

Über die Quantifizierung der beiden software-ergonomischen Richtlinien „Feedback“ und „Flexibilität“

Von **Matthias Rauterberg**

Zusammenfassung

Ausgehend von einer Analyse und Bewertung der bisher entwickelten Richtlinien- und Regelsätze für eine software-ergonomische Gestaltung von Benutzungsoberflächen (z.B. DIN 66 234, ISO 9241 Teil 10) wird die Notwendigkeit zur Ableitung möglichst quantitativer Metriken aufgezeigt. Für die Quantifizierung von software-ergonomischen Richtlinien wird zunächst ein universell anwendbares Beschreibungskonzept für Benutzungsoberflächen dargestellt. Mittels dieses Beschreibungskonzeptes können wichtige Eigenschaften von Benutzungsoberflächen definiert werden, welche die Ableitung von software-ergonomisch relevanten Metriken ermöglichen. Für die Richtlinie „Feedback“ werden zwei verschiedene quantitative Metriken hergeleitet und die zugehörigen Maße zur Beschreibung von drei verschiedenen interaktiven Systemen mit je zwei unterschiedlichen Oberflächen herangezogen. Für die Richtlinie „Flexibilität“ werden drei quantitative Metriken hergeleitet und die entsprechenden Maße ebenfalls zur Beschreibung der sechs verschiedenen Oberflächen verwendet. Die Validierung der Maße für Flexibilität erfolgt durch ein fremdes, sowie zwei eigene Vergleichsexperimente. Anhand der gefundenen Ergebnisse kann für zwei Maße der interaktiven Flexibilität ein Grenzwert angegeben werden. Erst beim Überschreiten dieses Grenzwertes läßt sich auch ein Benutzungsvorteil bei der Performanz empirisch nachweisen.

Summary

A concept to quantify different measures of user interface quality

metric / quality assurance / usability / standards / software ergonomics

The main problems of standards (e.g. DIN 66 234, ISO 9241) in the context of usability of software quality are, that they can not measure all relevant product features in a task independent way. We present a new approach to measure user interface quality in a quantitative way. First, we developed a concept to describe user interfaces on a granularity level, that is detailed enough to preserve important interface characteristics, and is general enough to cover most of known interface types. We distinguish between different types of 'interaction points'. With these kinds of interaction points we can describe several types of interfaces (CUI: command, menu, form-fill-in; GUI: desktop, direct manipulation, multimedia, etc.). We carried out two different comparative usability studies to validate our quantitative measures. The results of one other published comparative usability can be predicted. Results of six different interfaces are presented and discussed. One of the most important result is that the dialog flexibility must exceed a threshold of 15 - measured with two of our metrics - to increase significantly the usability.

1 Einleitung

„Es ist derzeit noch nicht möglich, die Erfüllung einzelner ... Leitsätze objektiv zu überprüfen, da geeignete Überprüfungsverfahren noch nicht bekannt sind. Wenn Prüfverfahren bekannt sind, bedarf es noch einer Weiterentwicklung dieser oder weiterer Normen, z.B. hinsichtlich quantifizierbarer Größen und anwendungsspezifischer Anforderungen.“ (DIN 66-234, 1989)

Solange das Zitat aus der DIN 66-234 (1988) seine Gültigkeit noch nicht vollständig verloren hat, gab und gibt es die verschiedensten Ansätze zur Entwicklung quantifizierbarer Metriken für software-ergonomische Aspekte. Bisher gab es verschiedene, z.T. europäische Forschungsprojekte zur Lösung der aufgezeigten Problematik:

1. Das EVADIS-Projekt I und II bei der Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung (Oppermann et al., 1988, Oppermann et al., 1992).
2. Das PROTOS-Projekt an der Technischen Universität in München (Müller-Holz et al., 1990).
3. Das Esprit-Projekt MUSiC (Rengger et al., 1992).
4. Die Entwicklung von Fragebögen (z.B. IsoNorm-Fragebogen, Prümper und Anft, 1993; IsoMetrics-Fragebogen, Willumeit, Gediga und Hamborg, 1996).

Für eine Einordnung der Ergebnisse dieser verschiedenen Ansätze kann die Unterscheidung in die folgenden vier Methoden bzw. Meßansätze herangezogen werden (in Anlehnung an Whitefield et al., 1991, S.74; Kishi und Kinoo, 1991, S.600; Sweeney et al., 1993; siehe ausführlicher Rauterberg, 1992a):

- Der *formalanalytische Meßansatz*; die Benutzungsfreundlichkeit des Systems wird in ergonomischen Eigenschaften eines formalen Modelles (z.B. GOMS, CCT; siehe de Haan et al., 1991) bestimmt.
- Der *benutzerzentrierte Meßansatz*; subjektive Urteile der Benutzer bilden die

Grundlage dieses Ansatzes (z.B. subjektive Ratings, psychomentele Beanspruchungen, etc. Rauterberg, 1992a; Prümper und Anft, 1993; Willumeit, Gediga und Hamborg, 1996).

- Der *interaktionszentrierte Meßansatz*; Benutzungsfreundlichkeit läßt sich über Eigenschaften der Interaktion zwischen Benutzer und System messen (z.B. Performanz, Anzahl Tastendrucke, etc. Rauterberg, 1992a; Usability-Testing siehe Dumas und Redish, 1993).
- Der *produktzentrierte Meßansatz*; die Benutzungsfreundlichkeit des Systems wird in ergonomischen Eigenschaften des Produktes selbst bestimmt (z.B. Maskenaufbau, Interaktionstechnik, etc.). Zusätzlich kann man bei diesem Meßansatz zwischen „subjektiven“ und „objektiven“ Methoden unterscheiden: die Expertenevaluation als eher „subjektive“ Schätzmethode (z.B. heuristische Evaluation, Nielsen und Mack, 1994) und die Berechnung quantitativer Kennwerte bzw. Metriken als objektive Meßmethode.

Die Ergebnisse des PROTOS- und des MUSiC-Projektes können am besten dem benutzer- und *interaktionszentrierten* Meßansatz, die Ergebnisse des EVADIS-Projektes eher dem *produktzentrierten* Meßansatzes zugeordnet werden. In keinem der erwähnten Projekte werden objektive Meßvorschriften mit Grenzwerten abgeleitet und anhand von Vergleichsexperimenten empirisch validiert, welche die software-ergonomische Güte direkt an dem Produkt selbst feststellen ließe. Diese Art der Produktgütebestimmung wurde der *produkt-zentrierte Meßansatz mittels objektiver Meßvorschriften* genannt. Englisch (1993) entwickelte einen ersten Ansatz, die software-ergonomische Produktgüte von CAD-Systemen teilweise mittels eines objektiven Maßes für die Menükomplexität zu bestimmen. Leider mußte sich Englisch (1993, S. 167) wahrscheinlich wegen der enormen Komplexität der analysierten Softwareprodukte bei der „Validierung“ seiner Maße mit „hypothetischen“ Kennwertabschätzungen begnügen.

2 Herleitung eines allgemeinen Beschreibungskonzeptes

Ausgehend von dem Anspruch, objektive Metriken bzw. Meßvorschriften zur Bestimmung der software-ergonomischen Produktgüte herzuleiten und empirisch zu validieren, wurde folgendermaßen vorgegangen.

(1. Schritt) Die systeminternen Algorithmen (bzw. Unterprogramme), welche während der Interaktion durch den Benutzer aktivierbar sind, werden *Funktionen* genannt; diese – primär aus Benutzersicht nicht wahrnehmbare – Funktionalität wird durch verborgene, funktionale Interaktionspunkte (FIP, die kleinen schwarzen Punkte in Bild 3) beschrieben. Die Aktivierung einer Funktion erfolgt aus Sicht der Benutzerin durch die Eingabe einer Operation, welche dem ausgesuchten *mentalen Operator* entspricht (Bild 1). Die Eingabe eines Operators mittels Ausführen einer entsprechenden Operation kann aus der Ausführung einer oder mehrerer *Einzelaktionen* bestehen; z.B. die Eingabe eines Kommandos als Operator setzt sich aus den Einzelaktionen der verschiedenen Tastendrucke zusammen. Um dem Benutzer kenntlich zu machen, an welcher Stelle er die Kommandos einzugeben hat, gibt es zu jeder Kommandooberfläche den sogenannten Kommando-Prompt (z.B. bei DOS „C:>“; siehe Bild 4). Die Eingabe des mentalen Operators erfolgt hinter diesem Kommando-Prompt.

(2. Schritt) *Herleitung eines angemessenen Konzeptes zur abstrakten Beschreibung von Benutzungsoberflächen*: Der Kritik am Seeheim- bzw. IFIP-Modell folgend (siehe Coutaz, 1989, Edmonds und Hagiwara, 1990, Cockton, 1991) wird zwischen einer Dialog- und einer Anwendungskomponente unterschieden (Bild 2). Diese Unterscheidung ist zwar aus Sicht eines Softwaretechnikers irrelevant, da alle zu programmierenden Funktionen technisch gesehen mehr oder weniger gleichberechtigt sind, aus Sicht des Benutzers aber von grundsätzlicher Bedeutung! Wenn eine Funktion das jeweilige Anwendungsobjekt (z.B. Datenbank, Textdokument, gesteuerter Prozeß etc.) in seinem Zustand bzgl. seines Inhaltes verändert, ist sie eine *Anwendungsfunktion* (z.B. „Ändern“, „Format *kursiv*“ etc.). Für den Benutzer sind diese Anwendungsfunktionen von primärem Interesse, denn mit ihnen kann er seine Aufgabe erledigen. Die Menge der Anwendungsfunktionen sollte gemäß EU-Richtlinie 90/270 der auszuführenden Tätigkeit angepasst und aufgabenangemessen gestaltet sein (siehe auch Ulich, 1994, S. 482).

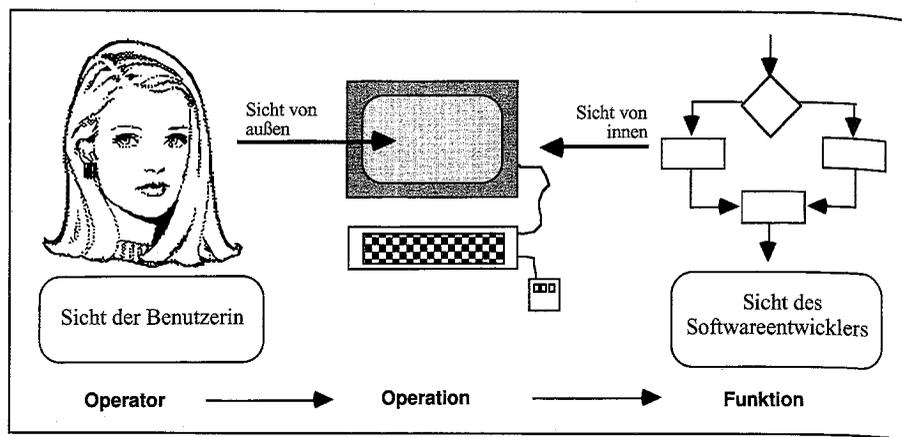


Bild 1: Die beiden unterschiedlichen Sichten auf die Ein/Ausgabe-Schnittstelle: (1) die Benutzersicht von außen und (2) die Softwareentwicklersicht von innen.

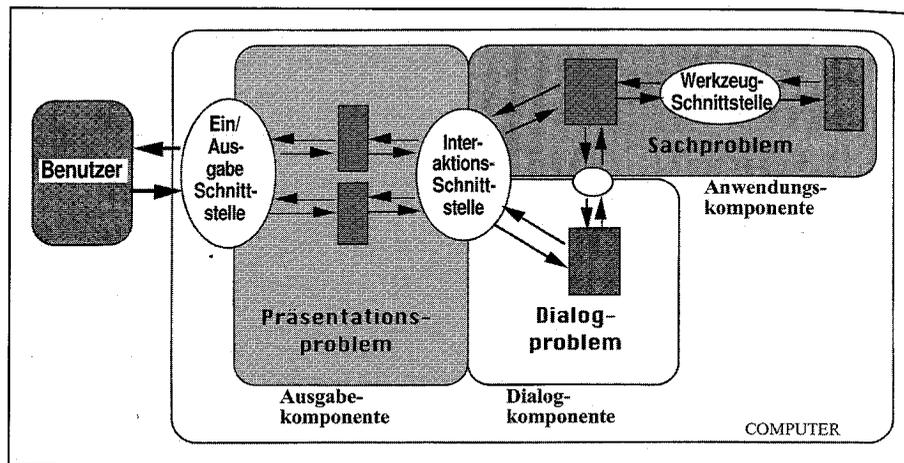


Bild 2: Übersicht über die verschiedenen Schnittstellen eines interaktiven Computersystems und die zugeordneten Problembereiche in Form einer Petri-Netzdarstellung (ohne Berücksichtigung der Organisations-schnittstelle; siehe Rauterberg et al., 1994).

Alle anderen Funktionen sind „reine“ *Dialogfunktionen*; die Semantik dieser Dialogfunktionen wird ebenfalls durch ein entsprechendes Unterprogramm sichergestellt, dient aber „lediglich“ der Verwaltung des Zugangs zu den Anwendungsfunktionen (z.B. der Aufruf von Untermenüs, Dialogboxen etc.). Die Menge der Dialogfunktionen sollte minimal und einfach zu benutzen sein, da sie im wesentlichen „interaktiver Overhead“ ist. Durch diese Art der Aufteilung in Dialog- und Anwendungsfunktionen kann das von Streit (1990) beschriebene Sach- und Dialogproblem eindeutig unterschiedlichen Funktionsgruppen zugeordnet werden: die Anwendungsfunktionen dem Sach- und die Dialogfunktionen dem Dialogproblem.

Alle Funktionalität eines interaktiven Softwareproduktes ist zunächst einmal verborgen. Bei modernen Oberflächen (z.B. graphischen Oberflächen) haben jedoch viele dieser verborgenen Funktionen eine wahrnehmbare Repräsentation auf dem Bildschirm erhalten (visuell z.B. in Form von Piktogrammen oder Menüoptionen,

siehe Stauffer, 1987; auditiv z.B. als „earcons“, siehe Gaver, 1986). Es macht jedoch keinen Sinn, stets alle Eingabemöglichkeiten auch wahrnehmbar auf dem Bildschirm darzustellen! So ist die Eingabe von Text lediglich durch den Eingabezeiger in einem Eingabefeld symbolisiert; welche Zeichen man jedoch dort eingeben kann, sollte der Benutzer aufgrund seiner Aufgabenstellung wissen. Unterstützende Systeme geben dabei dem Benutzer Hinweise auf den Eingabewertebereich oder verhindern falsche Eingabe durch interne Prüfroutinen. Wir haben es in solchen Fällen mit einer „kleinen“ Kommandooberfläche zu tun (siehe das Beispiel für „a.Unterprogramm-3“, „-4“, und „-5“ in Bild 3). Die meisten Oberflächen heutzutage sind eine Mischung aus Menü- und Kommandooberflächen (z.B. die Formulardialogmasken).

Die Menge aller verfügbaren Funktionen (VF) ist die Vereinigung der Menge aller verborgenen Anwendungsfunktionen (VAF) mit der Menge aller verborgenen Dialogfunktionen (VDF). Ebenso lassen sich die interaktiven Objekte in verborge-

ne Dialogobjekte (VDO, z.B. neue, noch ungeöffnete Fenster) und verborgene Anwendungsobjekte (VAO, z.B. ungeöffnete Dateien auf der Festplatte) unterscheiden (siehe z.B. Bild 5).

(3. Schritt) *Erstellung eines einfachen, möglichst allgemein anwendbaren Beschreibungskonzeptes für handlungspsychologisch relevante Eigenschaften von Benutzungsoberflächen:* Es wird gemäß Schritt-2 (a) zwischen dem Objekt- und Funktionsraum, (b) zwischen Dialog- und Anwendungsfunktionen und (c) aus Sicht der Benutzer zwischen wahrnehmbaren und verborgenen Funktionen unterschieden. Der Funktionsraum (FR) besteht aus allen wahrnehmbaren und allen verborgenen Funktionen getrennt nach Anwendungs- und Dialogfunktionen (AF bzw. DF).

Um dem Benutzer die verborgenen Funktionen (VAF bzw. VDF) auf der Ein/Ausgabeschnittstelle wahrnehmbar zu präsentieren, werden die folgenden Abbildungsvorschriften eingeführt: (1.) von einer internen, verborgenen Anwendungsfunktion auf eine wahrnehmbare Repräsentation auf der Oberfläche, und (2.) von einer internen, verborgenen Dialogfunktion auf eine entsprechende, wahrnehmbare Repräsentation. Es ist zur Zeit ein noch weitgehend offenes Forschungsfeld, wie diese Abbildungsfunktionen konkret im Einzelfall auszusehen haben. Die Styleguides der Hersteller (SAA/CUA, OSF/Motif, etc.; z.B. Apple, 1987, IBM, 1992, Microsoft, 1991) legen lediglich die möglichen Repräsentationsformen der Dialogfunktionen (DF) und -objekte (DO) fest. Ob es jedoch sinnvoll ist, z.B. für einen VAF ein Ikon oder eine Menüoption zu wählen, bleibt vorerst zukünftiger Forschung vorbehalten.

Anhand der schematischen Darstellung in Bild 3 läßt sich aufzeigen, daß die verborgenen Anwendungsfunktionen (VAF-3, VAF-4 und VAF-5, siehe Bild 3) nur einen gemeinsamen WAF besitzen; diese Situation ist typisch für Kommandooberflächen (siehe Bild 4, sowie Rauterberg, 1995).

Ganz anders dagegen sieht es bei direktmanipulierbaren Oberflächen (z.B. Desktopoberflächen) aus. Hier gibt es oftmals zu jeder verborgenen Anwendungsfunktion (VAF) bzw. verborgenen Dialogfunktion (VDF) eine entsprechend wahrnehmbare Repräsentationsform (WAF bzw. WDF) auf der Ein/Ausgabeschnittstelle (siehe Bild 5). Wenn jeder verborgenen Anwendungsfunktion (VAF) bzw. verborgenen Dialogfunktion (VDF) mindestens eine wahrnehmbare Repräsentationsform (WAF bzw. WDF) zugeordnet ist, dann ist diese Oberfläche durch 100% funktionales Feedback gekennzeichnet. Versteckte

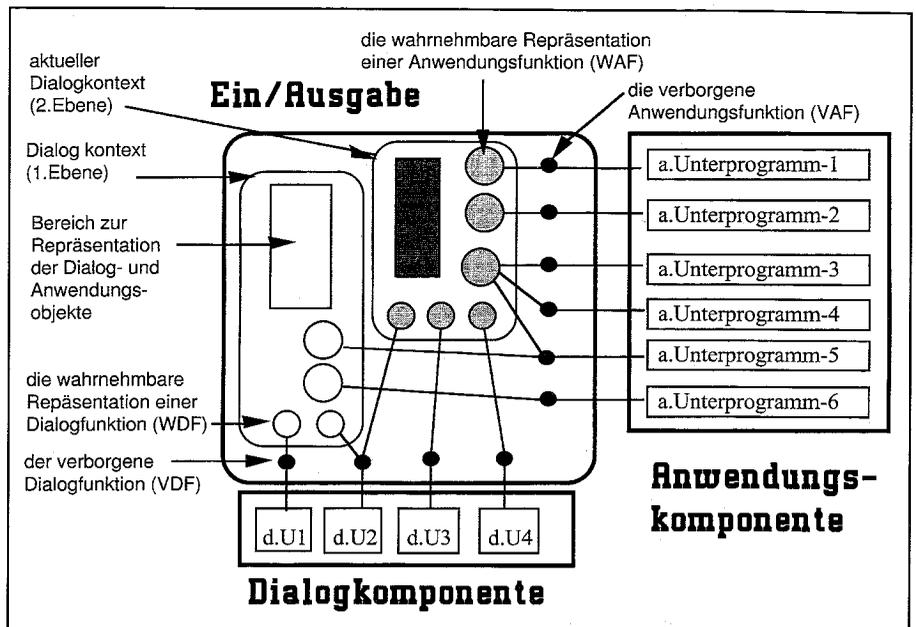


Bild 3: Schematische Darstellung der drei Komponenten eines interaktiven Systems mit den verschiedenen verborgenen und wahrnehmbaren Funktionspunkten.

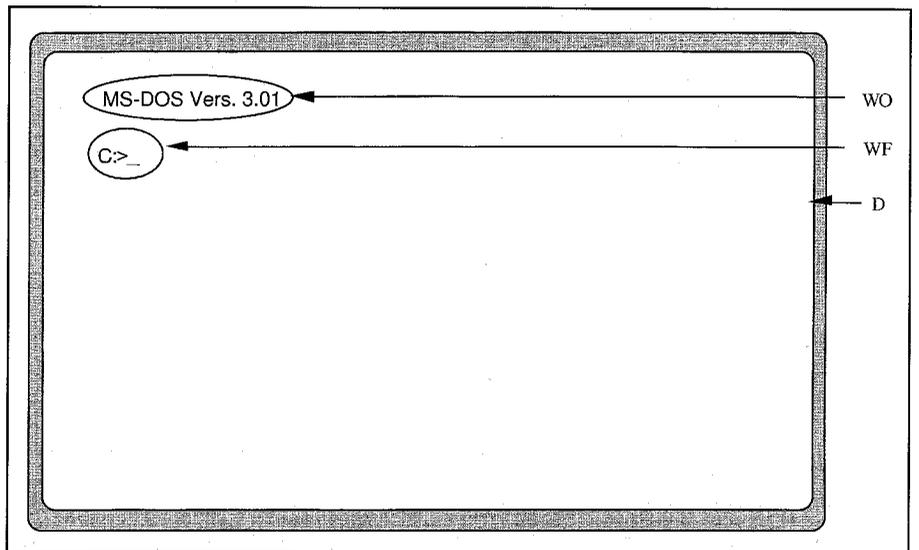


Bild 4: Ein möglicher Dialogkontext (D) der Kommandooberfläche des Betriebssystems MsDOS.

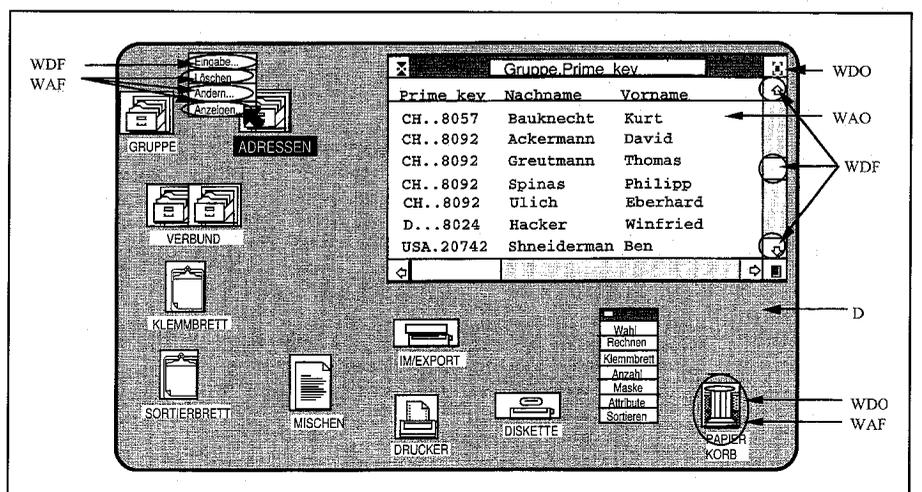


Bild 5: Ein möglicher Dialogkontext (D) der direktmanipulierbaren Oberfläche eines fiktiven Datenbanksystems mit beispielhaft markierten Funktionen (WAF & WDF) und den verschiedenen interaktiven Objekten (WAO & WDO).

Funktionalität bei graphischen Oberflächen (z.B. über die „modifier keys“: SHIFT, ALTERNATE, CONTROL) wird oft nicht benutzt, bzw. muß vom Benutzer unter Zuhilfenahme der Dokumentation oder anderer Quellen erlernt werden. Erst eine wahrnehmbare Repräsentation (visuell, auditiv, taktil) erlaubt es dem Benutzer unmittelbar, auch diese Funktionalität in seinen interaktiven Bearbeitungsprozeß einzubeziehen.

Ein Dialogkontext (D) läßt sich am besten über die aktuell vorhandene Menge an interaktiven Objekten (AO und DO), sowie der aktuell aktivierbaren Menge an Funktionen (AF und DF) charakterisieren. Jede Änderung bei einer dieser Mengen ergibt einen neuen Dialogkontext.

Was haben wir mit diesem abstrakten Beschreibungskonzept erreicht? Durch die Abstraktion von den konkreten, physischen Erscheinungs- bzw. Repräsentationsformen ist eine universelle Beschreibbarkeit der verschiedensten Oberflächen-typen (z.B. Kommando-, Menü-, Desktopoberfläche usw.) gewährleistet. Durch diese universelle Beschreibbarkeit können wir nun den verschiedensten Oberflächen eindeutige Kennwerte zuordnen, indem wir einfach die Auftretenshäufigkeiten der verschiedenen Funktionstypen (VAF, VDF, WAF, WDF) über alle Dialogkontexte hinweg auszählen. Der Preis, den wir dafür zahlen, ist der Verlust der semantischen Bedeutsamkeit bei der Wahrnehmung durch den Benutzer (z.B. aufgabengerechte Begriffswahl bei den Menüoptionen). Wir zählen also einfach aus, ob es überhaupt irgendeine Funktion gibt, und wenn ja, ob dieser Funktion eine wahrnehmbare Repräsentationsform zugeordnet ist. Was gewinnen wir dadurch? Wir gewinnen die unschätzbare Möglichkeit, absolute Metriken definieren und konkrete Grenzwerte festlegen zu können. Sofern diese Metriken einen software-ergonomischen Sinn haben, kann man mit ihnen die verschiedensten Oberflächen hinsichtlich ihrer konkreten Kennwerte exakt miteinander vergleichen; und zwar mit einer Exaktheit, wie sie bisher nicht möglich schien!

3 Herleitung von zwei Metriken für „Feedback“

Eine Handlung ist die kleinste psychologische Einheit einer willensmäßig gesteuerten Tätigkeit. Handlungen – insbesondere auch kognitive Problemlösehandlungen – verlaufen nach einem fünfstufigen, psychischen Regulationsprozeß jeweils auf den folgenden Ebenen (Hacker, 1986):

1. Vorsatzbildung, Planerstellung und Zielvorgabe;

2. Orientierung über die Zustandsbedingungen der Aufgabe, den Ausführungsbedingungen und den Handlungsbedingungen;

3. Entwerfen eines Aktionsprogrammes durch die Bildung eines Ergebnis- und Tätigkeitsmodelles;

4. Entscheidung über Ausführungsweisen und Ausführen des Entschlusses durch Anwendung eines entsprechenden Operators bzw. einer Operatorsequenz;

5. Kontrollieren des Ausführens über wahrgenommene Zustandsparameter.

Damit der Benutzer für die korrekte Handlungsplanung und -ausführung einen geeigneten Operator auswählen kann, hat es sich als vorteilhaft herausgestellt, wenn diesem Operator eine wahrnehmbare Repräsentationsform im Handlungsfeld zugeordnet ist (siehe zum Thema *Transparenz* und *Feedback* bei Gilmore, 1991, Wandmacher, 1993, Dix et al., 1990). Das Verhältnis von wahrnehmbaren Funktionen zu den verborgenen Funktionen läßt sich daher als eine Metrik für [funktionales] Feedback pro Dialogkontext definieren (zum Begriff der Metrik siehe Balzert, 1989 S. 442). Wie die Repräsentation im Einzelfall (Ikon, Menüoption etc.) jeweils konkret gestaltet ist, bleibt vorerst unberücksichtigt.

	$AFB = \sum_{d=1}^K (\#WF_d / \#VF_d)$
AFB	absolutes Maß für Feedback bzgl. der interaktiven Funktionen;
#WF _d	Anzahl an allen wahrnehmbaren funktionalen Interaktionspunkten bezüglich Dialogkontext d;
#VF _d	Anzahl an allen verborgenen funktionalen Interaktionspunkten bezüglich Dialogkontext d;
K	Anzahl an analysierten Dialogkontexten D.

Das so definierte Maß AFB ist jedoch in seiner Größe noch abhängig von der absoluten Anzahl an analysierten Dialogkontexten und kann daher nur bedingt zum Vergleich zwischen verschiedenen Softwareprodukten herangezogen werden. Um diesen Nachteil auszugleichen, wird das relative Maß RFB definiert. Es läßt sich das Maß RFB aus dem zugehörigen Maß AFB wie folgt herleiten: $RFB = 100\% \cdot AFB / K$. Die Anwendung dieser beiden Maße auf jeden Dialogkontext der kompletten Dialogstruktur eines beliebigen Softwareproduktes erlaubt die einfache Berechnung eines entsprechenden Kennwertes. Als Problem hat sich in der praktischen Anwendung herausgestellt, daß nicht immer alle verborgenen Funktionen bekannt sind. Meistens muß man sich bei der Anwendung dieser Metriken auf die doku-

mentierte Funktionalität beschränken, obwohl oftmals zusätzliche Funktionen implementiert sind oder dokumentierte Funktionen – was eigentlich nicht vorkommen sollte – nicht, oder nur bedingt ausführbar sind.

4 Herleitung von drei Metriken für „Flexibilität“

Bei der Betrachtung der arbeitspsychologischen Anforderungskriterien an die Schnittstellengestaltung von Dialogsystemen kommt der Individualisierbarkeit eine wesentliche Bedeutung zu (Ulich, 1994, sowie Rauterberg, 1996). Die Individualisierbarkeit von Systemen bei der Arbeitstätigkeit trägt entscheidend dazu bei, dem Benutzer die Kontrolle über die Systemnutzung (Autonomie) zu gewährleisten und ihn nicht zum Bediener des Systems zu degradieren. Das Ziel der Individualisierbarkeit in bezug auf die Nutzung von Dialogsystemen ist die Möglichkeit, Teilaufgaben selbständig definieren, deren Bearbeitungsreihenfolge festlegen und auch bei unvorhergesehenen Ereignissen seine Pläne ändern zu können; der Benutzer sollte den Dialogablauf nach seinen kognitiven Prozessen ausrichten können, selbst assoziative Gedankensprünge sollten durch Sprünge im Dialog möglich sein.

Das Gestaltungsziel der Individualisierbarkeit kann auf verschiedenen Wegen erreicht werden. Zum einen steht die „Flexibilität“ zur Verfügung, die dem Benutzer *jederzeit* erlaubt, aus dem Angebot von mehreren, gleichzeitig vorhandenen Möglichkeiten eine den individuellen Bedürfnissen entsprechende Alternative auszuwählen („Vielfältigkeit“ nach Oppermann, 1989). Im Gegensatz dazu bietet die „individuelle Auswahl“ alternative Nutzungsvarianten an, zwischen denen sich der Benutzer im Sinne von Wahlmöglichkeiten entscheiden kann (z.B. die „Einstellungen...?“, „preferences...?“ und „configuration sets“). Sobald er jedoch seine Entscheidung getroffen hat, ist der weitere Bearbeitungsweg festgelegt und kann (im Gegensatz zur Flexibilität) nicht mehr – in der jeweils aktuellen Benutzungssituation – neu gewählt werden. Eine weitere Möglichkeit der Individualisierbarkeit kann als „individuelle Anpassung“ bezeichnet werden. In diesem Fall erlaubt das System dem Benutzer Änderungen am System selber vorzunehmen (Adaptierbarkeit) oder das System verändert sich selbst aufgrund der Bearbeitungsart des Benutzers (Auto-Adaptivität). Flexibilität, individuelle Auswahl und individuelle Anpassung sind die drei Grunddimensionen des übergeordneten Konzeptes der *Individualisierbarkeit*.

Für die benutzungsgerechte Gestaltung der Dialogstruktur hat sich das Kriterium der „Flexibilität“ (Dix et al., 1990, Ulich, 1994, Rauterberg, 1995) als besonders relevant herausgestellt. Je größer die Flexibilität eines gegebenen Handlungsfeldes ist, desto besser können individuelle Unterschiede im „differentiell-dynamischen“ Sinne (Ulich, 1994) berücksichtigt werden. In einer breit angelegten Untersuchung zur individuellen Arbeitsweise mit dem Textverarbeitungsprogramm MsWord konnte Rauterberg (1996) zeigen, daß am häufigsten die absoluten Möglichkeiten der ‚Flexibilität‘, gefolgt von ‚individueller Auswahl‘ verwendet werden. Ein hohes Ausmaß an Flexibilität erlaubt dem Benutzer jederzeit zwischen allen möglichen Operationen im aktuellen Handlungsfeld hin und her zu springen.

Jeder Dialogkontext kann als ein lokales Handlungsfeld betrachtet werden (zum Konzept „Handlungsfeld“ siehe Oesterreich, 1981). Es gibt Funktionen, welche den Dialogkontext bewahren, und solche, die einen Dialogkontextwechsel herbeiführen. Entsprechend kann man zwischen einer *lokalen* und einer *globalen* Flexibilität unterscheiden: (1.) lokale Flexibilität als die durchschnittliche Anzahl Operationen, bzw. Funktionen pro Dialogkontext, und (2.) globale Flexibilität als die durchschnittliche Anzahl möglicher, direkter Folgedialogkontexte. Der Wechsel eines Dialogkontextes ist durch die Pfeile in Bild 6 symbolisiert. Die mittlere Anzahl der wegführenden Pfeile entspricht der globalen Flexibilität. Pro Dialogkontext kann dieser *interaktive Verzweigungsgrad* (IVG) somit als Maß für die *globale* Flexibilität, die Möglichkeiten zur Navigation in der Dialogstruktur definiert werden.

IVG	$= 1/K \sum_{d=1}^K \text{Post}(D_{d,f})$
IVG	Maß für den interaktiven Verzweigungsgrad (globale Flexibilität);
IS	ein Interaktionsschritt ist eine Operation, welche zu einem Dialogkontextwechsel führen kann oder den aktuellen Dialogkontext erhält;
Ing	Länge des Interaktionspfades (Pfd), welche der Anzahl an ISEN entspricht;
Post(D _{d,f})	Erreichbarkeitsfunktion aller unmittelbar zu D _{d,f} folgenden, unterschiedlichen Dialogkontexte mit $\text{Ing}(\text{Pfd}(I_{S_d})) = 1$ für alle $f \in \text{VF}$; Post ist 1 für alle unmittelbar erreichbaren Dialogkontexte, 0 sonst.
K	Anzahl der analysierten Dialogkontexte D.

Bei direktmanipulierbaren Oberflächen ist die Anzahl möglicher Dialogkontexte oftmals sehr groß. Um z.B. die Dialogstruktur graphischer Oberflächen („graphical user interface“ GUI) vollständig zu beschreiben, reichen daher kontextfreie Sprachen bzw. Zustandsübergangsdiagramme (ZÜD, z.B. Bild 6) nicht aus.

„Für realistische graphische Anwendungen ist eine Spezifikation mit ZÜD nicht durchführbar. Allerdings ist die Komplexitätsbeherrschung graphischer Interaktionen auch mit anderen existierenden Spezifikationsmitteln nicht gelöst, weil nicht die Spezifikationsmittel selbst, sondern der Umfang graphischer Benutzerschnittstellen und die Feinregulierung der Beschreibung die Problemsachen darstellen“ (Hübner, 1990 S. 284).

Wenn man sich jedoch für typische Aufgaben auf alle mindestens hierzu notwendigen Dialogkontexte beschränkt, erhält man eine *untere Abschätzung* als Kennwert. Die im folgenden aufgeführten Werte von GUI-Oberflächen stellen somit *untere Grenzwerte* dar. Der hier gewählte pragmatische Ansatz ist insofern als konservativ anzusehen, als die GUI-Oberflächen im Einzelfall größere Kennwerte erhalten können. Für die sieben ausschnitthaft abgebildeten Dialogkontexte in Bild 6 beträgt z.B. IVG = 2,14.

Oesterreich (1982, S.121) leitet aus handlungstheoretischen Konzepten ab, daß ein Handelnder seine Zielkonsequenzen stets so bestimmt, „daß er möglichst große Freiheit hat, beliebig weitere Zielkonsequenzen anzustreben. ... Der Nutzen ist um so höher, je mehr ein Ereignis erlaubt, im folgenden Wahlfreiheit zwischen mehreren Wegen der Fortsetzung des Handelns zu haben, vorausgesetzt, diese Wege sind auch effektiv.“ Benutzer sollten also bevorzugt Dialogkontexte mit einer großen dialog- bzw. anwendungsbezogenen Flexibilität aufsuchen, um so ihre prospektiven Freiheiten bzgl. möglicher Handlungsalternativen zu optimieren (z.B. das „Hauptmenü“ in Bild 6). Effektiv ist ein Dialogkontext allerdings erst dann, wenn er auch alle aufgabenrelevanten Anwendungsfunktionen enthält.

Zur Berechnung der durchschnittlichen, gesamthaft lokal vorhandenen Flexibilität werden die beiden folgenden Maße definiert: *Anwendungsflexibilität* (AFI) für das Handlungsfeld der Anwendungsoptionen und *Dialogflexibilität* (DFI) für das Handlungsfeld der Dialogoptionen. Die Anzahl an ausführbaren Operationen im jeweiligen Dialogkontext wird als lokale Flexibilität definiert.

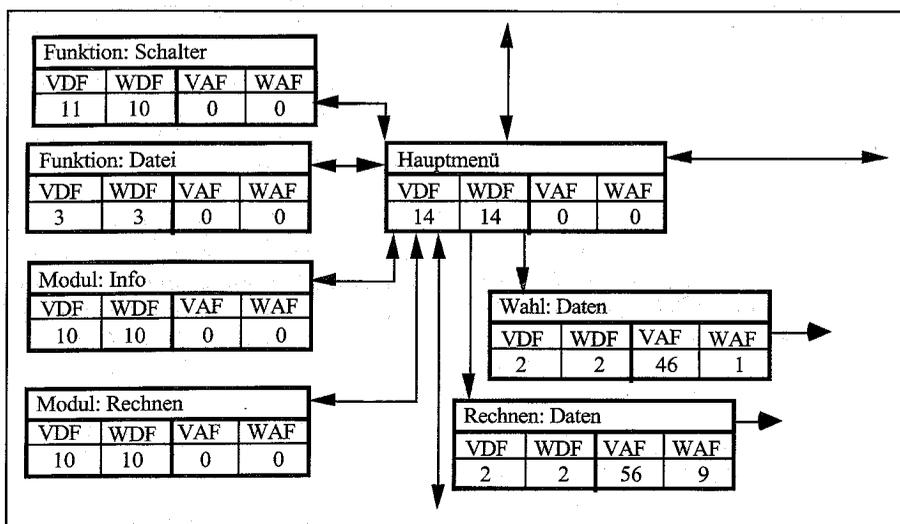


Bild 6: Ausschnitt aus einem Dialogstrukturschema als Zustandsübergangsdiagramm für die CUI-Oberfläche aus Rauterberg (1989) und (1992b). [Legende: VDF = verborgene Dialogfunktion; WDF = wahrnehmbare Dialogfunktion; VAF = verborgene Anwendungsfunktion; WAF = wahrnehmbare Anwendungsfunktion.]

AFI	$= 1/K \sum_{d=1}^K \# \text{VAF}_d$
AFI	relatives Maß für die gesamte, anwendungsbezogene Flexibilität (lokal);
#VAF _d	Anzahl an allen verborgenen anwendungsbezogenen funktionalen Interaktionspunkten im Dialogkontext d;
K	Anzahl der analysierten Dialogkontexte D.

DFI wird genauso berechnet wie AFI, nur daß statt VAF die Menge VDF zur Anwendung kommt. Da der interaktive Verzweigungsgrad (IVG) eine Teilmenge der gesamten lokalen Flexibilität ist, gilt stets: $\text{IVG} \leq (\text{AFI} + \text{DFI})$; wobei wir die lokale Gesamtflexibilität als $\text{FI} = \text{AFI} + \text{DFI}$ berechnen können. Ein interaktives System sollte also dann besonders benutzungsgerech-

recht sein, wenn es ein hohes Maß an Flexibilität (FI) aufweist. In Rauterberg (1995, S. 128) wird noch ein weiteres Maß für Flexibilität definiert: die Anzahl an unterschiedlichen Wegen hin zu einer gesuchten Funktion (das Ausmaß an Interaktionsalternativen); darauf soll hier jedoch nicht weiter eingegangen werden. Wir gehen nun von der plausiblen Hypothese aus, daß ein interaktives System ab einem noch unbekanntem Grenzwert bzgl. seiner Flexibilität FI einen empirisch nachweisbaren Performanzvorteil aufweisen müßte. Um diese Hypothese experimentell testen zu können, müssen wir zuerst verschieden flexible Systeme hinsichtlich ihrer Kennwerte bestimmen.

Wie werden konkret die Kennwerte für eine gegebene Benutzungsoberfläche ermittelt? Die folgende *Verfahrensvorschrift* beschreibt, wie im einzelnen vorzugehen ist:

1. Es werden alle zu analysierenden Dialogkontexte festgelegt und in Form einer Dialogstrukturabbildung graphisch aufbereitet (siehe Bild 6). Ein Dialogkontext ist im wesentlichen durch die Menge der aktuell ausführbaren Funktionen definiert. Jeder mögliche Wechsel zwischen einzelnen Dialogkontexten wird durch eine gerichtete Kante in dieses Schema eingetragen (siehe Denert, 1977, Zemanek, 1987, Alty und Mullin, 1989, Gieskens und Foley, 1992, sowie Janssen, 1993). Die Menüoptionen von Pull-Down- bzw. Pop-Up-Menüs werden nicht als eigenständige Dialogkontexte gezählt, sondern dem globalen Dialogkontext als WFn zugeordnet. Bei einer wahrnehmbaren Funktion (WF; z.B. der Eingabezeiger in Bild 9) für die Eingabe über Tastatur werden alle in diesem Kontext relevanten ASCII- und Funktionstasten als jeweils *eine* verborgene Funktion (VF) gezählt; dies gilt nicht für Kommandooberflächen, weil dort nur alle möglichen Operatoren und nicht alle Einzelaktionen gezählt werden.

2. Für jeden Dialogkontext wird die Anzahl aller wahrnehmbaren und verborgenen interaktiven Funktionen ausgezählt und in das zugehörige Schema des Dialogkontextes eingetragen (siehe Bild 6). Es ist jeweils festzustellen, ob es sich dabei um eine Dialog- oder Anwendungsfunktion handelt.

3. Für jeden Dialogkontext wird das Verhältnis aller wahrnehmbaren Funktionen (WF) zu allen verborgenen Funktionen (VF) berechnet und dem entsprechenden Dialogkontext zugeordnet. Dies geschieht ebenso mit der Anzahl wegführender Kanten (Pfeile) zur Berechnung des interaktiven Verzweigungsgrades (IVG).

4. Der produktbezogene Kennwert des jeweiligen Maßes errechnet sich gemäß der entsprechenden Formel über alle der

Analyse zugrunde gelegten Dialogkontexte D.

5 Empirische Validierungsstudien

Insgesamt wurden drei unterschiedliche Programme mit jeweils zwei verschiedenen Oberflächen analysiert und mit den fünf Metriken quantifiziert. Für jedes dieser drei Programme gibt es mindestens eine empirische Vergleichsstudie, in der die beiden verschiedenen Oberflächen miteinander verglichen wurden. Die ausführlichen Beschreibungen der Programme und der Vergleichsstudien können in den angegebenen Quellen nachgelesen werden. Hier können nur die wesentlichen Ergebnisse aufgeführt und diskutiert werden.

5.1 Experiment-I: SIM mit hierarchischer versus SIM mit netzartiger Dialogstruktur

In dem Vergleichsexperiment von Grützmaier (1988) wurden zwei zeichenorientierte Oberflächen eines Simulationsprogrammes (SIM; siehe Bild 7) mit unterschiedlich flexiblen Dialogstrukturen getestet: die hierarchische Dialogstruktur (SIM_{hierarchisch}) kann als weniger flexibel angesehen werden, als die netzartige Dialogstruktur (SIM_{netz}). Wie groß dieser Unterschied jedoch tatsächlich war, wird – vor dem Hintergrund der von uns einge-

fürten Maße – im nächsten Abschnitt ausführlicher diskutiert. Beide Oberflächen sind in ihrem äußeren Erscheinungsbild praktisch identisch; es wurden lediglich die Masken in zwei verschiedene Dialogstrukturen eingebettet.

Insgesamt hatten 35 anonyme Testpersonen mit dem im Universitätsrechenzentrum der Universität Zürich öffentlich zugänglichen Simulationsprogramm versucht, den in der ausgelegten Instruktionsdokumentation angegebenen Zielkriterien (Soll-Wertvorgaben für zentrale Parameter der Simulation) möglichst nahe zu kommen. Da der Zugang zu dem Computerraum öffentlich und anonym war, können keine genauen Angaben über die einzelnen Testpersonen gemacht werden.

Mittels automatischer Protokollierung wurden die Ist-Werte aller Parameter bei Simulationseende festgehalten. Die abhängige Messgröße zur Messung von Performanzunterschieden besteht aus einem integrierten Maß über acht verschiedene Soll-Ist-Wertdifferenzen in Form von Absolutwerten, welches den prozentualen Zielerreichungsgrad mißt. Insgesamt standen den Testpersonen 49 verschiedene Systemparameter in über dreihundert verschiedenen Dialogkontexten (Masken) zur Steuerung der Simulation zur Verfügung.

Halten wir fest, daß sich bei diesem ersten experimentellen Vergleichstest kein meß-

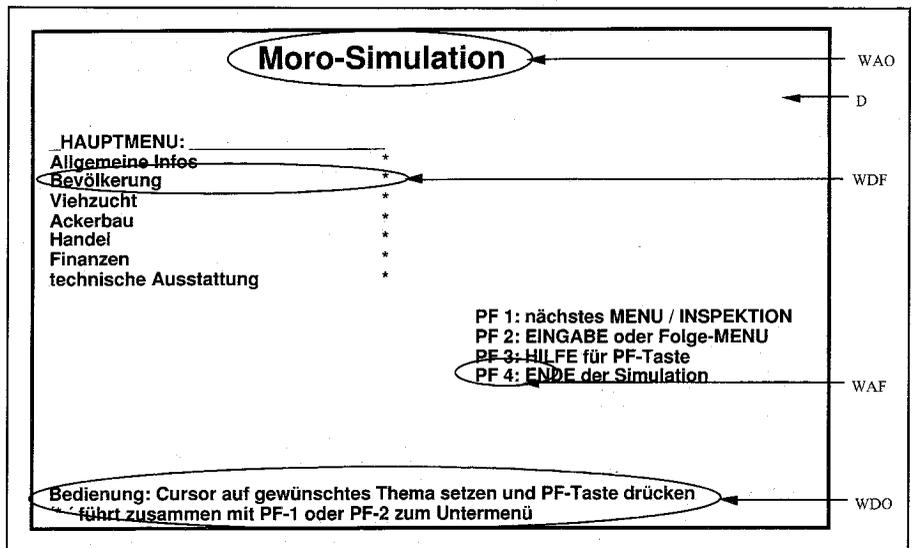


Bild 7: Die zeichenorientierte Benutzungsoberfläche (SIM) des Simulationsprogrammes mit beispielhaft gekennzeichneten Elementen des Objekt- und Funktionsraumes.

Tabelle 1: Ergebnisse für Experiment-I: varianzanalytischen Auswertung für die absolute Zielabweichung (Angaben aus Grützmaier, 1988 S. 55)

Abhängige Meßgröße:	Mittelwert ± Standardabweichung		Signifikanz
	CU _{hier} (N = 20)	CU _{netz} (N = 15)	
'Zielabweichung'	49% ± 15%	48% ± 18%	< .825

barer Performanzunterschied zwischen der hierarchischen und der netzartigen Dialogstruktur ergeben hatte ($p \leq .825$; siehe Tabelle 1). Wir vermuten, daß das nicht signifikante Performanzergebnis entweder auf unzureichendes Feedback und/oder auf unzureichende Flexibilität zurückgeführt werden kann. Um dieser Hypothese genauer nachzugehen, wurde ein weiteres Experiment durchgeführt.

5.2 Experiment-II: multimediale Oberfläche mit hierarchischer Dialogstruktur versus multimediale Oberfläche mit netzartiger Dialogstruktur

Es wurden zwei multimediale Oberflächen (MMO, siehe Bild 8) eines Bankeninformationssystems (Daum und Schlagenhaut, 1993) gegeneinander getestet (Brunner und Rauterberg, 1993), wobei die Wahl auf diese Art von Oberflächen wegen des vollständig vorhandenen Ausmaßes an Feedback gefallen ist (alle vorhandenen maussensitiven Bereiche haben eine wahrnehmbare Repräsentation; siehe Bild 8).

Sechs Anfänger hatten mit jeder Oberfläche zehn verschiedene, einfache Suchaufgaben zu lösen. Die beiden Oberflächen zeichneten sich dadurch aus, daß beide Oberflächen mindestens 100% Feedback bzgl. der vorhandenen Funktionen besaßen (Feedbackwerte über 100% für RFB können dadurch zustande kommen, daß für dieselbe verborgene Funktion mehr als eine Repräsentation in dem jeweiligen Dialogkontext vorhanden ist). Beide multimedialen Oberflächen unterschieden sich ausschließlich durch das Ausmaß an Flexibilität in ihrer Dialogstruktur. Die netzartige Dialogstruktur (MMO_{netz}) wurde im Unterschied zur hierarchischen Dialogstruktur (MMO_{hier}) so konstruiert, daß sich ein im Vergleich zum nächsten Experiment-III möglichst identisches *Flexibilitätsverhältnis* ergab, jedoch die konkreten Kennwerte in ihrer absoluten Ausprägung ähnlich wie beim Experiment-I ausfielen (siehe Tabelle 5). Wenn der zu geringe Flexibilitätsunterschied verantwortlich für das Ausbleiben eines signifikanten Performanzunterschiedes sein sollte, dann erwarten wir in diesem Experiment ebenfalls *keinen* Unterschied in der Performanz.

Die Performanz wurde mit zwei abhängigen Meßgrößen erfaßt: (1) Aufgabenbearbeitungszeit und (2) Anzahl Maskenwechsel. Weder hinsichtlich der Aufgabenbearbeitungszeit, noch hinsichtlich der getätigten Maskenwechsel ergeben sich empirisch nachweisbare Performanzvorteile für die flexiblere Oberfläche ($p \leq .085$ sowie $.625$; siehe Tabelle 2). Wir schliessen daraus, daß – wenn überhaupt – die Flexi-



Bild 8: Die multimediale Benutzungsoberfläche (MMO) mit beispielhaft gekennzeichneten Elementen des Objekt- und Funktionsraumes.

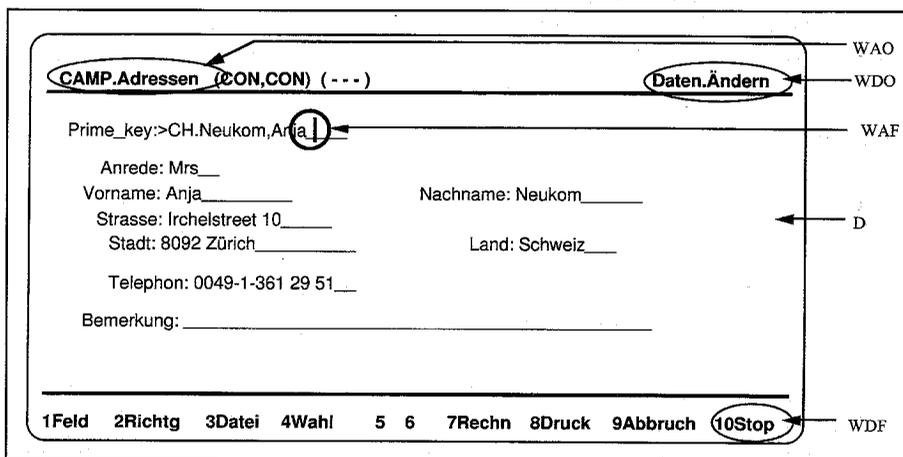


Bild 9: Die zeichenorientierte Benutzungsoberfläche (CUI; Adimens, 1988) mit beispielhaft gekennzeichneten Elementen des Objekt- und Funktionsraumes.

bilität ein deutlich höheres Ausmaß aufweisen muß, um zu einem empirisch meßbaren Performanzunterschied zu führen. Um diese Vermutung zu erhärten, wurde das folgende Experiment durchgeführt.

5.3 Experiment-III: CUI versus GUI

Es wurde eine traditionelle, zeichenorientierte Oberfläche („character oriented user interface“ CUI; siehe Bild 9) mit einer

weitgehend hierarchischen Dialogstruktur gegen eine Desktop-Oberfläche („graphical user interface“ GUI; siehe Bild 10) eines relationalen Datenbankprogrammes getestet (Rauterberg, 1989 und Rauterberg, 1992b). Dieses Datenbankprogramm war ein kommerziell verfügbares Produkt, von dem es ca. 80 000 Installationen in ganz Europa gab.

In diesem Vergleichsexperiment hatten sowohl sechs Anfänger als auch sechs Experten die Aufgabe, jeweils mit der ihnen

Tabelle 2: Ergebnis für Experiment-II: varianzanalytische Auswertung für die Performanz gemessen über die Aufgabenbearbeitungszeit (Angaben aus Brunner und Rauterberg, 1993)

Abhängige Meßgröße:	Mittelwert ± Standardabweichung		Signifikanz p
	GUI _{hier} (N = 6)	GUI _{net} z(N = 6)	
„Aufgabenbearbeitungszeit“	9.7 min ± 3.8 min	10.8 min ± 4.3 min	< .085
„Anzahl Maskenwechsel“	54 ± 15 Masken	56 ± 19 Masken	< .625

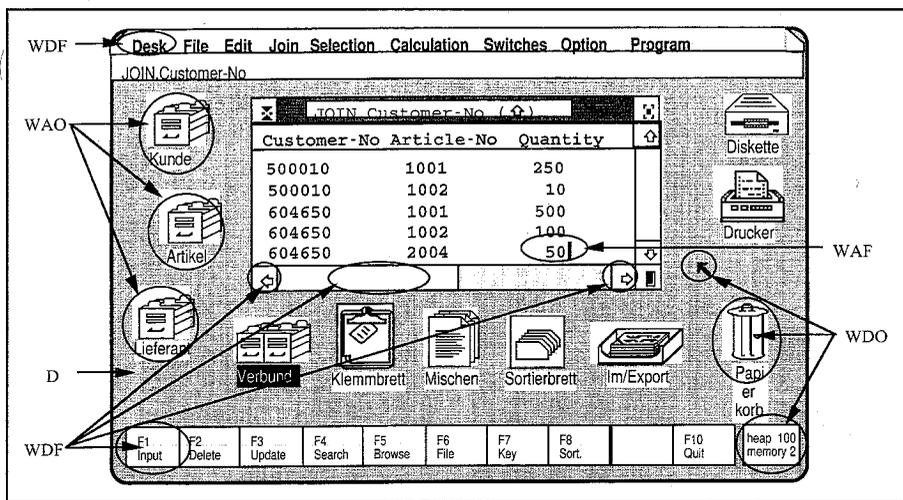


Bild 10: Die graphische Benutzeroberfläche (GUI; Adimens, 1990) mit beispielhaft gekennzeichneten Elementen des Objekt- und Funktionsraumes.

zugeordneten Oberfläche zehn verschiedene, unterschiedlich komplexe Datenbankaufgaben zu bearbeiten. Die Testaufgaben waren dem typischen Arbeitsalltag der Experten entnommen. Da die Anfänger nur die ersten sechs Aufgaben bewältigen konnten, werden hier die Ergebnisse nur dieser Aufgaben dargestellt (ausführlichere Darstellung in Rauterberg, 1992b). Insgesamt nahmen 24 Testpersonen in Einzelsitzungen teil (12 Testpersonen pro Oberfläche, 6 Anfänger und 6 Experten).

Es zeigte sich sowohl für Anfänger, als auch für Experten ein signifikanter Performanzvorteil mit der flexibleren GUI-Oberfläche (Signifikanzniveau: $p \leq .050$, siehe Tabelle 3). Die GUI-Oberfläche weist signifikant geringere Bearbeitungszeiten auf. Wir rechnen diese Bearbeitungszeiten in Performanzwerte (P) gemäß folgender Formel um: $P = K / (\text{abhängige Meßgröße})$ mit K als einer speziellen Konstanten, welche je nach abhängiger Meßgröße unterschiedliche Werte annehmen kann (z.B. bei diesem Experiment-III ist $K=2000$ s und die Meßgröße die Aufgabenbearbeitungszeit in s).

6 Kennwerte der fünf Metriken für Feedback und Flexibilität

Wie lassen sich diese empirischen Befunde erklären? Welche produktspezifischen Eigenschaften sind für das teilweise unterschiedliche Abschneiden der jeweiligen Oberflächen ausschlaggebend? Es zeigte sich in den drei experimentellen Vergleichsstudien lediglich ein nachweisbarer Vorteil für die GUI-Oberfläche des Datenbankprogrammes sowohl bei Anfängern, als auch bei Experten (Experiment-III). In den beiden vorherigen Vergleichsexperimenten ergaben sich keine empirisch nachweisbaren Performanzun-

terschiede zwischen den unterschiedlichen Dialogstrukturen (siehe Tabelle 1 für Experiment-I und Tabelle 2 für Experiment-II).

Wenn sich nun hinsichtlich des einen oder anderen Kennwertes gemessen über die hier vorgestellten Metriken -, ein erkennbarer Unterschied zwischen den verschiedenen Oberflächen als durchgängig und konstant herausstellt, dann hätte man ei-

Tabelle 3: Ergebnis für Experiment-III: varianzanalytische Auswertung für die Performanz gemessen über die Aufgabenbearbeitungszeit (Angaben aus Rauterberg, 1992b)

Abhängige Meßgröße:	Mittelwert ± Standardabweichung		Signifikanz
	CUI (N=6)	GUI (N=6)	
„Aufgabenbearbeitungszeit“			p
Anfänger	1073 s ± 590 s	670 s ± 490 s	< .002
Experten	414 s ± 245 s	201 s ± 137 s	< .001
Insgesamt	683 s ± 556 s	418 s ± 437 s	< .001

Oberflächentyp	AFB	RFB	K
SIM-Oberfläche: hierarchisch	327,8	86%	435
SIM-Oberfläche: netzartig	347,9	90%	388
MMO-Oberfläche: hierarchisch	68,0	100%	68
MMO-Oberfläche: netzartig	66,9	103%	65
CUI-Oberfläche	26,2	73%	36
GUI-Oberfläche	18,4	66%	28

Tabelle 4: Übersicht über die Kennwerte der Feedbackmaße AFB und RFB für die sechs verschiedenen untersuchten Oberflächen [K = Anzahl analysierter Dialogkontexte]

Tabelle 5: Übersicht über die Kennwerte der Flexibilitätsmaße IVG, DFI und AFI für die sechs verschiedenen untersuchten Oberflächen [K = Anzahl Dialogkontexte]

Oberflächentyp	IVG	Ratio	AFI	Ratio	DFI	Ratio	K
SIM-Oberfläche: hierarchisch	1,5		1,9		1,9		435
SIM-Oberfläche: netzartig	3,4	0,44	1,3	1,46	2,7	0,70	388
MMO-Oberfläche: hierarchisch	4,1		3,6		0,5		68
MMO-Oberfläche: netzartig	5,7	0,72	4,2	0,86	1,3	0,38	65
CUI-Oberfläche	1,8		12,1		10,1		36
GUI-Oberfläche	2,4	0,75	19,5	0,62	20,4	0,50	28

nen ersten Anhaltspunkt für die Validierung der hier vorgestellten Maße. Um die Fragen nach der Interpretierbarkeit der empirischen Befunde beantworten zu können, wurden die definierten Metriken auf alle sechs Oberflächen angewandt. Es ergeben sich folgende Kennwerte für die beiden Metriken bzgl. des Ausmaßes an Feedback (siehe Tabelle 4).

Die beiden Oberflächen des Simulationsprogrammes (SIM) von Grützmaier (1988) sind weitgehend vergleichbar bzgl. des Ausmaßes an visuellem Feedback. Die multimedialen Oberflächen (MMO) sind praktisch identisch hinsichtlich der Anzahl an wahrnehmbaren Repräsentationen der implementierten Funktionalität. Die CUI-Oberfläche zeichnet sich gegenüber der GUI-Datenbankoberfläche durch etwas mehr visuelles Feedback aus (CUI := 73%, GUI := 66%; siehe Tabelle 4). Wir können aus diesen Kennwerten schließen, daß nicht das Ausmaß an [funktionalem] Feedback, sondern die unterschiedliche Flexibilität für die beobachteten Performanzunterschiede verantwortlich ist. Deutliche Unterschiede treten daher bei der Quantifizierung der Flexibilität der verschiedenen Dialogstrukturen erst dann auf, wenn sich ein Performanzvorteil empirisch nachweisen läßt (CUI vs. GUI; siehe Tabelle 5).

Die höchsten Kennwerte für die globale Flexibilität (IVG) zeigen sich bei den beiden multimedialen Oberflächen (MMO). Dies kommt dadurch zustande, daß es praktisch keine dialogkontextbewahrenden Operatoren gab (somit IVG = Fl ist). Dies drückt sich auch in den niedrigen Werten von AFl und DFl aus (siehe Tabelle 5). Die netzartige SIM-Oberfläche des Simulationsprogrammes hat zwar einen mehr als doppelt so großen Kennwert für IVG (=3,4) wie die hierarchische SIM-Oberfläche (IVG=1,5), dennoch führte dieser Unterschied nicht zu einem Performanzvorteil. Lediglich die GUI-Oberfläche des Datenbankprogrammes weist gegenüber der CUI-Oberfläche deutlich höhere Kennwerte hinsichtlich DFl und AFl auf. Im Unterschied zu allen anderen Kennwerten für AFl und DFl liegen diese beiden Kennwerte der GUI-Oberfläche deutlich über 10 (AFl = 19,5 und DFl = 20,4; siehe Tabelle 5). Der mittlere Wert (15) zwischen 10 und 20 kann als mögliche Grenze gesetzt werden, oberhalb derer sich die im Sinne dieser Metrik gemessene Flexibilität auch empirisch in Form eines Performanzvorteils nachweisen läßt. Weitere Forschung wird zeigen müssen, ob dieser Grenzwert nicht noch größer ist und eventuell näher bei 20 oder darüber liegt.

7 Diskussion

Es wurde ein allgemein anwendbares Beschreibungskonzept für Benutzungsoberflächen vorgestellt, welches einerseits alle Interaktionsfunktionen in Anwendungsfunktionen und Dialogfunktionen aufteilt, und andererseits aus Sicht von Benutzern zwischen wahrnehmbaren und verborgenen Interaktionsobjekten bzw. -funktionen unterscheidet. Aufbauend auf diesen abstrakten Beschreibungskonstrukten lassen sich für die meisten gängigen Oberflächentypen einige handlungspsychologisch relevante Aspekte erkennen und auszählen. Zur Berechnung der softwareergonomischen Produktgüte werden fünf Metriken für „Feedback“ und „Flexibilität“ definiert und anhand von drei experimentellen Vergleichsstudien validiert.

Wie man aus Tabelle 4 und Tabelle 5 erkennen kann, läßt sich ein empirischer Performanzvorteil nur dann für eine Oberfläche nachweisen, wenn die Flexibilität der Dialogstruktur gemessen mittels DFl und AFl größer als ca. 15 ist (siehe Bild 11). Dabei ist offenbar ein Unterschied in dem interaktiven Verzweigungsgrad (IVG) als Maß für globale Freiheitsgrade nicht so bedeutsam wie der Unterschied in dem lokalen Ausmaß an Freiheitsgraden (FL = DFl + AFl). Das Ausmaß an visuellem Feedback ist offensichtlich nicht für den empirisch nachweisbaren

Unterschied CUI vs. GUI des Datenbankprogrammes von primärer Bedeutung, sondern der tatsächlich erfassbare Unterschied in der Dialogflexibilität.

Wenden wir diese Erkenntnis auf einige in der Literatur veröffentlichten Studien an, so können wir die veröffentlichten Ergebnisse widerspruchsfrei interpretieren: Wenn man den Schwellwert von [Fl = 15] als Kriterium auf die Dialogstrukturen der Vergleichsstudie von Kühn und Streitz (1989) nachträglich anwendet, so kann man das Ergebnis dieser empirischen Vergleichsstudie *vorhersagen*. Nimmt man an, daß die in der Veröffentlichung abgebildeten Dialogstrukturen eine vollständige Darstellung sind, so ist Fl für die abgebildete „lowfan“-Struktur Fl = 4,7 und für die „highfan“-Struktur Fl = 7,0. Diese Kennwerte liegen deutlich unter dem in dieser Arbeit postulierten Schwellwert von 15. Die durchschnittliche Aufgabenbearbeitungszeit der 145 Aufgaben für die „lowfan“-Oberfläche beträgt 118,4 Sekunden und für die „highfan“-Oberfläche 115,4 Sekunden. Dieser Performanzunterschied kann wie erwartet wegen der zu geringen Dialogflexibilität nicht signifikant sein, und ist es auch nicht!

Eine Reihe von weiteren Vergleichsstudien zwischen verschiedenen Menüstrukturen haben gezeigt (Paap und Roske-Hofstrand, 1988), daß die Benutzbarkeit der Menübäume von ihrer „Breite“ (= An-

zahl alternativer Menüoptionen pro Menü) und ihrer „Tiefe“ (= Anzahl Hierarchiestufen) abhängt. Man kann nun annehmen, daß die Anzahl Menüoptionen eine – wenn auch eingeschränkt gültige – Metrik für die interaktive Flexibilität der gesamten Menüstruktur ist. Paap und Roske-Hofstrand können anhand verschiedener empirischer Vergleichsstudien aufzeigen, daß für eine optimale Benutzung die minimale Anzahl mindestens 16 Menüoptionen umfaßt (sofern diese Optionen sinnvoll gruppiert auf der Maske dargeboten werden) (Paap und Roske-Hofstrand, 1988 S. 222). Diese Resultate können als eine weitere Bestätigung des Minimalwertes von 15 für unser Flexibilitätsmaß (Fl) angesehen werden.

Es ist uns wahrscheinlich gelungen für die beiden Flexibilitätsmaße DFl und AFl, Mindestwerte bzw. Grenzwerte quantitativ angeben zu können. Die Angabe von Mindestwerten erlaubt es, statt bisher nur von einer Richtlinie nun von einem Kriterium zu sprechen, dessen Erfüllungs- bzw. Einhaltungsgrad eindeutig, exakt und objektiv festgestellt werden kann. Erst, wenn ein interaktives System diesen Mindestwert erfüllt, kann wahrscheinlich von einem empirisch nachweisbaren Benutzungsvorteil aufgrund hinreichender interaktiver Flexibilität ausgegangen werden.

Oberflächen lassen sich mit dem vorgestellten Konzept hinsichtlich einiger

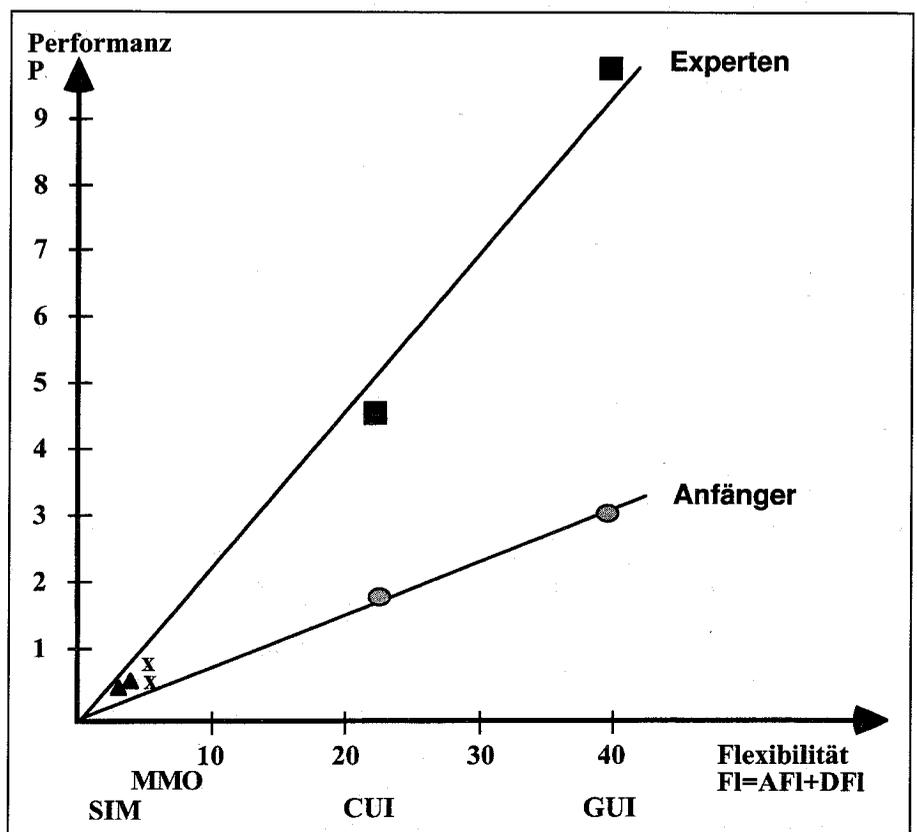


Bild 11: Das Verhältnis von Performanz (P) zur Dialogflexibilität (Fl).

Aspekte in ihrem Ausmaß an Feedback und Flexibilität quantitativ beschreiben (und damit eindeutig klassifizieren). Die Anwendungsmöglichkeiten der Metriken erstrecken sich über den Einbau in Entwicklungsumgebungen zur automatischen Generierung von Oberflächen, über Qualitätssicherungsmaßnahmen, bis hin zu Normenkonformitätsprüfungen (z.B. EU-Richtlinie 90/270). Festzustellen, inwieweit dieser Ansatz grundsätzlich weiterführt, bleibt zunächst weiterer Forschung in dieser Richtung vorbehalten. Das in dieser Arbeit vorgestellte Vorgehen ist ein Beitrag zur Entwicklung von objektiven Meßvorschriften für die Bestimmung der software-ergonomischen Produktgüte interaktiver EDV-Systeme.

Danksagung: An dieser Stelle möchte ich mich sehr herzlich bei Herrn Dr. habil. Karl Schlagenhaut von der ADI GmbH in Karlsruhe, Herrn Raimund Mollenhauer (SAP AG, vormals ADI GmbH), Herrn Markus Brunner (IfI, ETH Zürich), sowie Herrn Andreas Grützmaker (IfAP, ETH Zürich) für ihre unschätzbare Unterstützung bedanken.

8 Literaturverzeichnis

- Adimens: (1988) Adimens Manual Version 2.21. ADI Software GmbH, Hardeckstr. 5, D-76185 Karlsruhe (D)
- Adimens: (1990) Adimens GTplus Manual Version 3.0. ADI Software GmbH, Hardeckstr. 5, D-76185 Karlsruhe (D)
- Alty, J. L.; Mullin J.: Dialogue specification in the GRADIENT dialogue system. In: A. Sutcliffe & L. Macaulay (eds.) *People and Computers V*. Cambridge: Cambridge University Press, 1989, S. 151-168
- Apple (1987) *Human Interface Guidelines: The Apple Desktop Interface*. Reading: Addison-Wesley.
- Balzert, H.: Die Entwicklung von Software-Systemen. (Reihe Informatik, Band 34, K.H. Böhling, U. Kulisch & H. Maurer, Hrsg.) Mannheim: Bibliographisches Institut, 1989
- Brunner, M.; Rauterberg, M.: Hierarchische oder netzartige Interaktionsstruktur bei multimedialen Informationssystemen: eine experimentelle Vergleichsstudie. Technical Report MM-2-93. Zürich: ETH, Institut für Arbeitspsychologie, 1993
- Cockton, G.: Human factors and structured software development: the importance of software structure. In: D. Diaper & N. Hammond (eds.) *People and Computers VI: Proceedings of the Sixth conference of the British Computer Society*. Cambridge: Cambridge University Press, 1991, S. 57-72
- Coutaz, J.: UIMS: promises, failures and trends. In: A. Sutcliffe & L. Macaulay (eds.) *People and Computers V: Proceedings of the Fifth conference of the British Computer Society*. Cambridge: Cambridge University Press, 1989, S. 71-84
- Daum, W.; Schlagenhaut, K.: Mehr verkaufen, top präsentieren und informieren. *Betriebswirtschaftliche Blätter* 3: III-VIII, (1993)
- Denert, E.: Specification and Design of Dialogue Systems with State Diagrams. In: E. Morlet & D. Ribbens (eds.) *International Computing Symposium '77*. Amsterdam: Elsevier, 1977, S. 417-424
- DIN 66 234 Teil 8. *Bildschirmarbeitsplätze - Grundsätze ergonomischer Dialoggestaltung*. Deutsche Industrie Norm. D-10787 Berlin: Beuth Verlag, 1988
- Dix, A.; Finlay, J.; Abowd, G.; Beale, R.: *Mensch Maschine Methodik*. New York München: Prentice Hall, 1995
- Dumas, J. S.; Redish, J. C.: *A practical guide to usability testing*. Norwood: Ablex, 1993
- Edmonds, E.; Hagiwara, N.: An experiment in interactive architectures. In: D. Diaper, D. Gilmore, G. Cockton & B. Shackel (eds.) *Human-Computer Interaction - INTERACT '90*. Amsterdam: Elsevier Science, 1990, S. 601-606
- EU-Bildschirmrichtlinie 90/270 (1990) *Richtlinie des Rates vom 29. Mai 1990 über die Mindestvorschriften bezüglich der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes bei der Arbeit an Bildschirmgeräten*. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 156 S. 14-18
- Englisch, J.: *Ergonomie von Softwareprodukten*. (Angewandte Informatik, Band 5; H. Balzert, Hrsg.), Mannheim: Wissenschaftsverlag, 1993
- Gaver, W.: Auditory icons: Using sound in computer interfaces. *Human-Computer Interaction*, 2, 1986, 167-177
- Gieskens, D. F.; Foley, J. D.: Controlling user interface objects through pre- and postconditions. In: P. Bauersfield, J. Bennett & G. Lynch (eds.) *Human Factors in Computing Systems CHI'92*. New York: ACM, 1992, S. 189-194
- Gilmore D.: Visibility: a dimensional analysis. In: D. Diaper & N. Hammond (eds.) *People and Computers VI*. (British Computer Society Conference Series 3), Cambridge: Cambridge University Press, 1991, S. 317-329
- Grützmaker, A.: Datenpräsentation und Lösungsverhalten in einer komplexen, simulierten Problemsituation. unveröffentlichte Lizentiatsarbeit. (Philosophische Fakultät I, Psychologisches Institut, Abteilung Angewandte Psychologie), Zürich: Universität Zürich, 1988
- de Haan, G.; van der Veer, G.; Vliet, J.: Formal modelling techniques in human-computer interaction. *Acta Psychologica* 78, 1991, 27-67
- Hacker, W.: *Arbeitspsychologie*. Bern: Huber, 1986
- Hübner, W.: *Entwurf graphischer Benutzerschnittstellen*. Berlin: Springer, 1990
- IBM (1992) *Object-Oriented Interface Design*. Carmel: Que
- Janssen, C.: Dialognetze zur Beschreibung von Dialogabläufen in grafisch-interaktiven Systemen. In: K. Rödiger (Hrsg.) *Software-Ergonomie '93*. (German Chapter of the ACM Berichte, Band 39), Stuttgart: Teubner, 1993, S. 67-76
- Kishi, N.; Kinoe, Y.: Assessing usability evaluation methods in a software development process. In: Bullinger, H-J (ed.) *Human Aspects in Computing: Design and Use of Interactive Systems and Work with Terminals*. Amsterdam: Elsevier, 1991, S. 597-601
- Kühn, E.; Streitz, N.: Do users know how to ACT* when menus are complex? - A numerical model of user interface complexity. In: F. Klix, N. Streitz, Y. Waern and H. Wandke (eds.) *Man-Computer Interaction Research - MACINTER II*. Amsterdam: North-Holland, 1989, S. 361-374
- Microsoft (1991) *The Windows Interface*. Redmond: Microsoft Press
- Müller-Holz, B.; Hacker, S.; Bartsch, T.: *PROTOS Entwicklung von Methoden zur Herstellung und Bewertung von Prototypen für Benutzeroberflächen*. Zwischenbericht 8/90. Lehrstuhl für Psychologie der TU München, 1990
- Nielsen, J.; Mack, R.: (eds.) *Usability inspection methods*. New York: John Wiley, 1994
- Oesterreich, R.: *Handlungsregulation und Kontrolle*. München: Urban & Schwarzenberg, 1981
- Oesterreich, R.: Der Begriff „Effizienz-Divergenz“ als theoretischer Zugang zu Problemen der Planung des Handelns und seiner Motivation. In: W. Hacker, W. Volpert & M. von Cranach (Hrsg.) *Kognitive und motivationale Aspekte der Handlung*. Bern: Huber, 1982, S. 110-122
- Oppermann, R.: Individualisierte Systemnutzung. In: M. Paul (Hrsg.): *GI - 19. Jahrestagung I Computergestützter Arbeitsplatz*, Berlin: Springer Verlag, 1989, S.131-145
- Oppermann, R.; Murchner, B.; Paetau, M.; Pieper, M.; Simm, H.; Stellmacher, I.: *Evaluation von Dialogsystemen - der software-ergonomische Leitfaden EVADIS*. Berlin: de Gruyter, 1988
- Oppermann, R.; Murchner, B.; Reiterer, H.; Koch, M.: *Software-ergonomische Evaluation - der Leitfaden EVADIS II*. Berlin: De Gruyter, 1992
- Paap, K. R.; Roske-Hofstrand, R. J.: Design of menus. In: M. Helander (ed.) *Handbook of Human-Computer Interaction*. Amsterdam: North Holland, 1988, S. 205-235
- Prümper, J.; Anft, M.: Die Evaluation von Software auf der Grundlage des Entwurfs zur internationalen Ergonomie-Norm ISO 9241 Teil 10 als Beitrag zur partizipativen Systemgestaltung - ein Fallbeispiel. In: K-H. Rödiger (Hrsg.) *Software-Ergonomie '93*. (Berichte des German Chapter of the ACM, Berichte 39, S.145-156) Stuttgart: Teubner, 1993
- Rauterberg, M.: Maus versus Funktionstaste: ein empirischer Vergleich einer desktop- mit einer ascii-orientierten Benutzungsoberfläche. In: S. Maaß & H. Oberquell (Hrsg.) *Software-Ergonomie '89*. (German Chapter of the ACM Berichte, Band 32), Teubner: Stuttgart, 1989 S 313-323
- Rauterberg, M.: Lässt sich die Gebrauchstauglichkeit interaktiver Software messen? *Ergonomie & Informatik* 16, 1992a, 3-18
- Rauterberg, M.: An empirical comparison of menu-selection (CUI) and desktop (GUI) computer programs carried out by beginners and experts. *Behaviour & Information Technology* 11(4), 1992b 227-236
- Rauterberg, M.: Ein Konzept zur Quantifizierung software-ergonomischer Richtlinien. ETH-Zürich: Institut für Arbeitspsychologie, 1995
- Rauterberg, M.: Umfrage zur individuellen Arbeitsweise mit dem Textverarbeitungsprogramm MsWORD. In: Tagungsband zum 4. GI-Workshop Adaptivität und Benutzermodellierung in interaktiven Softwaresystemen ABIS'96, Dortmund 9.-11. Oktober 1996; S. 8.1-8.8
- Rauterberg, M.; Spinaz, P.; Strohm, O.; Ulich, E.; Waeber, D.: *Benutzerorientierte Software-Entwicklung*. (Mensch-Technik-Organisation, Band 3, E. Ulich, Hrsg.) Stuttgart: Teubner, 1994
- Rengger, R.; Macleod, M.; Bowden, R.; Drynan, A.; Blayney, M.: *MUSiC Performance Measurement Handbook*. National Physical Laboratory, DITC, Teddington, UK, (1992)
- Staufer, M.: *Piktogramme für Computer*. Berlin: de Gruyter, 1987

Streitz, N.: Psychologische Aspekte der Mensch-Computer-Interaktion. In: C.G. Hoyos & B. Zimolong (Hrsg.) *Ingenieurspsychologie*. Göttingen Toronto Zürich: Hogrefe, 1990, S. 240-284

Sweeney, M.; Macguire, M.; Shackel, B.: Evaluating user-computer interaction: a framework. *International Journal of Man-Machine Studies* 38: 689-711, (1993)

Ulich E. (1994, 3.Auflage) *Arbeitspsychologie*. Stuttgart: Poeschel

Wandmacher, J.: *Software-Ergonomie*. (Mensch-Computer-Kommunikation: Grundwissen, Band 2; H. Balzert, Hrsg.), Berlin: de Gruyter, 1993

Whitefield, A.; Wilson, F.; Dowell, J.: A framework for human factors evaluation. *Behaviour and Information Technology* 10 (1): 65-79, (1991)

Willumeit, H.; Gediga, G.; Hamborg, K.-C.: *IsoMetrics: Ein Verfahren zur formativen Evaluation von Software nach ISO 9241/10*. *Ergonomie & Informatik* 27:5-12, (1996)

Zemanek, G. V.: *Modellierung von Dialogstrukturen mittels Graphen*. Technischer Report IBM; Heidelberg: IBM Wissenschaftliches Zentrum, 1987

Schulung mit Computern – Deutschland wird größter Markt für multimediales Lernen –

Deutschland wird im Jahr 2005 zum größten europäischen Markt für Multimedia-Technologien in Training und Ausbildung. Das englische Marktforschungsinstitut Datamonitor schätzt das europäische Marktvolumen in diesem Bereich in zehn Jahren auf etwa 11,5 Mrd. DM.

Der Umsatz von computerunterstützten Programmen soll von 1994 zu 1995 um 116% auf 280 Mio. DM gestiegen sein. Gegenwärtig ist England mit einem Marktanteil von 46% führend. Es folgt Deutschland mit 37%. Somit entfällt auf diese beiden Länder der Löwenanteil. Überraschend ist, wie wenig sich in den anderen europäischen Ländern in Sachen CBT tut. Laut Datamonitor haben die Niederlande beispielsweise einen Marktanteil von 5% und Frankreich sogar nur 3%. Auf den Rest Europas entfallen 7%.

Binnen 10 Jahren, so Datamonitor, werde der britische Anteil an dem dann 11,5-Milliarden-Markt auf 27% zurückgehen, der deutsche auf rund 40% anwachsen. 4,6 Mrd. DM werden demnach im Jahre 2005 in Deutschland mit CBT-Anwendungen umgesetzt. Als Gründe für das steigende Wachstum des CBT-Marktes sieht Datamonitor vor allem die schnell wachsende Marktdurchdringung von CD-ROM-Laufwerken und Multimedia-PCs. Außerdem würden multimediale Lern- und Ausbildungstechnologien zunehmend in Branchen eingesetzt, in denen sie bislang nicht vorzufinden waren.

Für die Spitzenposition Deutschlands im nächsten Jahrtausend hat Datamonitor eine einfache Erklärung. Das bevölkerungsreichste Land der Europäischen Union hat auch die meisten Arbeitsplätze, die zunehmend mit PCs ausgestattet werden, an denen künftig gelernt werde. Denn die englischen Marktforscher sind überzeugt, daß sich multimediales Lernen auf Grund seiner Vorteile gegenüber der klassischen Wissensvermittlung flächendeckend durchsetzen wird. Zu offensichtlich seien die Vorteile dieser Lernform. In erster Linie werden Kosten- und Zeitersparnis genannt. Darüber hinaus würden Mitarbeiter, die mit CBT arbeiten, sich die Inhalte besser merken, argumentiert Datamonitor weiter.

Trotz dieses rasanten Wachstums, das Datamonitor prognostiziert, sind deutsche, zumindest die bayerischen Unternehmen, zurückhaltend, was den Einsatz von Lernprogrammen betrifft.

In einer Umfrage der Industrie- und Handelskammer für München und Oberbayern unter mehr als 1 000 Betrieben in der Region, gaben nur 8% der Befragten an, daß sie CBT einsetzen. Die Firmen würden nach wie vor die klassische Seminarform favorisieren, ergab die Studie.

Wenn die Unternehmen allerdings CBT einsetzen, bevorzugen sie Eigenentwicklungen. Immerhin 27% der Befragten gaben an, daß sie selbst

entwickelte Lernprogramme einsetzen, und nur 14% von ihnen greifen schwerpunktmäßig auf externe Produktionen zurück.

Wirtschaft & Produktivität 10 (1996), S. 12

Mitgliederversammlung und Kongreß des REFA-Verbandes in Bad Dürkheim

Am 5. Mai 1997 führt der REFA-Verband für Arbeitsgestaltung, Betriebsorganisation und Unternehmensentwicklung e.V. seine im Abstand von zwei Jahren stattfindende Mitgliederversammlung im Dorint-Hotel in Bad Dürkheim durch.

Am 6. und 7. Mai 1997 findet im gleichen Haus das REFA-Organisationsforum '97 statt. Es steht diesmal unter dem Rahmenthema: **„Unternehmensdatenmanagement und Prozeßketten – Erfolgskonzept für Ihr Unternehmen“**.

Im Rahmen dieser Veranstaltung stellt der REFA-Verband sein neues Konzept zum Unternehmensdatenmanagement vor, bei dem es insbesondere darum geht, Gestaltungs- und Optimierungsansätze, die bisher häufig nur auf einzelne betriebliche Funktionen ausgelegt waren, auf den gesamten Unternehmensprozeß oder zumindest auf geschlossene Prozeßketten auszudehnen.

Zwölf namhafte Referenten aus Wirtschaft und Verwaltung werden aufzeigen, welche Erfahrungen sie mit derartigen Konzepten gemacht haben und welche Erfolge sie erzielt haben.

Um die volle Breite der möglichen Anwendungen aufzuzeigen, werden auf der Tagung auch Beispiele aus den Bereichen Versicherungswesen, Handel und Gesundheitswesen präsentiert.

Nach der Darstellung von EDV-Tools zur Optimierung von Geschäftsprozessen schließt die Veranstaltung mit einem Info-Markt zum Unternehmensdatenmanagement, wo alle Teilnehmer aufgefordert sind, ihre Anregungen und Erfahrungen einzubringen.

Weitere Informationen erhalten Sie vom REFA-Bundesverband, Frau B. Wagneter, Wittichstraße 2, 64295 Darmstadt, Telefon: (0 61 51) 88 01-1 43, Fax: (0 61 51) 88 01-27 oder über Internet: <http://www.REFA.de>.

EU: Forschungsprogramme im Internet

Unter der Rubrik „Förderprogramme BMBF/EU“ weist das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF) auf seiner Homepage im Internet jetzt auch auf europäische Forschungsprogramme hin.

Die Nutzer können sich beispielsweise über das vierte Rahmenprogramm Forschung der EU und über die europäischen Forschungsoperationen EUREKA und COST informieren. Positiver Effekt für potentielle Antragsteller aus der Industrie: Sie

erfahren schnell und unbürokratisch das Wichtigste über aktuelle Ausschreibungen und Aktionen auf europäischer Ebene. Das Informationsangebot wird interaktiv ausgestaltet. Die Nutzer können die Informationen, Dokumente und Antragsunterlagen zeitsparend elektronisch bestellen oder direkt auf den eigenen Rechner laden.

Wirtschaft & Produktion 11 (1996), S. 12

Neue CD-ROM erlaubt direkten Zugang zur Literaturdatenbank „Arbeitsschutz/Arbeitsmedizin“

Bisher waren die Informationen über vorhandene Arbeitsschutzliteratur für die Arbeitsschutz- und Betriebspraktiker nur auf Umwegen zu erhalten. Auf der neuen CD-ROM „Arbeitsschutz/Arbeitsmedizin“ kann erstmals direkt auf 34 000 vor allem deutschsprachige Literaturstellen zurückgegriffen werden. Damit steht das gesamte Arbeitsschutz- und arbeitsmedizinische Fachwissen jedem zur Verfügung.

Von Interesse dürfte die neue CD-ROM „Arbeitsschutz/Arbeitsmedizin“ vor allem für die betrieblichen Praktiker, Fachkräfte für Arbeitssicherheit, Betriebs- und Personalräte, Mitarbeiter von Gewerbeaufsichtsamtern und Berufsgenossenschaften sowie Arbeitsmediziner und Betriebsärzte sein. Durch den direkten Zugang zur Literaturdatenbank der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin lassen sich auf Stichwort alle in Frage kommenden Literaturstellen auf- bzw. abrufen. Die deutsch- bzw. englischsprachigen Kurzfassungen erleichtern einen schnellen Überblick über die Inhalte der gewünschten Fachliteratur.

Ob für die Lösung betrieblicher Probleme, die Durchführung technischer Arbeitsschutzmaßnahmen oder die Umsetzung des technischen Regelwerkes, das umfassende dokumentierte Fachwissen gibt Hilfestellung aus allen Bereichen des Arbeitsschutzes und der Arbeitsmedizin (u.a. der Ergonomie, der Sicherheitstechnik, dem Lärm-, Gesundheits- und Gefahrschutz).

Damit die Bezieher der CD-ROM immer auf dem laufenden sind, werden Monat für Monat über 200 in- und ausländische Fachzeitschriften (u.a. sämtliche berufsgenossenschaftlichen Zeitschriften) ausgewertet und die wichtigsten Fachbeiträge DV-mäßig erfaßt.

Die neue CD-ROM „Arbeitsschutz/Arbeitsmedizin“ kostet als Einzelausgabe DM 845,-, im Abonnement (3 Ausgaben pro Jahr) jährlich DM 1 930,-. Den Beziehern der gedruckten Profildienste der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin wird ein Rabatt von 10 % eingeräumt. Zu beziehen ist die CD-ROM bei FIZ Technik, Ostbahnhofstraße 13, 60314 Frankfurt, Tel.: 069/43 08-2 27/2 28, Telefax: 069/43 08-2 00.

Presseinformation der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin 15 (1996), Dortmund, Berlin.