlichen Arbeit wurden Informationen für die Gestaltung einer graphischen Bedienungsfläche zusammengetragen. Nachdem diese in die Modellierung der ODITEB-Benutzeroberfläche eingeflossen waren, bestand ein weiterer Teil der Arbeit darin, die Anwendung ODITEB von Benutzern beurteilen zu lassen. Aus diesem Grund hat das Projektteam von ODITEB bereits Ende 1997 in einer Projektsitzung das Konzept für eine Evaluierung besprochen.

Für die Durchführung wurde ein zweistufiges Vorgehen beschlossen. Zunächst wurde der Prototyp der Anwendung wenigen Medizinstudenten vorgeführt, um erste Eindrücke von Außenstehenden zu erhalten. Ihre Verbesserungsvorschläge wurden bei der Überarbeitung der endgültigen Oberfläche berücksichtigt.

Anfang 1998 wurde die Versuchsplanung durchgeführt. Es wurde die Durchführung der Evaluation mit Unterstützung eines Statistikers¹⁶¹ des IMSE hinsichtlich der selektiven Stichprobe, den Ein- und Ausschlusskriterien sowie der Ziel-, Einfluss-, und Störgrößen konzipiert.

So wurden zwei Fragebögen erstellt, von denen jeweils einer zu Beginn und einer am Ende des Sommersemesters 1998 von Medizinstudenten des 6. Semesters im Fach Radiologie ausgefüllt wurde.

Folgende Zielkriterien waren bei der Erstellung der Fragebögen wichtig:¹⁶²

- Benutzerfreundlichkeit
- Eignung als Lehrmedium
- Akzeptanz der Anwendung

Abschließend erfolgte die Auswertung und Zusammenfassung der Ergebnisse im Sommer 1998. Diese werden in Kapitel 6.3 dargestellt. Der erste und zweite Fragebogen liegen dem Anhang bei.

¹⁶¹ Statistische Unterstützung durch Michael Scholz (IMSE)

¹⁶² Vgl. Beier, 2002, S.75 ff.

6. Ergebnisse im Projekt ODITEB

Im folgenden Kapitel werden Design und Layout des Lehrbuchs ODITEB vorgestellt und unter ergonomischen Gesichtspunkten bewertet. Des Weiteren wird die Auswertung der von Studenten ausgefüllten Fragebögen dargestellt.

6.1 Ergebnisse

„Benutzergerechte Softwaregestaltung ist mehr als bloße Oberflächenmaniküre.“¹⁶³

Zunächst sollen jedoch die Entwicklung der Benutzeroberfläche – von den Prototypen bis hin zur endgültigen Version – und die Entstehung des Logos als repräsentatives Symbol des Internetlehrbuches vorgestellt werden.

¹⁶³ Geis, Hartwig, 1998, S. 168

6.1.1 Frühe Prototypentwicklung

Für die Prototypentwicklung wurde von Beginn an ein evolutionärer Ansatz verfolgt. Es wurde innerhalb des Projektteams ODITEB die Priorität für eine einfache und logische Navigation und Struktur der Bedienungsoberfläche bereits früh diskutiert.¹⁶⁴ Einen ersten Designvorschlag zeigt folgende Abbildung.

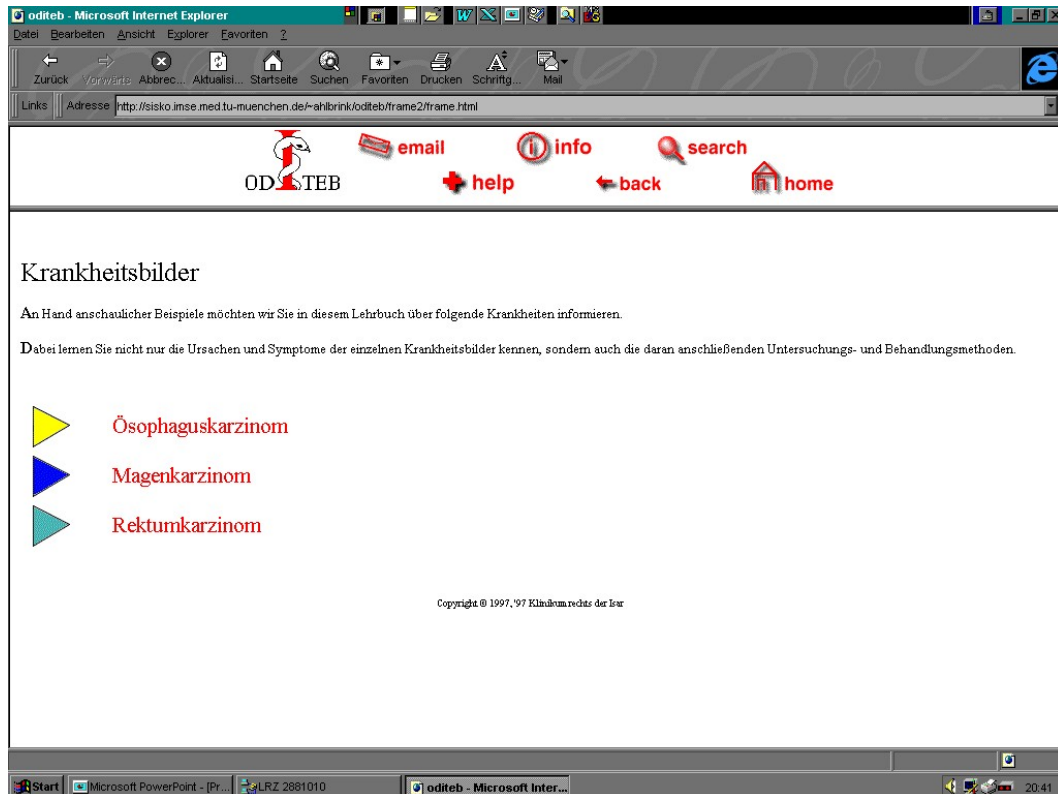


Abbildung 30: Erster Designvorschlag für ODITEB

Dieser Vorschlag wurde verworfen, da er nicht den üblichen Internetkonventionen mit einem sich auf der linken Seite befindenden Navigationsmenu mit Symbolen entsprach. Da aber großer Wert auf eine konsistente Navigation ohne größeren Lernaufwand für den Benutzer gelegt wurde, wurde der nächste Prototyp eines Oberflächendesigns entwickelt:

¹⁶⁴ Vgl. Beier, 2002, S. 61 ff.

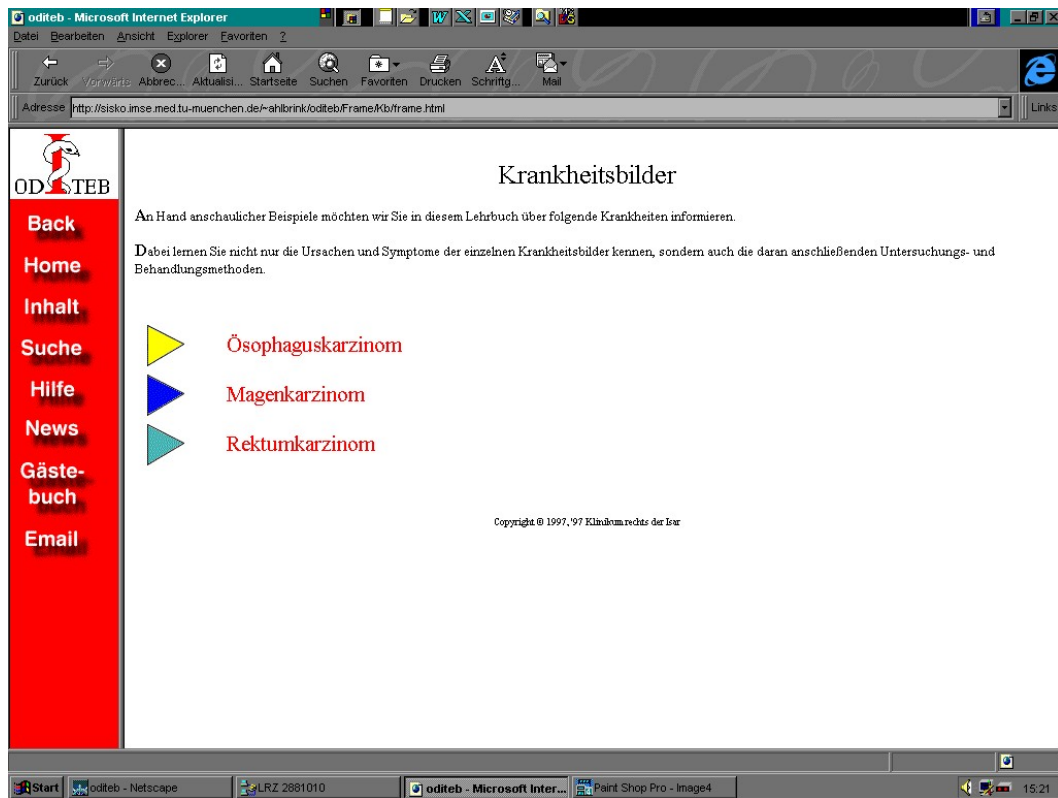


Abbildung 31: Zweiter Designvorschlag für ODITEB

Hierbei stand jedoch die rötlich dominierende Farbgebung den allgemeinen Anforderungen aus der Farblehre (siehe Kap. 2.5) entgegen. Zu sehen ist in diesem frühen Designentwurf noch die „Schlange“ als Symbol für die Anwendung ODITEB, die von einigen Mitgliedern des Projektteams ODITEB favorisiert wurde. Sie wurde allerdings aufgrund ihrer fehlenden Aussagekraft und dem fehlenden Bezug zur Anwendung wieder aufgegeben. Es sollte ein projektspezifisches Logo entwickelt werden, das das digitale Lehrbuch ODITEB symbolisiert.

6.1.2 Exkurs: Das ODITEB Logo

Nach längerer projektinterner Diskussion entschied man sich nach den Vorsätzen der Iconic für eine metaphorhaltige Darstellung in komprimierter Form als Aushängeschild des Internetlehrbuchs ODITEB. Das Icon sollte eine einzigartige Synthese zwischen einem herkömmlichen Lehrbuch und dem neuen, multimedialen Medium, dem Computer, beziehungsweise dem Internet darstellen und repräsentieren. Hierzu wurden gezeichnete Entwürfe von den Mitarbeitern des Teams zunächst selbst entworfen, die dann durch ein Zeichenprogramm am Computer stilisiert wurden (siehe Abb. 32).

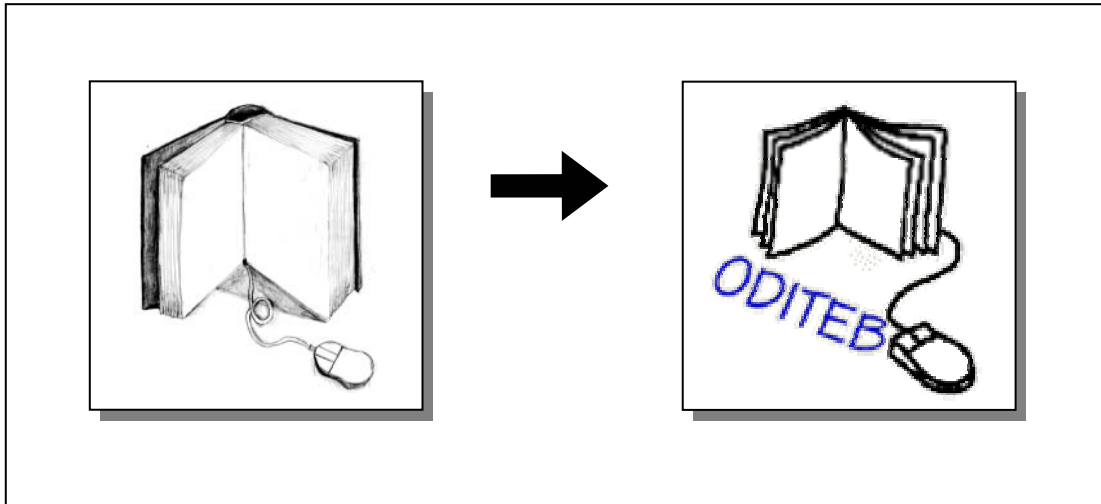


Abbildung 32: Designprozess des Logos von ODITEB

Die aus einem aufgeschlagenen Buch herausragende Maus stellte schließlich den treffendsten Ausdruck der graphischen Symbolisierung für das Internetlehrbuch ODITEB dar. Im Lehrbuch ist es auf jeder Seite vorhanden, sowohl als Logo als auch eingebunden in die Navigationsleiste als Button, um auf die Homepage zurückzukehren. Die Auswertung der Fragebögen ergab, dass das Icon von den Studenten in seiner assoziativen Bedeutung als repräsentatives Symbol des Internetlehrbuchs immer richtig interpretiert wurde. Das Ziel eines adäquaten Abstraktionsgrades wurde somit erreicht.

6.2 Design und Layout der Benutzeroberfläche von ODITEB

Nach längeren Diskussionen und nachdem einige Designentwürfe, die nicht den ergonomischen Richtlinien entsprachen, verworfen wurden (siehe Kap. 6.1.1), bildete sich projektintern eine gemeinsame Basis für den endgültigen Prototyp, der bereits die wesentlichen Merkmale des Endprodukts „ODITEB“ in seiner Struktur aufwies. Hierzu gehörten die grundlegende Hypertextstruktur, die Navigationsfunktionen und das grundsätzliche Erscheinungsbild.

6.2.1 Die Screen Map

Die grundlegende Hypertextstruktur der Benutzeroberfläche von ODITEB wurde professionell in Form einer Screen Map spezifiziert. Es wurden alle Ebenen sowie deren Hauptverknüpfungen festgelegt (siehe Abb. 33).

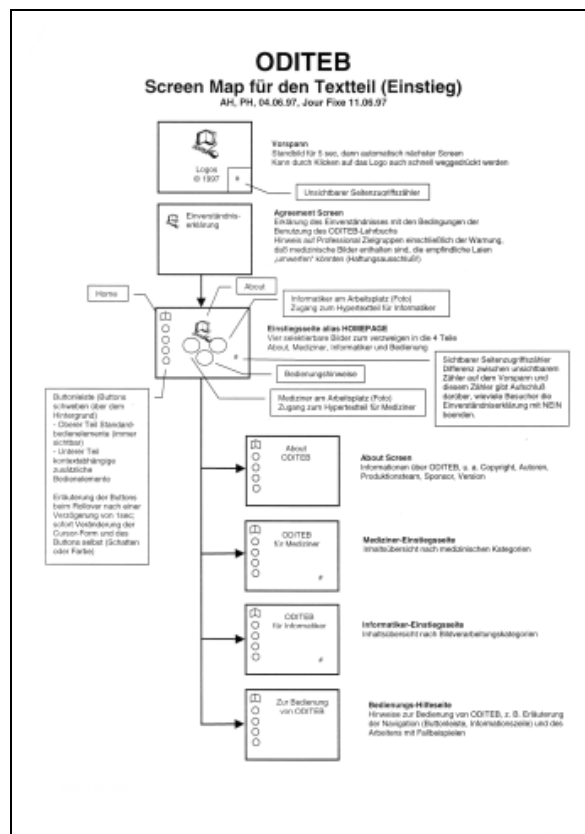


Abbildung 33: Screenmap mit den wichtigsten Verknüpfungen

Ein Eingangsbildschirm, der insgesamt für 5 Sekunden eingeblendet wird, übernimmt die Funktion des Vorspanns. Hier ist das bekannte Logo als Kennzeichen von ODITEB zu sehen, darüber hinaus die rechtlichen Angaben zum Werk, die Autoren, die beteiligten Einrichtungen und der Urheberschaftshinweis.

Auf der nun folgenden Seite, dem *Agreement Screen*, wird ausführlich der Benutzer darauf hingewiesen, dass es sich hierbei um ein medizinisches Internet-Lehrbuch handelt, dessen Inhalte nicht für sensible Laien geeignet sind. Die Erklärung des Einverständnisses erfolgt durch explizites Klicken auf dem Hyperlink mit der Aussage „Ich habe obigen Hinweis verstanden und möchte dennoch das Lehrbuch benutzen“.

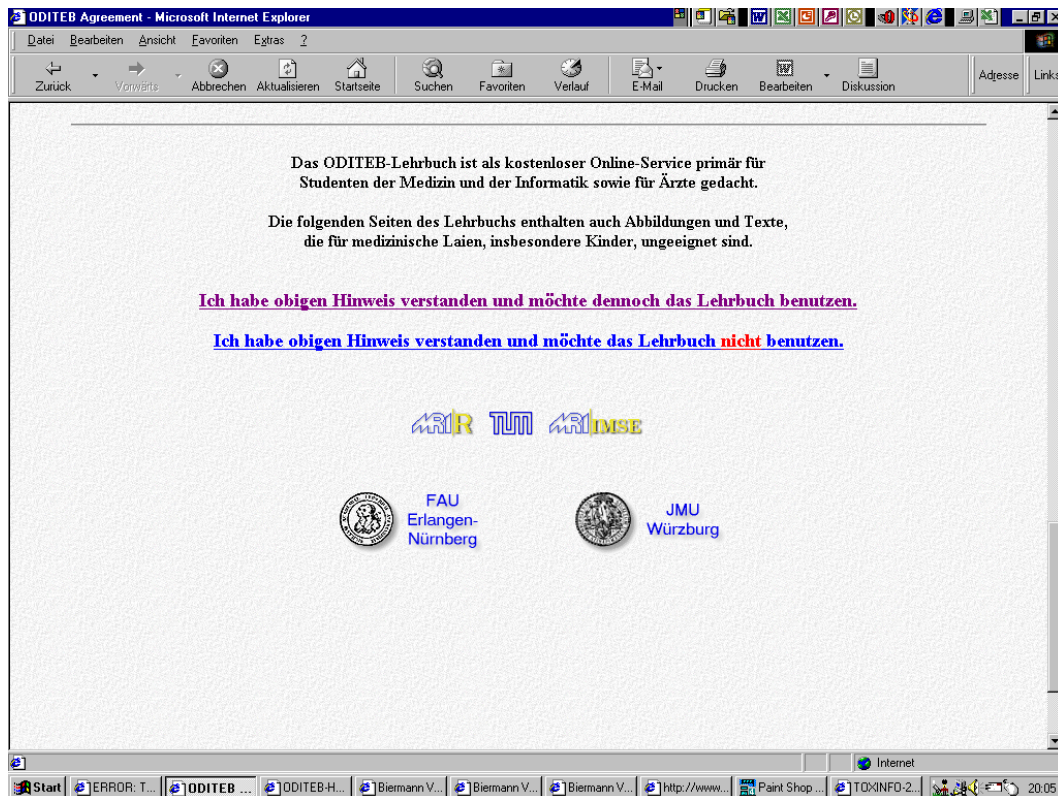


Abbildung 34: Agreement Screen von ODITEB

Nach dieser Zustimmung zu den Nutzungsbedingungen gelangt man nun zur eigentlichen Homepage von ODITEB, die im nächsten Kapitel besprochen wird.

6.2.2 Die Homepage

Die ODITEB-Homepage ist von der Struktur betrachtet in zwei Rahmen unterteilt. Im linken Rahmen befindet sich die so genannte Navigationsleiste mit den Navigationsbuttons, die konstant durch die gesamte Anwendung hindurch sichtbar bleiben. Im rechten Rahmen befindet sich das eigentliche Arbeitsfenster, das auf der Homepage vier elipsenförmige größere Schaltflächen zeigt, die angeklickt werden können. Zum einen befinden sich hier die Buttons zur allgemeinen Projektinformation und zur Bedienungshilfe von ODITEB, zum anderen die Buttons zum Einstieg in den medizinischen und informatischen Teil des Lehrbuchs, die durch jeweilige Fotos illustriert werden. Der Hintergrund der Homepage sowie aller folgenden Seiten ist dezent in hellgrauer Farbe mit einer leichten Schraffierung gehalten, um den Blick des Benutzers auf das Wesentliche, nämlich den Inhalt der Seiten, zu lenken. Auf diese Weise sollen gute Lesbarkeit der Schrift im Textteil erreicht werden und der Kontrast zu

eingesetzten Abbildungen gewährleistet werden.¹⁶⁵ Hier sollte somit auch den ergonomischen Richtlinien aus der Farbenlehre genügend Rechnung getragen werden. Die Navigationsleiste ist ein zentraler Punkt zur Steuerung der gesamten Anwendung und wird hier im Folgenden näher betrachtet.

6.2.3 Die Navigationsleiste

Für das Design der Navigationsleiste wurde sehr viel Arbeit aufgewendet, da die Bedienung so einfach und intuitiv wie möglich sein und den Benutzer von der eigentlichen Anwendung nicht ablenken sollte. So wurde beschlossen, alle Buttons in runder Form mit konvexem Rand und einheitlicher Farbe als Grundfläche innen zu gestalten. In Anlehnung an den hellgrauen Hintergrund von ODITEB besteht die Grundfarbe der Buttons aus einem dunkleren Grauton, welcher durch 3D-Effekte an bestimmten Stellen aufgehellt, bzw. abgedunkelt wurde. Dieser dreidimensionale Eindruck wird vervollständigt durch die Verwendung eines Java-Scripts, welches ermöglicht, dass sich der Button, sobald er vom Mauszeiger berührt wird, verändert. Für den Benutzer entsteht so der Eindruck, dass er den jeweiligen Button wie einen Knopf auch tatsächlich „hineindrückt“. Zusätzlich wird durch ein Aufleuchten des jeweiligen Buttons dessen Aktivierung auch visuell hervorgehoben. Diese Art der Interaktion ist für den Benutzer einleuchtend und verständlich und erscheint auch entsprechend ergonomisch gelöst.¹⁶⁶

Die Navigationsleiste besteht aus insgesamt fünf verschiedenen Buttons:

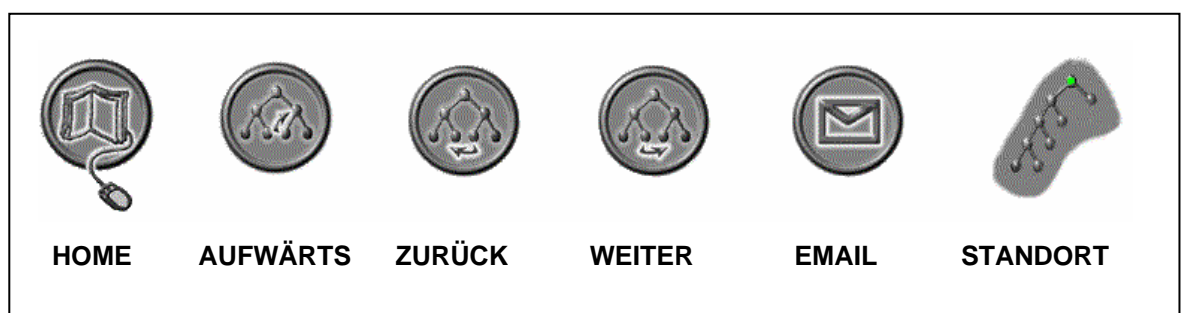


Abbildung 35: Navigationsbuttons von ODITEB (dargestellt in einer Reihe)

¹⁶⁵ Vgl. Niederst, 2002, S. 39ff.

¹⁶⁶ Vgl. Nielsen, 2002, S. 41, S. 52 f.

An erster Stelle steht ein Home-Button. Bei Betätigung dieses Knopfes gelangt der Benutzer von jedem Punkt der Anwendung wieder zurück auf die Homepage. Danach kommen drei weitere Buttons, die es ermöglichen, innerhalb der Anwendung auf die nächsthöhere Ebene zurückzukommen, bzw. innerhalb der Ebenen zurück und weiter zu springen. Die Ebenen wurden innerhalb des Buttons als ein auf den Kopf gestellter „Baum“ dargestellt, die Aktionen, die innerhalb dieses Baumes möglich sind, wurden durch einen Pfeil symbolisiert. Schließlich folgt ein Button zum Verschicken von E-Mails an das ODITEB-Team. Ganz unten in der Navigationsleiste befindet sich noch die symbolartige Darstellung einer Standortanzeige, in der ein grüner Punkt die jeweils aktuelle Ebene markiert, auf der sich der Benutzer in der Baumstruktur gerade befindet.

Zusätzlich wurde die Möglichkeit eingebaut, bei Berührung der Buttons mit dem Mauszeiger mehr über ihre Funktion in Erfahrung zu bringen. Hierzu wird nach kurzer Verzögerung direkt unterhalb des Mauszeigers dynamisch ein Erläuterungstext eingeblendet, der die Funktionen des Buttons näher beschreibt. Damit sollte der Forderung nach einer hohen Funktionalität der Bedienung Rechnung getragen werden. Aus ergonomischer Sicht war an der Gestaltung der Navigationsleiste zunächst nichts auszusetzen. Die Buttons waren gemäß den Anforderungen der Aufmerksamkeitsverteilung an den linken Rand gesetzt, waren prägnant und benutzergerecht gestaltet und folgten den Richtlinien für den Einsatz von Icons bezüglich Größe, Farbe und Abstraktionsgrad. Besonders der E-Mail-Button zeigt hier die Vorteile der komprimierten, metaphorhaltigen Symbolisierung des Versands einer E-Mail.

Dennoch stecken hier die Tücken im Detail und konnten vom Projektteam trotz langer Vorarbeit nicht vorhergesehen werden. Erst durch die Benutzung der Anwendung von zahlreichen Studenten zeigte sich, dass einigen Studenten die Bedeutung der drei Navigationsbuttons zur Bewegung innerhalb der Ebenen nicht sofort verständlich war. Die Darstellung in Form einer umgedrehten Baumstruktur wies möglicherweise einen zu hohen Abstraktionsgrad auf. Für den größeren Teil der Studenten waren die Buttons jedoch selbsterklärend. Es zeigte sich auch, dass viele Studenten die Verwendung der Vor/Zurück-Buttons des Internet-Browsers für die ODITEB-Anwendung bevorzugten und die interne Navigationsleiste „links liegen“ ließen. Aber gerade hier gab es mit der Hypertext-Oberfläche und dem Java-Applets Probleme, die sich wiederum in einigen Abstürzen der Anwendung widerspiegelten. Es wird vermutet, dass die „interneterfahrenen“ Studenten ihrer Gewohnheit bei der Bedienung (mit den Vor/Zurück-Buttons des Browsers) Vorrang gaben.

6.2.4 Der Lehrbucheil

Der folgende medizinische Lehrbucheil von ODITEB ist zunächst in die einzelnen Kapitel Gastrointestinaltrakt und Thorax gegliedert, die sich wiederum in einzelne Unterkapitel (z.B. Ösophagus, Magen, Rectum) aufteilen und das für den Medizinstudenten erforderliche Lehrbuchwissen beinhalten.

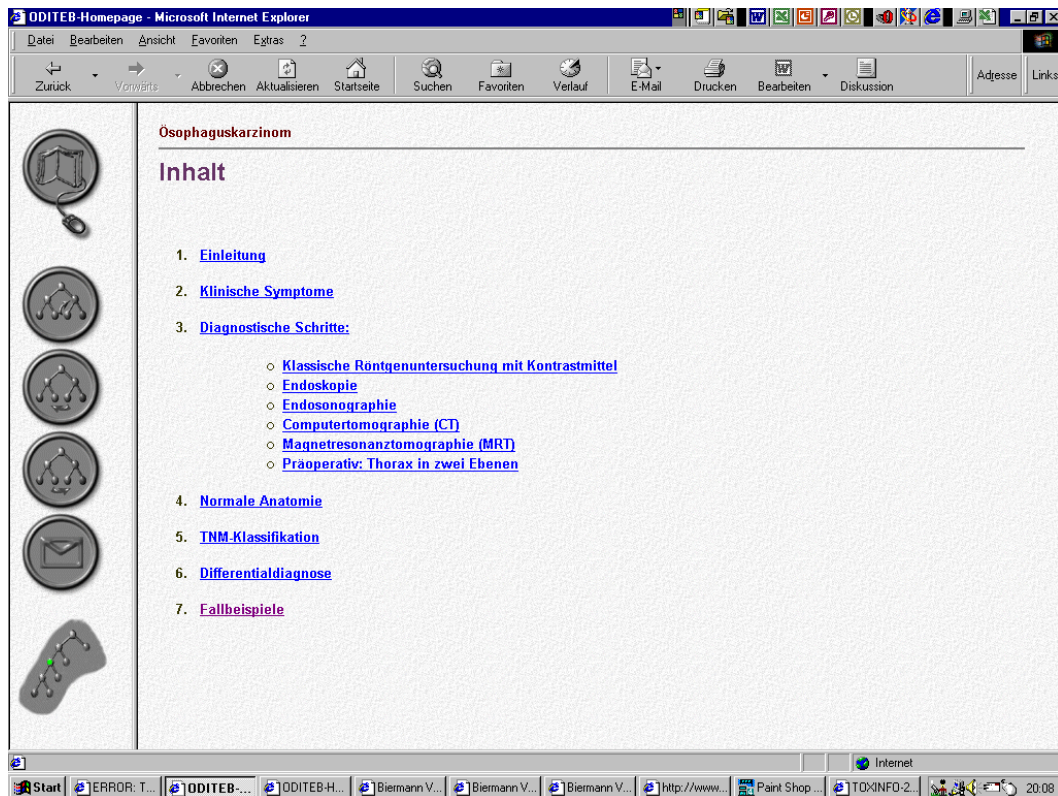


Abbildung 36: Inhaltsübersicht eines Kapitels im Lehrbucheil

Die einzelnen Kapitel wurden klar gegliedert und strukturiert, das Erscheinungsbild ähnelt insgesamt sehr dem eines gedruckten Buches. Somit findet sich der Benutzer sofort zurecht und kann direkt die einzelnen Textabschnitte lesen. Da der gesamte Textteil mit einem kommerziellen HTML-Editor (Microsoft Frontpage¹⁶⁷) technisch realisiert wurde, wird ein gleiches Seitenlayout konsistent durch alle Texte beibehalten. Die Gefahr eines völlig heterogenen Erscheinungsbildes des Lehrbuchs durch künstlerisch freie Gestaltungsmöglichkeiten jedes Autors wurde somit vermieden. Dies war auch aus ergonomischen Gesichtspunkten erwünscht.

Das einheitliche „Look and Feel“ des Textteiles setzt sich auch in der Gestaltung der einzelnen Texte fort. Diese sind zweispaltig gehalten, so wie man es auch häufig in

¹⁶⁷ Frontpage ist Warenzeichen der Microsoft Corporation, die in den Vereinigten Staaten registriert ist

gedruckten Lehrbüchern vorfindet und sind auch in einzelne Absätze klar voneinander gegliedert. Die stringente Aufteilung in einzelne kleine Kapitel und deren optisch klare Gestaltung bereiten dem jeweiligen Benutzer wenig Mühe, sich den Lehrstoff dieses Internetlehrbuchs anzueignen. Zudem sind wichtige Begriffe, die in anderen Kapiteln erklärt werden, blau unterstrichen und mit einem Link zu dem jeweiligen Kapitel verbunden, so dass der Benutzer interaktiv schnell zu anderen Kapiteln springen kann.

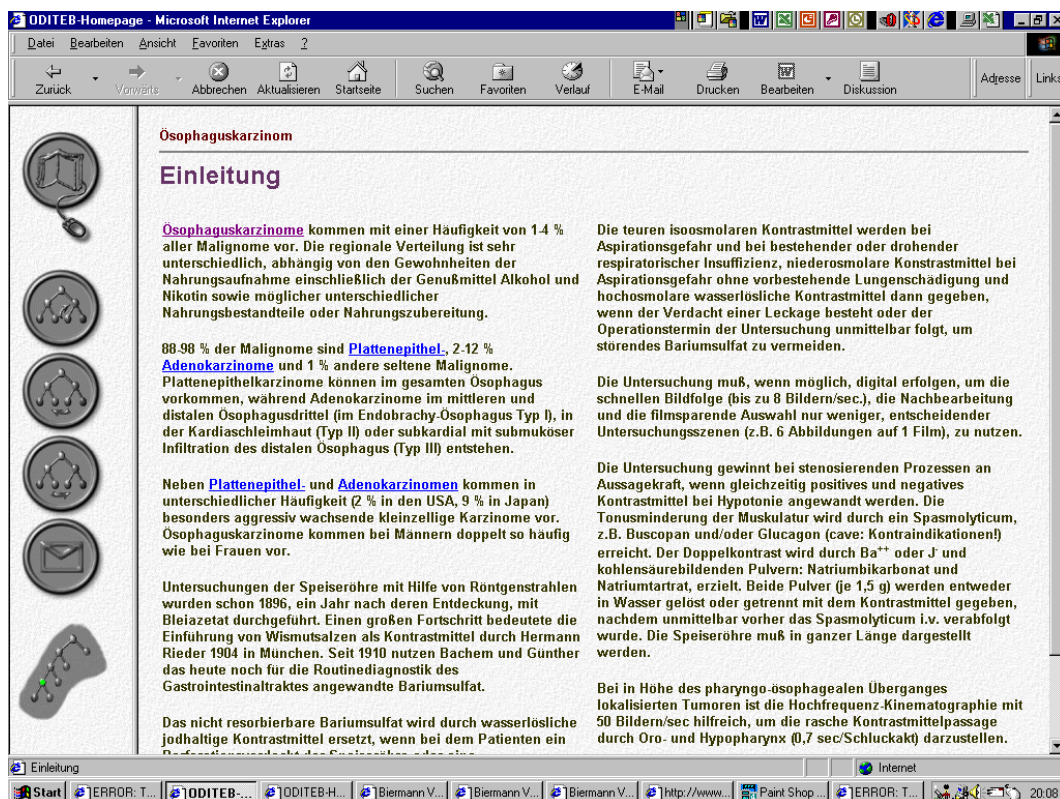


Abbildung 37: Lehrbuchinhalt über das Ösophaguskarzinom

Auch die Eigenschaften des Textes selbst folgen weitestgehend den ergonomischen Richtlinien. Die dargestellten Buchstaben sind in schwarzer Farbe auf grauem Hintergrund in der Schriftart *Arial* gehalten. Auch wenn hier keine ansonsten empfohlene Serifenschriftart verwendet wurde, sind die Buchstaben stets gut lesbar, Zeichenabstand und Größe stehen ebenfalls in richtigem Verhältnis zueinander. Die Informationsmenge ist den Bedürfnissen des Medizinstudenten angepasst, und führt nicht zu einer Überladung des Bildschirms. Langes „Scrollen“ wurde hier bewusst vermieden.

Insgesamt sind der formale Grundaufbau des gesamten Textteiles von ODITEB sowie die Darstellung des Textes aus ergonomischer Sicht sehr gut gelungen. Die Gefahr eines cognitive overloads durch farbliche oder strukturelle Fehler ist nicht vorhanden, der Benutzer kann sich auf das Wesentliche konzentrieren.

6.2.5 Der Fallviewer

Dem medizinischen Lehrbuchteil folgt die eigentliche interaktive Anwendung von ODITEB, die in Form von kommentierten Beispielfällen aus dem Bereich der gastrointestinalen Tumoren mit den neuen Möglichkeiten des Mediums wie die Darstellung einer schematisierten Computertomographiekonsole oder eingebundener Videoclips integriert sind. In der folgenden Abbildung werden zunächst Zusatzinformationen über den einzelnen Beispielfall eingeblendet, bevor sich der eigentliche Fallviewer zur Darstellung der CT-Bilder im DICOM-Format aufbaut.

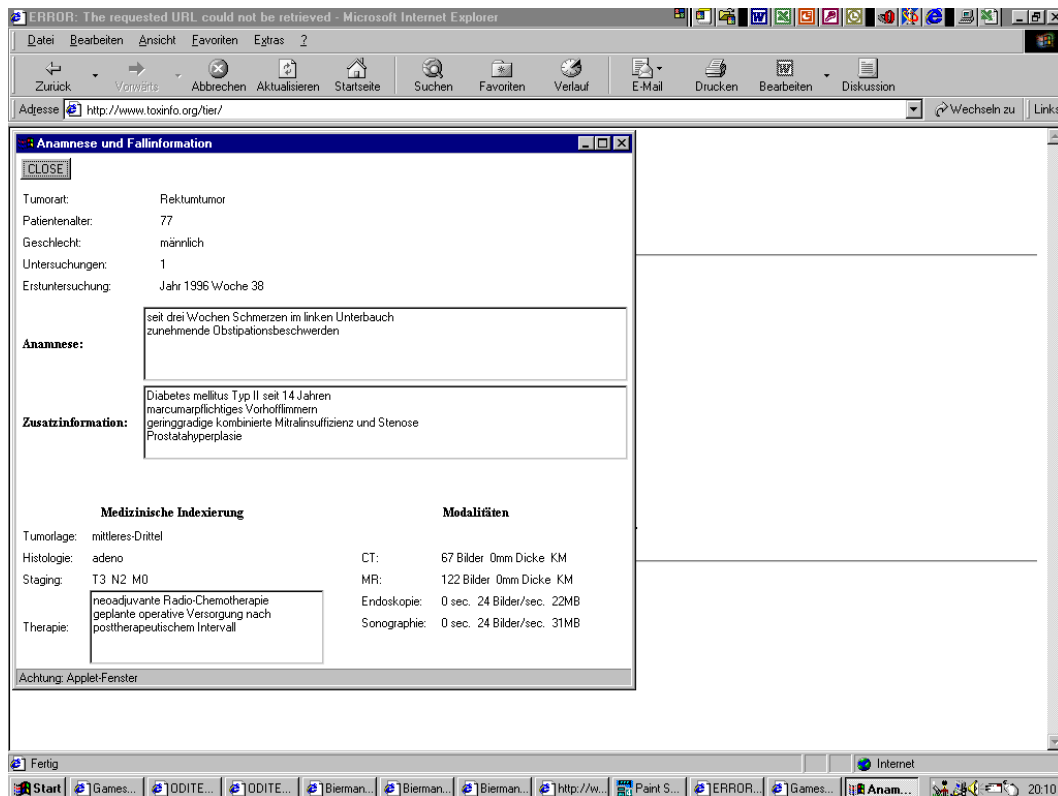


Abbildung 38: Zusatzinformationen im Viewer

Im Folgenden wird der als JAVA-Applet konzipierte DICOM-Viewer im Einzelnen besprochen.

Um eine realitätsnahe Visualisierung zu erreichen, ist die Qualität der verwendeten grafischen Daten hierbei von entscheidender Bedeutung.¹⁶⁸ Deshalb wurde von Beginn an im Projektteam entschieden (eine wichtige Spezifikation von ODITEB), sämtliche Schnittbilder des Siemens-Computertomogramms der radiologischen Abteilung, die im

¹⁶⁸ Vgl. Radetzky, Pretschner, 1998, S.13ff.

Originalformat DICOM vorliegen, verlustfrei im selben Format in die Softwareumgebung ODITEB zu importieren. Dies gestaltete sich aufwendig in der funktionellen Umsetzung. Als Ergebnis der Bemühungen ist in folgender Abbildung der Fallviewer als Entwurf zu sehen.

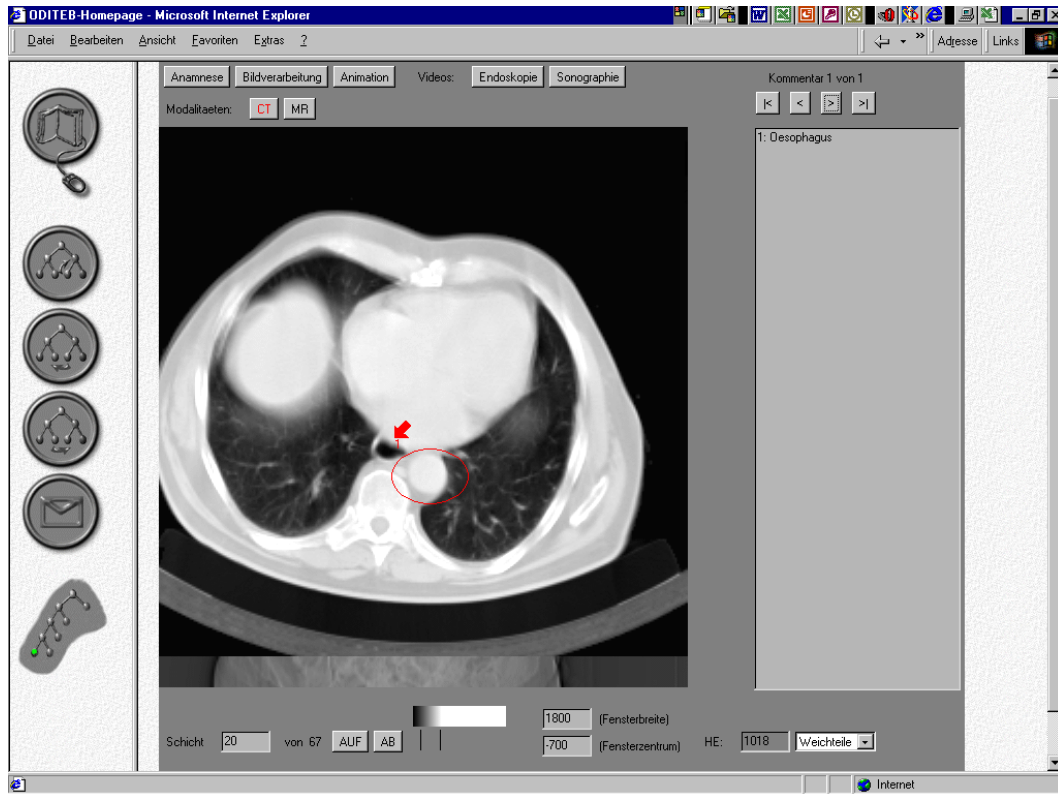


Abbildung 39: Der Fallviewer

Die Benutzeroberfläche des Fallviewers wurde nach ergonomischen Gesichtspunkten gestaltet. Die optische Gestaltung wurde konsistent in verschiedene strukturelle Bereiche aufgeteilt, die visuell deutlich durch Abgrenzungen in Form von verschiedenen Grautönen und Ebenen getrennt wurden, was durch einen dreidimensionalen Effekt nochmals verstärkt wurde. Die Grautöne wurden farblich aufeinander abgestimmt. Gestaltungsfehler aus der ergonomischen Farbenlehre wurden vermieden.

Die einzelnen Schaltflächen zur Auswahl der bildgebenden Modalitäten wurden etwas verstreut im oberen Bereich der Benutzeroberfläche angeordnet. Die Gruppierung der Schaltflächen von *Anamnese*, *Bildverarbeitung* und *Animation* folgt nicht den Forderungen nach einer konsistenten graphisch-räumlichen Organisation. Hier sind deutliche Inkonsistenzen zu bemängeln, da die Gruppierung der Schaltflächen nicht nach den Prinzipien des Chunking erfolgen, d.h. assoziativ ähnliche Elemente

beinhalten. Verbesserungen in einer zweiten Ausgabe der ODITEB-Benutzeroberfläche wären erwünscht.

Das auf der rechten Seite hellgrau gestaltete Fenster für mögliche Kommentierungen ist optimal umgesetzt, die Bedienung mit den Vor- und Zurück-Tasten lässt keine Fragen offen.

Das eigentliche Arbeitsfenster ist zentral, leicht auf der linken Seite des Bildschirms gemäß den Anforderungen der optimalen Aufmerksamkeitsverteilung angeordnet.

Darunter befinden sich die Schaltflächen für die Navigation durch die einzelnen CT-Schnittbilder und die symbolische Anzeige der jeweiligen Schicht, die unscheinbar am unteren Bildschirmrand platziert wurden. Diese sollten im Prozess des Redesigns optisch auffälliger und größer in den Vordergrund gerückt werden.

Der möglicherweise größte ergonomische Nachteil dieser Benutzeroberfläche kommt erst in der Praxis zum Vorschein: Bereits ab einer Monitorgröße von 17 Zoll oder kleiner wird der gesamte untere Bereich mit den wichtigen Navigationsbuttons verdeckt und ist nur durch Scrollen nach unten zu erreichen. Die Anwendung wurde für große Monitore konzipiert und ist deshalb auf kleineren Bildschirmen nicht optimal zu bedienen. Das widerspricht den ergonomischen Anforderungen.¹⁶⁹ Dieses Problem lässt sich nur lösen, wenn sich die Benutzeroberfläche auf die jeweilig vorgegebene Auflösung des Monitors in ihrer Größe (am besten selbständig) optimal einstellt.

Darüber hinaus stehen den geforderten kurzen Bedienungsabläufen an der Navigationskonsole des Fallviewers die sehr großen Datenmengen der originalen DICOM-Bilddateien entgegen. In einer weiteren optimierten Version von ODITEB sollte ein Kompressionsverfahren zum Einsatz kommen.

6.3 Ergebnisse der Evaluierung

Das Lehrbuch wurde zu Beginn des Sommersemesters 1998 ins Intranet des Krankenhauses Rechts der Isar online gestellt und im Rahmen der Radiologievorlesung von Prof. Gerhardt an der TU-München den Studenten des sechsten klinischen Semesters Medizin vorgestellt. Das Projektteam von ODITEB führte im Computerraum des IMSE (Institut für Medizinische Statistik und Epidemiologie) eine Schulung durch, an der rund 50 Studenten in Kleingruppen an den fünf zur Verfügung stehenden Computerarbeitsplätzen teilnahmen.

¹⁶⁹ Vgl. Niederst, 2002, S.17ff.

An der Evaluierung des Projektes ODITEB im Sommersemester 1998 nahmen insgesamt 32 Studenten teil, was etwa der Hälfte des Semesterjahrganges im Fach Radiologie entsprach. Sie wurden zu Beginn des Sommersemesters 1998 mittels eines ersten Fragebogens prospektiv über ihre Vorstellungen und Anforderungen zu ODITEB befragt. Am Ende des Semesters füllten sie einen zweiten Fragebogen über ihre gesammelten Erfahrungen retrospektiv aus (beide Fragebögen liegen dem Anhang bei). Bei der zweiten Befragung konnten noch 29 Studenten des Semesters rekrutiert werden, aus denen sich die folgenden Ergebnisse zusammenstellen.

Trotz der kleinen Stichprobe sollte eine vorläufige Evaluation des digitalen Lehrbuchs ODITEB gelingen, um ein erstes Resümee hinsichtlich seiner Effizienz und Akzeptanz als Lehrmedium und vor allem in Bezug auf das Design der Benutzeroberfläche zu ziehen.

Von den 29 Befragten waren 16 (55%) männlich, und 13 (45%) weiblich, es ergab sich also ein relativ ausgewogenes Geschlechterverhältnis. Das angegebene Alter der Studenten entsprach mit einer Bandbreite von 23 bis 26 Jahren den Erwartungen eines 6. Studiensemesters.

Die Frage „nach bereits vorhandenen Erfahrungen am Computer“ konnte eine große Mehrheit von 23 Studenten bejahen, nur 6 Studenten waren bis dato „Computerlaien“. Darüber hinaus hatten sich von diesen 23 Studenten insgesamt 19 auch intensiv mit dem Internet beschäftigt.

Hier muss in Betracht gezogen werden, dass ein interaktives Internetlehrbuch wahrscheinlich eher die computererfahrenen und –begeisterten Studenten des Semesters anzieht.

Ein besonderes Interesse an dem medizinischen Fachgebiet der Radiologie hatten 18 Studenten (62%) bekundet. Hieraus resultiert möglicherweise die zusätzliche Motivation dieser studentischen Stichprobe, sich neben den konventionellen Radiologielehrbüchern auch mit ODITEB näher zu beschäftigen.

Die Auswertung der Ergebnisse über das Internet-Lehrbuch ODITEB ergab summa summarum ein gutes Gesamtergebnis, so dass man mit der Erfüllung der Anforderungen besonders hinsichtlich der Benutzeroberfläche zufrieden sein kann. Die Gesamtbeurteilung von ODITEB ist in Abbildung 40 dargestellt.

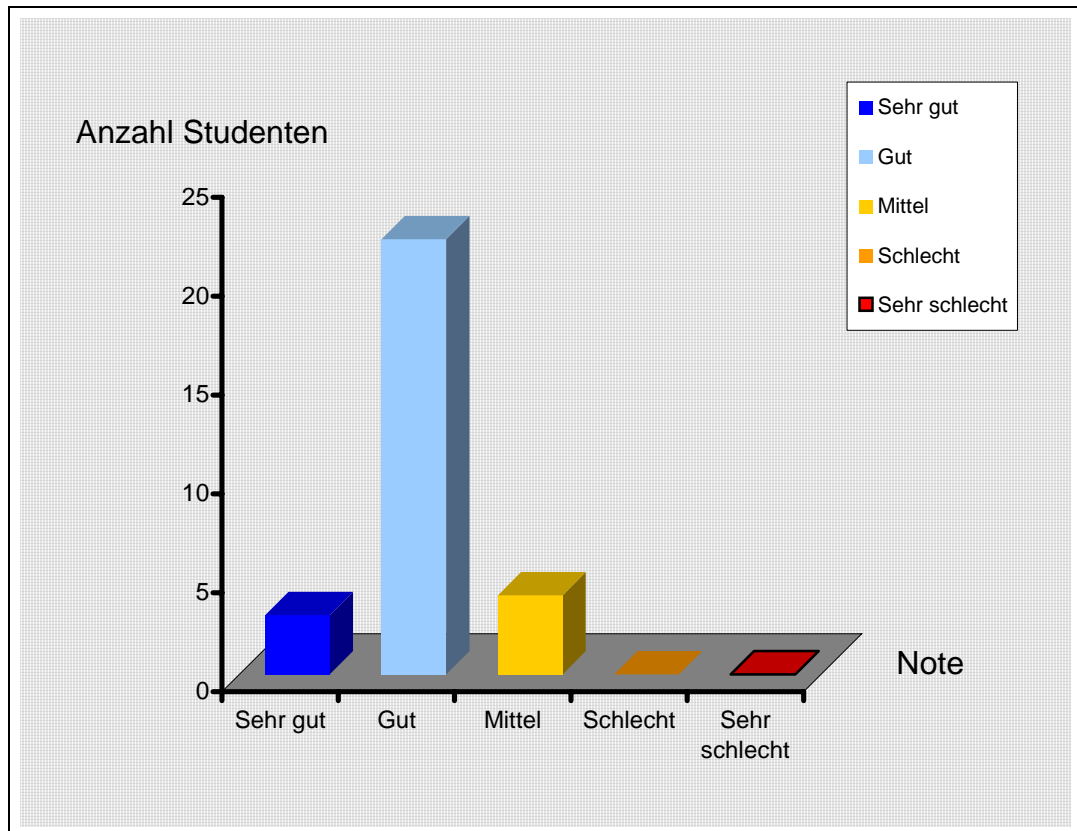


Abbildung 40: Insgesamte Bewertung von ODITEB

Die Frage „Wie gefällt Ihnen insgesamt ODITEB?“ beantworteten demnach von den 29 befragten Studenten 3 mit *sehr gut*, 22 mit *gut* und 4 mit *mittel*. Besonders beachtenswert ist die Tatsache, dass kein einziges Mal *schlechte* oder *sehr schlechte* Bewertungen abgegeben wurden. Insgesamt ergibt das eine gute Note, im arithmetischen Mittel 2,03.

Die Frage „Wie bewerten Sie das Bedienungskonzept von ODITEB?“ ergab ähnliche Ergebnisse. Von den 29 befragten Studenten beantworteten diese Frage 3 mit *sehr gut*, 19 mit *gut* und 7 mit *mittel*. Es gab ebenfalls keine *schlechten* oder *sehr schlechten* Bewertungen. Insgesamt ergibt das eine gute Note, im arithmetischen Mittel 2,14.

Die folgende Abbildung veranschaulicht die Ergebnisse.

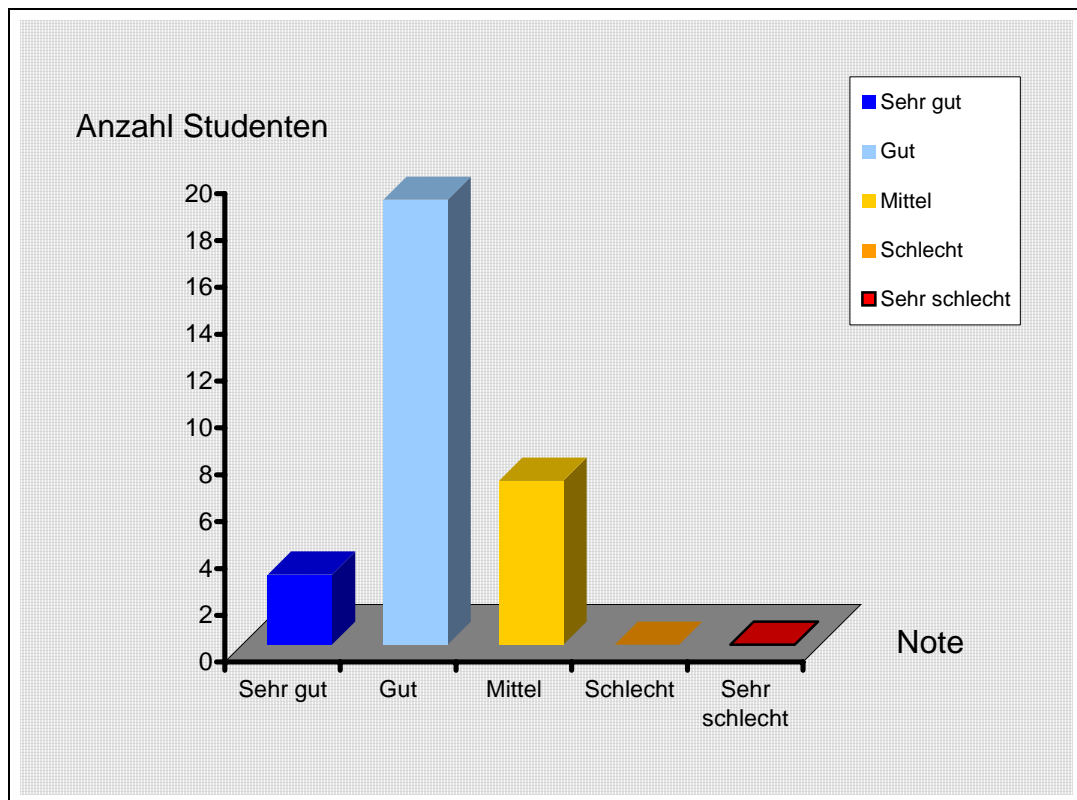


Abbildung 41: Bewertung des Bedienungskonzeptes

Die Frage nach dem Gesamteindruck der Benutzeroberfläche wurde in zwei einzelne Unterfragen aufgeteilt:

„Wie ist ihr optischer Eindruck der grafischen Gestaltung?“ und
„Harmonisieren die Farben der Anwendung ODITEB?“

Auch diese Fragen wurden im Gesamtmittel mit einem *gut* bewertet.

Bemerkenswert in diesem Zusammenhang ist die Frage, ob die linksstehende Navigationsleiste der Anwendung selbsterklärend ist. 23 Studenten beantworteten diese Frage mit *ja*, nur 6 Studenten mit *nein*.

Diese große Zustimmung zur einfachen und logischen Bedienung von ODITEB rechtfertigt im Nachhinein den großen Aufwand für Design und Struktur der Navigationsbuttons von ODITEB von Seiten des Projektteams. Die 6 Studenten, welche diese Frage mit einem Nein beantworteten, hatten möglicherweise ihre Probleme mit der symbolisierten Darstellung einer umgedrehten Baumstruktur auf den Navigationsbuttons, so dass hier erst das mehrmalige Ausprobieren zum Verständnis und somit zum Ziel führte.

Interessant für die Auswertung waren auch die Fragen, ob sich die 29 Studenten neues Wissen aus ODITEB angeeignet haben und ob sie effizienter gelernt haben als mit anderen Lernmitteln.

Die Frage „Haben Sie sich neues Wissen angeeignet?“ beantworteten 17 Studenten mit *ja*, 12 mit *nein*.

Die Frage „Haben Sie effizienter gelernt als mit anderen Mitteln?“ beantworteten 9 mit *ja*, 20 der Studenten aber mit *nein*.

Diese erst einmal überraschende Aussage relativiert sich vor dem Hintergrund, dass bei der damaligen Radiologieklausur noch keine Fragen aus dem Multimedia-Programm ODITEB gestellt wurden, so dass die meisten Studenten diese Frage wohl mit Bezug auf die Klausur beantwortet hatten. Zudem wurde auch die Häufigkeit der Benutzung des Internet-Lehrbuches während des Semesters in den Fragebögen erhoben. Hier ergibt sich ein zunächst unerwartetes Ergebnis. So hatten 16 Studenten ODITEB nur ein einziges Mal benutzt, 8 Studenten immerhin zwei Mal und nur 5 Studenten mehr als drei Mal. Dieses insgesamt enttäuschende Resultat hat möglicherweise mehrere Gründe. Zum einen war die Benutzung von ODITEB von zu Hause aus noch nicht realisiert bzw. noch sehr unbefriedigend (spätere Erläuterung), zum anderen war der Zugang zum entsprechenden CIP-Raum, wo die Computer mit ODITEB aufgestellt waren, zeitlich noch sehr limitiert und stellte somit eine weitere Barriere für die Studenten dar. Zu guter Letzt hatte sich die Fertigstellung von ODITEB als ein Pilotprojekt deutlich verzögert, so dass es im laufenden Semester vorgestellt werden musste und den Studenten nur wenig Zeit zur intensiven Benutzung verblieb.

Im ersten Fragebogen beantworteten dagegen die Frage „Hat Ihnen das Lernen mit ODITEB mehr Spaß gemacht als mit Büchern?“ insgesamt 22 der Studenten mit *ja*, 10 mit *nein*. Hier wurde ein deutliches Zeichen gesetzt, dass die Bereitschaft für den Umgang mit „neuen“ Medien vermutlich wachsen wird, wenn diese neben dem effizienten Lernen auch mit mehr Spaß bei der Arbeit vergesellschaftet sind.

Die letzte Frage, ob „Programme wie ODITEB in Zukunft Bücher ersetzen werden“, beantworteten im ersten Fragebogens nur 10 Studenten mit *ja*, dagegen 22 Studenten mit *nein*. Hierbei scheint sich zu bestätigen, dass sich die meisten Studenten zwar für neue Technologien begeistern können und es ihnen auch mehr Spaß macht interaktiv etwas neues zu lernen, dennoch werden solche multimedialen Computeranwendungen das gedruckte Buch nicht gänzlich verdrängen können.

In den Fragebögen zu dieser Evaluierungsstudie wurden die Studenten auch nach Vor- und Nachteilen und nach Verbesserungsvorschlägen für ODITEB befragt. Als Vorteile wurden am häufigsten die Einfachheit der Benutzung, die optische Präsentation, sowie die sehr gute Bildqualität der im Originalformat verwendeten Schichtbilder erwähnt, außerdem wurde die höhere Lernmotivation durch die interaktiven Komponenten positiv bewertet.

Als Nachteile wurde die zum Teil lange Ladezeit des JAVA-Applets im Intranet und der damit verbundene höhere Zeitaufwand für ODITEB von Seiten der Studenten bemängelt, außerdem wurde die erhöhte Absturzquote an machen Computersystemen moniert. Mehrfach wurde zudem kritisiert, dass das Internet-Lehrbuch von zu Hause aus nicht sinnvoll zu benutzen wäre, da die Wartezeiten für den Aufbau jedes einzelnen der zum Teil über 500 KB großen Einzelschnittbilder nicht in Kauf genommen wurde. Hierin liegt noch großes Entwicklungspotential für eine bessere, vielleicht komprimierte Lösung.

An Verbesserungsvorschlägen wurden von Seiten der Studenten vor allem der schnellere Aufbau der Seiten eingebracht, sowie die Verringerung der Absturzquote der Anwendung ODITEB gewünscht.

Darüber hinaus wünschen sich für die Zukunft viele der Studenten eine Erweiterung des Kataloges an Fallbeispielen und Kommentierungen sowie die Möglichkeit, von Zuhause über das Internet auf die Anwendung ODITEB in akzeptabler Geschwindigkeit zugreifen zu können.

6.4 Bewertung der Bedienung von ODITEB nach DIN 66 234 und ISO 9241

Zusätzlich zur Auswertung der studentischen Fragebögen wurde nachgeprüft, ob Bedienung, Struktur und Gestaltung von ODITEB auch unter den Ergonomie-Richtlinien der DIN 66234 und ISO 9241 den Erfordernissen einer intuitiven Bedienung gerecht werden.

Die Forderung nach *Aufgabenangemessenheit* wird durch ODITEB grundsätzlich erfüllt, das digitale Lehrbuch ermöglicht „interaktives Lernen“ durch praxisnahe Tätigkeit an einer CT-Konsole. Die Studenten werden zur Erledigung ihrer Aufgabe (Learning by doing) vom digitalen Lehrbuch optimal unterstützt, so dass sie durch eine Bild-für-Bild Analyse der einzelnen CT-Schnittbilder den pathologischen Befund vom gesunden Gewebe zu differenzieren lernen. Darüber hinaus verhindert die konsistente

Strukturierung der Navigationsleiste und das einheitliche Seitenlayout im Lehrbucheil von ODITEB die Gefahr einer Informationsüberflutung. Es erscheinen auf dem Bildschirm jeweils die Informationen, die für den Studenten zum jeweiligen Zeitpunkt relevant sind. ODITEB ist somit ein klarer Benefit für die Studenten in der Informationsgewinnung und dem aktiven Lernen.

Die *Selbstbeschreibungsfähigkeit* ist entsprechend den DIN-Normen in ODITEB hervorragend gelöst. Auch für computerunerfahrene Benutzer müsste jeder einzelne Interaktionsschritt sowohl im Lehrbucheil als auch im Fallviewer unmittelbar verständlich und ohne längere Einarbeitungszeit durchzuführen sein. Die wichtigsten Erläuterungen zur Navigation sind auf der Homepage unter einer separaten HILFE-Funktion realisiert worden, ein spezielles Vorwissen ist somit nicht erforderlich.

Die Forderung nach *Steuerbarkeit* wird in ODITEB nur teilweise verwirklicht. Auf der einen Seite können die Studenten die Reihenfolge der Bearbeitung der einzelnen Lehrbuchfälle selbst bestimmen und ihre individuelle Arbeitsgeschwindigkeit beim Lesen der einzelnen Kapitel im Lehrbucheil bestimmen. Demgegenüber stehen auf der anderen Seite lange Systemantwortzeiten der Internet-Datenbank, so dass unnötiges Warten für die zum Teil lange Ladezeit des Java-Applets und der einzelnen CT-Schnittbilder in Kauf genommen werden muss. Das Bedienungskonzept von ODITEB mit einer einfachen und logischen Bedienung mittels der Maus gab der studentischen Stichprobe (siehe Kap. 6.3) dagegen keine Rätsel auf und erfüllte somit den Grundsatz der Steuerbarkeit.

Das Prinzip der *Erwartungskonformität*, das sich mit der Frage beschäftigt, ob die Benutzeroberfläche von ODITEB den Erwartungen der Studenten entspricht, ist in hervorragender Weise umgesetzt worden. Es konnte sowohl eine konsistente Gestaltung im Lehrbucheil durch einheitliches Layout der Texte realisiert werden, als auch die Darstellung der einzelnen CT-Schnittbilder im Fallviewer nach dem bekannten Prinzip „*What You See Is What You Get*“ visualisiert werden. Die insgesamt konsistente Navigationsstruktur lenkt den Benutzer nicht von seiner eigentlichen Aufgabe (dem Lernen) ab, es wird somit unnötige mentale Mehrarbeit des Benutzers im Sinne eines cognitive overloads vermieden.

Die Forderung nach *Fehlerrobustheit* erfüllt die Benutzeroberfläche von ODITEB dagegen nur unzureichend. Unvorhergesehene Abstürze kamen in der

Erprobungsphase vermehrt vor und wurden von den Studenten entsprechend moniert (siehe Kap. 6.3). Konstruktive und verständliche Fehlermeldungen wurden in dieses digitale Lehrbuch nicht integriert. Insgesamt ließe sich die Fehlerrobustheit durch eine Definition von Mindestanforderungen an die Computerhardware und durch weitere Systemoptimierungen von ODITEB deutlich erhöhen.

Die *Adaptivität* eines interaktiven Systems, also die nach ISO-Norm 9241 geforderte Anpassungsfähigkeit, ist im Fall von ODITEB nicht gegeben. Sowohl die Benutzeroberfläche als auch das Bedienungskonzept von ODITEB lassen sich nicht weiter individualisieren. Bei der großen Zahl verschiedener Benutzer sind individuelle Lösungen von Internetanwendungen bislang nicht möglich.

Dem Anspruch nach *Erlernbarkeit* wird die Bedienungs Oberfläche von ODITEB wiederum voll gerecht. Die Bedienung des digitalen Lehrbuchs ist auch für so genannte Computerlaien in angemessen kurzer Zeitspanne zu erlernen, auch ein HILFE-System mit den wichtigsten Symbolen wurde auf der Homepage integriert. Die Bedienung gab den Studenten keine Rätsel auf, was die Ergebnisse der Evaluation entsprechend widerspiegeln (siehe Kap. 6.3).

Insgesamt lässt sich sagen, dass die meisten Grundsätze der ergonomischen Richtlinien erfüllt werden. Den Anforderungen an eine möglichst einfache und logische Bedienung von ODITEB wurde weitgehend entsprochen. Verbesserungspotential ist dennoch im Bereich der Arbeitsgeschwindigkeit und Stabilität der Anwendung zu sehen.

Die Bedeutung dieser ergonomischen Grundsätze zeigt auch das Ergebnis einer Studie der englischen Unternehmensberatung System Concepts Ltd., die feststellte, dass 60% aller Nutzungsprobleme durch fehlende Aufgabenangemessenheit der Dialoggestaltung verursacht werden. 25% der Nutzungsprobleme waren auf uneinheitliche Gestaltung und 15% auf ungeeignete räumliche Platzierung von Dialogelementen zurückzuführen.¹⁷⁰

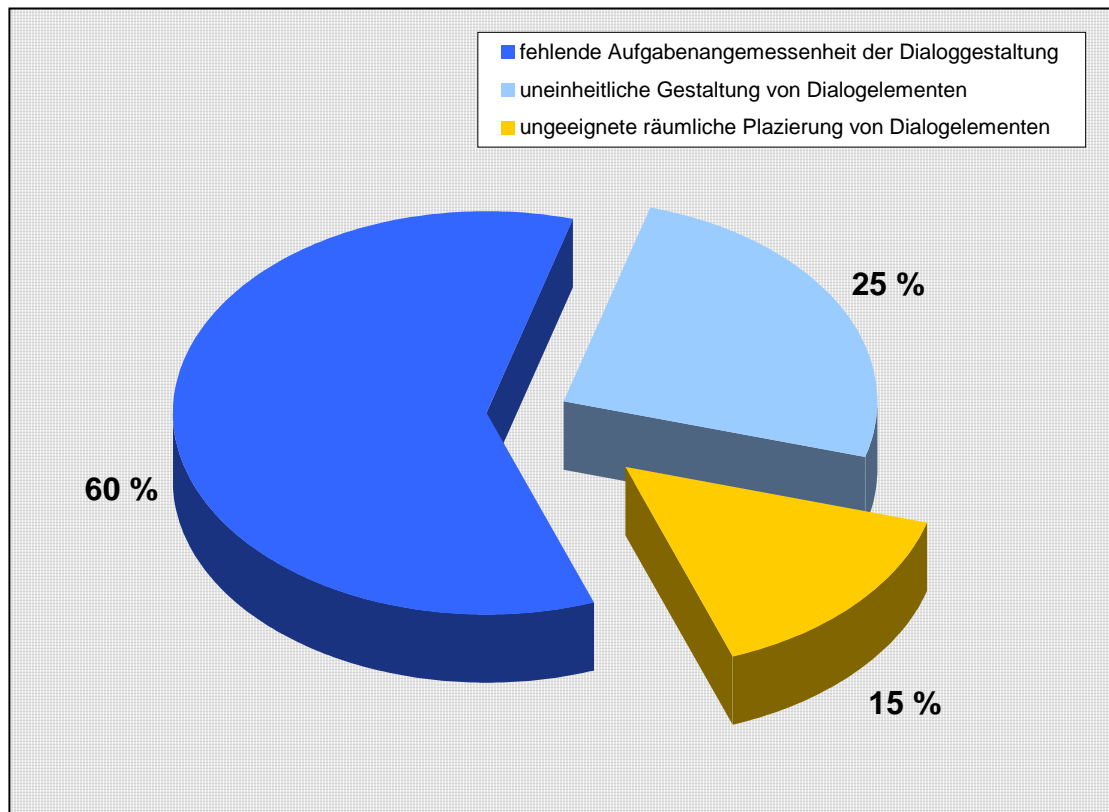


Abbildung 42: Ursachen von Benutzerproblemen

¹⁷⁰ Vgl. System Concept Ltd., November 1998, URL: <http://www.system-concept.com/articles/gui.html>

7. Diskussion

Schätzungen zufolge geht in Deutschland rund 20 Prozent der Wochenarbeitszeit am Computer aufgrund von Benutzungsproblemen verloren.¹⁷¹

Entsprechend dieser Aussage und aufgrund eigener Erfahrungen mit der komplexen und umständlichen Bedienung verschiedenster Softwareprogramme entstand die Idee dieser Arbeit, sich mit den Anforderungen für ein ergonomisches Design von Benutzeroberflächen zu beschäftigen. Da die meisten Ärzte in der Regel keine Computerspezialisten sind, bestand der Bedarf nach ergonomischen Softwaresystemen mit einfacher Handhabung und Benutzerführung. Hauptthematik der Dissertation war somit die Klärung der Frage, inwieweit durch konsequente Anwendung ergonomischer Richtlinien Benutzeroberflächen für medizinische Computersysteme geschaffen oder verbessert werden können, deren Konzeption, Gestaltung und Funktionalität den Erfordernissen einer intuitiven Bedienung durch Ärzte gerecht werden.

Ziel dieser Dissertation war es, die bereits existierende Benutzeroberfläche von TOXINFO-1 und den Prototypen von TOXINFO-2 unter ergonomischen Richtlinien kritisch zu bewerten. Es sollte überprüft werden, ob die Giftdatensysteme den Erfordernissen einer intuitiven Bedienung von Seiten der Ärzte gerecht werden.

Außerdem wurde das digitale Lehrbuch ODITEB einer ergonomischen Analyse (vom Screendesign bis zur Gestaltung der Buttons und Navigationsfunktionen) unterzogen und anhand von zwei Fragebögen an einer Studentens Stichprobe evaluiert.

Hierzu wurden zunächst die seit Ende der 80er Jahre im Rahmen der nationalen und internationalen Normung im Bereich der Softwareergonomie existierenden allgemeingültigen und herstellerunabhängigen Richtlinien und Empfehlungen (DIN 66234 und ISO 9241) zur Modellierung von interaktiven Benutzeroberflächen verwendet. Ebenso wurden Richtlinien aus der Farbenlehre und Iconic herangezogen und die theoretischen Bearbeitungszeiten bei der Suche nach Giftdaten mit dem Keystroke-Modell errechnet.

Es ist jedoch kritisch anzumerken, dass die Orientierung an diesen ergonomischen Gestaltungsgrundsätzen nicht unproblematisch ist. „Ergonomische Gestaltungsmaßnahmen sind streng genommen nicht logisch richtig oder falsch, sondern

¹⁷¹ Vgl. Geis, Hartwig, 1998, S. 168ff.

angemessen.“¹⁷² So fällt beim Lesen der DIN 66 234 und ISO 9241 auf, dass viele Bewertungskriterien bewusst allgemein und vage gehalten wurden, so dass für die Entwickler entsprechender Gestaltungsspielraum besteht.¹⁷³ Diese gestalterischen Freiheiten sind zwar auf der einen Seite positiv zu bewerten, da man somit den Entwicklern die Möglichkeit gegeben hat, auch über die Ideen der DIN-Norm hinauszugehen und Benutzeroberflächen im Sinne der Ergonomie weiter zu optimieren. Auf der anderen Seite bleiben wiederum zu viele Interpretationsmöglichkeiten aufgrund der technologieneutralen Formulierung der einzelnen Grundsätze.

Es stellt sich grundsätzlich heraus, dass viele Regeln weiter konkretisiert und mit Beispielen verdeutlicht werden müssen. Dies ist leicht nachzuvollziehen, wenn man berücksichtigt, dass die Abfassung dieser Normen einen breiten Konsens verschiedener Länder und Interessengruppen widerspiegelt und eine weitgehend technologieneutrale Gültigkeit voraussetzt.¹⁷⁴

Einer der wichtigsten Kritikpunkte an diesen ergonomischen Normen besteht schließlich darin, dass es nach wie vor keine geeigneten Prüfverfahren bezüglich der Einhaltung dieser Leitsätze gibt. Aus diesem Grund findet sich auch noch keine Möglichkeit, für eine ergonomische Gestaltung einer Benutzerschnittstelle eine „echte“ Prüfplakette oder ähnliches zu vergeben.¹⁷⁵ Zum anderen ist seit vielen Jahren keine Überarbeitung dieser DIN-Normen mehr erfolgt, obwohl sich der „Stand der Dinge“ gerade im Bereich der Hardware- und Softwareindustrie ständig ändert. Dennoch waren zusammenfassend betrachtet die ergonomischen Richtlinien für die Bewertung der Benutzeroberflächen von TOXINFO-1 und ODITEB sinnvoll und hilfreich, da sie Schwächen im Detail aufzeigten, wie es sich beispielsweise beim Prinzip der *Adaptivität* der Benutzeroberflächen beider Projekte oder beim Prinzip der *Fehlerrobustheit* im Falle von ODITEB zeigte.

Im Folgenden werden die einzelnen Ergebnisse der Projekte TOXINFO-1 und ODITEB getrennt voneinander kritisch diskutiert, da die Schwerpunkte der Ergonomie je nach Projekt unterschiedlich gelegt wurden.

So wurde von Seiten der Beratungsärzte im Giftnotruf München im Falle des dort eingesetzten Giftinformationssystems TOXINFO-1 die höchste Priorität auf eine

¹⁷² Wandmacher, 1993, S. 61

¹⁷³ Vgl. Wandmacher, S. 189

¹⁷⁴ Fähnrich, 1996, S. 100

¹⁷⁵ Vgl. Wandmacher, 1993, S. 57

effiziente und insbesondere schnelle Schlagwortsuche gelegt, um weniger Zeit mit der Bedienung des Computers und mehr Zeit für die eigentliche Beratungsarbeit aufwenden zu können. Um das bereits eingesetzte Datenbanksystem TOXINFO-1 hinsichtlich dieser Kriterien zu beurteilen, wurde das Keystroke-Modell als Methode zur zeitlichen Vorhersage von Bearbeitungszeiten verwendet. Dieses Modell soll letztlich die Funktionalität und Effizienz einer Benutzeroberfläche widerspiegeln, denn gerade für ein ärztliches Beratungsgespräch ist eine schnelle Information über das entsprechende „Gift“ unentbehrlich. Die Abschätzung der zeitlichen Bearbeitungszeiten ist auch für die Beurteilung der Effizienz als ein Aspekt der *Aufgabenangemessenheit* einer Benutzeroberfläche relevant.¹⁷⁶ Die Keystroke-Modellierung leistet damit Informatikern schon bei der Entwicklung der Oberflächengestaltung einen wertvollen Beitrag, um ineffiziente Methoden der Bedienung und fehlerhafte Integration von Funktionen frühzeitig zu erkennen und zu eliminieren.

Es zeigte sich, dass die „alte“ Benutzeroberfläche TOXINFO-1 dem Aspekt der *Aufgabenangemessenheit* in höchstem Maße gerecht wurde, wie die Ergebnisse des zeitlichen Performancevergleiches zwischen TOXINFO-1 und TOXINFO-2 klar bewiesen haben. Die Anwendung des Keystroke-Modells an TOXINFO-1 und TOXINFO-2 ergab insgesamt einen deutlichen zeitlichen Vorteil von über drei Sekunden zugunsten von TOXINFO-1. Dieser auch für die Praxis relevante zeitliche Gewinn kommt insbesondere deshalb zustande, da die Benutzeroberfläche von TOXINFO-1 komplett über die Tastatur bedienbar ist. Im Gegensatz zu TOXINFO-2 wurde bei TOXINFO-1 auf den Einsatz einer Maus verzichtet, da dies einen häufigen Wechsel des Eingabegerätes erfordert. So ergeben sich hier keine Zeitverluste für den Wechsel der Hände von der Tastatur zur Maus und umgekehrt. Die meisten aktuellen Benutzeroberflächen mit integrierter Datenbanksuche verwenden hingegen eine Kombination von Tastatur und Mauseingaben, was einen zeitlichen Mehraufwand erfordert und somit im Sinne der ergonomischen Richtlinien einen Nachteil darstellt.

Anders ausgedrückt, bedeutet dieses Ergebnis, dass die Bedienung des „alten“ TOXINFO-1 bereits in hervorragend einfacher Art und Weise gelöst wurde. Eine Optimierung in Form einer Anlehnung an die Bedienung der heutigen Vorbilder von Benutzeroberflächen kann auch ein ergonomischer Rückschritt sein, wie dieses Beispiel eindrucksvoll demonstriert. Hinzu kommt, dass bei der Sucharbeit in TOXINFO-2 aufgrund der Anbindung an das Intra- und Internet und wegen des erhöhten Ressourcenverbrauchs deutlich längere Systemantwortzeiten entstehen, die die Schlagwortsuche zeitlich entscheidend verlängern.

¹⁷⁶ Vgl. Wandmacher, 1993, S. 133

Bei näherer Gesamtbetrachtung des Keystroke-Modells fallen dennoch einige Aspekte auf, die kritisch beleuchtet werden müssen. So berücksichtigt dieses Modell lediglich die „mechanischen“ Operatorzeiten, ohne auf die wahrnehmungspsychologischen Gesichtspunkte der Kognitionswissenschaft einzugehen. So wird beispielsweise die Möglichkeit einer zusätzlichen kognitiven Belastung durch Informationsüberflutung auf der Benutzeroberfläche außer Acht gelassen. Aber gerade dies könnte aufgrund der nicht eingehaltenen Konsistenz in Farbgebung, Struktur und Anordnung der einzelnen Kapitel von TOXINFO-1 eintreten, wie die Ergebnisse der ergonomischen Bewertung zeigen. In diesem Punkt erfüllt TOXINFO-1 nicht die Anforderungen an ein modernes Benutzerinterface. Dagegen zeigt TOXINFO-2 hier die Vorteile der nach ergonomischen Gesichtspunkten optimierten Farbgestaltung und Strukturierung der Bildschirminhalte. Aber auch der Prototyp von TOXINFO-2 ist dahingehend verbesserungswürdig, dass der „falsch“ gewählte Abstraktionsgrad der verwendeten Icons zu mancher Fehlinterpretation durch neue Benutzer führen kann und somit mentalen Mehraufwand erfordert. Insgesamt wird bei der Evaluation beider Benutzeroberflächen deutlich, dass der Bedeutung des cognitive overloads als Resultat einer Informationsüberflutung zu wenig Beachtung geschenkt wurde. Die Erledigung der eigentlichen Arbeit, nämlich eine datenbankgestützte effiziente ärztliche Beratung, ist nur dann möglich, wenn die kognitive Belastung des Beratungsarztes durch die Gestaltung der Benutzeroberfläche so gering wie möglich gehalten werden kann. Es besteht bei beiden Benutzeroberflächen diesbezüglich noch Verbesserungspotential.

Kritisch beleuchtet werden muss auch die sehr zeitintensive Arbeit der Modellierung einzelner Arbeitsprozesse im Giftinformationszentrum München. Das Ergebnis in Form von Prozessdiagrammen (siehe Anhang) hatte es auf der einen Seite dem Projektteam ermöglicht, die Arbeitsschritte in einer Giftinformationszentrale zu verstehen und nachzuvollziehen. Denn gerade das Verständnis dieser Arbeitsprozesse war notwendig für die weitere Umsetzung eines praxisorientierten Giftinformationssystems wie TOXINFO-2 und musste vorhanden sein, bevor überhaupt mit Design, Struktur und Gestaltung der neuen Benutzeroberfläche begonnen werden konnte. Die in Zusammenarbeit des Projektteams modellierte Istanalyse des Giftinformationsnotrufes München hatte sich insofern als wertvolles Mittel zur Klärung der Projektausgangslage und bei der Bildung einer Teamidentität erwiesen.

Die Prozessmodelle konnten allerdings nicht wie erhofft vollends in die Systementwicklung einfließen. Hierfür gab es mehrere Gründe. Zum einen war eine

völlige Neuentwicklung einer Datenbank aufgrund der bereits existierenden und erfolgreich eingesetzten Datenbank TOXINFO-1 nicht notwendig. Die entsprechenden Abläufe der eigentlichen Sucharbeit vor Ort waren insofern bereits in TOXINFO-1 abgebildet. Zum anderen hatte jeder Beratungsarzt seine eigenen individuellen Vorlieben bei der Suche nach speziellen Giftinformationen zur ärztlichen Beratung, so dass hier den eigenen Gewohnheiten Vorrang gegeben wurde. Dies ließ sich nur unzureichend in den Prozessmodellen darstellen und man hätte eine adaptive Benutzeroberfläche entwickeln müssen, die an jeden Benutzer individuell anpassbar sein müsste. Dieser Aufwand wäre aber wahrscheinlich weder zeitlich noch technisch realisierbar gewesen. Darüber hinaus bestand bereits eine hohe Akzeptanz für das bestehende Giftinformationssystem TOXINFO-1 aufgrund seiner großen Datenmenge und des schnellen Zugriffes auf die jeweilige Information. Die genannten ergonomischen Nachteile wurden aufgrund der ansonsten schnellen und einfachen Bedienung in Kauf genommen, einer Neuentwicklung in Form von TOXINFO-2 standen die Beratungsärzte deshalb kritisch gegenüber. Somit muss der doch hohe Zeitaufwand für die Prozessmodellierung bei vorher nicht klar definierten Anforderungen an die Software bei zukünftigen Systementwicklungen in Frage gestellt werden. Möglicherweise würden größere Softwareprojekte für eine entsprechend große Benutzeranzahl diesen Aufwand rechtfertigen.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass bereits die Benutzeroberfläche von TOXINFO-1 den Anforderungen der Ärzte als schnelle und einfach zu bedienende Suchmaschine in den meisten Punkten gerecht wird.

Die ultimative Forderung zur Einhaltung von Software-Guidelines zur Gestaltung von Benutzeroberflächen als „*Conditio sine qua non*“ ist in dem gezeigten Beispiel nicht sinnvoll, sie muss vielmehr in Abhängigkeit an die Forderungen und Wünsche der jeweiligen Zielgruppe betrachtet werden.¹⁷⁷ Die Akzeptanz wie beispielsweise im Fall von TOXINFO-2 müsste nur unter wenigen spezialisierten Benutzern vorhanden sein, da es sich hierbei nicht um eine kommerzielle Software handelt und somit die Benutzeroberfläche den allgemeinen Forderungen für ein kommerzielles Massenprodukt als Verkaufsargument nicht unbedingt entsprechen muss.

Dagegen besaß im Pilotprojekt ODITEB die Gestaltung und Evaluierung eines einheitlichen und intuitiv zu bedienenden User Interface hohen Stellenwert in Hinblick auf die häufige Benutzung durch eine Vielzahl von Medizin- und Informatikstudenten.

¹⁷⁷ Vgl. Niederst, 2002, S. 14

Im Gegensatz zu TOXINFO-2, das als spezielle Datenbankumgebung für nur wenige Giftberatungsärzte entwickelt wurde und nur den einzelnen Wünschen dieser Experten entsprechen musste, stellt ODITEB eine vom Entwicklungsansatz betrachtet „kommerzielle Software“ für einen breiteren Massenmarkt dar.

Zunächst war eine Analyse der Vor- und Nachteile eines gedruckten Buches im Vergleich zu einem digitalen Medium vor Beginn der Entwicklungsarbeiten zu ODITEB sinnvoll und notwendig, um die aufgezeigten Nachteile des „neuen“ Mediums möglichst zu minimieren und das digitale Lehrbuch nicht am Bedarf des Studenten und dessen Kenntnissen vorbei zu entwickeln. Dieses Vorgehen hatte sich auch in der Praxis bestätigt und führte zur Vermeidung von frühen Designfehlern.

Aufgrund verschiedenster Design-Techniken und unterschiedlicher Browserunterstützung wurde im Laufe der letzten Jahre im WWW ein „buntes“ und völlig willkürliches Oberflächendesign entwickelt. Die Oberflächengestaltung der WWW-Seiten unterlag dem jeweiligen Informatiker, und damit allein seinen Vorlieben und seinem Geschmack.¹⁷⁸ Dabei gelten für die Gestaltung einer effizienten WWW-Benutzeroberfläche dieselben Evaluierungsnormen und Guidelines der Software-Ergonomie wie für traditionelle Softwareoberflächen, da benutzergerechte Softwaregestaltung mehr als bloße Oberflächenmaniküre ist.¹⁷⁹

Bei ODITEB wurde dagegen die Mehrzahl der Grundsätze der ergonomischen Richtlinien erfüllt. Den Anforderungen an eine möglichst einfache und logische Bedienung von ODITEB wurde weitgehend entsprochen. Verbesserungspotential ist dennoch im Bereich der Arbeitsgeschwindigkeit und Stabilität der Anwendung zu sehen. Dies bestätigte auch die Befragung der Studentenchprobe mittels zweier Fragebögen. Hierbei wurden mehrfach die hohen Ladezeiten des JAVA-Applets im Internet bemängelt und die erhöhte Absturzquote in Abhängigkeit des verwendeten Computersystems.¹⁸⁰

Insgesamt ließe sich die Fehlerrobustheit durch eine Definition von Mindestanforderungen an die Computerhardware und durch weitere Systemoptimierungen von ODITEB deutlich erhöhen.¹⁸¹ Beispielsweise führt eine

¹⁷⁸ Vgl. Thissen, 2001, S. 74ff.

¹⁷⁹ Vgl. Geis, Hartwig, 1998, S. 168ff.

¹⁸⁰ Vgl. Beier, 2002, S. 23

¹⁸¹ Vgl. Nielsen, 2001, S. 42

eigenständige CDROM-Version zu einer Unabhängigkeit vom Internetzugang und der Bandbreite der Verbindung. Bei einem Redesign von ODITEB könnte auch ein Kompressionsverfahren zum Einsatz kommen bei Verzicht auf die Originaldaten und somit bei geringfügig niedrigerer Qualität der Bilddateien.

Der Aufwand beim Design einer klaren und strukturierten Benutzeroberfläche nach ergonomischen Gesichtspunkten wurde durch die positiven Ergebnisse der Evaluation letztlich gerechtfertigt.¹⁸²

Die Auswertung der Ergebnisse über das Internet-Lehrbuch ODITEB ergab summa summarum ein *gutes* Gesamtergebnis, so dass man mit der Erfüllung der Anforderungen besonders hinsichtlich der Benutzeroberfläche zufrieden sein kann. Insbesondere empfanden über 80% der Studenten die linksstehende Navigationsleiste als selbsterklärend, so dass eine intuitive und logische Bedienung möglich war.

Es zeigte sich aber auch, dass viele Studenten ihre verinnerlichteten Gewohnheiten im Sinne der Verwendung des Vor/Zurück-Buttons des Internet-Browsers auch innerhalb der ODITEB-Anwendung nicht aufgaben, was erst durch die Evaluation augenscheinlich wurde. Gerade hierbei gab es aber Probleme mit der Benutzeroberfläche und dem Java-Applets, die sich wiederum in Abstürzen der Anwendung widerspiegelten.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Benutzeroberfläche von ODITEB die Forderungen nach einer intuitiven Handhabung und Bedienung gemäß den ergonomischen Richtlinien erfüllt.¹⁸³

Insgesamt stellt sich abschließend in Zeiten der explosionsartig wachsenden Kosten im Gesundheitssystem und der von Seiten der Politik und der Krankenkassen unternommenen Gegenmaßnahmen zum Dämpfen dieser Kosten die Frage, inwieweit moderne Informationssysteme wie TOXINFO-2 und ODITEB nicht nur zur Qualitätssteigerung in Forschung und Lehre der Medizin beitragen, sondern auch hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit und Kostensenkung im Gesundheitssystem ihren Beitrag leisten können.¹⁸⁴

¹⁸² Vgl. Thenner, 2000, S. 69 ff.

¹⁸³ Vgl. Schweibenz, 2002, S.12 ff.

¹⁸⁴ Vgl. Berger, 1998, URL: www.rberger.de

8. Zusammenfassung

Computersysteme sind heutzutage in vielen medizinischen Bereichen unentbehrlich. Allerdings ist häufig die Benutzung dieser Computersysteme sehr komplex und unübersichtlich, so dass sie für viele Ärzte mit Problemen verbunden ist. Um den Umgang mit der Software zu beherrschen, ist meistens ein großer Zeitaufwand zur Einarbeitung erforderlich.

Da die meisten Ärzte in der Regel keine Computerspezialisten sind, besteht der Bedarf nach ergonomischen Softwaresystemen mit einfacher Handhabung und Benutzerführung. Hauptthematik der Dissertation war somit die Klärung der Frage, inwieweit durch konsequente Anwendung ergonomischer Richtlinien Benutzeroberflächen für medizinische Computersysteme geschaffen oder verbessert werden können, deren Konzeption, Gestaltung und Funktionalität den Erfordernissen einer intuitiven Bedienung durch Ärzte gerecht werden.

Hierzu wurden im Rahmen der Projekte TOXINFO - einer Datenbank zur Recherche von Giftinformationen - und ODITEB - einem neuen WWW-basierten, digitalen Lehrbuch für die Tumordiagnostik des Gastrointestinaltrakts - die jeweiligen Benutzeroberflächen einer ergonomischen Analyse anhand von existierenden allgemeingültigen und herstellerunabhängigen Richtlinien (DIN 66234 und ISO 9241), Methoden aus der Farbenlehre und Iconic, sowie dem Keystroke-Modell (Berechnungsmethode von Bearbeitungszeiten an der Benutzeroberfläche) unterzogen. Das neu entwickelte Bedienungskonzept und das Design der Benutzeroberfläche von ODITEB wurden darüber hinaus anhand von Fragebögen an einer studentischen Stichprobe evaluiert.

Als Ergebnis im Projekt TOXINFO lässt sich festhalten, dass die Bedienung von TOXINFO-1 bereits in hervorragend einfacher und funktioneller Art und Weise gelöst wurde. Im Rahmen der Neuentwicklung TOXINFO-2 würde sich durch die kombinierte Benutzung von Tastatur und Maus die Schlagwortsuche nach der Keystroke-Berechnung um über drei Sekunden verlängern, was einen ergonomischen Rückschritt darstellt.

Dagegen erfüllt TOXINFO-1 nicht die ergonomischen Anforderungen an eine moderne Benutzeroberfläche aufgrund der nicht eingehaltenen Konsistenz in Farbgebung, Layout und Struktur der Benutzeroberfläche.

Hier zeigt TOXINFO-2 deutliche Vorteile mit einer optimierten Farbgestaltung und Strukturierung der Bildschirminhalte. Aber auch der Prototyp von TOXINFO-2 ist

dahingehend verbesserungswürdig, dass der „falsch“ gewählte Abstraktionsgrad der verwendeten Icons zu Fehlinterpretationen mancher Benutzer führen kann.

Es besteht bei beiden Benutzeroberflächen diesbezüglich noch Verbesserungspotential, um die kognitive Belastung des Benutzers so gering wie möglich zu halten und die Gefahr eines cognitive overloads als Resultat einer Informationsüberflutung zu vermeiden.

Im Projekt ODITEB lässt sich feststellen, dass die neu entwickelte Benutzeroberfläche die Forderungen nach einer intuitiven Handhabung und Bedienung gemäß den ergonomischen Richtlinien erfüllt. Das zeigen auch die Ergebnisse der Evaluation, die summa summarum ein gutes Gesamtergebnis für die Anwendung ergab. Verbesserungspotential ist dennoch im Bereich der Arbeitsgeschwindigkeit und Stabilität der Anwendung zu sehen.

Insgesamt ist die ultimative Forderung zur Einhaltung von Software-Guidelines bei der Gestaltung von Benutzeroberflächen als „Conditio sine qua non“ nicht sinnvoll, sie sollte vielmehr in Abhängigkeit an die Forderungen und Wünsche der jeweiligen Zielgruppe betrachtet werden. Im Fall von TOXINFO muss eine Akzeptanz nur unter wenigen spezialisierten Benutzern vorhanden sein, da es sich hierbei nicht um eine kommerzielle Software handelt und nur den einzelnen Wünschen dieser Experten entsprechen werden muss. Hier lag die Priorität deutlich auf eine schnelle Bedienung. Bei ODITEB sollten dagegen aufgrund der häufigen Benutzung durch eine Vielzahl von Medizin- und Informatikstudenten alle ergonomischen Gesichtspunkte wie bei kommerziellen Produkten erfüllt sein.

Summary

Today Computer systems are indispensable in many medical areas. In a lot of cases the usage of applications is quite complicated and challenging, which causes problems for medical staff. For getting used with the new application it takes often a lot of time.

Due to the fact that doctors are mostly not computer specialists, there is a requirement for developing new applications under consideration of ergonomical factors, which gives the end user a tool easy to use. The key question of this work is to analyse if applications, where the concept and realisation is developed under strict consideration of ergonomical factors, will be used "intuitively".

The investigation was done on two projects TOXINFO, a database with medical information about poisons and ODITEB, a distributed case-based Internet textbook for tumor diagnosis. The user interface of both systems was analysed based on general, standardised and ergonomical guidelines (DIN 66234 and ISO 9241), methods for the usage of colours and iconic and the keystroke-level model (calculation model for user performance time with interactive systems). The new developed concept and design of the user interface ODITEB was additionally evaluated by questionnaires to students.

The result of the investigation showed that the user interface of TOXINFO-1, the database which should have been replaced by TOXINFO-2, was built quite efficient due to its simple and easy way to use. During the realisation of the prototype of TOXINFO-2 the Keystroke-Calculation showed that the combination of using both the keyboard and the mouse requires more than 3 seconds compared to TOXINFO-1, where the usage was based only on the keyboard. From an ergonomical perspective this is a step backwards.

Nevertheless TOXINFO-1 shows weaknesses in the ergonomical area of colours, which are not used consequently and the inconsistent structure. Therefore it does not hit the requirements of a modern user interface. In these areas TOXINFO-2 shows huge improvements regarding the use of colours and the structure of the screen content. Nevertheless also the prototype of TOXINFO 2 has areas for improvement. The used icons were so high-level abstracted chosen that this could lead to mental confusion. In both applications improvements have to take place for developing a state of the art user interface, which does not lead to a cognitive overload to the end user.

On the other side the project ODITEB was a great success. The new application was easy and intuitively to use and fulfilled all the ergonomical requirements. Especially the layout, the structure of the content and the icons were self-explaining and thus the application gave the students an exciting alternative for getting prepared practically. This was also verified by the evaluation of the questionnaires where the students gave mainly positive feedback. However there are still some minor areas for improvement like the stability and performance of the system.

Altogether it has to be mentioned that software engineering should not always consider software guidelines as “*Conditio sine qua non*” for the development of user interfaces, it is necessary to develop them customer driven. TOXINFO for example has only to take into account the requirements of a small number of end users, because it is not developed for commercial purpose. The main priority of TOXINFO was the easy and quick access. Otherwise ODITEB is made for the commercial market with target groups like medical and software engineering students and has to be developed under strict consideration of ergonomical guidelines.

9. Danksagung

Am Ende meiner Dissertation bedanke ich mich bei allen, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Meinem Doktorvater, Herrn Prof. Dr. A. Neiß danke ich für die Annahme des Themas und die Möglichkeit im Projektteam von TOXINFO und ODITEB am Institut für medizinische Statistik und Epidemiologie (IMSE) wissenschaftlich zu arbeiten.

Mein herzlicher Dank gilt PD Dr. A. Horsch am IMSE für die Vergabe dieses interessanten Themas, seiner hervorragenden Betreuung und fortwährenden Motivation. Er hat mich jahrelang betreut und stand mir jederzeit mit Rat und Tat zur Seite.

Für die Unterstützung bei meiner Arbeit danken möchte ich auch dem Projektteam TOXINFO, namentlich C. Marsan und V. Peters, sowie M. Ganzert für die intensive Einführung in die Datenbank und den Beratungsärzten des Giftinformationszentrums.

Ebenso bedanke ich mich bei den Mitarbeitern des ODITEB-Teams, namentlich C. Fessel, H. Ahlbrink, T. Liß und T. Balbach für die Zusammenarbeit und Teamfähigkeit.

Mein besonderer Dank geht auch an V. Thurner vom Lehrstuhl für Informatik von Prof. Broy für die Hilfe bei der technischen Realisation der Prozessdiagramme und an Herrn M. Scholz vom IMSE für die fachkundige statistische Beratung.

Dem Informatiker A. Demiris vom Institut für Informatik in Heidelberg danke ich für die Zusammenstellung der Literatur und die persönliche Beratung.

Außerdem bedanke ich mich bei C. Nätscher und H. Sussmann vom IMSE für ihre kompetente Hilfe bei der Fertigstellung der Arbeit.

Mein letzter und zugleich herzlichster Dank geht an meine Familie, die während des Entstehens dieser Dissertation sehr viel Geduld und menschliche Unterstützung aufgebracht hat.

10. Literaturverzeichnis

Apple Computer, Inc.: Macintosh Human Interface Guidelines. Reading, Mass., Addison-Wesley, 1992

Balzert, H.: Forschungsbericht: Gestaltungsziele in der Software-Ergonomie. WISDOM-Verbundprojekt, Triumph-Adler AG, 1986

Beier, M., von Gizycki, V.: Usability. Nutzerfreundliches Webdesign. Springer-Verlag, Berlin, 2002

Beimel, J., Schindler, R., Wandke, H.: Ergonomic requirements for office work with visual display terminals. Understanding and Acceptance of the first Draft International Standard ISO 9241 Part 10: Dialogue principles. Humboldt Universität Berlin, Institut für angewandte Psychologie, 1992

Berger, R.: Telematik im Gesundheitswesen – Perspektiven der Telemedizin in Deutschland. Januar 1998, URL: www.rberger.de

Bias, R.: A place at the table. In: Bias, R., Mayhew, D.: Cost-Justifying Usability. Academic Press, Boston, 2000, S.329-326

Blüm, N., ehemaliger Bundesminister für Arbeit und Sozialordnung. Vorwort in: Der Bildschirm-Arbeitsplatz, die neue Bildschirmarbeitsverordnung in der Praxis. BGBl I 1997

Bolt, R.A.: The Human Interface. Where People and Computer Meet. Lifetime Learning. Belmont, California, 1984

Borälv, E.: Helios Style Guide. Centre for Human Computer Studies, University of Uppsala, Sweden, mbi Technical Report 62, 1994

Broadbent, D.E.: Perception and Communication. Pergamon Press, London, 1958

Brors, D., Gema, R., Kurzidim, M.: Low-Budget-Büro – Datenbanken. c` t 8/99, Verlag Hans Heise GmbH & Co KG, 1999, S.113

Brown, J.R., Cunningham, S.: Processing the User Interface. Wiley, New York, 1989

Bundesregierung: "Info 2000" - Der Bericht der Bundesregierung. Kapitel Gesundheitsvorsorge und -versorgung. Bonn, 1997

Card, S.K., Moran, T.P., Newell, A.: The keystroke-level model for user performance time with interactive systems. 1980, Communication of the ACM, 23, S.396-410

Card, S.K., Moran, T.P., Newell, A.: The psychology of human-computer interaction. Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates, 1983

Christ, R.E.: Review and Analysis of Color Coding Research for Visual Displays. In: Human Factors, Vol. 17 (6), 1975, S.542-570

- DeMarco, T: Structured Analysis and System Specification. Prentice Hall International Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1993
- DIN 66234: Grundsätze ergonomischer Dialoggestaltung. Beuth-Verlag, Berlin, 1988
- Dounavis P., Karistinou E., Diomidus M., Mantas J.: Using World Wide Web technology for educating Students in the Health Care Sector. In: Pappas C., Maglavera N., Scherrer J.-R.: Medical Informatics Europe '97. Amsterdam, IOS Press, 1997, S.686-690
- dtv-Lexikon, F.A. Brockhaus GmbH, Mannheim, 1997
- Eason, K. D.: Towards the Experimental Study of Usability. Behaviour and Information Technology. 3:2, 1984, S.133-143
- Eberleh, E., Oberquelle, H., Oppermann, R.: Einführung in die Software-Ergonomie. Walter de Gruyter Verlag, Berlin - New York, 2. Aufl., 1994
- Englisch, J.: Ergonomie von Softwareprodukten. Methodische Entwicklung von Softwareprodukten. Wissenschaftsverlag, Mannheim, 1993
- Fährnich, K.P., Janssen, C., Groh, G.: Werkzeuge zur Entwicklung graphischer Benutzungsschnittstellen. In: Handbuch der Informatik. Bd. 5.7., Oldenbourg Verlag, München – Wien, 1996
- Floyd, C.: STEPS – eine Orientierung der Softwaretechnik auf sozialverträgliche Technikgestaltung. Informatik Forum 2, 1987, S.40-45
- Floyd, C., Krabbel, A., Ratuski, S., Wetzel, I.: Zur Evolution der evolutorischen Systementwicklung: Erfahrungen aus einem Krankenhausprojekt. Informatik-Spektrum 20, 1997, S.13-20
- Frutiger, A.: Signs and Symbols: Their Design and Meaning. Van Nostrand Reinhold, New York, 1989 zitiert nach: Mullet, K., Sano, D.: Designing Visual Interfaces. SunSoft Press, Englewood Cliffs, 1995, S. 169
- Geis, T.; Hartwig, R.: Auf die Finger geschaut - Neue ISO-Norm für benutzergerechte interaktive Systeme. c't 14/98, Verlag Hans Heise GmbH & Co KG, 1998, S.168-171
- Goethe, J. W.: Goethes Gespräche. 1749-1805 Band I, dtv-Verlag, 1998
- Greutmann, Th., Ackermann, D.: Zielkonflikte bei Software-Gestaltungskriterien. Proceeding Software Ergonomie '89, ACM, Teubner Verlag, Stuttgart, 1989, S. 144-152
- Grohmann, U., Böger, S., Ishig, A.: Begleitende softwareergonomische Evaluation eines Pflegedokumentationsprogrammes in der Prototypingphase, Forum der Medizinischen Informatik 4/98, 1998, S.21.
- Grosu, R., Rumpe, B., Klein, C.: Enhancing the SYSLAB System Model with State. Technical Report TUM-I9631. Technische Universität München, 1996
- Harslem, E., Smith, D.: Designing the Star User Interface. In: Byte (4), 1982, S.242-282

Hebb, D.O.: The Organisation of Behaviour. Wiley, New York, 1949

Herczeg, M.: Eine objektorientierte Architektur für wissensbasierte Benutzerschnittstellen. Dissertation, Fakultät Mathematik und Informatik der Universität Stuttgart, 1986

Herczeg, M.: Software-Ergonomie. Grundlagen der Mensch-Computer - Kommunikation. Addison-Wesley Publishing Company, Bonn – Paris, 1994

Holl, F.: Informations- und Kommunikationstechnik. Basiswissen für Arbeitnehmer. Band 1: Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine, Software, Bund, Köln, 1989, S.42

IBM Corp.: SAA/CUA Advanced Interface Design Guide, IBM Report SC26-4582-0, Boca Raton Florida, 1989

ISO 9241: Ergonomic requirements for office work with visual display terminals. Eleven Cambridge Center, Cambridge, MA 02142, 1993

Jones, R.B., Navin, L.M., Barrie, J., Hillan, E., Kinane, D.: Computer literacy among medical, nursing, dental and veterinary undergraduates. Medical Education 25(3), 1991, S.191-195

Jüptner, H.: Stand der europäischen und internationalen Normung im Bereich der Ergonomie. Zeitschrift für Arbeitswissenschaft, 45 (17 NF) Jahrg., 1991, S.213-215

Kantorowitz, E., Sudarsky, O.: The Adaptable User Interface. Communication of the ACM, Vol.32, No. 11, 1989, S.1352-1358

Kaufmann, G.W.: Radiologie. Urban & Fischer Verlag, München, 1. Auflage, 1995

Koch, M., Reiterer, H., Min Tjoa, M.: Software-Ergonomie. Gestaltung von EDV-Systemen - Kriterien, Methoden und Werkzeuge. Springer-Verlag, Wien - New York, 1991

Kokoschka, S.: Visuelle Leistung am Bildschirmarbeitsplatz in Abhängigkeit von der Zeichenfarbe. Die Farbe 29 (1), 1981, S.8-16

Koslowski, K.: Unterstützung von partizipativer Systementwicklung durch Methoden des Software Engineering. GMD Arbeitspapier 242, Bonn, 1987

Lackes, R.: Die Berücksichtigung softwareergonomischer Aspekte in EDV-Arbeitssystemen. Zeitschrift für Arbeitswissenschaft, 45 (17 NF) Jahrg., 1991, S.135-145

Lissner, J.: Radiologie. Lehrbuch für den 1. klinischen Studienabschnitt. Enke Verlag, Stuttgart, 1992

- Martin, D.: Book Design. Van Nostrand Reinhold, New York, 1989 zitiert nach: Mullet, K., Sano, D.: Designing Visual Interfaces. SunSoft Press, Englewood Cliffs, 1995, S.248
- Mayer, H.: Einführung in die Wahrnehmungs-, Lern- und Werbepsychologie. Edition Psychologie, Oldenbourg-Verlag, 2000
- Microsoft Corp.: The windows interface. An application design guide. Redmond, Washington, Microsoft Press, 1992
- Miller, G.A.: The Magical Number Seven, Plus or Minus Two. Some Limits on our Capacity for Processing Information. Psychological Review, Band 63 (2), 1956, S.81-97
- Moran, T.P.: The command language grammar: A representation for the user interface of interactive computer systems. International Journal of Man-Machine Studies 15, 1981, S.3-50
- Morland, D.V.: Human Factors Guidelines for Terminal Interface Design. In: Communication of the ACM. Vol.26, No.7, 1983, S.484-494
- Mullet, K., Sano, D.: Designing Visual Interfaces. SunSoft Press, Englewood Cliffs, 1995
- Nadin, M.: Interface Design and Evaluation-Semiotic Implications, in: Hartson, R., Hix, D.: Advances in Human-Computer Interaction, Volume 2, 1988, S.45-100
- Niederst, J.: Webdesign in a Nutshell. O' Reilly Verlag GmbH & Co. KG, Köln, 2002
- Nielsen, J., Tahir, M.: Homepage Usability. Markt und Technik Verlag, 2002
- Nielsen, J.: Designing Web Usability. Markt und Technik Verlag, 2001
- Nomos Management AB, International Newsletters.
URL:<http://www.nomos.se/services/usabeval.htm>, Mai 1997
- Norman, D. A.: Dinge des Alltags. Gutes Design und Psychologie. Campus, New York, 1989
- Norman, D. A.: The Psychology of Everyday Things. Basic Books, New York, 1988 zitiert nach: Mullet, K., Sano, D.: Designing Visual Interfaces. SunSoft Press, Englewood Cliffs, 1995, S. 237
- Open Software Foundation: OSF/Motif style guide release 1.2, Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice Hall, 1993
- Radetzky, A., Pretschner, D. P.: Virtuelle Realität. Forum der Medizinischen Informatik 4/98, 1998, S.13-15
- Rauterberg, M.: Der Einsatz von Farbe bei der Gestaltung von Benutzeroberflächen in der Mensch-Computer-Interaktion. Zeitschrift für Arbeitswissenschaft, 45 (17 NF) Jahrg., 1991, S.233-242

- Reitman-Olsen, J., Olsen, G.M.: The growth of cognitive modeling in human-computer interaction since GOMS. *Human-Computer Interaction*, 5, 1990, S.221-265
- Rödiger, K.-H.: Arbeitsorientierte Gestaltung von Dialogsystemen im Büro und Verwaltungsbereich. Dissertation. TU-Berlin, Berlin, 1987
- Schweibenz, W., Thissen, F.: Qualität im Web. Benutzerfreundliche Webseiten durch Usability Evaluation. Springer-Verlag, Berlin, 2003
- Schweizer, P.: Handbuch der Webgestaltung. Eine konzentrierte Einführung in professionelles Webdesign. Galileo Press, Bonn, 2002
- Shneiderman, B.: Direct Manipulation: A Step beyond Programming Languages. In: *Computer, IEEE*, Vol. 16, No.8, 1983, S.101-109
- Stary, C.: Interaktive Systeme: Softwareentwicklung und Software-Ergonomie. Friedr. Vieweg & Sohn Verlag, Braunschweig – Wiesbaden, 1994
- Stauffer, M.J.: Piktogramme für Computer: kognitive Verarbeitung, Methoden zur Produktion und Evaluation. Walter de Gruyter Verlag, Berlin, 1987
- SUN Microsystems, Inc.: OPEN LOOK Graphical User Interface application style guidelines. Reading, Mass.: Addison Wesley, 1990
- Synder H.L.: Image Quality. In: Helander, M.: *Handbook of Human-Computer Interaction*. Kap.20, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, 1988, S.437-474
- System Concept Ltd.: When GUI fail. <http://www.system-concept.com/articles/gui.html>, November 1998
- Thenner, G.: Erfolgsfaktoren user-orientierter Webseitengestaltung. In: *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, Heft 215, Jg. 37, 2000, S.69-73
- Thissen, F.: *Screen-Design-Handbuch: Effektiv informieren und kommunizieren mit Multimedia*. Springer-Verlag, Berlin, 2001
- Turner, V.: Business Process Modeling in Software Development. In: Tolvanen, J.-P., Winter, A.: *CAiSE'97 Doctoral Consortium, Fachbericht Informatik 14/97*, Universität Koblenz-Landau, Institut für Informatik, 1997, S.1-11
- Turner, V.: „Making it Their Idea“- A Case Study: Customer Participation and Commitment in BPR. In: Callaos, N., Khoong, C. M., Cohen, E.: *SCI'97: World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics*. International Institute of Informatics and Systemics IIS, Orlando, Florida, Volume 2, 1997, S.112-119
- Tufte, E.R.: *Envisioning Information*. Graphic Press, Cheshire, Connecticut, 1990, zitiert nach: Mullet, K., Sano, D.: *Designing Visual Interfaces*. SunSoft Press, Englewood Cliffs, 1995, S. 51
- Tullis, T.S.: *Screen Design.*, 1988. In: Helander, M.: *Handbook of Human-Computer Interaction*. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, 1988, S. 377-411

Urbanek, W.: Software-Ergonomie und benutzerangemessene Auswahl von Werkzeugen bei der Dialoggestaltung. Walter de Gruyter Verlag, Berlin - New York, 1991

Veen, J.: Hotwired Style: Principles for Building Smart Web Sites. Hardwired, San Francisco, Ca, 1997

Wandmacher, J.: Softwareergonomie. Walter de Gruyter Verlag, Berlin - New York, 1993

Williams, G.: The Apple Macintosh Computer. In: Byte, 1984 (2), S.30-54

Wirth, T.: Missing Links. Über gutes Webdesign. Hauser Verlag, München, 2002

Lebenslauf

Persönliche Daten

Christo Minov, geb. am 19.06.1972 in Fürstenfeldbruck

Schulbildung

1978 – 1991 Abitur, Abschlußnote 1,2

Studium

1991 – 1999 Studium der Humanmedizin, Ludwig-Maximilians-Uni. München

Praktisches Jahr

1998 – 1999 - Innere Medizin im Städt. Krankenhaus München-Schwabing
- Chirurgie im Städt. Krankenhaus München-Harlaching
- Psychiatrie in der psych. Klinik in der Nußbaumstraße, München

Dissertation

Seit 1996 Thema der Dissertation:
Spezifikation und Evaluierung der Benutzeroberflächen des digitalen medizinischen Lehrbuches ODITEB und der verteilten Datenbank TOXINFO am Klinikum rechts der Isar,
Doktorvater: PD Dr. Alexander Horsch

Arzt im Praktikum

1999 – 2000 Tätigkeit in der psychiatrischen Klinik in der Nußbaumstraße auf der Forschungsstation D1 mit Schwerpunkt Depression
Durchführung wissenschaftlicher biomedizinischer Studien u.a. im Rahmen des Kompetenznetzwerkes mit Schwerpunkt der Genetischen Forschung verschiedener Polymorphismen

Assistenzzeit

Seit 2001 Assistenzarzt in der psychiatrischen Klinik in der Nussbaumstrasse
Stationsarbeit auf der offenen Forschungsstation B2 für schizophrene Psychosen
Mitarbeit in der klinischen Forschungsgruppe *Psychopharmakologie* unter Leitung von Prof. Dr. Dr. Müller
Ambulanztätigkeit mit den Schwerpunkten Schizophrenie, Zwangsstörungen und Gilles-de-la-Tourette Syndrom
Planung und Durchführung zahlreicher Phase II-IV Studien im Bereich der klinischer Psychopharmakologie

Seit 2003 Stationsarzt auf der offenen Kriseninterventionsstation des Bezirkskrankenhauses Augsburg