

Projektberichte zum Forschungsprojekt

Benutzer- **O**rientierte **S**oftwareentwicklung und **S**chnittstellengestaltung

Herausgegeben von:

P. Spinas, M.Rauterberg, O.Strohm, D.Waeber & E.Ulich

Projektbericht Nr.

Experimentelle Untersuchungen zur
Gestaltung der Benutzungsoberfläche
eines relationalen Datenbanksystems

Matthias Rauterberg

Zürich

1990

**Vom Bundesministerium für Forschung und Technologie
gefördertes Verbundprojekt**

Förderkennzeichen: 01HK706/0

Projekttitel:

**"Entwicklung und empirische Überprüfung von Kriterien, Methoden und Modellen
zur benutzerorientierten Software-Entwicklung und Dialog-Gestaltung"**

Projektträger:

**DFVLR
Projektträgerschaft
Arbeit und Technik (AuT)
Südstrasse 125
D-5300 BONN 2**

Verbundpartner:

IfAP-ETH, Zürich (CH)



Prof. Dr. Eberhard Ulich (Projektleitung)	+41-1-254-7070
Dr. Philipp Spinass (Ansprechpartner)	+41-1-254-7077
Dipl.Inf.,Dipl.Psych. Matthias Rauterberg	+41-1-254-7082
Dipl.Psych. Oliver Strohm	+41-1-254-7084
lic.phil. Daniel Waeber	+41-1-254-7077

ADI Software GmbH, Karlsruhe (BRD)



Dr. Karl Schlagenhaut (Projektleitung)
Raimund Mollenhauer (Ansprechpartner) +49-721-57000-66
Jürgen Dobrinski

ISBN 3-906509-06-0

INHALTSVERZEICHNIS

Experimentelle Untersuchungen: ein Überblick.....	5
Einleitung	5
1. Fragestellungen und Einordnung der Experimente	5
2. Methoden.....	6
3. Wichtigste Ergebnisse	7
4. Abschliessende Bemerkungen	8
I. Untersuchung der Benutzerfreundlichkeit einer direktmanipulativen Benutzungsoberfläche am Beispiel eines relationalen Datenbanksystems	10
1. Theoretischer Bezugsrahmen.....	10
1.1. Bewertungs- und Gestaltungskriterien	10
1.2. Ableitung eines Kriterienrasters für die Evaluation	12
2. Methodische Darstellung des Experimentes	16
2.1. Vorbemerkungen.....	16
2.2. Ablauf der Versuche.....	17
2.3. Beschreibung der 5 Standard-Testaufgaben	18
2.4. Beschreibung der erhobenen Meßwerte.....	19
3. Darstellung der wichtigsten Ergebnisse	20
3.1. Ergebnisse der experimentellen Studie	21
3.2. Ergebnisse der Experten-Evaluation.....	29
II. Ein empirischer Vergleich einer desktop- mit einer ascii-orientierten Benutzungsoberfläche.....	33
1. Einleitung	33
2. Stand der Forschung	34
2.1. Benutzungsoberfläche mit Kommandosprache.....	34
2.2. Benutzungsoberfläche mit Menüs und Funktionstasten.....	35
2.3. Direkt-manipulative Benutzungsoberfläche mit Maus	36
2.4. Kommando-, Menü- und direkt-manipulative Oberfläche	37
3. Fragestellungen	38
4. Methodisches Vorgehen.....	44
4.1. Beschreibung der Benutzer (Novizen und Experten).....	45
4.2. Ablauf der Untersuchung	45
4.3. Beschreibung der zehn Standard-Aufgaben	45
5. Darstellung der Ergebnisse	47
6. Diskussion.....	49
7. Zusammenfassung.....	50
III. Datenbankkonstruktion durch Benutzer mit unterschiedlicher EDV-Erfahrung an einem direkt-manipulativen Datenbank-System.....	51
1. Einleitung	51

2. Fragestellungen	51
2.1. Arbeitspsychologische Fragestellungen.....	51
2.2. Kognitionspsychologische Fragestellungen	52
3. Versuchsanordnung und Versuchsablauf.....	53
3.1. Vorbemerkungen.....	53
3.2. Versuchsablauf.....	53
3.3. Beschreibung der Stichprobe.....	54
3.4. Beschreibung der Untersuchungsaufgabe	55
3.5. Beschreibung der erhobenen Messwerte	55
4. Darstellung der wichtigsten Ergebnisse	56
4.1. Deskriptive Analyse der Vorgehensweise bei der Konstruktion einer Datenbank.....	56
4.2. Quantitative Analyse der erhobenen Parameter.....	57
4.3. Varianzanalysen.....	59
5. Diskussion.....	60
5.1. Beantwortung der Untersuchungsfragen.....	60
5.2. Interpretation der Ergebnisse	61
IV. Anhang	62
V. Literatur	66

EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN: EIN ÜBERBLICK

EINLEITUNG

Mit dem Datenbanksystem ADIMENS des Projektpartners ADI GmbH aus Karlsruhe wurden bisher drei Experimente zu Fragen der Transparenz, Flexibilität und Aufgabenangemessenheit von Benutzungsoberflächen durchgeführt, die im folgenden kurz dargestellt werden.

1. FRAGESTELLUNGEN UND EINORDNUNG DER EXPERIMENTE

Ausgehend von theoretischen Überlegungen - wonach die Transparenz eines Systems wesentlich den Aufbau des mentalen Modells des Benutzers vom System beeinflusst, was wiederum dessen Kontrollmöglichkeiten bestimmt und als Basis für die Tätigkeitsregulation dient - sowie bisherigen Untersuchungsergebnissen zur Benutzerfreundlichkeit wurde dem Kriterium der Transparenz bei den experimentellen Untersuchungen erste Priorität eingeräumt. Der Benutzer muss sich über den Inhalt (Informationen, Funktionen) und die Organisation (Ordnungskriterien, Dialogpfade) des Systems ein angemessenes mentales Modell bilden können, um die technische Unterstützung überhaupt bzw. mit vertretbarem kognitivem Aufwand nutzen zu können. Deshalb ist dem Benutzer die Orientierung durch eine transparente Systemgestaltung zu erleichtern.

Experiment I und II beschäftigten sich mit dem Ausführungsteil des Datenbanksystems, d.h. die Versuchspartner mussten mit einer vorgegebenen, bereits definierten Datenbank (Campingplatz-Verwaltung) verschiedene Standardaufgaben (wie Platzreservation, Abrechnung etc.) bearbeiten.

Beim Experiment I (Untersuchung der Benutzerfreundlichkeit einer direktmanipulativen Benutzungsoberfläche am Beispiel eines Datenbanksystems) handelt es sich um ein Pilot-Experiment mit explorativem Charakter. Zielsetzung dieses Experimentes war es, anhand eines Kriterienrasters die direktmanipulative Benutzerschnittstelle von Adimens speziell hinsichtlich Orientierungsmöglichkeiten und Handhabbarkeit auf Schwachstellen zu untersuchen. Dadurch sollten Hinweise für die Entwicklung neuer Experimentalversionen der Benutzerschnittstelle sowie praktische Verbesserungsvorschläge für die Produktentwicklung abgeleitet werden können.

Experiment II (Maus versus Funktionstaste: ein empirischer Vergleich einer desktop mit einer ascii-orientierten Benutzungsoberfläche) wurde auf der Basis der Resultate von Ex-

periment I konzipiert. Mit diesem Experiment sollte insbesondere der Frage nachgegangen werden, ob interaktive Systeme mit direktmanipulativen Benutzungsoberflächen auch erfahrenen Computerbenutzern die gewünschte Unterstützung bieten oder ob diese - v.a. für Anfänger gedachte - Konzeption die Aufgabenerfüllung der Experten eher behindert. Mit ADIMENS stand ein Datenbanksystem mit zwei verschiedenen Benutzungsoberflächen (direktmanipulativ, desktop; konventionell/ascii mit Menü- und Funktionstastensteuerung) bei gleicher Funktionalität zur Verfügung. Als Versuchspartner konnten neben Endbenutzern mit grosser Erfahrung im Umgang mit dem System auch eine Gruppe von Computerneulingen gefunden werden. Damit wurde es möglich, zwei verschiedene Benutzungsoberflächen in Abhängigkeit vom Wissensstand der Benutzer und vom Aufgabentyp zu untersuchen.

In Experiment III wurde die Entwicklung bzw. Anlage einer Datenbank (Definition von Dateien, Merkmalen und ihren Verbindungen und Feldlängen; Definition von Masken etc.) am Beispiel des Gebrauchtwagenhandels untersucht. Die Konzeption und Anlage einer Datenbank ist insofern entscheidend, als damit die Möglichkeiten der Bearbeitung im Ausführungsteil und damit der Handlungsspielraum des Benutzers beeinflusst wird. Die Konzeption erfordert daher vom Benutzer eine sorgfältige Analyse des Anwendungsproblems sowie eine Antizipation notwendiger Verarbeitungsprozesse und setzt damit Kenntnisse des Benutzers bezüglich verfügbarer Funktionen voraus. Zentrale Fragen dieser Untersuchung richteten sich demzufolge nach der Strategie der Datenbank-Konstruktion in Abhängigkeit von der EDV-Erfahrung, der Aufgabenangemessenheit der erstellten Datenbank sowie auftretenden Problemen im Dialog- bzw. Anwendungsbereich.

2. METHODEN

Zur besseren Vergleichbarkeit der Ergebnisse wurden in allen drei Experimenten annähernd dieselben Methoden zur Erfassung der mehrheitlich identischen abhängigen Variablen eingesetzt.

- a) Zur Erfassung soziodemografischer Variablen, der EDV-Erfahrung und subjektiver Beurteilungs- und Bewertungsaussagen wurden speziell entwickelte Fragebögen eingesetzt.
- b) Zur Erfassung handlungs(beg)leitender Kognitionen und Handlungsstrategien wurde die Methode des 'Lauten Denkens' praktiziert.
- c) Das Benutzerverhalten wurde mittels Videoaufnahmen und - in Experiment II - Logfile-Aufzeichnungen erfasst (automatische Protokollierung von Bearbeitungs- und Reaktionszeiten, Tastatureingaben, Maus-Klicks).
- d) Das Versuchsleiter-Protokoll diente zur Erfassung von Fehlern, Problemen und Fragen der Versuchspartner; ferner wurden darin im Experiment I die handgestoppten Bearbeitungszeiten notiert; im Experiment III diente es - als Ergänzung der

Videoaufnahmen - zur Rekonstruktion der Vorgehensweise bei der Datenbank-Konzeption.

3. WICHTIGSTE ERGEBNISSE

Als Hauptergebnis aller drei Experimente ist festzuhalten, dass die untersuchte direktmanipulative (desktop) Benutzungsoberfläche allen Versuchspartnern schon nach relativ kurzer Lern- und Einarbeitungszeit mit grossem Übungsgewinn die Bearbeitung komplexer Aufgaben in effizienter Weise ermöglichte; die Überlegenheit der direktmanipulativen Benutzungsoberfläche über eine konventionelle Benutzerschnittstelle mit Menus und Funktionstasten zeigte sich insbesondere im direkten Vergleich in Experiment II. Dies ist im wesentlichen auf die grössere Transparenz der direktmanipulativen Benutzungsoberfläche zurückzuführen, die dem Benutzer mehr Informationen über den aktuellen Dialogzustand, mögliche Aktionen und ihre - mehrheitlich - konsistente Durchführung bietet, was ihm schliesslich eine bessere Orientierung ermöglicht. Bemerkenswert ist ferner, dass die direktmanipulative Benutzungsoberfläche erfahrene Benutzer in ihrer Arbeit nicht - wie häufig behauptet - behindert, sondern ebenso wie Novizen unterstützt. Dieses Hauptergebnis ist ein Beleg für die vielfach geäusserte, bislang aber noch unzureichend belegte Vermutung der grösseren Benutzerfreundlichkeit direktmanipulativer gegenüber konventionellen Benutzungsoberflächen. Diese generelle Aussage muss allerdings in einigen Aspekten eingeschränkt bzw. präzisiert werden:

- 1) Trotz der als relativ gut einzustufenden Transparenz traten in allen Experimenten Problemsituationen auf, die ohne Hilfe des Versuchsleiters von den Benutzern nicht hätten bewältigt werden können. Dies ist ein Hinweis darauf, dass Details der konkreten Realisierungsform einer direktmanipulativen Benutzungsoberfläche letztendlich über deren Benutzerfreundlichkeit entscheiden. Im vorliegenden Fall führten diese Probleme zur Ableitung von Verbesserungsvorschlägen für das Produkt.
- 2) Experiment II zeigte einen bedeutsamen Zusammenhang zwischen dem Aufgabentyp und der Benutzungsoberfläche; die direktmanipulative Benutzungsoberfläche erwies sich in einer von zehn Aufgaben als weniger benutzerfreundlich als die konventionelle Benutzerschnittstelle. Direktmanipulative Benutzungsoberflächen sind demnach nicht für alle Typen von Aufgaben gleich gut geeignet. D.h. es muss für jeden Typ eine sorgfältige, aufgabenangemessene Dialoggestaltung durchgeführt werden.

In Experiment III ergab sich ein bemerkenswerter Zusammenhang zwischen der Vorgehensweise bei der Datenbank-Konstruktion und der Vorerfahrung. Versuchspartner mit mehr EDV-Erfahrung entwickelten die Datenbank konzeptorientiert, d.h. sie legten zuerst die Struktur der Datenbank fest und gestalteten sie anschliessend - interaktiv - im Detail aus. Versuchspartner mit weniger Erfahrung entwickelten die Datenbank ohne vorheriges Konzept im Verlauf der Interaktion am Computer; diese Gruppe stellte allerdings auch signifikant mehr Fragen an die Versuchsleiterin. Bezüglich der Aufgabenangemessenheit der Datenbank ergab sich kein Unterschied zwischen den beiden Gruppen. Diese

Resultate sind insofern von praktischer Relevanz als sie zeigen, dass auch Benutzer mit keiner oder nur geringer Computererfahrung in der Lage sind, über eine direktmanipulative Benutzungsoberfläche relativ komplexe Aufgaben - zu denen die Anlage einer Datenbank zählt - selbständig zu bewältigen, sofern sie eine angemessene kontext-sensitive Hilfestellung erhalten. Der Benutzer kann somit sein fachliches Wissen ohne Vermittlung eines EDV-Experten in ein auf seine Bedürfnisse massgeschneidertes, aufgabenangemessenes Anwendungssystem umsetzen. Die Ergebnisse dieses Experimentes werden durch die Resultate einer Benutzerumfrage zu Adimens bestätigt: EDV-Laien jeden Alters entwickelten erfolgreich eigene Anwendungen, die von der einfachen Schallplattenverwaltung über Pfarramt-Anwendungen (Begräbnis-, Taufen- und Spendenverwaltung) zu komplexen Auftragsbearbeitungs- und Abrechnungsanwendungen reichen.

4. ABSCHLIESSENDE BEMERKUNGEN

Die bisherigen Untersuchungen sind als Anfang einer intensiven Auseinandersetzung mit der Frage nach der optimalen Gestaltung von direktmanipulativen Schnittstellen anzusehen. Um zu einem differenzierten Verständnis von Transparenz zu gelangen (z.B. Aufteilung in statische und dynamische Transparenz) sind diejenigen Merkmale genauer herauszuarbeiten, welche dem Benutzer die Orientierung entscheidend erleichtern. Ferner ist dem Kriterium der Aufgabenangemessenheit stärkere Beachtung zu widmen, indem die Eignung verschiedener Elemente direktmanipulativer Benutzungsoberflächen für bestimmte (Teil-) Aufgaben bzw. Operationen untersucht wird. Damit zusammenhängend sind Möglichkeiten zu prüfen, wie unterschiedliche Dialogtechniken in einer Benutzungsoberfläche realisiert werden können, was einem unterschiedlichen Erfahrungsstand anpassbare (adaptierbare) Systeme und damit dem Benutzer individualisierbare Dialogstrukturen ermöglichen würde.

Die Benutzerfreundlichkeit direktmanipulativer Benutzungsoberflächen wird häufig dadurch erreicht, dass - für Anfänger komplexe - Operationen in Sequenzen mit vielen kleinen und einfachen Operationen aufgelöst werden; erfahrene Benutzer würden aber - wie auch subjektive Beurteilungen in den Experimenten zeigten - in derartigen Situationen die Durchführung einer einzigen, komplexen, aber dementsprechend mächtigen Operation im Sinne einer Abkürzung des Dialoges bevorzugen (Individualisierbarkeit). Nicht zuletzt ist aufgrund der bisherigen Untersuchungen, die auch Probleme der Benutzer mit der direktmanipulativen Benutzungsoberfläche und dementsprechende Bitten um Hilfe des Versuchsleiters aufgezeigt haben, dem Kriterium der Unterstützung gebührend Rechnung zu tragen. So ist zu prüfen, in welchen Problemsituationen welche Informationen in welcher Präsentationsform den Lernprozess positiv beeinflussen, da ja auch direktmani-

pulative Benutzungsoberflächen nicht absolut selbsterklärend sind. Hierbei ist insbesondere die Frage von Interesse, wie auch hochgeübten, erfahrenen Benutzern eine bislang nicht erkannte oder nicht benutzte Systemfunktionalität offengelegt werden kann.

I. UNTERSUCHUNG DER BENUTZERFREUNDLICHKEIT EINER DIREKTMANIPULATIVEN BENUTZUNGSOBERFLÄCHE AM BEISPIEL EINES RELATIONALEN DATENBANKSYSTEMS

1. THEORETISCHER BEZUGSRAHMEN

In dieser Studie soll anhand eines vorgegebenen Kriterienrasters die direktmanipulative Benutzungsoberfläche des relationalen Datenbanksystems ADIMENS auf bestehende Schwachstellen hin untersucht werden, um dann aus dieser Analyse Verbesserungsvorschläge für die Entwicklung neuerer Versionen der Benutzungsoberfläche ableiten zu können.

Diese empirische Vorstudie setzt sich aus zwei Evaluationsstrategien zusammen: zum einen werden Beobachtungen von konkretem Benutzerverhalten durchgeführt, zum anderen wird eine Experten-Evaluation vorgenommen.

1.1. BEWERTUNGS- UND GESTALTUNGSKRITERIEN

Zunächst muß ein Kriterienraster erstellt werden. Hierbei werden die Anregungen aus der DIN-Norm 66234 und aus dem Konzept der Benutzerfreundlichkeit, wie es von SPINAS (1987) entwickelt worden ist, aufgenommen und zu einem Kriterienraster aufgearbeitet.

1.1.1. DIN-Norm 66234

Es werden zunächst kurz die in der DIN Norm 66234 aufgeführten Kriterien vorgestellt.

Aufgabenangemessenheit:

Hier ist die Unterstützung der eigentlichen Arbeitsaufgabe (die "Sach"-Aufgabe) ohne eine zusätzliche, bzw. möglichst geringe Belastung durch die Handhabungseigenschaften des interaktiven Systems (die "Interaktions"-Aufgabe; STREITZ, 1985; SPINAS, 1987) angesprochen. So verhindert z.B. die Vorbelegung der vom System erwarteten Eingabeparameter mit aufgabentypischen Werten ("default values") die insbesondere bei Novizen häufig auftretenden interaktiven "Deadlocks".

Selbsterklärungsfähigkeit:

Die Dialogkomponente ist entweder unmittelbar verständlich, oder es kann der Einsatzzweck sowie die Einsatzweise der Dialogoperatoren aus ihren Repräsentationsformen auf der E/A-Schnittstelle entnommen werden. Darüber hinaus sollte auf Verlangen des Benutzers der Leistungsumfang der einzelnen Dialogoperatoren, sowie die notwendigen Voraussetzungen für ihre Anwendbarkeit in der aktuellen Dialogumgebung vom System erläutert werden (Hilfe-System).

Steuerbarkeit:

Hier sind die individuellen Gestaltungsmöglichkeiten der Geschwindigkeit des Dialog- und Anwendungsablaufes, der Reihenfolge der notwendigen Arbeitsschritte für den individuellen Bearbeitungsprozeß, sowie der Art und des Umfanges der Bildschirmausgaben angesprochen.

Verläßlichkeit:

Das Dialogverhalten des interaktiven Systems entspricht den aus früheren Arbeitsabläufen ohne EDV mitgebrachten, sowie den aus den aktuellen interaktiven Erfahrungen erworbenen Erwartungshaltungen.

Fehlertoleranz und Fehlertransparenz:

Hier ist die Erreichung des Arbeitszieles trotz fehlerhafter oder unzureichender Eingabedaten (interaktiven Steuerungsmaßnahmen), bzw. gegebenenfalls verständliche und auf den Dialogzustand bezogene Ausgaben von Hinweisen zur Erreichung des angestrebten Arbeitszieles gemeint.

1.1.2. Konzept der Benutzerfreundlichkeit nach SPINAS

In der Dissertation von SPINAS (1987) werden nun die folgenden Dimensionen für die Benutzerfreundlichkeit, die auf der Grundlage empirischer Forschungsergebnisse entwickelt wurden, vorgestellt.

Flexibilität / Individualisierbarkeit:

Hierunter wird die Beeinflussbarkeit des interaktiven Systems im Sinne der Summe objektiv vorhandener Freiheitsgrade verstanden. Die Steuerung des Dialoges ist durch den Benutzer festlegbar, um inter- und intra-individuelle Vorgehensweisen zu ermöglichen.

Transparenz:

Je transparenter das interaktive System ist, desto leichter fällt dem Benutzer die Bildung eines adäquaten mentalen Modells über die (Dialog-) Struktur des interaktiven Systems und die Semantik der für die Aufgabenbearbeitung notwendigen Dialogoperatoren. Hierbei spielt die Orientierung im Sinne des HACKERschen Signalinventars eine wesentliche Rolle (siehe hierzu auch die Arbeiten von GALPERIN zur "Orientierungsgrundlage").

Ein adäquates mentales Modell auf der Grundlage einer ausreichenden Orientierungsgrundlage erlaubt es dann dem Benutzer sich zum einen darüber im Klaren zu sein, welche Dialogoperatoren im aktuellen Dialogkontext sinnvoll zur Aufgabenbearbeitung eingesetzt werden können, und zum anderen, die Auswirkungen der ausgewählten Dialogoperatoren vorhersehen und einschätzen zu können.

Konsistenz:

Die Erwartungen des Benutzers an das System im Sinne von Verläßlichkeit, Berechenbarkeit und Vorhersagbarkeit werden bei einem konsistenten System eingelöst. Unsicherheiten im Sinne von Überraschungseffekten und/oder scheinbar stochastischem Verhalten werden vermieden. Dieses Kriterium hängt eng mit dem Kriterium der "Transparenz" zusammen, da die adäquate Rückmeldung über interne Zustände des Systems, welche (bei verstecktem Wirken) für scheinbar inkonsistentes Verhalten des Systems verantwortlich sind, hier für Abhilfe sorgen kann.

Der Benutzer kann stets möglichst genau vorhersagen, welches die für die Erreichung seiner Ziele adäquaten Dialogoperatoren sind. Die Anforderungen insbesondere an das Kurzzeitgedächtnis - häufig hervorgerufen durch begrenzte Darstellungsmöglichkeiten aller notwendigen Informationen auf dem Bildschirm - beim Auswählen der benötigten Dialogoperatoren und beim Erinnern der codierten, bzw. abgekürzten Operatornamen, Feldbezeichnungen von Informationsbildern und Eingabemasken sind gering.

Die Dialogstruktur entspricht gestaltpsychologischen Gestaltungskriterien, insbesondere der Regelmäßigkeit und der Symmetrie. Hierbei ist jedoch besonders darauf zu achten, daß ähnliche Dialogkontexte als ähnlich und unterschiedliche Dialogkontexte auch als unterschiedlich wahrgenommen werden können.

Unterstützung:

Das interaktive System läßt den Aufruf, bzw. die automatische Ausgabe von Hilfe-, Zustands- und allgemeiner Hinweis-Informationen wahlweise zu, wobei die Unterstützung der Ausbildung adäquater mentaler Repräsentationen der Funktionalität des "Werkzeuges" im Vordergrund steht.

Als ein besonders Problemfeld ist sicherlich die adäquate Unterstützung zur Berücksichtigung von syntaktischen und/oder semantischen Seiteneffekten.

Kompatibilität:

Zwischen den Aufgabenerfordernissen und der Umsetzung in die notwendige Abfolge der Dialogoperatoren gibt es eine Entsprechung, welche die kognitiven Transformationsschritte minimiert. ULICH (1986) unterscheidet noch dabei in Darstellungs- und Sprachkompatibilität.

Darstellungskompatibilität ist die Kompatibilität zwischen den statischen Repräsentationen und ihren mentalen Strukturen. Sprachkompatibilität ist die Kompatibilität zwischen den dynamischen Systemeigenschaften und ihren kognitiven Repräsentationen.

Toleranz:

Die Eingabesyntax zeichnet sich durch Formatfreiheit, Variationsmöglichkeiten für interaktive Steuerungsmaßnahmen, sowie Reversibilität der durchgeführten Dialogoperationen aus. Dies ermöglicht dem Benutzer ein Maximum an explorativem Verhalten im Umgang mit dem interaktiven System unter weitgehender Reduzierung möglicher Unsicherheiten. Falls ein UNDO vom System nicht durchgeführt werden kann, sollte dies dem Benutzer im Vorhinein angezeigt werden.

1.2. ABLEITUNG EINES KRITERIENRASTERS FÜR DIE EVALUATION

Ausgehend von den bisher dargestellten Kriterien wird nun im folgenden ein Kriterienraster abgeleitet, welches im Rahmen dieser experimentellen Vorstudie der Evaluation zugrunde gelegt werden soll. Da jedoch nicht alle angesprochenen Dimensionen berücksich-

tigt werden können, sollen ausgehend von der primären Zielsetzung dieser Untersuchung eine adäquate Auswahl an Bewertungsdimensionen abgeleitet werden.

1.2.1. Eigenschaften einer direkt-manipulativen Benutzungsoberfläche

Das zu untersuchende Softwareprodukt zeichnet sich durch eine direktmanipulative Benutzungsoberfläche (ADIMENS/ST unter GEM) aus. Diese Art von Oberflächen gibt dem Benutzer stets einen Überblick über die aktuell zugänglichen Objekte, indem diese Dialogobjekte als Piktogramme auf dem Desktop dargestellt werden.

Mit dem generellen Dialogoperator "Maus"-Klick können nun alle direkt sichtbaren Dialogoperationen durch Anklicken ausgewählt werden. Der "Maus"-Klick besteht jedoch eigentlich aus drei Operatoren: "Drücken der Maus-Taste (DMT)¹", "Festhalten der gedrückten Maus-Taste (FMT)²" und "Loslassen der gedrückten Maus-Taste (LMT)³". Je nachdem wie der Maus-Handler der einzelnen Maus-sensitiven Bereiche programmiert ist, werden durch dies unterschiedlichen Operatoren auch unterschiedliche Aktionen ausgelöst. Da nur eine Maus-Taste zur Verfügung steht, wird die oft vorkommende Dialogoperation "Öffnen eines Dialogobjektes" durch das zweimalige schnelle Aufeinanderfolgen von DMT & LMT zu dem sogenannten "Doppel-Klick (DK)⁴" angeboten.

Die Aktivierung von einzelnen Menü-Optionen in den pull-down Menüs werden erst nach der Dialogoperation "Öffnen des pull-down Menüs" (Positionieren in der Menü-Leiste & DMT) durch die Dialogoperatoren "FMT & Positionieren innerhalb des Menüs & LMT" ausgelöst. Hier ist auch schon ein Unterschied zur GEM-Version in der IBM-Welt deutlich zu machen. Im IBM-GEM wird der Dialogoperator "Öffnen des pull-down Menüs" lediglich durch die Positionierung des Maus-Cursors in der Menü-Leiste erreicht.

Diese drei Maus-Operatoren dienen fast ausschließlich zur Dialogsteuerung; die Ascii-Tastatur wird bei der direktmanipulativen Oberfläche in den meisten Fällen (bis auf einige wenige Funktionstasten: BACKSPACE, etc.) nur noch für Editier-Aufgaben benötigt. Da nun die Maus eine derart große Bedeutung bei der Steuerung des Dialoges erhalten hat, ist es wichtig, daß über die Form des Maus-Cursors eine adäquate Transparenz der Semantik der Maus-Operatoren in der jeweiligen aktuellen Maus-Umgebung hergestellt wird.

¹ DMT = "Drücken der Maus-Taste".

² FMT = "Festhalten der gedrückten Maus-Taste".

³ LMT = "Loslassen der Maus-Taste".

⁴ DK = "Doppel-Klick" = DMT & LMT & DMT & LMT.

Im Gegensatz zu den konventionellen Oberflächen müssen (wegen des allgemeinen Auswahl-Prinzips der Dialogoperatoren über die Maus) sehr viele Zustandsinformationen über die aktuelle Dialogumgebung permanent auf dem Bildschirm vorgehalten werden. Bei Kenntnis der grundlegenden Maus-Operationen sollte der unerfahrene Benutzer schon in der Lage sein, einen rudimentären Interaktionsprozeß zu führen. Komplexere Dialogoperatoren werden in der Regel durch ein Zusammenspiel von verschiedenen Maus-Operationen abgewickelt.

1.2.2. Fragestellungen für das Experiment

In dieser Untersuchung soll insbesondere dem Orientierungs- und dem Handhabungs-Aspekt besondere Bedeutung beigemessen werden. Dabei gehen wir von dem folgenden Strukturmodell (siehe Abbildung 1) aus, in welchem die Zusammenhänge zwischen den individuellen personenbezogenen Faktoren, den durch das interaktive System vorgegebenen systembezogenen Faktoren und den kognitiven Handlungs- und Bewertungs-Strukturen veranschaulicht werden.

Die systembezogenen Faktoren sind natürlich nicht vollständig unabhängig von den Wahrnehmungs- und Interpretationsleistungen des Benutzers; sie werden vielmehr über die individuelle Wahrnehmung aufgrund unterschiedlicher Erfahrungsbildung im Interaktionsprozeß maßgeblich beeinflusst.

Ausgehend von der individuellen Vorerfahrung im Umgang mit EDV-Systemen treten die Benutzer (in diesem Fall die VersuchsparterInnen) in die konkrete Interaktion ein und wollen ein konkretes Anwendungsproblem lösen (hier einige Benchmark-Aufgaben). Je nachdem, wie die systembezogenen Faktoren nun ausgestaltet sind, und je nachdem, wie durch die Instruktionen und Einweisungen in die Handhabung in das interaktive System das Vorwissen der Benutzer erweitert wurde, treten mehr oder weniger große Schwierigkeiten bei der konkreten Aufgabenbewältigung auf. Diese Schwierigkeiten lassen sich durch systemseitig angebotene Unterstützung und/oder darüber hinausgehende Hilfestellungen durch Dokumentation, bzw. erfahrene Benutzer (hier der Versuchsleiter) beheben.

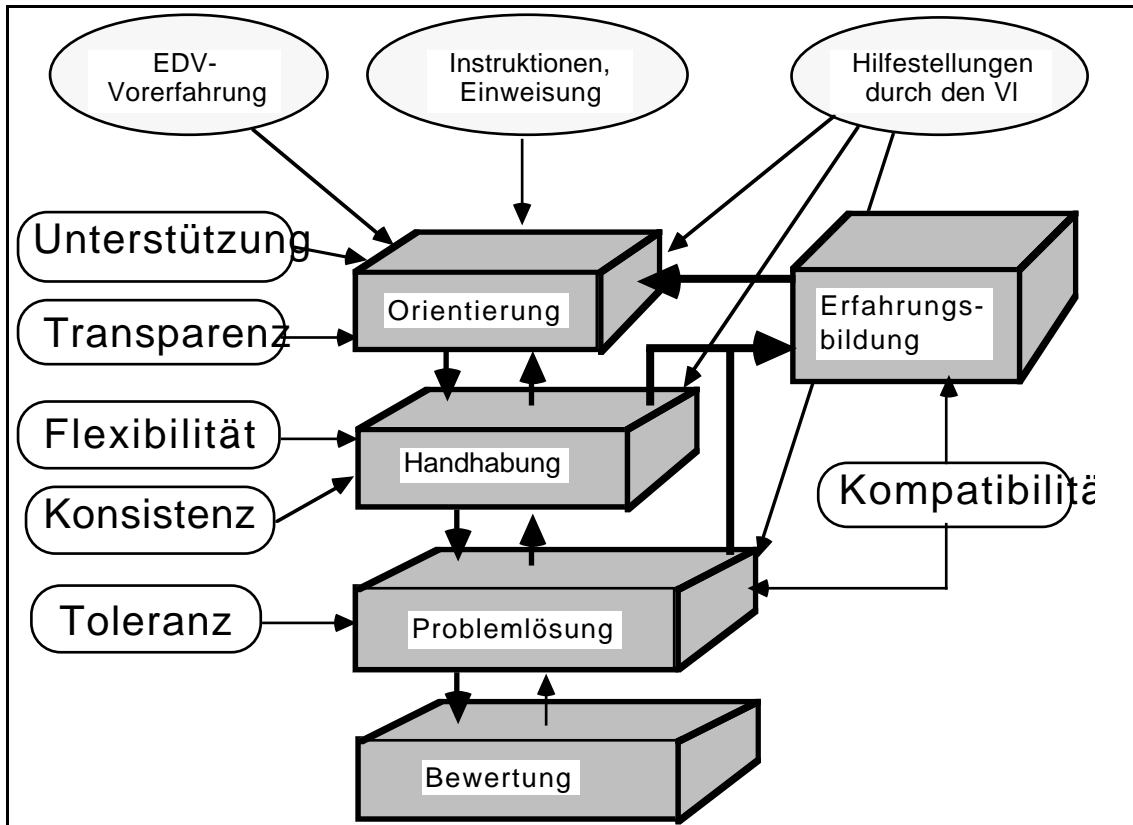


Abbildung 1: Theoretisch abgeleitetes Strukturmodell zur Darstellung der Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Gestaltungskriterien und den internen Dimensionen des interaktiven Problemlöseprozesses in Abhängigkeit von der Vorerfahrung, der Einweisung und der Hilfestellungen.

1.2.3. Kriterienraster

Um die im vorigen Abschnitt aufgeworfenen Fragen deskriptiv in dem obigen eingeschränkten Sinne beantworten zu können, wurde ein Bewertungsfragebogen zusammengestellt, in welchem die folgenden Dimensionen durch jeweils unterschiedlich viele Items operationalisiert den VersuchspartnerInnen abschliessend vorgegeben wurde (siehe im Detail RAUTERBERG, 1988).

Bewertung:

Hierbei handelt es sich um ein relativ globales Rating hinsichtlich der Komfortabilität des Systems ("Wie komfortabel finden Sie insgesamt das Computerprogramm?"; 5er Stufen), sowie um ein Item zur Einschätzung der emotionalen Befindlichkeit - bezüglich des Umganges mit der interaktiven Software ("ärgerlich" bis "erfreulich"; 5er Stufen).

Handhabung:

Bei dieser Dimension werden nun eine Reihe von verschiedenen Aspekten abgefragt, die den Umgang mit dem Dialogsystem charakterisieren sollen. Insbesondere wurde hier zusätzlich nach der Reversibilität der Dialogoperatoren gefragt.

Orientierung:

Bei dieser Dimension steht aufbauend auf den theoretischen Erkenntnissen die Frage nach den Merkmalen, welche eine Orientierung erlauben im Vordergrund. Dabei setzt sich diese Dimension aus zwei Komponenten zusammen, einerseits die wahrnehmungsseitig bedingte (im Sinne des HACKERSchen Signalinventars) und andererseits die kognitiv bedingte Orientierungskomponente (im Sinne eines mentalen Strukturmodells). Dabei kann man davon ausgehen, daß bei unerfahrenen Benutzern die wahrnehmungsseitige Orientierungskomponente aufgrund der überwiegend regulativen Handlungsstruktur, und bei erfahrenen Benutzern die kognitive Orientierungskomponente aufgrund des stärker gesteuerten Vorgehens die wesentliche Bedeutung zukommt.

Selbsterklärung:

Bei dieser Dimension stehen die Aspekte der Menü-Gestaltung, der Fehlermeldungen und der Meldungen des Hilfesystems im Vordergrund.

Transparenz:

Diese Dimension hängt eng mit der Dimension der Orientierung zusammen, da diese Eigenschaft des interaktiven Systems im wesentlichen für die Wahrnehmung der entsprechenden Merkmale und den dann erfolgenden Aufbau eines mentalen Modells verantwortlich ist. Es lassen sich die Aspekte der Vorhersagbarkeit, der Strukturiertheit und der Konsistenz unterscheiden.

2. METHODISCHE DARSTELLUNG DES EXPERIMENTES

In diesem Teil des Berichtes wird das Vorgehen bei der Evaluation der ADIMENS/ST-Software erläutert. Insgesamt gliedert sich diese Evaluationsstudie in zwei Teile auf: die empirische Evaluation unter Einbeziehung von ADIMENS-unerfahrenen Benutzern und die Evaluation durch einen Experten.

Es wurde nur der EXEC-Teil von ADIMENS/ST anhand der Datenbank CAMPING evaluiert, weil hier die am häufigsten vorkommenden Bearbeitungsschritte im Umgang mit einer Datenbank abgewickelt werden.

2.1. VORBEMERKUNGEN

Der experimentelle Teil der vorliegenden Evaluations ist primär als Erkundungsstudie angelegt und ist nicht als hypothesentestendes Entscheidungsexperiment konzipiert. Es ist nur eine Stichprobe mit sieben (7) VersuchspartnerInnen unter ansonsten gleichen experimentellen Bedingungen untersucht worden.

Eine der ausschlaggebenden unabhängigen Varianzquellen ist das unterschiedliche Vorwissen, bzw. die unterschiedliche Vorerfahrung der VersuchspartnerInnen im Umgang mit EDV-Systemen und insbesondere mit direkt-manipulativen Benutzungsoberflächen. Dies hat zur Konsequenz, daß die Aussagen in den Bewertungen bezüglich des Dialog-

systems nur in soweit generalisierbar sind, als sie aller Wahrscheinlichkeit nach nur bei vergleichbaren Bedingungen - wie Vorwissen der Benutzer, Einführung in die Handhabung, Problemlösekompetenz für ein fremdes Anwendungsproblem ("Verwaltung eines Camping-Platzes mit einem Datenbanksystem"), etc. - wieder auftreten werden.

Die Bewertungen, die im Anschluß an die Durchführung der Aufgabenbearbeitung erhoben wurden, spiegeln somit keine allgemeingültigen Beurteilungen wider, sondern sind weitgehend abhängig von den in dieser Untersuchung gesetzten Bedingungen und den persönlichkeitspezifischen Merkmalen der ausgewählten VersuchspartnerInnen.

2.2. ABLAUF DER VERSUCHE

Im folgenden wird die Durchführung des empirischen Teils dieser Evaluationsstudie hinsichtlich der wichtigsten Aspekte beschrieben.

2.2.1. Versuchsanordnung

Die Einzelsitzungen fanden im Gebäude der ETH am Institut für Arbeitspsychologie statt. Die einzelnen Problemlöseschritte wurden auf Video aufgezeichnet. Die VersuchspartnerInnen wurden angehalten, während der Aufgabenbearbeitung laut zu denken. Bei auftretenden Schwierigkeiten, die weder durch die Hilfe-Funktion, noch durch die Dokumentation von den Versuchspartnern alleine bewältigt werden konnte, bestand die Möglichkeit, sich an den Versuchsleiter zu wenden.

2.2.2. Versuchsablauf

TABELLE 1:

PHASEN	BESCHREIBUNG DER PHASEN	DAUER DER PHASEN (min)	
		MEAN	STD
Phase 1	Durchlesen der Instruktionen und Befragung hinsichtlich der EDV-Vorerfahrung	10	
Phase 2	Systematische Einführung in ADIMENS/ST (aus Zeitgründen konnte nur eine bestimmte Auswahl an Anwendungsfunktionalität vermittelt werden)	43	18
Phase 3	Einführung in die Datenbank CAMPING	12	4
Pause	Kaffee-, bzw. Mittags-Pause (die hohe STD ergab sich dadurch, daß einige Vp keine und andere eine längere Mittagspause hatten)	27	33
Phase 4	Bearbeitung von 5 Standardaufgaben	65	20
Phase 5	Beantwortung des Bewertungsbogens	17	7

Phase 6	Nachbefragung durch den Versuchsleiter	10	
	Insgesamt dauerte die Einzelsitzung im Mittel	145	38

Die Einzelsitzungen erstreckten sich über einen halben Tag hinweg und wurden von Kaffee- und zum Teil auch von einer Mittagspause unterbrochen. Die Pausen fanden jedoch in jedem Fall vor der eigentlichen Aufgabenbearbeitung statt.

2.2.3. Beschreibung der Stichprobe

Die Auswahl der VersuchspartnerInnen stellt sicherlich keine repräsentative Stichprobe aller potentiellen Benutzer dieses Datenbanksystems dar - im Gegenteil muß man davon ausgehen, daß die sich freiwillig zur Verfügung stellenden Mitarbeiter der ETH eine recht spezifische Selektion darstellen.

TABELLE 2:

BEREICH	BESCHREIBUNG DER SKALA	MEAN	STD
	(Skalenwerte = Anzahl der beantworteten Items)		
Vorerfahrung	Umgang mit Programmiersprachen	4.4	6.1
	Umgang mit Computersystemen	9.1	5.9
	Umgang mit Betriebssystemen	6.6	9.0
	Umgang mit Anwendungssoftware	16.8	14.3
	Umgang mit EDV allgemein	16.1	13.8
	Umgang mit GEM, DBMS, Maus	5.1	5.6
	Gesamt-Wert	52.0	48.3

An dieser Untersuchung nahmen sieben (7) VersuchspartnerInnen (6 männliche & 1 weibliche) teil. Die Altersverteilung sieht wie folgt aus: 1 Person (25-30 Jahre), 3 Personen (30-34 Jahre), 2 Personen (35-39 Jahre) und 1 Person (40-44 Jahre).

2.3. BESCHREIBUNG DER 5 STANDARD-TESTAUFGABEN

Für die Bearbeitung der Standard-Testaufgaben wurde die Übungsdatenbank "Camping" ausgewählt. Die Auswahl und Zusammenstellung der einzelnen Aufgaben erfolgte nach folgenden Gesichtspunkten: Verwendung möglichst aller in der Einweisungsphase vorgestellten Menü-Optionen, Verwendung eines komplexen Dialogoperators (das Piktogramm "Mischen") und ein möglichst vielfältiges Hin- und Herbewegen in der Dialogstruktur, sowie das Erfassen der Unterschiede zwischen den passiven, bzw. impliziten Dialogoperatoren (z.B. die Menü-Optionen der Menüs "Wahl", "Rechnen" und "Schalter") und den aktiven, bzw. expliziten Dialogoperatoren (z.B. die Menü-Optionen des Menüs "Daten").

Aufgabe 1: Suche nach einem bestimmten Datensatz, Ändern von 7 Merkmalsfeldern und Abspeichern dieser Änderungen für den bereits existierenden

Datensatz der Datei ADRESSEN; anschliessend Ausgabe dieses Datensatzes als Liste und Maske auf dem Bildschirm.

Aufgabe 2: Einfügen eines neuen Datensatzes in die Datei PLATZ; Eintragen von vorgegebenen Angaben in die zugehörigen 18 Merkmalsfelder dieses Datensatzes; Abspeichern dieses Datensatzes; Laden eines vorgefertigten Rechen-Programmes und Anwenden dieses Rechen-Programmes auf den Datensatz; Berechnung des (vorläufigen) Endbetrages.

Aufgabe 3: Suchen des in Aufgabe 2 eingegebenen Datensatzes und Ändern von zwei Merkmalsfeldern; Laden eines Rechen-Programmes und Anwenden auf diesen Datensatz; Ausgabe des Rechen-Ergebnisses auf den Bildschirm.

Aufgabe 4: Selektion nach einem Merkmal über die Definition einer "Wahl" einer bestimmten Menge von Datensätze aus der Datei PLATZ; Erstellen einer Liste für alle gefundenen Datensätze und Ausdrucken dieser Liste.

Aufgabe 5: Selektion eines bestimmten Datensatzes aus der Datei PLATZ; Ändern eines Merkmalfeldes; Laden eines Textdokumentes und "Mischen" mit dem Datensatz; Ausdrucken der erstellten Rechnung.

Da diese fünf Aufgaben von allen VersuchspartnerInnen in der gleichen Reihenfolge bearbeitet wurden, kam es zu z.T. beabsichtigten Reihenfolgeneffekten: in der Aufgabe 4 mußte eine "Wahl" definiert und auf die Datei PLATZ angewendet werden; um jedoch den gesuchten Datensatz der Datei PLATZ in Aufgabe 5 zu finden, mußte die in Aufgabe 4 eingeschaltete "Wahl" zuerst ausgeschaltet werden; dieser Effekt wird im folgenden die "Wahl-Falle" genannt.

2.4. BESCHREIBUNG DER ERHOBENEN MESSWERTE

In der Phase 1 (siehe oben) wurden die folgenden Parameter erhoben: Alter, Geschlecht, Beruf, Vorerfahrung im Umgang mit EDV (Programmierkenntnisse: 10 Items; Umgang mit Computersystemen: 17 Items; Kenntnisse über Betriebssysteme: 14 Items; Handhabung von Anwendungssoftware-Paketen: 20 Items; Maus-Vorerfahrung: 1 Item; Datenbank-Erfahrung: 6 Items; allgemeines EDV-Interesse: 6 Items).

In der Phase 4 wurden im Versuchsleiter-Protokoll die folgenden Parameter festgehalten: Uhrzeit des Beginns und Endes der einzelnen Aufgaben; Zeitpunkte der Pausen; Anzahl und Art der vom Versuchsleiter gegebenen Hilfestellungen; Anmerkungen über kritische, bzw. problematische Interaktionssequenzen. Aus den Versuchsleiter-Protokollen wurde die Zeitdauer für jede einzelne Aufgabenbearbeitung errechnet.

Da die gesamte Aufgabenbearbeitungsphase auf Video aufgenommen wurde, konnten die verbalen Äußerungen ("lautes Denken") in Form von Verbal-Protokollen (Ziele, Emotionen und sonstige Gedanken) ausgewertet werden. Darüber hinaus wurden kritischen Interaktionssequenzen auf Keystroke-Ebene transkribiert.

In der Phase 5 wurde ein Bewertungsfragebogen bestehend aus vier Teilen von jedem Versuchspartner ausgefüllt:

- Teil-1 (12 Items zu bestimmten Eigenschaften der Oberfläche; 5er Stufen "Sehr schlecht" bis "Sehr gut");
- Teil-2 (16 Items zu bestimmten Eigenschaften der Oberfläche; 5er Stufen "stimmt überhaupt nicht" bis "stimmt vollkommen");
- Teil-3 (11 bipolare Items zur "Handhabung des Computerprogrammes"; 5er Stufen "ziemlich" "eher" "teils/teils" "eher" "ziemlich" für Items wie z.B. "starr" - "flexibel", "ärgerlich" - "erfreulich", etc.);
- Teil-4 (5 globale Rating-Skalen zur "Flexibilität", "Durchschaubarkeit", "Konsistenz", "Gestaltung der Desktop-Oberfläche" und "Komfortabilität insgesamt"; 5er Stufen "sehr gut" bis "mangelhaft").

Die einzelnen Antworten aus dem Bewertungsbogen wurden gemäß dem entwickelten Kriterienraster zu fünf Skalen zusammengefaßt: "Bewertung", "Handhabung", "Orientierung", "Selbsterklärung" und "Transparenz" (Beschreibung der Skalenkonstruktion siehe RAUTERBERG, 1988).

3. DARSTELLUNG DER WICHTIGSTEN ERGEBNISSE

Im folgenden werden die einzelnen Ergebnisse zunächst in quantitativer Form und dann in qualitativer Form vorgestellt. Insbesondere ermöglichen die quantitativen Variablen die Berechnung von korrelativen Zusammenhangsstrukturen zwischen den einzelnen Phasen.

Zusätzlich zu dem empirisch-experimentellen Teil dieser Studie ist eine Evaluation durch einen Experten durchgeführt worden. Diese Evaluation gliedert sich in die folgenden Phasen:

- Phase-1: Einarbeitung in die Handhabung des Datenbanksystems und Protokollierung von Verständnis- und Handhabungsschwierigkeiten als Indikatoren für Problembereiche.
- Phase-2: Systematische Evaluation ausgewählter Bereiche aufgrund der Ergebnisse aus Phase-1 und Darstellung in Form von Dialog-Struktur-Diagrammen.
- Phase-3: Systematische Evaluation ausgewählter Bereiche aufgrund der Ergebnisse aus dem empirisch-experimentellen Teil und Darstellung in Form von Dialog-Struktur-Diagrammen.

Als Bereiche für eine systematische Experten-Evaluation ergaben sich dabei: Starten des Programmes und Laden einer Datenbank; Abrufen von Zustandsinformationen; Gestaltung von Dialogboxen; Dialogstruktur des Menüs "Daten"; Dialogstruktur für das "Interaktive Verzweigen"; Fehlermeldungen und der sich daran anschließende Dialogverlauf; Funktionalität der Menü-Option "Definieren" aus dem Menü "Wahl"; Funktionalität des "Mische"-Piktogramms.

3.1. ERGEBNISSE DER EXPERIMENTELLEN STUDIE

In dieser Zusammenfassung werden nur die wichtigsten Ergebnisse vorgestellt. Die sich darüber hinaus ergebenden Resultate werden bei RAUTERBERG (1988) vollständig dargestellt.

3.1.1. Quantitative Analyse der erhobenen Parameter

Zunächst werden die zeitlichen Parameter der einzelnen Aufgabenbearbeitungen dargestellt. Danach werden dann die korrelativen Bezüge zwischen ausgewählten Parameterbereichen aufbereitet.

3.1.1.1. Deskriptive Statistik der Aufgabenbearbeitung

Wie man aus Tabelle 3 erkennen kann, nehmen die Bearbeitungszeiten von Aufgabe 1 zu Aufgabe 4 hin aufgrund eines Übungseffektes deutlich ab. Der große Anstieg der Dauer bei Aufgabe 5 deutet neben der Handhabungskomplexität des Dialog-Operators "Mischen" auf einen besondere Problembereich hin (siehe die Ergebnisse zur "Wahl-Falle"). Die VersuchspartnerInnen hatten nach der Erledigung der vierten Aufgabe darauf zu achten, daß die vorher definierte und eingeschaltete "Wahl" wieder ausgeschaltet werden mußte, um den in Aufgabe 5 gesuchten Datensatz finden zu können. Dies ist ein Aspekt der "Transparenz" über die unzureichende Rückmeldung einer eingeschalteten "Wahl".

TABELLE 3:

AUFGABE	DAUER DER AUFGABENBEARBEITUNG	MEAN	STD
(Skalenwerte = Dauer in Minuten)			
1	Suchen und Ändern eines alten Datensatzes	19.1	8.5
2	Einfügen, Ausfüllen eines Datensatzes, Rechnen	16.6	5.7
3	Suchen, Ändern eines Datensatzes, Rechnen	7.0	3.9
4	Definieren einer "Wahl", Erstellen einer Liste	8.7	2.3
5	Suchen, Ändern eines Datensatzes, "Mischen"	13.3	6.3
Gesamt-Durchschnittswert		64.7	19.9

Im Einklang mit den Ergebnissen zu den Lösungszeiten stehen auch die Ergebnisse zur Anzahl an Hilfestellungen durch den Versuchsleiter (VL) (siehe Tabelle 4). Die Korrelationen zwischen der "Anzahl an Hilfestellung" und der "Dauer der Aufgabenbearbeitung insgesamt" stehen in Tabelle 7.

TABELLE 4:

AUFGABE	HILFESTELLUNGEN DURCH DEN VL	MEAN	STD
(Skalenwerte = Anzahl an Hilfestellungen)			
1	Suchen und Ändern eines alten Datensatzes	6.7	4.5
2	Einfügen, Ausfüllen eines Datensatzes, Rechnen	7.9	4.9
3	Suchen, Ändern eines Datensatzes, Rechnen	2.3	1.4
4	Definieren einer "Wahl", Erstellen einer Liste	4.9	1.5
5	Suchen, Ändern eines Datensatzes, "Mischen"	7.7	4.3
Gesamt-Durchschnittswert		29.4	14.0

3.1.1.2. Korrelationen zwischen Aufgabenbearbeitung und Vorerfahrung

In diesem Abschnitt werden nun einige Zusammenhänge vorgestellt. Zur Beurteilung der einzelnen Korrelationen in den nun folgenden Tabellen ergeben sich die Signifikanzgrenzen der einzelnen Produkt-Moment-Korrelationen wie folgt:

für N=7 und einem alpha-Fehler kleiner 0.05: $R_{7,0.05} > 0.66$;

für N=7 und einem alpha-Fehler kleiner 0.01: $R_{7,0.01} > 0.80$;

(Zur besseren Interpretierbarkeit der Tabellen sind alle signifikanten Korrelationen fett gedruckt).

TABELLE 5:

VP	Vorerfahrung: Programmier Sprachen	VP				
VC	Vorerfahrung: Computer Systeme	.85	VC			
VB	Vorerfahrung: Betriebssysteme	.97	.94	VB		
VS	Vorerfahrung: Anwendungssoftware	.94	.93	.97	VS	
VA	Vorerfahrung: Allgem.EDV-Vorwiss.	.67	.90	.75	.83	VA
DI	Aufgaben: Dauer insgesamt	-.79	-.88	-.90	-.93	-.79

Wie man nun der Tabelle 5 entnehmen kann, sind alle Korrelationen zwischen den einzelnen Skalen des "Vorerfahrungsfragebogens" und der "Dauer der Aufgabenbearbeitung insgesamt" mindestens auf dem 5%-Niveau signifikant. Hier kann man deutlich erkennen, welche Bedeutung die sorgfältige Erhebung der individuellen Vorerfahrung bei Experimenten mit Zeitmaßen als abhängigen Variablen hat.

Diese hohen Korrelationen in Tabelle 5 bedeuten, daß die Vorefahrung eine wesentliche Bedingung für das Erlernen des Umgangs mit diesem Datenbankprogramm ist. Je mehr die einzelnen Benutzer an Vorerfahrung mitbrachten, desto weniger Zeit haben sie für die Bearbeitung der Aufgaben benötigt.

TABELLE 6:

VI	Vorerfahrung: insgesamt	VI				
VM	Vorerfahrung: GEM,DBMS,MAUS	--- VM				
1	Dauer: Aufgabe 1	-.75	-.82	1		
2	Dauer: Aufgabe 2	-.70	-.59	.53	2	
3	Dauer: Aufgabe 3	-.71	-.69	.25	.35	3
4	Dauer: Aufgabe 4	-.18	.24	-.30	.36	.13 4
5	Dauer: Aufgabe 5	-.73	-.71	.40	.88	.63 .13 5
DI	Dauer: insgesamt	-.91	-.85	---	---	---

Wenn man sich nun in Tabelle 6 genauer anschaut, wie die "Vorerfahrung insgesamt" auf die Bewältigung der einzelnen Aufgaben wirkt, so zeigt sich, daß sie sich eigentlich auf (fast) alle Aufgaben förderlich auswirkt ($R = -.91$; siehe Tabelle 6, Spalte VI). Nur bei der Aufgabe 4 zeigt sich eine interessante Ausnahme. Offenbar muß bei der Bearbeitung dieser Aufgabe eine Bedingung in der Interaktion an Gewicht bekommen, welche die Vorteile der Vorerfahrung außer Kraft setzt und mit dieser nicht direkt zusammenhängt. Wie bei RAUTERBERG (1988) genauer ausgeführt handelt es sich hier um Probleme bei der Definition einer "Wahl", welche jedoch nicht auf die Handhabungsschwierigkeiten mit den vorhandenen Operatoren der Oberfläche zurückgeführt werden können.

Da die Korrelation der "Dauer der Aufgaben insgesamt" mit der Skala "Vorerfahrung: GEM, DBMS, MAUS" bedeutsam ist ($R = -.85$; siehe Tabelle 6, Zeile DI), ließe sich der Vorerfahrungsbogen für schnellere Anwendungen auf diese Skala sinnvoll reduzieren, da der größte Teil der gemeinsamen Varianz allein schon über die Vorerfahrung in diesen besonderen Bereichen abgeschöpft wird.

TABELLE 7:

VI	Vorerfahrung: insgesamt	VI				
HI	Hilfestellungen: insgesamt	-.81				
1	Hilfestellungen: Aufgabe 1	-.68	1			
2	Hilfestellungen: Aufgabe 2	-.73	.41	2		
3	Hilfestellungen: Aufgabe 3	-.42	.36	.69	3	
4	Hilfestellungen: Aufgabe 4	-.30	.14	.71	.93	4
5	Hilfestellungen: Aufgabe 5	-.83	.77	.82	.66	.57 5
DI	Dauer: insgesamt	-.91	.71	.79	.30	.22 .84

Die Bearbeitungszeiten zwischen den einzelnen Aufgaben hängen nicht zusammen - bis auf die Ausnahme der Korrelation ($R = .88$; siehe Tabelle 6, Zeile 5) zwischen Aufgabe 2 und 5. Dies deutet darauf hin, daß die Aufgabenstrukturen hinsichtlich ihres Anforderungs-

rungsprofiles recht unterschiedlich sind, wie es bei der Auswahl der einzelnen Aufgaben auch beabsichtigt war (siehe Abschnitt 2.3). Die Ausnahme bei Aufgabe 2 und 5 läßt sich möglicherweise auf positive und/oder negative Transfer-Effekte zurückführen.

Bei der Anzahl der Hilfestellungen durch den VI, welche erst auf Ersuchen der VersuchspartnerInnen hin erteilt wurden, kommt es erwartungsgemäß zu bedeutsamen positiven Zusammenhängen mit der Bearbeitungsdauer (siehe Tabelle 7). Je mehr Schwierigkeiten ein Versuchspartner bei der Bearbeitung gehabt hat, desto öfter hat er um Hilfe nachgefragt und umso länger dauerte auch die Bearbeitung der jeweiligen Aufgabe⁵. Es ergeben sich auch hier wichtige Zusammenhänge zur Vorerfahrung. Es zeigen sich wiederum deutliche Interkorrelationen zwischen den einzelnen Aufgaben.

Wie man nun aus den Korrelationen in Tabelle 7 unschwer erkennen kann, tragen die Schwierigkeiten bei den beiden ersten und bei der letzten Aufgabe zu einem wesentlichen Teil zur Dauer der Aufgabenbearbeitung bei. Die Hilfen bei den beiden ersten Aufgaben waren im wesentlichen durch fehlende Übung im Umgang mit dem System, insbesondere mit den Editier-Operationen bedingt. Die Hilfen bei der letzten Aufgabe wurden im wesentlichen aufgrund der "Wahl-Falle" benötigt.

Daß die Anzahl Hilfestellungen aus Aufgabe 3 und 4 nicht mit der "Vorerfahrung: insgesamt" und mit der "Dauer: insgesamt" korrelieren, könnte daran liegen, daß die Anzahl Hilfestellungen zu diesen beiden Aufgaben mengenmäßig wenig ins Gewicht fällt und dadurch deutlich an Varianz verliert (siehe Tabelle 4).

3.1.1.3. Korrelationen zwischen Aufgabenbearbeitung und Bewertung

Als nächstes sollen die Zusammenhänge der einzelnen Bewertungsskalen, bzw. Dimensionen mit den Aufgabenparametern (Dauer der Aufgabenbearbeitung und Anzahl Hilfen) präsentiert werden. Zusätzlich wurde die Variable "Vorerfahrung insgesamt" mit in die Tabelle 8 aufgenommen, um so eventuelle Unterschiede der Beurteilung im Nachhinein auf eventuelle Unterschiede in der Vorerfahrung zurückführen zu können. Wie sich jedoch aus Tabelle 8 ersehen läßt, korreliert keine der Bewertungsskalen bedeutsam mit der Vorerfahrung, so daß man davon ausgehen kann, daß die abgegebenen Bewertungsurteile im wesentlichen auf der Erfahrung während der konkreten Aufgabenbearbeitung beruhen.

⁵ Um einen eventuellen Artefakt durch das Eingreifen des Versuchsleiters kontrollieren zu können, ist darauf zu achten, daß die Korrelation zwischen der Anzahl Hilfestellung und der Dauer der Aufgabenbearbeitung positiv ausfällt. Bei einer negativen Korrelation kann man davon ausgehen, daß der Versuchsleiter durch seine Hilfestellungen die Bearbeitungszeit systematisch verzerrt hat.

TABELLE 8:

VI	Vorerfahrung: insgesamt	VI					
DI	Dauer der Aufgaben: insgesamt	-.91	DI				
HI	Hilfestellungen: insgesamt	-.81	.82	HI			
SB	Skala: Bewertung	.44	-.75	-.43	SB		
SH	Skala: Handhabung	.35	-.63	-.49	.85	SH	
SO	Skala: Orientierung	.30	-.66	-.53	.90	.82	SO
SS	Skala: Selbsterklärung	.53	-.54	-.14	.12	-.27	-.14
ST	Skala: Transparenz	.36	-.66	-.38	.99	.86	.94

Die Ankopplung der Bewertungsskalen zu den beiden Aufgabenparametern erfolgt über die Skalen "Transparenz", "Orientierung" und "Bewertung". Zur Veranschaulichung dieser Zusammenhgangsstruktur möge Abbildung 2 dienen, in der alle bedeutsamen Korrelationen aus Tabelle 8 aufgeführt sind. Diese empirisch vorgefundene Zusammenhgangsstruktur kann auch als Modelltest für das in Abschnitt 1.2.3 theoretisch abgeleitete Strukturmodell angesehen werden (siehe Abb. 1).

Zunächst muß man davon ausgehen, daß die VersuchspartnerInnen eine hohe Beurteilungskonsistenz innerhalb der vier Beurteilungsskalen "Transparenz", "Orientierung", "Bewertung" und "Handhabung" an den Tag gelegt haben. Dies zeigt sich an den hohen Interkorrelationen zwischen diesen Skalen; man kann davon ausgehen, daß diesen Skalen ein starker gemeinsamer Faktor zugrunde liegt.

Die Zusammenhänge zu der Dauer der Aufgabenbearbeitung sind ohne Ausnahme negativ. Dies bedeutet, daß diejenigen VersuchspartnerInnen, welche mit wenigen Problemen die Bearbeitung der Aufgaben in relativ kurzer Zeit erledigen konnten, eine deutlich positivere Beurteilung abgegeben haben.

Je besser die VersuchspartnerInnen mit der Bearbeitung der Aufgaben zurecht gekommen sind, desto transparenter fanden sie die Gestaltung der Benutzungsoberfläche und desto besser konnten sie sich in der Dialogstruktur orientieren. Dies führte dann zu einer allgemein positiveren Einschätzung.

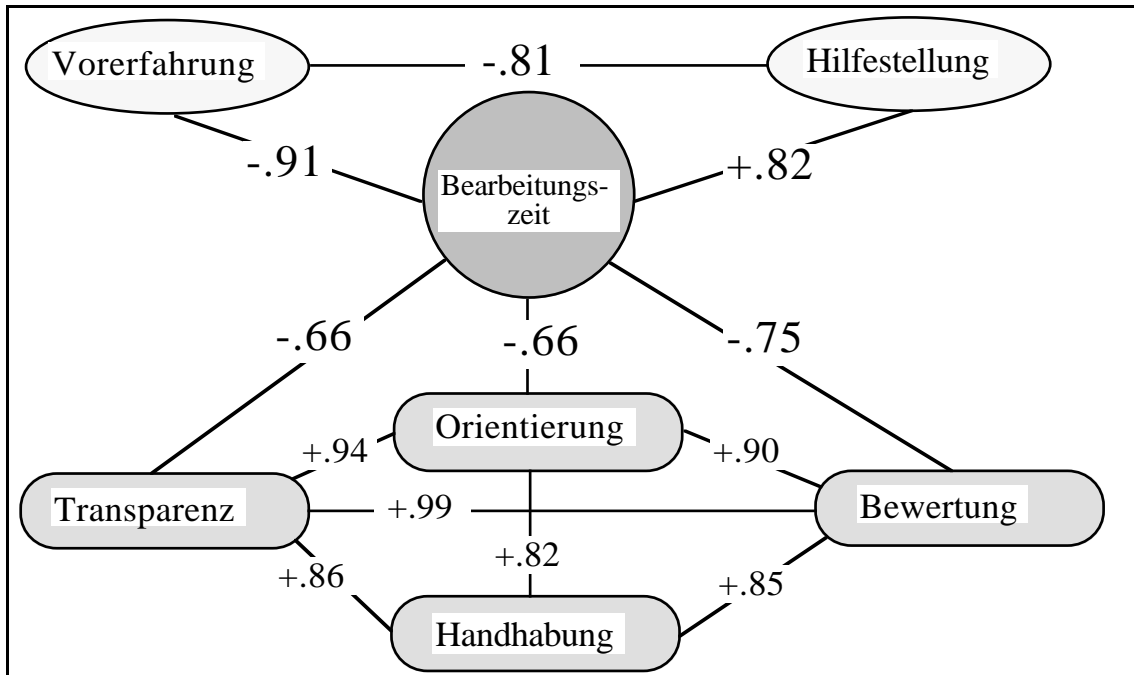


Abbildung 2: Empirisches Strukturmodell zur Darstellung der Zusammenhänge zwischen den einzelnen Skalen des Kriterienrasters und der Dauer der Aufgabebearbeitung in Abhängigkeit von der Vorerfahrung und der erhaltenen Hilfestellung.

3.1.2. Qualitative Analyse ausgewählter Problembereiche

Bei der Auswertung der Videoaufnahmen wurden die einzelnen Problembereiche thematisch zusammengefaßt und zum Teil mit den verbalen Äußerungen der verschiedenen VersuchspartnerInnen und den Protokoll-Notizen des Versuchsleiters angereichert (siehe RAUTERBERG, 1988).

Es ergaben sich folgende Problembereiche: Umgang mit den Dialogboxen, Umgang mit den Dialog-Fenstern, Probleme beim Editieren der Merkmalsausprägungen eines Datensatzes, Umgang mit den Hinweis- und Fehlermeldungen, Probleme beim Definieren einer "Wahl", Umgang mit den Menü-Optionen der Menüs aus der Menü-Leiste. Diese Problembereiche werden hier nicht weiter vorgestellt (siehe hierzu RAUTERBERG, 1988). Über diese Themen hinaus werden die folgenden drei Bereiche genauer vorgestellt, weil ihnen eine besondere Bedeutung zukommt.

3.1.2.1. Umgang mit der "Wahl" - Falle

Um empirisch zu überprüfen, in wie weit die Zustandsinformationen über eine vorhandene "Wahl"-Selektion - das Häkchen bei der Wahl-Menü-Option: "Verwenden" - ausreicht, um dem Benutzer die notwendige Transparenz zu Teil werden zu lassen, wurde zwischen Aufgabe 4 und 5 die "Wahl"-Falle konstruiert.

TABELLE 9:

	Vp-1	Vp-2	Vp-3	Vp-4	Vp-5	Vp-6	Vp-7	MEAN	STD
Zeit (sec)	14	366	195	13	entfällt	151	23	127	141
Hilfe durch VI	nein	ja	ja	nein	entfällt	ja	nein		
"Kinder"-Liste	ja	nein	nein	ja	entfällt	nein	nein		

Die "Wahl"-Falle bestand darin, daß für die Aufgabe 4 über eine Wahl-Definition eine Liste aller belegten Plätze mit Kindern unter 6 Jahren selektiert werden sollte; für die Aufgabe 5 jedoch wurde ein Datensatz gesucht, der diese Bedingung gerade nicht erfüllt. Es zeigte sich, daß es zwei Gruppen von VersuchspartnerInnen gab, die sich in der Lösungszeit bis zur Entdeckung der "Wahl"-Falle deutlich unterscheiden lassen (siehe Tabelle 9).

Wie man aus Tabelle 9 sehr schön erkennen kann, haben diejenigen VersuchspartnerInnen die eingeschaltete "Wahl" immer dann sehr schnell entdecken können, wenn bei Beginn von Aufgabe 5 noch die in Aufgabe 4 erstellte Liste aller selektierten Datensätze mit "Kindern unter 6 Jahren" auf dem Bildschirm zu sehen war ($R = -.71$; $p < 0.05$ zwischen "Hilfe" & "Liste"). In den Fällen (Vp-2,3,6), wo dies nicht der Fall war, konnten die VersuchspartnerInnen erst nach Hilfestellung durch den Versuchsleiter weiterarbeiten. Dies läßt den Schluß zu, daß für ADIMENS-Novizen mit zum Teil EDV-Vorerfahrung die Transparenz über den Dialogzustand, ob eine Wahl vorgeschaltet ist oder nicht, unzureichend ist.

3.1.2.2. Umgang mit "Suche" und "Wahl"

Eine sehr schöne und daher häufig verwendete Darstellungsweise des Inhaltes einer Datei ist die Schalter-Stellung "Anzeigen als Liste", weil hierdurch die einzelnen Datensätze nacheinander in einem Dialog-Fenster aufgelistet werden. Dies entspricht der gewohnten Sichtweise des Inhaltes eines "Karteikastens". Um nun jedoch nur eine spezielle Auswahl an Datensätzen sich auflisten zu lassen, muß für die aktivierte Datei eine "Wahl" definiert und zugeschaltet werden.

Es gibt nun jedoch über die Definition einer "Wahl" hinaus noch zwei andere Arten der Selektion von Datensätzen: die Menü-Option "Suchen" im Menü "Daten" und die vorgeschaltete "Such"-Dialogbox nach Aktivierung der folgenden Menü-Optionen aus dem Menü "Daten": "Einfügen", "Anzeigen", "Löschen" und "Ändern".

Alle VersuchspartnerInnen hatten große Schwierigkeiten, diese drei Arten der Selektion in ihrer jeweils typischen Eigenart richtig einzusetzen. So wurden die meisten Benutzer über die Menü-Option "Suchen" deswegen systematisch in die Irre geführt, weil die dann

angezeigten Datensätze nur in Masken-Form angezeigt wurden, welches eine häufig gewünschte Weiterverarbeitung (z.B. "Ändern", "Löschen" und Transport zum "Klemmbrett"-, "Mische"- oder "Drucker"-Piktogramm) ausschloß. Darüber hinaus ist bei der Schalter-Stellung "Anzeigen als Liste" keine Möglichkeit zur Suche über eine vorgeschaltete "Such"-Dialogbox möglich. Dies erzwingt dann die Benutzung der "Wahl"-Definiton, welche jedoch für eine schnelle und temporäre Selektion (meistens nur nach einem Schlüsselmerkmal) nicht geeignet ist.

Die Hinzunahme einer vorgeschalteten "Such"-Dialogbox bei der Darstellung der selektierten Datensätze als "Liste" wäre hier zwingend erforderlich.

3.1.2.3. Umgang mit dem Piktogramm "Mischen"

Das "Mische"-Piktogramm stellt im Rahmen dieser Studie den komplexesten Dialogoperator dar. Dem entsprechend waren auch die Schwierigkeiten für den unerfahrenen Benutzer gegeben. Die einzelnen Problembereiche lassen sich wie folgt beschreiben:

- Herstellen aller Anwendungsvoraussetzungen;
- automatische Umbenennung des Misch-Ikons in den Datei-Namen;
- fehlende Rückmeldung über die durchgeführte Bearbeitung;
- Weiterverarbeitung des Bearbeitungsergebnisses.

Zur Herstellung aller Anwendungsvoraussetzungen für die Bearbeitung eines oder mehrerer Datensätze mit dem "Mische"-Operator mußte in der Aufgabe 5 folgende Operationen durchgeführt werden: Suchen des gewünschten Datensatzes, Anzeigen als Liste (dies erzwingt die Definition einer "Wahl"; siehe Abschnitt 3.1.2.3), Laden des zusätzlich benötigten Rechnen-Programmes über das Menü "Rechnen" und Transport des Datensatzes mit der Maus auf das "Mische"-Piktogramm. Durch diesen Transport werden die weiteren Dialogschritte durch die Aktivierung des "Mische"-Operators abgewickelt: das Laden des benötigten Misch-Dokumentes.

Da der Datensatz nur über die Darstellung als "Liste" zum "Mische"-Piktogramm transportiert werden kann und für diese Darstellung keine einfache "Suche" möglich ist, wird die vorgeschaltete Definition einer "Wahl" nahegelegt, bzw. bei sehr großen Dateien erzwungen. Die BenutzerInnen wurden jedoch durch die Menü-Option "Suchen" aus dem Menü "Daten" systematisch in die Irre geführt, da dieser Suchvorgang nur im Modus "Anzeigen als Maske" endet.

Viele VersuchspartnerInnen haben sich von der automatischen Umbenennung des "Mische"-Piktogramms in den Namen der Datei, aus der der transportierte Datensatz entstammte, verwirren lassen und glaubten, daß ein neues Desktop-Objekt entstanden sei. Darüber hinaus erwarteten die BenutzerInnen nach Abarbeitung der "Mische"-Operation

eine Rückmeldung über das entstandene Ergebnis, nur die Umbenennung des Icons reichte nicht aus. Dies spricht für eine fehlende Kompatibilität im Sinne der Benutzer-Erwartungen.

Da das erstellte Misch-Dokument auch noch ausgedruckt werden sollte, mußte das umbenannte "Mische"-Piktogramm auf das "Drucker"-Piktogramm verschoben werden. Dies wurde deshalb als schwierig angesehen, weil bisher nur Datensätze als zu transportierende Objekte bekannt waren (negativer Transfer-Effekt).

3.2. ERGEBNISSE DER EXPERTEN-EVALUATION

Bei der Expertenevaluation wurde unter anderem ausgehend von den aufgedeckten Schwierigkeiten beim Umgang mit ADIMENS/ST seitens der VersuchspartnerInnen eine systematische Durchdringung der Dialogstruktur vorgenommen. Anhand der Ergebnisse wurden Dialog-Struktur-Diagramme für die "Daten"-Menü-Optionen "Eingeben", "Suchen", "Ändern", "Löschen" und "Anzeigen" erstellt. Desweiteren wurden die dabei gefundenen Masken hinsichtlich der Anordnung ihrer Dialog-Knöpfe dokumentiert und bewertet. Darüber hinaus wurden die Schwierigkeiten beim Umgang mit dem Dialog-Operator "Mischen" zum Anlaß genommen, herauszufinden, worin diese begründet sein können (siehe im Detail RAUTERBERG, 1988).

3.2.1. Analyse der Dialogstruktur

Aus den Ergebnissen zu diesem Experiment lassen sich für die Desktop-Oberfläche der folgende wesentliche Problembereich herausarbeiten:

das Wechselspiel von Suchen und Wahl;

wie sich gezeigt hat, kommt der Option "Anzeigen als Liste" eine zentrale Bedeutung zu. Da jedoch für die Ausgabe in einem Fenster keine Möglichkeit zur temporären Selektion gegeben ist, wird der Benutzer gezwungen, die "Wahl" zu benutzen. Dieser Mechanismus ist jedoch nicht für diesen Zweck vorgesehen, so daß die meisten Schwierigkeiten im Umgang mit der Wahl sich durch die Möglichkeit der temporären Selektion vor der listenartigen Ausgabe der Datensätze in einem Fenster beheben ließen (siehe Abb. 3)

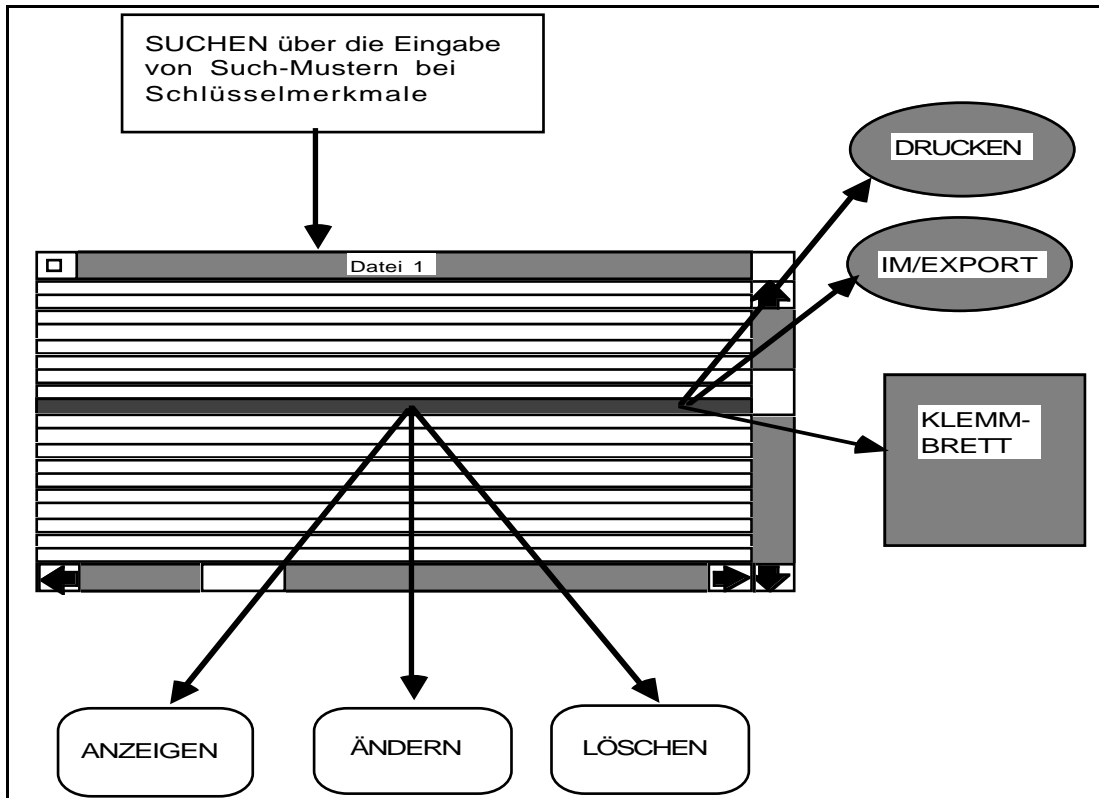


Abbildung 3: Verbesserungsvorschlag für die Dialogstruktur bei der Menü-Option "Anzeigen als Liste".

3.2.2. Analyse der Piktogrammfunktionalität

Im Rahmen dieser Studie wurden die drei Piktogramme "Papierkorb", "Drucker" und "Mischen" berücksichtigt.

Da es bei der Handhabung der beiden Piktogramme "Papierkorb" und "Drucker" keine wesentlichen Handhabungsschwierigkeiten aufgetreten sind, wird nun ausschließlich das Piktogramm "Mischen" hinsichtlich seiner Funktionalität beschrieben.

Für die Handhabung des von seinen Eingangsbedingungen recht komplexen Dialog-Operators sind folgende Schritte notwendig:

1. Setzen des Schalters "Anzeigen als Liste";
2. Aktivieren und Öffnen der gewünschten Datei über Doppel-Klick oder die Menü-Option "Anzeigen";
3. Suchen des gewünschten Datensatzes über Verschieben des vertikalen Roll-Balkens;
4. Aktivieren des gefundenen Datensatzes durch Anklicken;
5. Laden des Rechen-Programmes über das Menü "Rechnen" (dieser Punkt ist nicht in jedem Fall erforderlich);
- 5a. Setzen des Schalters "Verwenden" im Menü "Rechnen" (dieser Punkt ist nur im Zusammenhang mit Punkt 5 erforderlich);
6. Transport des ausgewählten Datensatzes mit der Maus auf das "Mische"-Piktogramm;

7. Auswahl und Laden des Misch-Dokumentes über die erscheinende Dialog-Auswahl-Box;
8. Doppel-Klick auf das automatisch umbenannte "Misch"-Piktogramm zur Sichtbarmachung des erstellten Ergebnisses;
9. Transport des "Misch"-Piktogramms mit der Maus auf ein anderes Piktogramm (z.B. das "Drucker"-Piktogramm).

Die Eingangsvoraussetzungen sind die Schritte 1 bis 4. Bei der Reorganisation dieser Systemfunktionalität tut sich ein Widerspruch zwischen den beiden folgenden Gestaltungskriterien auf: einerseits die Aufrechterhaltung möglichst großer interaktiver Freiheitsgrade, um einer individuellen Arbeitsgestaltung gerecht werden zu können (insbesondere für Experten), und andererseits die strukturierte Dialogführung durch das System, um die mentalen Belastungen des Benutzers möglichst gering zu halten (insbesondere für Novizen).

Die Schritte 5 und 5a waren nur im Rahmen der gestellten Aufgabe 5 notwendig. Ebenso ist der Schritt 9 nur dann notwendig, wenn eine Weiterverarbeitung - was sicherlich in den meisten Fällen angestrebt wird - vorgesehen ist.

Es wäre überlegenswert, ob nicht die folgenden Schritte ausreichend und im Sinne eines strukturiert geleiteten Dialogablaufes (insbesondere für Anfänger) hilfreich wäre:

1. Aktivieren der gewünschten Datei über Einfach-Klick mit der Maus;
2. Laden des Rechnen-Programmes über die Menü-Option "Laden" mit automatischem Setzen des Schalters "Verwenden" als Default-Wert (nicht in jedem Fall erforderlich);
3. Einfach-Klick auf das "Misch"-Piktogramm und Aktivierung des folgenden Dialogablaufes:
 - Suchen der gewünschten Datensätze über eine Such-Dialogbox;
 - Auswahl und Laden des gewünschten Misch-Dokumentes;
 - Automatisches Anzeigen des Ergebnisses zur Kontrolle;
 - Möglichkeit zum direkten Drucken über einen Dialogknopf.
4. Gegebenenfalls Transport des Misch-Piktogramms mit der Maus auf ein anderes Piktogramm ("Im/Export", "Klembrett").

Diese Reorganisation hätte den Vorteil, daß ein Großteil der notwendigen Voraussetzungen automatisch in der richtigen Reihenfolge abgearbeitet und die Schwierigkeiten, wie sie sich in dieser Studie gezeigt haben, umgangen werden könnten. Diese Schwierigkeiten kamen im wesentlichen dadurch zustande, daß die Reihenfolge scheinbar beliebig aufgrund der offenen Dialogstruktur ist, aber im Detail doch eine genaue Einhaltung der einzelnen Schritte vom System erwartet wird.

Eine der Desktop-Metapher adäquatere Neugestaltung der Dialogstruktur an dieser Stelle läge jedoch darin, eine genau vorgeschriebene Einhaltung einer nur implizit gegebenen Reihenfolge aller Voraussetzungen wegfällen zu lassen. Dies käme den verschiedenen Arbeitsstilen der individuell unterschiedlichen Benutzer maximal entgegen.

II. EIN EMPIRISCHER VERGLEICH EINER DESKTOP- MIT EINER ASCII-ORIENTIERTEN BENUTZUNGSOBERFLÄCHE.

1. EINLEITUNG

Aufbauend auf dem IFIP-Modell (DZIDA, 1982) ergibt sich sinnvoll die funktionale Aufteilung eines interaktiven Systems in eine Dialog- und eine Anwendungskomponente (siehe Abb. 4).

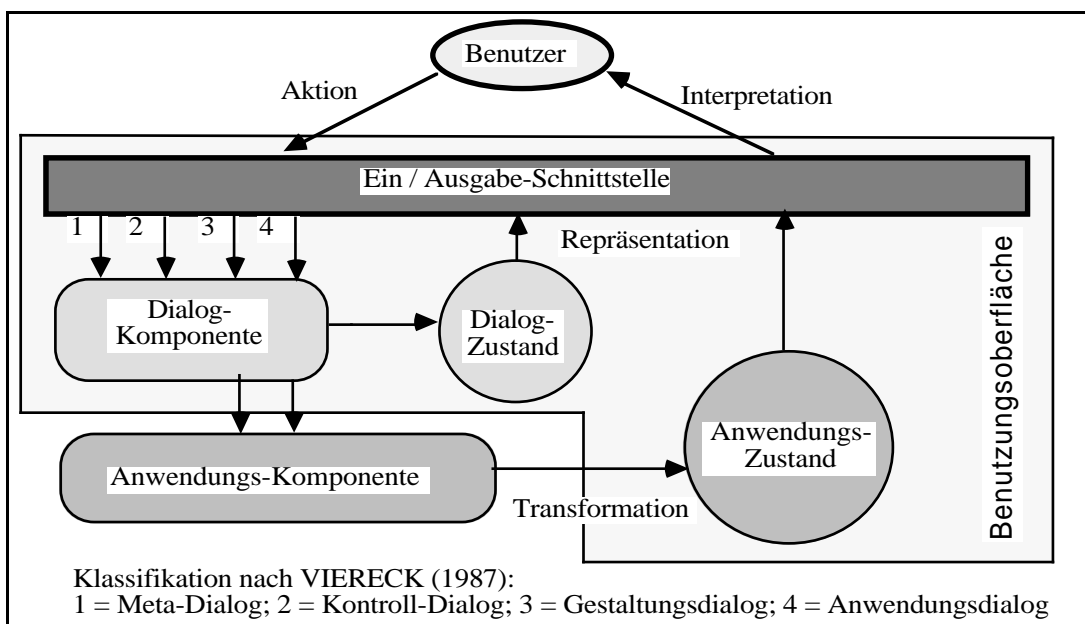


Abbildung 4: Die Unterscheidung eines interaktiven Software-Programmes in die Dialog- und die Anwendungskomponente.

Es lassen sich generell die folgenden Dialogtechniken und Dialogwerkzeuge bei Benutzungsoberflächen unterscheiden: Kommandosprachen, Menütechnik, Funktionstasten, Piktogramme und Fenstertechnik (SHNEIDERMAN, 1987). Diese Techniken können zu drei verschiedenen Dialogarten zusammengefaßt werden:

- die Benutzung einer Kommandosprache: hierzu zählen auch Befehlssprachen und Aktionscodes; diese Dialogart ist die älteste Art, interaktiv mit einem Computer zu arbeiten, und stammt noch aus der Zeit, als der Computer im Batch-Betrieb mit Lochkarten bedient werden mußte. Diese Benutzungsoberfläche soll kommando-orientierte Benutzungsoberfläche genannt werden.
- die verschiedenen Arten der Menü-Auswahl-Techniken: hierunter fallen starre Menü-Strukturen, Popup-, Pulldown-Menüs, Ausfüllen von formular-ähnlichen Bildschirmmasken, etc. Diese Dialog-

steuerungsart wurde erst mit Aufkommen von Bildschirmgeräten, die im wesentlichen nur Ascii-Zeichen darstellen können, technisch möglich. Häufig werden bei dieser Dialogsteuerungsart Funktionstasten zusätzlich zur Dialogsteuerung eingesetzt. Diese Benutzungsoberfläche soll ascii-, bzw. menü-orientierte Benutzungsoberfläche genannt werden.

- die direkte Manipulation von Dialogobjekten: erst durch die preiswerte Herstellung von grafikfähigen Bildschirmen konnte diese Dialogart programmtechnisch zum Einsatz kommen; bei der Entwicklung dieser Dialogart lag die "Desktop"-Metapher zu Grunde, die von der Annahme ausgeht, daß durch eine möglichst realistische Abbildung der "natürlichen" Arbeitsumgebung (die eines Schreibtisches: Ordner, Papierkorb, etc.) auf die Ein/Ausgabeschnittstelle die Umstellung auf EDV dem Benutzer besonders leicht fallen soll. Diese Oberfläche soll desktop-, bzw. direkt-manipulative Benutzungsoberfläche genannt werden.

2. STAND DER FORSCHUNG

Die Vorteile von Desktop-Oberflächen scheinen so offensichtlich zu sein, daß es kaum experimentelle Untersuchungen zu finden gibt, die die Überlegenheit der Desktop-Oberflächen gegenüber den anderen Arten des Dialoges aufzeigen (SHNEIDERMAN 1987; SMITH & MOSIER, 1986; KRAUSE, 1986). So fordern dann auch HUTCHINS, HOLLAN & NORMAN (1986, S. 123) eine eingehendere empirische Evaluation der direkt-manipulativen Oberfläche.

Bei der Gestaltung der Benutzungsoberfläche wird für die ergonomisch adäquate Repräsentation des Dialog- und Anwendungszustandes Platz auf der E/A-Schnittstelle benötigt. Um diesen physikalisch begrenzten Platz optimal auszunutzen, wurden verschiedene Dialogarten entwickelt.

2.1. BENUTZUNGSOBERFLÄCHE MIT KOMMANDOSPRACHE

Kommandosprachen arbeiten auf der Basis von Befehlen, deren Bedeutungen dem Benutzer bekannt sein müssen. Der Vorteil hier besteht darin, daß die aktuelle Dialogumgebung minimalen Platz auf der E/A-Schnittstelle beansprucht und der Benutzer über das Kommando direkt auf die gewünschte Anwendungsfunktionalität zugreifen kann (siehe Abb.5). Die aktuelle Dialogumgebung bei kommando-orientierten Oberflächen setzt sich somit aus einer minimalen Anzahl an interaktiven Aufsetzpunkten (z.B. die Eingabestelle hinter dem System-Prompt) zusammen.

Der große Nachteil dieser Dialogart - insbesondere für den gelegentlichen Benutzer - liegt in seiner kognitiven Begrenzung der Behaltens- und Erinnerungsleistung. Um das Merken und Erinnern der Befehlsnamen zu erleichtern, wendet man häufig mnemotechni-

sche Verfahren zur Kodierung der Kommandos an und bemüht sich um maximale Konsistenz der Kommandosprachen-Syntax (das Konsistenz-Problem).

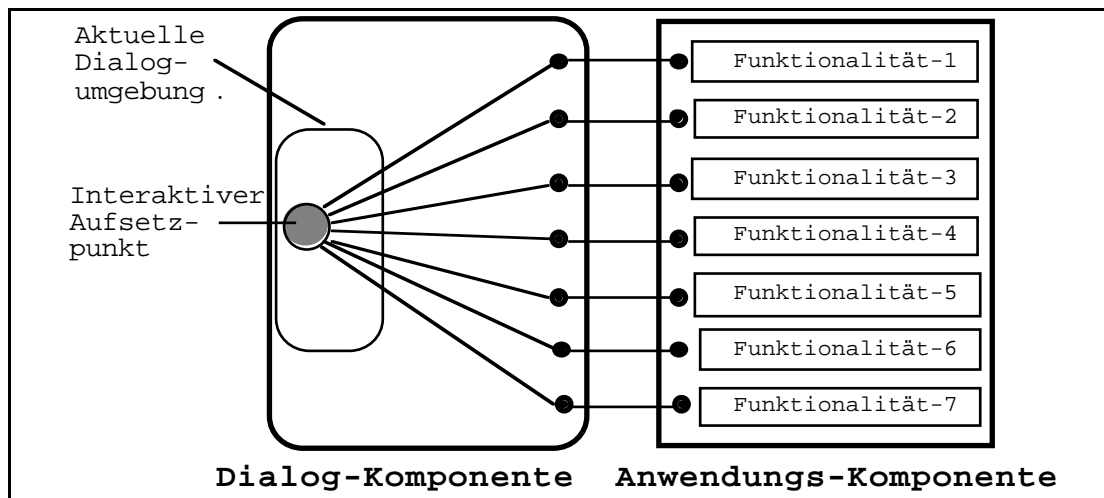


Abbildung 5: Schematische Darstellung der Dialog- und Anwendungs-Komponente bei der kommando-orientierten Benutzungsoberfläche.

2.2. BENUTZUNGSOBERFLÄCHE MIT MENÜS UND FUNKTIONSTASTEN

Unter Menütechnik versteht man eine Dialogart, bei der der Benutzer aus einer auf der E/A-Schnittstelle vorgegebenen Menge von Dialog-Operatoren den gewünschten auswählen kann. Die Auswahl und Aktivierung eines Dialog-Operators kann z.B. durch die Eingabe einer Zahl, eines Buchstabens oder durch Drücken einer entsprechenden (Funktions)-Taste geschehen.

Ohne die Nachteile der kognitiven Belastung wie bei der kommando-orientierten Benutzungsoberfläche kann so ein großer Umfang an Systemfunktionalität dem Benutzer zur Auswahl zugänglich gemacht werden. Wegen des begrenzten Platzes auf der E/A-Schnittstelle für die Darstellung aller Anwendungsfunktionen muß der Benutzer die aktuelle Dialogumgebung durch die Menüstruktur manövrieren, um zu einer Dialogumgebung mit der gewünschten Anwendungsfunktionalität zu gelangen (siehe Abb.6).

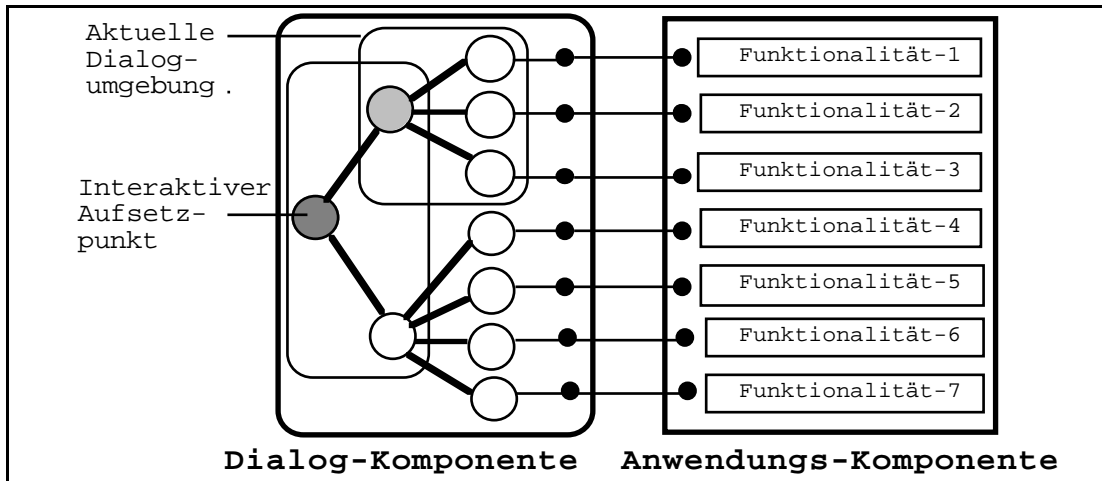


Abbildung 6: Schematische Darstellung der Dialog- und Anwendungs-Komponente bei der menü-orientierten Benutzungsoberfläche.

Diese Steuerung der aktuellen Dialogumgebung kommt jetzt als "Interaktions"-Aufgabe auf den Benutzer zu (STREITZ, 1985; SPINAS, 1987). Beim Navigieren und Bewegen in komplexen Menübäumen muß sich nun der Benutzer über spezifische Charakteristika der E/A-Schnittstelle anhand seines kognitiven Modelles der Dialogstruktur ständig neu orientieren; dies wird häufig als das Transparenz-Problem bezeichnet.

2.3. DIREKT-MANIPULATIVE BENUTZUNGSOBERFLÄCHE MIT MAUS

Durch die Einführung von hochauflösenden Grafikbildschirmen wird nun die Fläche der E/A-Schnittstelle vergrößert; zum Teil auch nur dadurch, daß die darstellbaren Zeichen, Symbole, maus-sensitiven Bereiche, etc. deutlich verkleinert abgebildet werden können.

Zusätzlich wurde die Möglichkeit entwickelt, neben der physikalischen Fläche des Bildschirms auch noch neue Flächen zu erzeugen: die Fenster. Durch das Erzeugen von Fenstern kann die reale Fläche der E/A-Schnittstelle virtuell um die Fläche der jeweiligen Fenster erweitert werden. Jedes Fenster stellt nun für sich genommen eine aktuelle Dialogumgebung dar.

Durch die große Fläche der E/A-Schnittstelle zur direkten Repräsentation von vielen Anwendungsfunktionen ist in der Regel die desktop-orientierte Oberfläche (siehe Abb.7) fast genauso direkt wie die kommando-orientierten Oberfläche (siehe Abb.5). Im Unterschied zur kommando-orientierten Oberfläche wird die Behaltensleistung des Benutzers bei der Desktop- Oberfläche jedoch deutlich geringer beansprucht. Die freien kognitiven Ressourcen beim Benutzer können nun dazu eingesetzt werden, die Wiedererkennungsleistungen zu erhöhen.

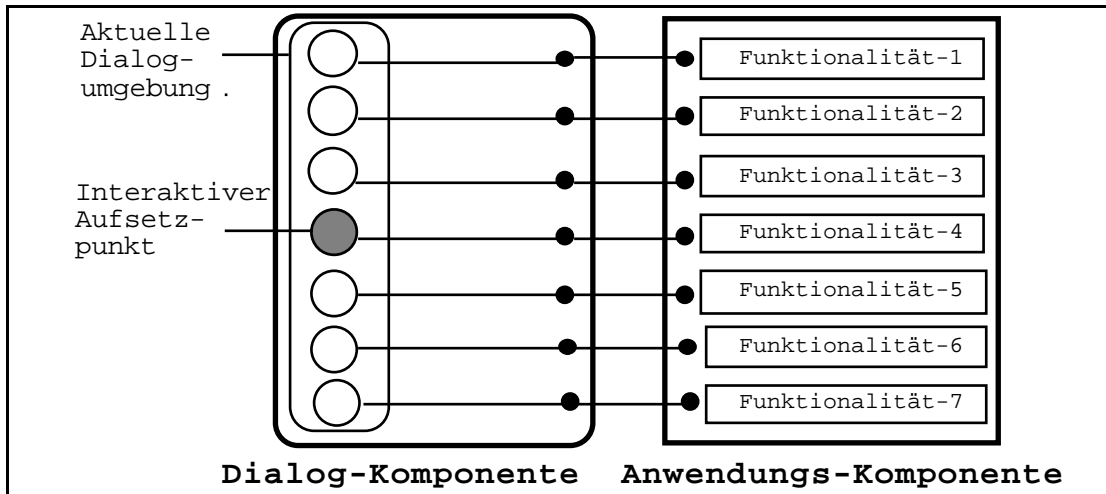


Abbildung 7: Schematische Darstellung der Dialog- und Anwendungs-Komponente bei der desktop-orientierten Benutzungsoberfläche.

2.4. KOMMANDO-, MENÜ- UND DIREKT-MANIPULATIVE OBERFLÄCHE

ALTMANN (1987) verglich eine direkt-manipulative (McWrite) und eine kommando-orientierte (WordStar) Benutzungsoberfläche hinsichtlich ihrer Erlernbarkeit und Handhabbarkeit für Novizen. Novizen mit McWrite schnitten beim Erlernen deutlich besser ab als Novizen mit WordStar (siehe ebenso ROBERTS & MORAN; 1983). Zu einem scheinbar entgegengesetzten Ergebnis kommen WHITESIDE et.al. (1985); dieses Ergebnis kann dadurch zustande gekommen sein, daß die besonders vorteilhafte, kommando-orientierte Version mit einem Online-Ausgabefenster aller aktuell gültigen Befehle nicht als menü-orientiert eingestuft worden ist.

ROBERTS & MORAN (1983) stellten bei Novizen und Experten die Überlegenheit einer Reihe von Texteditoren mit menü-orientierten Oberflächen über diejenigen mit einer kommando-orientierten Oberfläche fest. HAUPTMANN & GREEN (1983) fanden keinen signifikanten Unterschied bei der Bearbeitungszeit für die Erstellung von Grafiken zwischen einer menü- und einer kommando-orientierten Oberfläche bei Novizen und Experten. Allerdings zeigte sich ein Vorteil für die menü-orientierte Oberfläche bei der Anzahl der benötigten Dialogoperatoren. Dem entgegen war bei STREITZ et.al. (1987) (instruierte Novizen) und WHITESIDE et.al. (1985) (Novizen, gelegentliche Benutzer und Experten) die Kommando-Oberfläche besser.

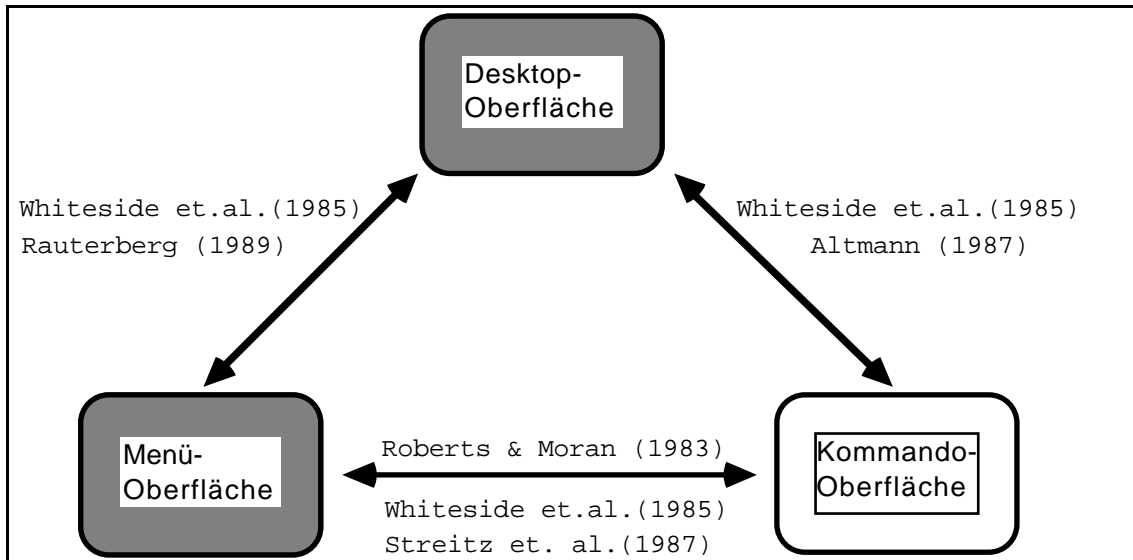


Abbildung 8: Übersicht über die unterschiedlichen empirischen Studien.

Bei WHITESIDE et.al. (1985) ist die menü-orientierte Oberfläche der Desktop-Oberfläche überlegen. Beachtenswerterweise sprechen WHITESIDE et.al. (1985) jedoch von ikonorientierten statt von direkt-manipulativen Oberflächen, so daß nur schwer abzuschätzen ist, in wie weit dieser Unterschied für das Ergebnis entscheidend ist.

Zurecht betonen WHITESIDE et.al. (1985), daß die aufgabenangemessene Gestaltung der Benutzungsoberfläche sehr wichtig, zum Teil sogar wichtiger als die Art der Benutzungsoberfläche ist.

3. FRAGESTELLUNGEN

Da bisher nur unzureichende und widersprüchliche Ergebnisse zum Vergleich von direkt-manipulativen mit konventionellen, menü-orientierten Benutzungsoberflächen vorliegen, sollen diese beiden Dialogarten im Rahmen dieser Studie verglichen werden:

menü-orientierten Benutzungsoberfläche (ASCII): die konventionelle, asciiorientierte Benutzungsoberfläche, bei der die Dialogführung **mit Funktionstasten** (inklusive Cursor-Steuertasten) und Auswahlmenüs abgewickelt wird;

desktop-orientierte Benutzungsoberfläche (MAUS): die grafikorientierte, direkt-manipulative Benutzungsoberfläche, bei der die Dialogführung **mit der Maus** durch Anklicken von maus-sensitiven Bereichen vollzogen wird.

Im folgenden wird zunächst die ASCII-Oberfläche und dann die MAUS-Oberfläche genauer vorgestellt. Die ASCII-Oberfläche besteht aus verschiedenen Modulen (z.B. Daten,

Liste, Wahl, Rechnen, etc.), zwischen denen der Benutzer über das strikt hierarchische Hauptmenü durch Eingabe von Buchstaben in der "Befehls"-Zeile hin- und herwechseln kann. Innerhalb der einzelnen Module erfolgt die Auswahl der jeweils gewünschten Routine (z.B. im Modul DATEN: Eingabe, Korrektur, Loeschen, Ausgabe, Halt >[]) ebenfalls über die Eingabe der entsprechenden Anfangsbuchstaben (E,K,L,A) (siehe Abbildung 2). Während der Abarbeitung einer Routine stehen dem Benutzer jedoch nur noch die Funktionstasten (inklusive Cursor-Steuerung) für die weitere Dialogsteuerung zur Verfügung (siehe Abbildung 9).

```

CAMP
-----
ADI --- ADIMENS.EXEC V2.21e 29.07.88

ADI Software GmbH --- Datenbanksystem : ADIMENS
(c) Copyright by ADI Software GmbH 1983-88

Datenbasis = ..\DB-CAMP.211\CAMP ...

Adressen      Platz      Gruppe

-----
Befehl:  Daten  Liste  Wahl  Rechnen  Verbund  Tedi  Gruppe  Info  Halt > ]
1HILFE   2SCHALT      3DATEI      4      5      6      7EINGAB
8AUSGAB      9      10

```

Abbildung 9: Übersicht über die Start-Maske nach Laden der Datenbank CAMP mit den drei Dateien "Adressen", "Platz" und "Gruppe". Die vorletzte Bildschirmzeile ist die Hauptmenü-Leiste; die Benutzer-Eingabe erfolgt hinter ">"; die unterste Bildschirmzeile gibt die aktuelle Belegung der Funktionstasten an.

Um nun aus dem Hauptmenü in die Routine "Ausgabe" des Moduls "Daten" zu gelangen, muß der Benutzer die beiden Buchstaben "D" und "A" hintereinander eingeben. Nachdem eine leere Maske entsprechend der aktuellen Datei erschienen ist, kann nun der Benutzer den gewünschten Suchbegriff (einschließlich der "Wildcards") in das leere Merkmalsausprägungsfeld eines der vorgegebenen Schlüsselmerkmale eintragen. Ist mindestens ein Datensatz in der Datei vorhanden, auf den dieser Suchbegriff paßt, so erfolgt die Ausgabe des ersten gefundenen Datensatzes als Maske auf dem Bildschirm. Dieser Zugriff auf eine Menge von Datensätzen wird "Selektion" genannt.

Zusätzlich besteht aber auch bei beiden Oberflächen die Möglichkeit, für jedes vorhandene - also auch Nicht-Schlüssel - Merkmal eine logische Bedingung zu definieren. Diese einzelnen Bedingungen lassen sich durch logische Operatoren (UND, ODER, >, ≥, <, ≤, =, ≠) zu komplexeren Filtern zusammensetzen; diese Filter werden in dem Modul "Wahl" erstellt und gelten für die jeweils aktive Datei. Der Unterschied zur Selektion besteht darin, daß die Selektion jeweils nur für ein vorgegebenes Schlüsselmerkmal definiert werden kann und auch nur für die folgenden Arbeitsschritte in der jeweiligen Routine erhalten bleibt. Diese beiden Funktionalitäten - Selektion und Wahl - sind bei beiden Oberflächen dem Benutzer zugänglich.

```

CAMP.Adressen (CON,CON) ( - - - ) Daten.Ausgabe
Namensschlüssel:>D..Rauterberg, Matthias_____
Anrede: Herrn_
Vorname: Matthias_____ Nachname: Rauterberg_____
Straße: Kurvenstraße 1_____
Ort: 8006 Zürich_____ Land: Schweiz_____
Tel: -_____
Res.-Wunsch erh.: __/__/__ Anreise: __/__/__ Abreise: __/__/__
Platz-Angebot: ____ Platz-Angebot abges.: __/__/__
Res.-Bestät. erh.: __/__/__ Res.-Betrag erh.: __/__/__
Bemerkungen: war noch nie auf diesem Campingplatz_____
_____
1FELD 2RICHTG 3DATEI 4MERKE 5 6 7RECHNE 8DRUCK
9FERTIG 10STOP
    
```

Abbildung 10: Übersicht über die Maske des Datensatzes mit dem Primärschlüssel "Namensschlüssel" aus der Datei "Adressen" in dem Modul DATEN und in der Routine AUSGABE.

Zur Beendigung des jeweiligen Aufenthaltes in einer Routine muß der Benutzer eine der beiden Funktionstasten: "9FERTIG" oder "10STOP" drücken; hierbei steht "9FERTIG" für die normale Beendigung und "10STOP" für das vorzeitige Abbrechen. Anschließend befindet sich der Benutzer auf der Modul-Ebene. Durch Eingabe von "H" für "Halt" gelangt man zur Hauptmenü-Ebene.

Sehen wir uns nun dagegen die MAUS-Oberfläche genauer an, so können die einzelnen Module und die in ihnen enthaltenen Routinen direkt über ein Pulldown-Menü durch ein entsprechendes Verschieben der Maus erreicht werden (siehe Abbildung 11).

Ebenso wie bei der ASCII-Oberfläche erscheint nach dem Anklicken der Menü-Option "Anzeigen" in dem Pulldown-Menü "Daten", sofern zuvor in dem Pulldown-Menü "Schalter" der entsprechende Schalter auf "Ausgabe als Maske" gesetzt wurde, zunächst eine Maske (hier "Dialogbox" genannt), in welche der benötigte Suchbegriff (einschließlich der "Wildcards") in das leere Merkmalsausprägungsfeld des jeweils gewünschten, vorgegebenen Schlüsselmerkmals eingetragen werden kann. Anschließend erfolgt die Ausgabe der gefundenen Datensätze sehr ähnlich wie bei der ASCII-Oberfläche (siehe Abbildung 11).

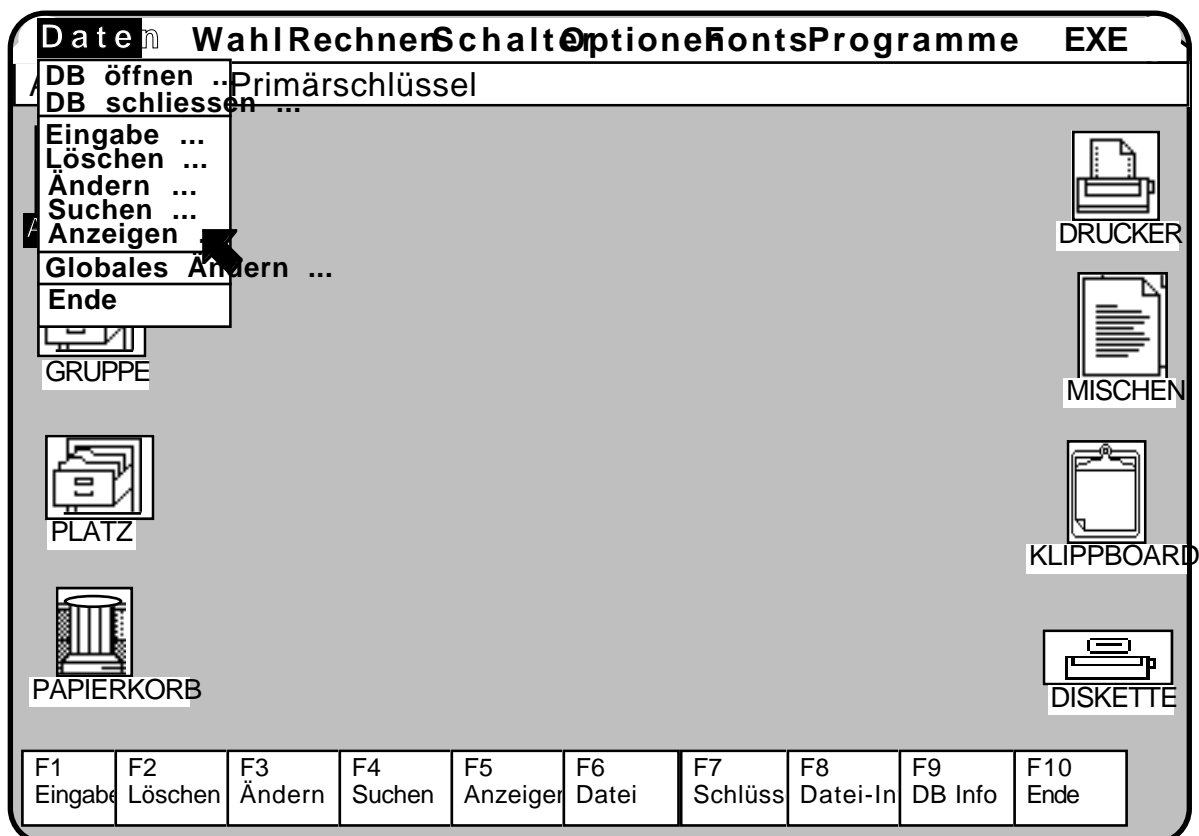


Abbildung 11: Übersicht über den "Desktop" der MAUS-Oberfläche nach dem Aufklappen des Pulldown-Menüs "Datei" und dem Anklicken der Menü-Option "Anzeigen". Im unteren Bildschirmbereich wird die aktuelle Belegung der Funktionstasten angezeigt; diese Felder sind auch zusätzlich selbst wiederum maus-sensitive Bereiche.

In einer Dialogbox erfolgt die weitere Dialogsteuerung ausschließlich durch Anklicken eines der vorhandenen Dialogknöpfe (siehe Abbildung 12: "VOR", "ABBRUCH" und

"ZURÜCK"). Im Gegensatz zur Dialogbox erlaubt die Ausgabe von Datensätzen in einem Fenster (siehe Abbildung 13) die parallele Benutzung der zusätzlich auf der Desktop-Oberfläche noch direkt erreichbaren Funktionen. Diese besondere Eigenschaft der Fenster erlaubt es dann dem Benutzer, sehr flexibel seine einzelnen Arbeitsschritte zu planen und durchzuführen. Bei der ASCII-Oberfläche konnte dagegen in dem Modul "Liste" nur eine Liste definiert, erstellt und gegebenenfalls ausgedruckt werden; ein direkter Zugriff auf einzelne Datensätze aus der erstellten Liste heraus war nicht möglich.

Bei der "Ausgabe als Liste" der Datensätze einer Datei werden diese in einem Fenster nach dem voreingestellten Schlüsselmerkmal sortiert ausgegeben. Jeder Datensatz erscheint in einer Zeile, wobei die einzelnen Merkmalsausprägungen hintereinander in der jeweiligen Zeile ausgegeben werden.

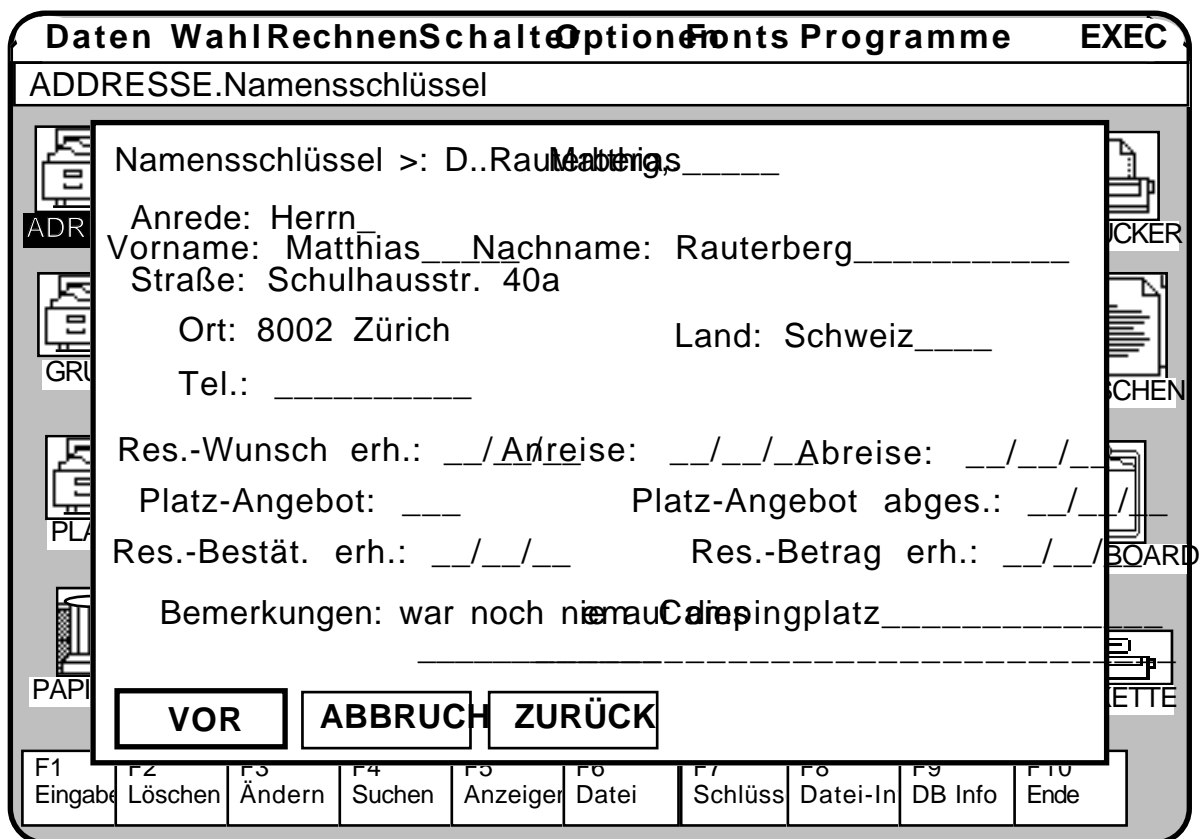


Abbildung 12: Ausgabe eines Datensatzes als Maske in einer Dialogbox. Die weitere Dialogsteuerung kann nun noch über einen der vorhandenen Dialogknöpfe ("VOR", "ABBRUCH" oder "ZURÜCK") erfolgen.

Der Benutzer kann nun durch einen Doppel-Klick auf eine Zeile, die den gesuchten Datensatz enthält, den Inhalt dieses Datensatzes in einer Dialogbox als Maske erscheinen lassen. Wird diese Zeile jedoch nur durch einen Einfach-Klick aktiviert (inverse

Darstellung; siehe Abbildung 13), so kann der Benutzer folgende Operationen für diesen Datensatz auslösen: Löschen, Korrigieren, bzw. durch Verschieben mit der Maus auf eines der vorhandenen Icons die jeweilige Funktion (Klemmbrett, Drucken, Export, Mischen, Löschung in den "Papierkorb").

Wie aus den vorherigen Abbildungen ersichtlich wurde, hat der Benutzer bei beiden Oberflächen im Rahmen dieser Untersuchung die gleiche Funktionalität zur Verfügung. Der Unterschied der beiden Oberflächen besteht jedoch in der unterschiedlichen Art der Dialogsteuerung (MAUS versus FUNKTIONSTASTE). Während der Benutzer sich bei der ASCII-Oberfläche nur innerhalb der aktuellen Menü-Hierarchie bewegen kann, ist der Zugriff auf die einzelnen Funktionen bei der MAUS-Oberfläche direkter und flexibler.

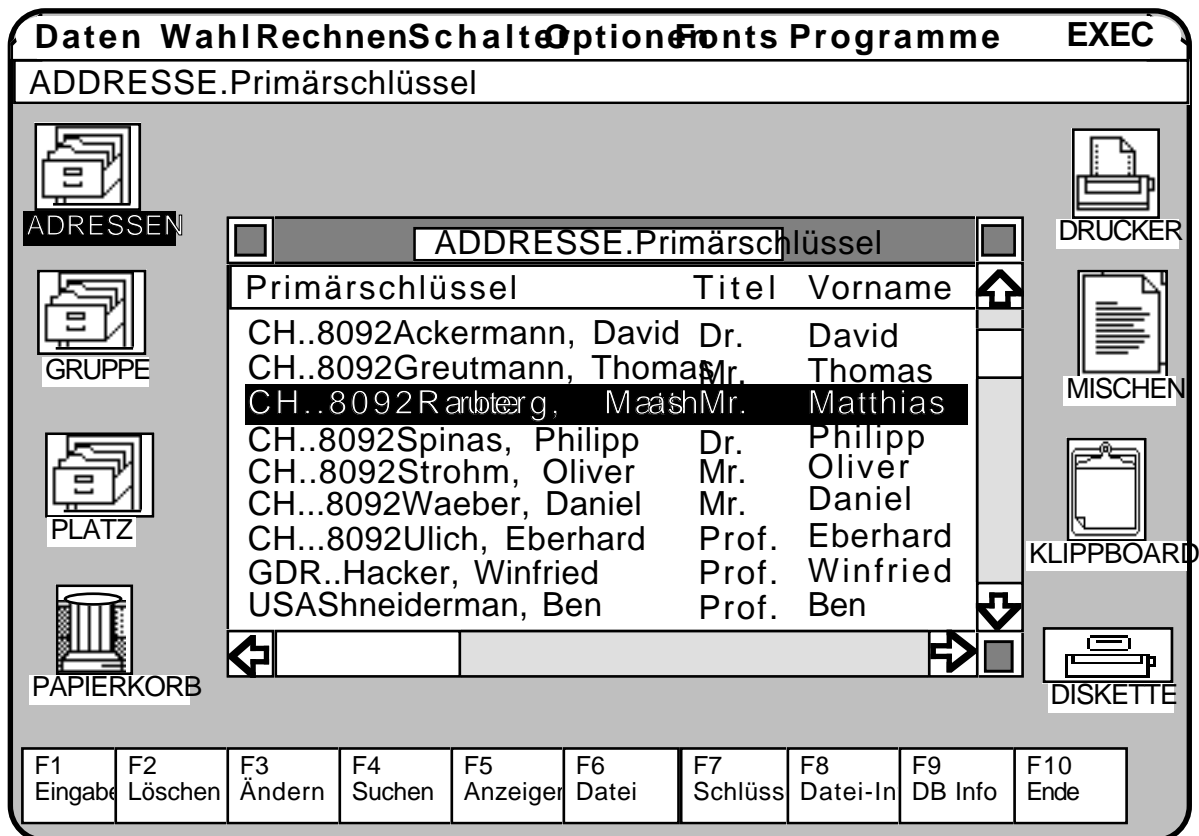


Abbildung 13: Ausgabe von Datensätzen als Liste in einem Fenster. Der durch einen einfachen Mausklick aktivierte Datensatz kann über die entsprechenden Menü-Optionen oder über eines der Icons auf dem Desktop weiter verarbeitet werden.

Folgende vier Fragen sollen beantwortet werden:

- 1.) Gibt es einen arbeitswissenschaftlich relevanten Unterschied bei der Bearbeitungszeit zwischen diesen beiden Benutzungsoberflächen ?

- 2.) Gibt es einen Zusammenhang zwischen der Art der Aufgabe und dem Typ der Benutzungsoberfläche ?
- 3.) Gibt es einen Zusammenhang zwischen dem Typ der Oberfläche und der Vorerfahrung des Benutzers ?
- 4.) Gibt es einen Zusammenhang zwischen der Art der Aufgabe und der Vorerfahrung des Benutzers ?

4. METHODISCHES VORGEHEN

Es ergibt sich ein dreifaktorielles, varianzanalytisches Design mit Meßwiederholung auf einem Faktor: der erste Faktor bildet die allgemeine "EDV-Vorerfahrung" der Benutzer (Novize vs. Experte), der zweite Faktor ist der "Typ der Benutzungsoberfläche" ("ASCII" auf IBM unter MS-DOS vs. "MAUS" auf IBM unter GEM) und den dritten Faktor bilden die 10 "Standard-Aufgaben". Diese drei Faktoren sind die drei unabhängigen Variablen. Es ergeben sich also vier eigenständige Benutzer-Gruppen ($4 * 6$ BenutzerInnen =24 N).

Als abhängige Variablen wurden erhoben: die reinen Bearbeitungszeiten gemäß Logfile-Protokoll (bereinigt von den System-Antwortzeiten; USERTIME), die mittlere Reaktionszeit pro Tastendruck (TIMELEVEL) und die Anzahl der Online-Hilfefunktionsaufrufe; als Kontrollvariablen: die Anzahl an Hilfestellungen durch den Versuchsleiter (VI) pro Aufgabe und die genaue Anzahl der Stunden an spezifischer Vorerfahrung mit der jeweiligen Benutzungsoberfläche.

Für die Bearbeitung der 10 Standard-Aufgaben stand ein relationales Datenbankprogramm mit den zwei ausgewählten Benutzungsoberflächen zur Verfügung, wobei als Anwendungskomponente exakt die gleiche Datenbankmaschine diente; jeder Tastendruck wurde automatisch protokolliert.

Die verschiedenen Varianzanalysen wurden mit dem Programm MANOVA in der PC-Version von SPSS berechnet.

4.1. BESCHREIBUNG DER BENUTZER (NOVIZEN UND EXPERTEN)

Es nahmen 12 Novizen gegen Bezahlung an dieser Studie teil. Die 12 Experten zeichneten sich dadurch aus, daß sie in ihrer täglichen Arbeit schon seit mehreren Jahren mit dem jeweiligen Typ an Oberfläche gearbeitet haben. Die Experten erhielten keine Bezahlung.

Gruppe-1 (Novize-Ascii): durchschnittlich 27 Jahre; 4 Frauen, 2 Männer; 31 Std. allgemeine EDV-Vorerfahrung; 1.5 Std. Einweisung.

- Gruppe-2 (Novize-Maus): durchschnittlich 21 Jahre; 2 Frauen, 4 Männer; 68 Std. allgemeine EDV-Vorerfahrung; 1.5 Std. Einweisung.
- Gruppe-3 (Experte-Ascii): durchschnittlich 38 Jahre; 6 Männer; 7.500 Std. allgemeine EDV-Vorerfahrung; 1.736 Std. spezifische Oberflächenerfahrung.
- Gruppe-4 (Experte-Maus): durchschnittlich 38 Jahre; 6 Männer; 3.700 Std. allgemeine EDV-Vorerfahrung; 1.496 Std. spezifische Oberflächenerfahrung.

4.2. ABLAUF DER UNTERSUCHUNG

Die Novizen wurden nach dem Ausfüllen des Vorerfahrungsfragebogens (16 Skalen; 115 Fragen) systematisch in die Konzeption und Handhabung des verwendeten Datenbankprogrammes anhand einer Übungsdatenbank eingewiesen. Danach hatten die Novizen 90 Minuten Zeit für die Bearbeitung der 10 Aufgaben. Die Experten begannen nach der Erhebung ihrer Vorerfahrung sofort mit der Aufgabenbearbeitung. Am Ende füllten alle Benutzer einen Nachbefragungsbogen aus. Die Untersuchung dauerte pro Benutzer 195 bis 270 Minuten (Einzelsitzungen).

Die meisten Novizen haben in den 90 Minuten nur die ersten sechs (maximal acht) Aufgaben bearbeiten können. Die Experten haben alle (bis auf einen) 10 Aufgaben bearbeiten können. Die Reihenfolge der gestellten Aufgaben war für alle gleich. Erst wenn die jeweilige Aufgabe vollständig gelöst worden war, durften die VersuchspartnerInnen weiterarbeiten.

4.3. BESCHREIBUNG DER ZEHN STANDARD-AUFGABEN

Die zehn Aufgaben wurden so ausgewählt, daß exakt die gleiche Funktionalität der Anwendungskomponente unter den beiden Oberflächen angesprochen werden konnte und die in der alltäglichen Arbeit am häufigsten vorkommenden Handlungsschritte durchgeführt wurden. Aufgabe 9 & 10 wurden ausgewählt, um die aufgabenangemessene Oberflächengestaltung zu testen.

- Aufgabe 1: Aktivieren einer bestimmten Menü-Option und Ablesen der Dateigrößen;
- Aufgabe 2: Öffnen (sortiert nach einem vorgegebenen Schlüsselmerkmal), Selektieren und Löschen des letzten Datensatzes (für Datei: PLATZ, ADRESSEN, GRUPPE);
- Aufgabe 3: Selektion eines bestimmten Datensatzes (Datei: PLATZ), Korrektur des Datensatzes bei 4 Merkmalen;

- Aufgabe 4: Selektion einer Menge von Datensätzen (Datei: ADRESSEN), Korrektur jedes Datensatzes in einem Merkmal;
- Aufgabe 5: Definition eines Filters für ein Merkmal (Datei: PLATZ), Anwenden des Filters auf die Datei ; Ausgabe der gefundenen Datensätze auf dem Bildschirm;
- Aufgabe 6: Laden eines Rechnen-Programmes (Datei: PLATZ), Anwenden der Rechnung auf alle Datensätze, Ausgabe auf Bildschirm und Abspeichern der Ergebnisse;
- Aufgabe 7: Selektion einer Menge von Datensätzen (Datei: GRUPPE), Erstellen und Drucken einer Liste für die gefundenen Datensätze mit 3 Merkmalen;
- Aufgabe 8: Suchen eines (nicht vorhandenen) Datensatzes (Datei: ADRESSEN), Selektion eines Datensatzes (Datei: PLATZ), Laden des Rechen-Programmes, Mischen mit dem Datensatz, Ausdrucken der erstellten Rechnung;
- Aufgabe 9: Selektion einer Menge von Datensätzen (Datei: GRUPPE), Erstellen und Drucken einer Liste mit 5 Merkmalen aus Datei PLATZ und GRUPPE (2-stellige Relation);
- Aufgabe 10: Selektion einer Menge von Datensätzen (Datei: PLATZ & ADRESSEN), Erstellen und Drucken einer Liste mit 3 Merkmalen aus Datei PLATZ, ADRESSEN und GRUPPE (3-stellige Relation);

(Die Desktop-Benutzer mußten für Aufgabe 9 & 10 ein Mischdokument mit einem externen Texteditor nach der Syntax einer vorgegebenen Abfragesprache erstellen, während die Ascii-Benutzer die Listen interaktiv in einem Listen-Modul definieren und erstellen konnten.)

5. DARSTELLUNG DER ERGEBNISSE

Zunächst wurde ein zwei-faktorielles Design über alle zehn Aufgaben hinweg gerechnet (Faktor "Aufgabe (1-10)" und Faktor "Oberfläche").

Im Mittel reichte für die Benutzer mit der direkt-manipulativen Oberfläche ("Maus") nur 57% derjenigen Bearbeitungszeit aus, die die Benutzer mit der menü-orientierten Oberfläche ("Ascii") benötigten (USERTIME: $p=0.001 - 0.003$; siehe Tab. 10, 11). Nur bei Aufgabe 9 kehrt sich dieses Verhältnis zugunsten der menü-orientierten Oberfläche um (126%, Abb.14; $p=0.049$, Tab. 10).

Tabelle 10: Aufgaben (1-10) (p=Signifikanzniveau)	Kontroll-Variablen: Hilfestellungen durch VL USERTIME TIMELEVEL		Kontroll-Variablen: spez. Oberflächenerfahrung USERTIME TIMELEVEL	
	Oberfläche	0.003	0.669	0.001
Aufgabe ⊗ Oberfläche	0.049	0.114	0.146	0.155

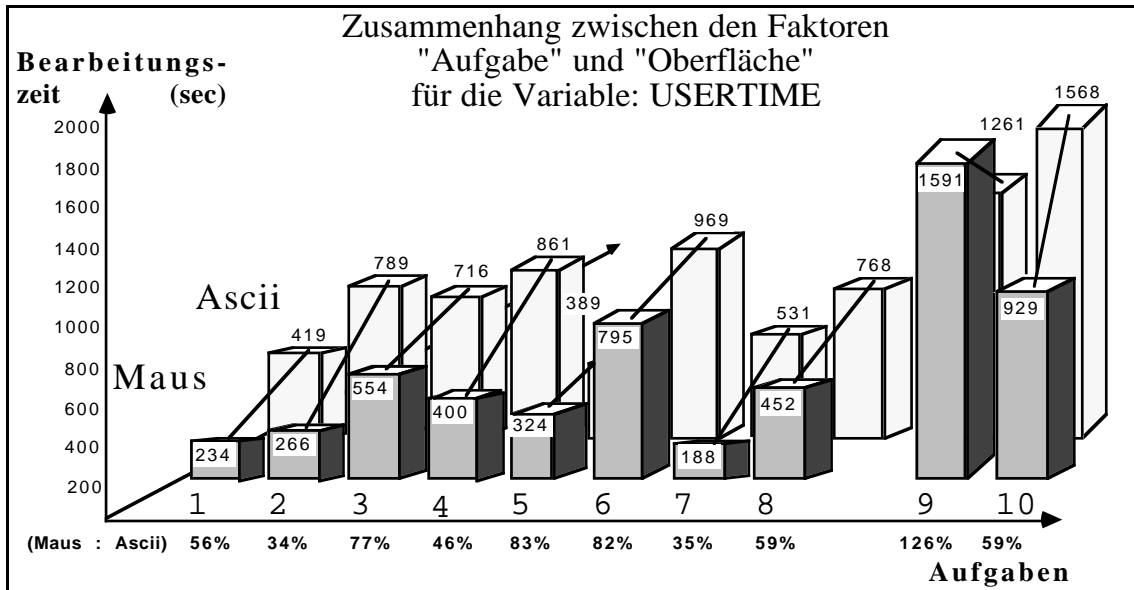


Abbildung 14: Darstellung der gemessenen, reinen Bearbeitungszeiten (Variable USERTIME) für die einzelnen Aufgaben, getrennt nach Oberfläche: "Maus" = direkt-manipulative, bzw. "Ascii" = menü-orientierte Benutzeroberfläche. In der untersten Zeile ist das prozentuale Verhältnis der Zeiten (Maus:Ascii) angegeben.

Es ergibt sich insgesamt kein Unterschied für die Reaktionszeit pro Tastendruck (TIMELEVEL: $p=0.557-0.740$, siehe Tab. 10,11). Besonders auffällig ist jedoch die relativ lange Reaktionszeit der "Ascii"-Benutzer bei Aufgabe 1 (Ascii:Maus = $11.8 \text{ sec}:7.5 \text{ sec} = 157\%$), sowie umgekehrt der "Maus"-Benutzer bei Aufgabe 8 (Maus:Ascii = $4.2 \text{ sec}:2.8 \text{ sec} = 150\%$). Dies zeigt sich dann auch in dem Zusammenhang der Faktoren "Aufgabe" und "Oberfläche" ($p=0.037$; siehe Tab. 11).

Tabelle 11: Aufgaben (1-8) (p=Signifikanzniveau)	Kontroll-Variable: Hilfestellungen durch VL		Kontroll-Variable: spez. Oberflächenerfahrung	
	USERTIME	TIMELEVEL	USERTIME	TIMELEVEL
Oberfläche	0.001	0.740	0.001	0.723
EDV-Vorerfahrung	0.001	0.001	0.001	0.001
Aufgabe ⊗ Oberfläche	0.107	0.037	0.170	0.051
Aufgabe ⊗ Vorerfahrung	0.080	0.211	0.078	0.341
Oberfläche ⊗ Vorerfahrung	0.440	0.194	0.021	0.427

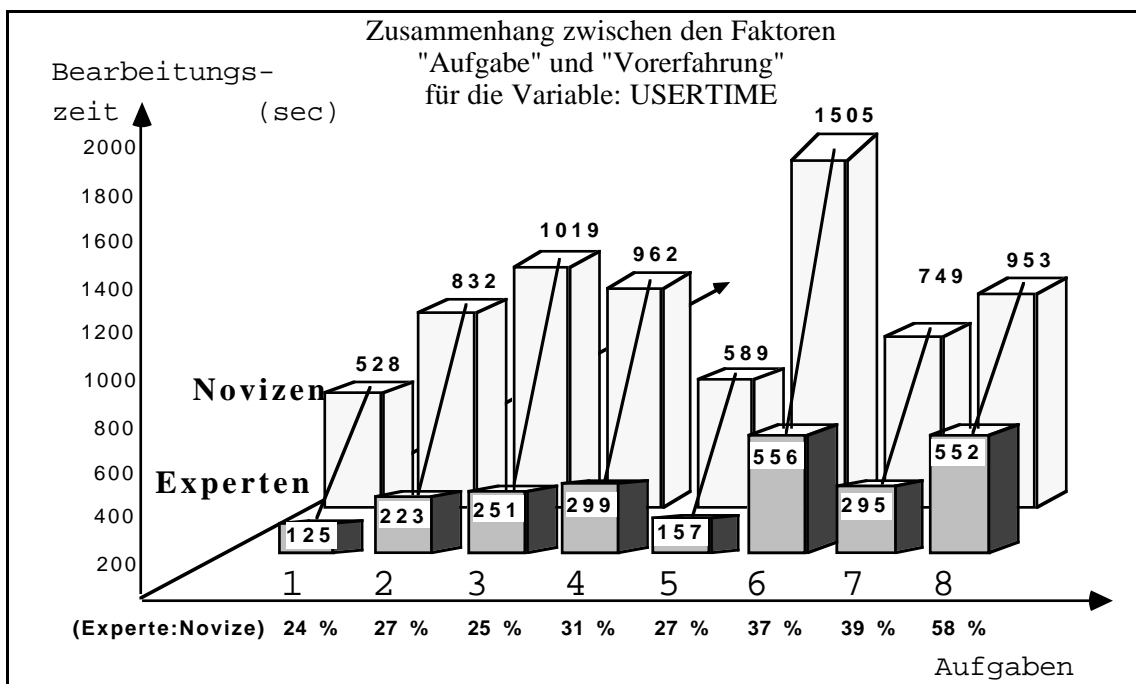


Abbildung 15: Zusammenhang zwischen dem Faktor "Aufgaben (1-8)" und dem Faktor "EDV-Vorerfahrung" (gemittelt über den Faktor "Oberfläche") für die reine Bearbeitungszeit (Variable USERTIME); in der untersten Zeile sind die prozentualen Verhältnisse der Bearbeitungszeiten (Experte : Novize) angegeben.

Da die Novizen maximal nur bis zur Aufgabe 8 gekommen sind, kann der Zusammenhang zwischen dem "Typ der Oberfläche" und der "EDV-Vorerfahrung" nur für diese ersten acht Aufgaben getestet werden (siehe Tab. 11). Der Zusammenhang zwischen den beiden Faktoren "Oberfläche" und "EDV-Vorerfahrung" für die Variable USERTIME ist signifikant ($p=0.021$, Tab. 11).

Gewinner in diesem "Rennen" ist die Gruppe 4 (Experten mit der direkt-manipulativen Oberfläche: 201 sec.); den zweiten Platz belegt Gruppe 3 (Experten mit menü-orientierter Oberfläche: 414 sec.), gefolgt von Gruppe 2 (Novizen mit Desktop-Oberfläche: 656

sec.); "Verlierer" ist Gruppe 1 (Novizen mit menü-orientierter Oberfläche: 1151 sec.). Der Unterschied in der Bearbeitungszeit zwischen den beiden Experten-Gruppen (4 vs.3) ist hoch signifikant ($p=0.001$).

Es ist bemerkenswert, daß alle Benutzer praktisch keinen Gebrauch von der Online-Hilfefunktion gemacht haben (lediglich in 0.5% aller Tastendrucke; unabhängig von der Gruppe).

6. DISKUSSION

Obwohl die Experten der menü-orientierten Benutzungsoberfläche mehr als doppelt soviel an Vorerfahrung im Umgang mit EDV und mehr an spezifischer Vorerfahrung im Umgang mit ihrer Oberfläche haben (siehe Abschnitt 4.1), läßt sich eine deutliche Überlegenheit der direkt-manipulativen Benutzungsoberfläche gegenüber der konventionellen, menü-orientierten Oberfläche aufzeigen. Frage 1 läßt sich daher eindeutig mit Ja beantworten. Mit der desktop-orientierten Oberfläche kann bis zu der Hälfte der Bearbeitungszeit eingespart werden. Dieser deutliche Unterschied in der Bearbeitungszeit kann nicht über die unterschiedliche Reaktionszeit pro Tastendruck erklärt werden, so daß die Desktop-Benutzer offenbar weniger Tastendrucke insgesamt für die Bearbeitung jeder Aufgabe benötigten.

Die Umstellung von einer menü-orientierten auf eine Desktop-Oberfläche alleine reicht jedoch nicht aus (Aufgabe 9 !): es muß für jeden Aufgabentyp eine sorgfältige, aufgabenangemessene Dialoggestaltung durchgeführt werden (Frage 2: Ja). Hatten die Experten der Desktop-Oberfläche jedoch erst einmal das Lösungsschema für die Aufgabe 9 (Definition einer Relation) herausgefunden, so konnten sie dies auch gleich gewinnbringend bei der Aufgabe 10 umsetzen. Dies spricht für die Lernförderlichkeit der direkt-manipulativen Benutzungsoberflächen.

Entgegen der häufig geäußerten Meinung - die Desktop-Oberfläche sei nur für Anfänger gut - sind die eigentlichen "Gewinner" in dieser Vergleichsstudie gerade die Experten mit der direkt-manipulativen Oberfläche. Dagegen haben die Novizen mit der menü-orientierten Benutzungsoberfläche besonders schlecht abgeschnitten (Frage 3: Ja). Dies kann dadurch plausibel gemacht werden, daß die aktuelle Dialogumgebung der menü-orientierten Oberfläche zu wenig, bzw. unzureichende direkte Rückmeldung über den Zustand der Dialog-Komponente anbietet, so daß hier bei Novizen die größere Gedächtnisbelastung besonders erschwerend zum Tragen kommt.

Daß die Novizen bei der Aufgabe 8 relativ gut abgeschnitten haben (hier sollte zunächst ein nicht vorhandener Datensatz gesucht werden), liegt überwiegend in der Schwierigkeit

eines erfahrenen Datenbankbenutzers begründet, sich bei einem negativen Recherche-Ergebnis auch wirklich sicher zu sein, alle Möglichkeiten ausgeschöpft zu haben. Während sich die Experten dieser Problematik bewußt waren, konnten die Novizen weitgehend unbelastet das negative Recherche-Ergebnis als tatsächliche Gegebenheit annehmen (Frage 4: tendenziell Ja).

7. ZUSAMMENFASSUNG

Da die Vor- und Nachteile einer direkt-manipulativen Benutzungsoberfläche noch sehr kontrovers diskutiert werden, wurde in dieser Studie ein empirischer Vergleich zwischen einer direkt-manipulativen und einer konventionellen, menü-orientierten Benutzungsoberfläche durchgeführt. 24 Benutzer (6 Novizen und 6 Experten mit der direkt-manipulativen Benutzungsoberfläche; 6 Novizen und 6 Experten mit der menü-orientierten Benutzungsoberfläche) mußten zehn Standardaufgaben bearbeiten. Die Novizen hatten bis auf die Einweisung durch den Versuchsleiter (1.5 Stunden) keine, bzw. nur geringe Vorerfahrung im Umgang mit EDV. Die Vorerfahrung der Experten im Umgang mit EDV insgesamt betrug 3.700 Std. (direkte Manipulation), bzw. 7.500 Std. (menü-orientierte Oberfläche) und wurde über einen 115-Item Fragebogen sorgfältig erhoben. Als Ergebnis zeigte sich eine statistisch bedeutsame Überlegenheit der direkt-manipulativen Benutzungsoberfläche mit der "Maus" über die konventionelle, menü-orientierte Oberfläche mit der "Funktionstaste". Die Experten mit der direkt-manipulativen Oberfläche benötigten trotz ihrer geringeren Vorerfahrung im Durchschnitt über alle Aufgaben hinweg nur 49% der Bearbeitungszeit gegenüber den Experten der konventionellen, menü-orientierten Oberfläche. Es zeigte sich darüber hinaus ein bedeutsamer Zusammenhang zwischen der Art der Aufgabe und dem Typ der Benutzungsoberfläche.

III. DATENBANKKONSTRUKTION DURCH BENUTZER MIT UNTERSCHIEDLICHER EDV-ERFAHRUNG AN EINEM DIREKT-MANIPULATIVEN DATENBANK-SYSTEM⁶

1. EINLEITUNG

In den letzten Jahren wurde als Interaktionsmodus für Mensch-Computer Schnittstellen die direkt-manipulative Benutzeroberfläche entwickelt, welche sich durch leichte Erlernbarkeit und hohe Akzeptanz auf Seiten der Benutzer (siehe SHNEIDERMAN, 1983) auszeichnet.

In den bisherigen Studien zum Bereich der direkt manipulativen (DM) Benutzeroberflächen wurden meist direkt-manipulative und kommando-orientierte Interaktionsmodi hinsichtlich Leistungsparametern und Präferenz seitens der Benutzer verglichen. In dieser Studie soll die Vorgehensweise bei der Konstruktion einer Datenbank anhand eines direkt manipulativen Datenbanksystems durch in dieser Aufgabe relativ ungeübte Benutzer untersucht werden. Von besonderem Interesse erscheint der Einfluss der EDV-Vorerfahrung der Benutzer auf die Aufgabenangemessenheit der erstellten Datenbank und die Häufigkeit von Schwierigkeiten bei der Datenbankerstellung. Die Beobachtungen des konkreten Benutzerverhaltens und ein Fragebogen zu ausgewählten Aspekten des Datenbanksystems tragen zu einer ersten, vorläufigen Evaluation des Datenbanksystems ADIMENS GT, bzw. dessen Datenbankkonstruktionsteils INIT bei.

2. FRAGESTELLUNGEN

2.1. ARBEITSPSYCHOLOGISCHE FRAGESTELLUNGEN

DM-Schnittstellen ermöglichen aufgrund ihrer einfachen Handhabung und schnellen Erlernbarkeit bereits EDV-unerfahrenen Benutzern die Bearbeitung relativ komplexer Aufgaben, wie sie z.B. die Entwicklung einer Datenbank darstellt. Der Mangel an EDV-spezifischem Problemlösungswissen (Algorithmen zum Vorgehen bei der Datenbankkonstruktion, Anforderungen an Datenbanken etc.) könnte jedoch zu qualitativ minderwertigen Lösungen führen, da die Möglichkeiten des objektiven Handlungsspielraumes nicht erkannt und daher nicht ausreichend genutzt werden und somit den Vorteil der direkten

⁶ Dieser Teil wurde unter Mitarbeit von Frau cand. psych. Christiane Kirsch erstellt.

Umsetzbarkeit aufgabenbezogenen Wissens des Endbenutzer durch die selbstständige Anwendungsentwicklung aufheben. Somit ergeben sich folgende Fragestellungen:

1. Gibt es einen Zusammenhang zwischen der EDV-Erfahrung und der zur Konstruktion einer Datenbank gewählten Vorgehensweise ?
2. Gibt es einen Zusammenhang zwischen der Vorgehensweise bei der Datenbankkonstruktion und der Aufgabenangemessenheit der erstellten Datenbank ?
3. Gibt es einen Zusammenhang zwischen der EDV-Vorerfahrung und der Aufgabenangemessenheit der erstellten Datenbank ?

2.2. KOGNITIONSPSYCHOLOGISCHE FRAGESTELLUNGEN

Bei der Aufgabenbearbeitung am Computer ergibt sich eine unterschiedliche kognitive Belastung des Benutzers, je nachdem, ob die Sach-Aufgabe (Datenbankkonzeption) und die Interaktions-Aufgabe (Dialog mit dem Computer) gleichzeitig oder getrennt bearbeitet werden (STREITZ, 1985). Die Auftrennung der Bearbeitung von Sach- und Interaktions-Aufgabe ergibt sich, wenn das Konzept der Datenbank **vor** der Aufgabenbearbeitung am Computer entwickelt wird.

Die begrenzte Gedächtniskapazität des Menschen erlaubt nur die Speicherung einer bestimmten Informationsmenge. Je mehr Ziele im Gedächtnis behalten werden müssen, umso stärker werden sich diese gegenseitig behindern. Bei einer Vermischung von Aufgaben- und Dialogproblematik wäre somit eine geringere Leistung zu erwarten, da der Benutzer Unterziele (Wenn-Dann Regeln) aus mehreren Produktionssystemen im Gedächtnis behalten muss. Die höhere kognitive Belastung würde sich in Form vermehrter Schwierigkeiten bei der Aufgabenbearbeitung und somit in einer grösseren Angewiesenheit auf Hilfestellungen seitens des Versuchsleiters äussern. Es ergibt sich folgende Fragestellung:

- Gibt es einen Unterschied in der Häufigkeit von Schwierigkeiten während der Datenbankkonstruktion am Computer zwischen den Benutzern die das Datenbankkonzept bereits **vor** bzw. zu Beginn der Aufgabenbearbeitung entwickelt haben und denen, die es sukzessiv **während** der Aufgabenbearbeitung am Computer entwickeln ?

3. VERSUCHSANORDNUNG UND VERSUCHSABLAUF

3.1. VORBEMERKUNGEN

Im untersuchten Themenbereich liegen zur Zeit noch keine Untersuchungsergebnisse vor, so dass das Experiment primär als Erkundungsstudie zum Untersuchungsbereich und zur Ueberprüfung der Angemessenheit der aus kognitionspsychologischen Erkenntnissen abgeleiteten Fragestellung konzipiert wurde.

Bei der Versuchsanordnung handelt es sich um Einzelfallstudien, d.h. um eine vorläufige Beschreibung des Verhaltens einzelner Individuen (als Untersuchungseinheiten) zur Generierung von Hypothesen. Da zu der untersuchten Fragestellung bisher noch keine empirischen Befund vorliegen erscheint es sinnvoll, zur Ableitung empirisch überprüfbarer Hypothesen in einer vorläufigen Studie das Verhalten von Benutzern beim Aufbau einer Datenbank zu beobachten und auftretende Schwierigkeiten oder Besonderheiten festzuhalten.

In weiteren Untersuchungen können dann kausale Zusammenhänge auf der Grundlage der beobachteten Befunde eingehender überprüft werden. Das Experiment wurde in Form von Einzelsitzungen im Gebäude des Lehrstuhls für Arbeits- und Organisationspsychologie der ETH Zürich durchgeführt.

Das Vorgehen der VersuchspartnerInnen bei der Aufgabenbearbeitung wurde auf Video aufgezeichnet. Die VersuchspartnerInnen waren gebeten worden, während der Aufgabenbearbeitung am Computer laut zu denken. Die Versuchsleiterin stand für Fragen bei auftretenden Schwierigkeiten, welche weder mit Hilfe der Help-Funktion, noch durch die Dokumentation gelöst werden konnten, zur Verfügung.

3.2. VERSUCHSABLAUF

Die Studie gliedert sich in folgende Abschnitte:

Phase	Aktiv	Material	Dauer
0. Begrüssung und Erläuterungen zum Experiment durch den Versuchsleiter	VL	mündliche Einleitung, Versuchsplan	ca. 5 min
1. Fragebogen über EDV-Vorerfahrung und persönlichen Arbeitsstil	VP	mündliche, standardisierte Befragung zur EDV-Erfahrung, Fragebogen zum persönlichen Arbeitsstil	ca. 10 min.

2.	Einführung in den Begriff der Datenbank und die Handhabung des Datenbank-Systems ADIMENS GT INIT durch den Versuchsleiter	VL	ADIMENS GT auf Olivetti PC. Kurze schriftliche Dokumentation	ca. 20 min.
3.	Bearbeitung der Übungsaufgabe. Videoaufzeichnung des Bildschirms. Versuchsleiterprotokoll der auftretenden Schwierigkeiten.	VP VL	Aufgabenbeschreibung, Videoaufzeichnung des Bildschirms. Protokoll	ca. 30 min.
4.	Aufzeichnung der Vorgehensweise beim Entwurf der Datenbank durch die Versuchsperson anhand einer "teach-back"-Instruktion und offene Fragen nach den Abweichungen zwischen ursprünglicher Datenbank-Vorstellung und realisiertem Datenbankentwurf.	VP VI	standardisierte, mündliche Befragung nach Vorgehensweise und Abweichung. Protokoll	ca. 10 min.
5.	Eingeben eines vorgegebenen Datensatzes in die selbsterstellte Datenbank, unter Hilfestellung des Versuchsleiters im ADIMENS GT EXEC.	VP	ADIMENS GT Olivetti PC. Datensatz für die Eingabe.	ca. 30 min.
6.	Frage nach nachträglichen Änderungswünschen (Bereiche, möglich/nicht möglich, Anzahl insgesamt).	VP VL	standardisierte Frage (mündlich); Protokoll.	ca. 5 min.
7.	Fragebogen zur Evaluation des Datenbank-Systems ADIMENS GT	VP	mündliche Befragung nach Funktionalität. Fragebogen zur Evaluation.	ca. 15 min.

Tabelle 12: Ablauf der Untersuchung

3.3. BESCHREIBUNG DER STICHPROBE

Bei den VersuchspartnerInnen handelt sich es um Ingenieur-Studenten, die in den Vorlesungen zu Arbeitspsychologie angeworben wurden. Ausserdem stellten sich einige MitarbeiterInnen des IfAP freiwillig als VersuchspartnerInnen zur Verfügung.

An der Untersuchung nahmen 10 VersuchspartnerInnen teil (9 männliche und eine weibliche). 2 VersuchspartnerInnen halfen im Rahmen einer Vorstudie die Untersuchungsinstrumente zu testen und zu optimieren.

Die Altersverteilung der VersuchspartnerInnen sah folgendermassen aus:

Alterskategorie	Anzahl Vpn
20-29 Jahre	6
30-39 Jahre	3
40-49 Jahre	1

Tabelle 13: Altersverteilung der Vpn (N=10)

Die EDV - Vorerfahrung verteilte sich wie folgt :

EDV-Vorerfahrung	Anzahl Vpn
wenig (0 - 9 Punkte)	3
mittel (10 - 15 Punkte)	3
viel (15 - 20 Punkte)	4

Tabelle 14: EDV-Vorerfahrung derVpn (N=10)

Der Mittelwert der EDV-Vorerfahrung lag bei 13,4 Punkten. Die Werte schwankten zwischen 2,5 und 19,0 Punkten.

3.4. BESCHREIBUNG DER UNTERSUCHUNGSAUFGABE

Als Aufgabe sollten die Versuchspersonen eine Datenbank zum Handel mit Occasionswagen konstruieren. Es sollten mit Hilfe dieser Datenbank 8 Merkmale zum Anbieter, sowie 16 Merkmale zum angebotenen Occasionswagen erfasst werden können, welche sich in fixe und variable Daten unterteilen lassen. Dies sollte bei der Dateiorganisation beachtet werden, um nicht unnötigen Speicherplatz bzw. Aenderungsaufwand durch die mehrfache Datenhaltung zu verschwenden.

Die VersuchspartnerInnen mussten die Dateistruktur, die Schlüsselmerkmale und die Verbindungsschlüssel definieren. Bei der Auswahl der Merkmale war darauf geachtet worden, dass möglichst alle Merkmalstypen und unterschiedliche Merkmalslängen zur Verwendung kamen.

3.5. BESCHREIBUNG DER ERHOBENEN MESSWERTE

In der 3. Phase wurden von der Versuchsleiterin folgende Parameter im Protokoll festgehalten:

- Konzeptentwicklung vor/während der Arbeit am Computer
- Dauer der Aufgabenbearbeitung
- Vorgehensweise bei der Datenbankkonstruktion
- Anzahl und Art der bei der Arbeit am Computer auftretenden Schwierigkeiten, getrennt nach Aufgaben- und Dialogproblem
- Anmerkungen über gegebene Hilfestellungen
- Anmerkungen über problematische Mensch-Computer Interaktionssequenzen
- Anmerkungen über mangelnde Funktionen des Datenbanksystems

Da die gesamte Aufgabenbearbeitung auf Video aufgezeichnet worden war, konnten die Versuchsleiterprotokolle anhand dieser Aufzeichnungen nachträglich überprüft werden. Ausserdem wurde die Mensch-Computer Interaktion zweier Versuchspersonen anhand

der Videoaufzeichnung nachträglich "Operation für Operation" codiert, um eine detaillierte Aufzeichnung der Vorgehensweise bei der Datenbankkonstruktion zu erhalten.

In der 6. Phase wurden Anzahl und Art der nachträglich von den VersuchspartnerInnen geäußerten Aenderungswünsche an der von ihnen erstellten Datenbank protokolliert.

In der 7. Phase wurde von den VersuchspartnerInnen abschliessend ein Fragebogen zur Evaluation ausgewählter Aspekte des Datenbank-Systems (Transparenz, Handhabbarkeit, nachträgliche Aenderungsmöglichkeiten) ausgefüllt.

Die Aufgabenangemessenheit der von den VersuchspartnerInnen erstellten Datenbanken wurde anhand von 9 Anforderungen bewertet, welche jeweils entweder als zutreffend (1 Punkt) oder als nicht zutreffend (0 Punkte) eingestuft wurden. Die Summe der angemessen gelösten Anforderungen ergibt die Bewertungsnote der jeweiligen Datenbank.

4. DARSTELLUNG DER WICHTIGSTEN ERGEBNISSE

4.1. DESKRIPTIVE ANALYSE DER VORGEHENSWEISE BEI DER KONSTRUKTION EINER DATENBANK

Es lassen sich zwei unterschiedliche Vorgehensweisen der VersuchspartnerInnen bei der Konstruktion der Datenbank beobachten.

Vorgehensweise A: Strukturierte Datenbankkonstruktion (mit Konzept)

Zeitliche Organisation der Aufgabenschritte:

1. Festlegen der Datenbankstruktur
2. Festlegen der Verbindung(en)
3. Anfertigung der Dateimasken
4. Definition der Verbindungsschlüssel

Bei dieser Art der Vorgehensweise legt die Datenbankstruktur durch die Vorgabe der Verbindungen die Verbindungsmerkmale der einzelnen Dateien fest, so dass das Verbindungsmerkmal durch die VersuchspartnerInnen oft bereits bei der Eingabe in die Dateimasken als solches definiert wurde. Die Definition der Verbindung erfolgt vor der Definition der Verbindungsschlüssel.

Diese Art der Vorgehensweise führte zur Einteilung der VersuchspartnerInnen in Gruppe A (mit Konzept), da das Datenbankkonzept zu Beginn der Aufgabenbearbeitung am Computer feststand. 5 VersuchspartnerInnen wählten Vorgehensweise A.

Vorgehensweise B: Interaktive Datenbankkonstruktion (ohne Konzept)

Zeitliche Organisation der Aufgabenschritte:

1. Anfertigung der Dateimasken
2. Definition der Verbindungsschlüssel
3. Festlegen der Verbindung(en)

Bei dieser Art der Vorgehensweise werden von den VersuchspartnerInnen zu Beginn die einzelnen Dateimasken nacheinander mit den zugehörigen Merkmalen gefüllt. Anschließend werden für die Herstellung einer Verbindung zwischen den Dateien bestimmte Merkmale der einzelnen Dateien zu Verbindungsschlüsseln deklariert, falls notwendig noch entsprechend den Anforderungen an Verbindungsmerkmale angepasst und die Verbindung dann über diese Verbindungsschlüssel hergestellt. Die Definition der Verbindungsschlüssel erfolgt somit oft **vor** der Herstellung der Verbindung. Die Verbindungsmerkmale ergeben sich nicht aus dem Konzept der Datenbank, sondern das Datenbankkonzept entsteht anhand der Definition von Verbindungsschlüsseln interaktiv. VersuchspartnerInnen, die diese Vorgehensweise wählten wurden der Gruppe B (ohne Konzept) zugeordnet. 5 VersuchspartnerInnen wählten Vorgehensweise B.

4.2. QUANTITATIVE ANALYSE DER ERHOBENEN PARAMETER

4.2.1. Deskriptive Statistik der erhobenen Parameter

4.2.1.1. Dauer der Aufgabenbearbeitung

Die Dauer der Aufgabenbearbeitung wurde vom Öffnen des Datenbankfensters für die Konstruktion einer neuen Datenbank im INIT-Teil des Datenbank-Systems bis zum Aufruf der Funktion "Datenbank generieren" gestoppt.

Bearbeitungsdauer	in Sekunden
Range	550 bis 2879
Mittelwert	1522
Standardabweichung	732

Tabelle 15: Dauer der Aufgabenbearbeitung

4.2.1.2. Hilfestellungen durch den Versuchsleiter

Protokolliert wurden die von den VersuchspartnerInnen an die Versuchsleiterin gerichteten Fragen, wobei zwischen Fragen zur Aufgabenproblematik und Fragen zur Dialogproblematik unterschieden wurde. Die Angabe erfolgt in Anzahl Fragen pro VersuchspartnerInn (VP).

zu Dialogproblemen	Anzahl
Range	0 bis 42
Mittelwert	11
Standardabweichung	13
zu Aufgabenproblemen	Anzahl
Range	0 bis 20
Mittelwert	6
Standardabweichung	6
insgesamt	Anzahl
Range	0 bis 62
Mittelwert	17
Standardabweichung	19

Tabelle 16: Anzahl Hilfestellungen durch die Versuchsleiterin

4.2.1.3. Problematische Interaktionssequenzen

Als problematische Interaktionssequenzen sind Situationen definiert, die zu einer Unterbrechung der Aufgabenbearbeitung am Computer, bzw. zu einem Stocken des Interaktionsflusses durch die Notwendigkeit zur wiederholten Anwendung derselben Aktion auf dasselbe Objekt entstehen. Es kann sich dabei sowohl um Fragen an die Versuchsleiterin, Handbuch- bzw. Unterlagenkonsultationen, als auch um ausgeführte Korrekturen handeln. Unterschieden wurde der Problembereich, d.h. Aufgaben- oder Dialogproblematik, welcher zu der Unterbrechung führte.

zu Dialogproblemen	Anzahl
Range	6 bis 56
Mittelwert	2
Standardabweichung	14
zu Aufgabenproblemen	Anzahl
Range	2 bis 54
Mittelwert	21
Standardabweichung	15
insgesamt	Anzahl
Range	14 bis 110
Mittelwert	45
Standardabweichung	26

Tabelle 17: Anzahl problematischer Interaktionssequenzen (N=10)

4.2.1.4. Aufgabenangemessenheit der erstellten Datenbanken

Die Bewertung der Datenbank erfolgte bezüglich neun unterschiedlicher Aspekte, welche entweder als "aufgabenangemessen gelöst", oder als "nicht gelöst" bewertet wurden. Je nachdem, ob die Problematik korrekt gelöst worden war oder nicht, erhielt die Datenbank einen Punkt. Die Summe der Punkte in den neun Items ergibt die Gesamtbewertung der Datenbank. Neun Punkte entsprechen der bestmöglichen Bewertung.

Lösungsentwurf der DB	Punktzahl
Range:	0 bis 8
Mittelwert:	4,2
Standardabweichung	2,6

Tabelle 18: Aufgabenangemessenheit der entworfenen Datenbank (N=10)

4.3. VARIANZANALYSEN

Die arbeits- und kognitionspsychologischen Fragestellungen der Studie führen zu Hypothesen hinsichtlich der Unterschiede zwischen den Mittelwerten der erhobenen Leistungsparameter der Gruppen mit und ohne Datenbankkonzept.

Unabhängige Variable: mit Konzept (A) / ohne Konzept (B)		
Abhängige Variable	Kovariate	Signifikanz
Problematische Interaktionssequenzen (gesamt)	ohne	0,159
Problematische Interaktionssequenzen (Aufgabe)	ohne	0,331
Problematische Interaktionssequenzen (Dialog)	ohne	0,108
Fragen, bzw. Hilfestellungen zur Aufgabe	ohne	0,033 *
Fragen, bzw. Hilfestellungen zum Dialog	ohne	0,047 *
Aufgabenangemessenheit der DB	ohne	0,265
EDV-Vorerfahrung	---	0,041 *
Fragen, bzw. Hilfestellungen zur Aufgabe	EDV-Erfahr.	0,354
Fragen, bzw. Hilfestellungen zum Dialog	EDV-Erfahr.	0,474
Aufgabenangemessenheit der DB	EDV-Erfahr.	0,855

Tabelle 19: Signifikanzniveau der Haupteffekte

Für die unabhängige Variable (mit Konzept / ohne Konzept) wurde eine Varianzanalyse mit den abhängigen Variablen "Fragen an die Versuchsleiterin", "problematischen Inter-

aktionssequenzen" und "Aufgabenangemessenheit des erstellten Produktes" gerechnet, jeweils mit und ohne Einbezug der Kovariable "EDV-Vorerfahrung". Die Berechnung erfolgte mit Hilfe des Statistikprogramms SPSS / PC+ (siehe Tabelle 19).

Zusätzlich wurden entsprechende Tests für die folgenden, einseitigen Fragestellungen gerechnet. Es zeigte sich folgendes Bild.

Hypothese 1:

Gruppe A (mit Konzept) hat bei der Aufgabenbearbeitung weniger Schwierigkeiten, benötigt somit weniger Hilfestellungen als Gruppe B.

Ergebnis zu H1:

Es zeigte sich, dass Gruppe A signifikant weniger Hilfestellungen, sowohl im Aufgaben- als auch im Dialogbereich seitens der Versuchsleiterin benötigte, als Gruppe B.

Hypothese 2:

Gruppe A verfügt über mehr EDV-Vorerfahrung als Gruppe B.

Ergebnis zu H2:

Die VersuchspartnerInnen der Gruppe A verfügen über signifikant mehr EDV-Vorerfahrung, besonders im Umgang mit relationalen Datenbanken und DM-Systemen, als die VersuchspartnerInnen der Gruppe B.

Hypothese 3:

Gruppe A hat eine geringere Anzahl problematischer Interaktionssequenzen als Gruppe B.

Ergebnis zu H3:

Bei der Anzahl der problematischen Interaktionssequenzen ergibt sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen A und B.

5. DISKUSSION

5.1. BEANTWORTUNG DER UNTERSUCHUNGSFRAGEN

Die arbeitspsychologischen Fragestellungen lassen sich wie folgt beantworten:

1. Es gibt einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen der Vorgehensweise bei der Datenbankkonstruktion und der EDV-Vorerfahrung der Benutzer. VersuchspartnerInnen mit mehr EDV-Vorerfahrung entwickelten die Datenbank konzeptorientiert (Gruppe A). Sie legten zuerst die Struktur der Datenbank fest und gestalteten diese anschliessend aus. Die VersuchspartnerInnen mit weniger EDV-Vorerfahrung hatten zu Beginn der Datenbankkonstruktion noch kein Konzept

derselben entwickelt, sondern erarbeiteten es sich interaktiv bei entsprechender Unterstützung durch die Versuchsleiterin.

2. Es gibt keinen signifikanten Unterschied in der Bewertung der Aufgabenangemessenheit der erstellten Datenbanken zwischen den beiden Gruppen mit und ohne Konzept.
3. Es gibt keinen signifikanten Unterschied in der Bewertung der Aufgabenangemessenheit der erstellten Datenbanken zwischen VersuchspartnerInnen mit wenig bzw. viel EDV-Vorerfahrung.

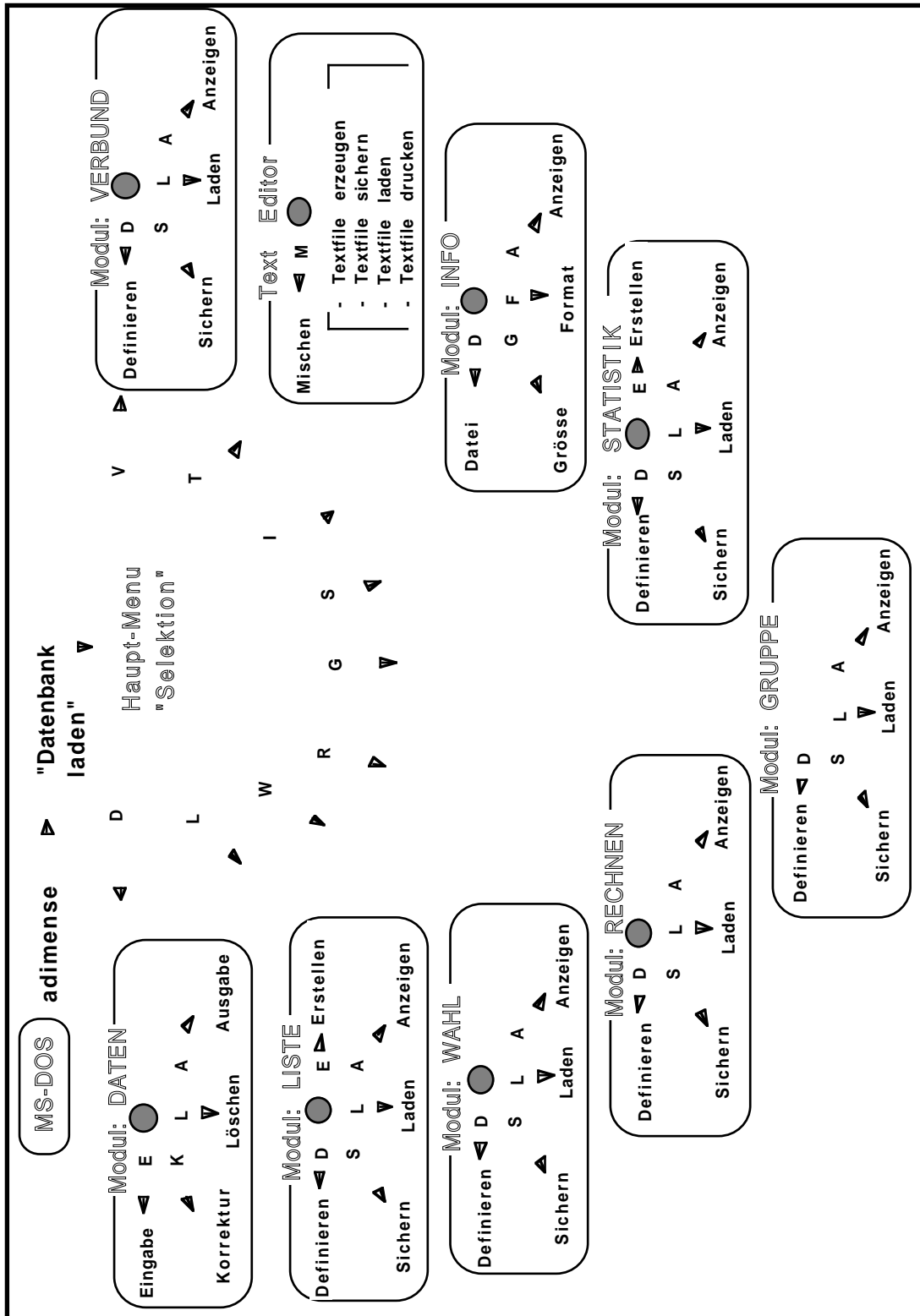
Die kognitionspsychologische Fragestellung lässt sich wie folgt beantworten:

- Es ergibt sich ein statistisch signifikanter Unterschied in der Häufigkeit von Fragen an die Versuchsleiterin sowohl im Aufgaben-, als auch im Dialogbereich zwischen den Gruppen mit unterschiedlicher Vorgehensweise (mit / ohne Konzept) bei der Datenbankkonstruktion. VersuchspartnerInnen der Gruppe A, die die Datenbank konzeptorientiert entwickelten, hatten weniger Fragen, als die der Gruppe B (ohne Konzept).

5.2. INTERPRETATION DER ERGEBNISSE

Als wichtigster Faktor erwies sich die EDV-Vorerfahrung der VersuchspartnerInnen. Da die Zuteilung zu den Gruppen der unabhängigen Variable "mit/ohne Konzept" nicht zufällig erfolgte, sondern von den VersuchspartnerInnen selbst gewählt wurde, kann angenommen werden, dass bei höherer EDV-Vorerfahrung das konzeptorientierte Vorgehen gewählt wurde. Es zeigt sich hier wieder einmal, wie wichtig es ist, die EDV-Vorerfahrung adäquat mitzuerheben und als Kovariate bei der statistischen Auswertung zu berücksichtigen.

IV. ANHANG



Vollständige Übersicht über die einzelnen Module (Kästen mit abgerundeten Ecken) und Routinen innerhalb dieser Module der konventionellen Ascii-Oberfläche. Die Dialogsteuerung innerhalb der Routinen wird ausschließlich durch die Funktionstasten durchgeführt.

Kontext	Ft-1	Ft-2	Ft-3	Ft-4	Ft-5	Ft-6	Ft-7	Ft-8	Ft-9	Ft-0
Hauptmenu	Hilfe	Schalt	Datei				Eingab	Ausgab		
Module-Hilfe	(Hilf)	Schalt	Datei				Eingab	Ausgab		
Modul-Datei	Hilfe	Schalt					Eingab	Ausgab		
Routine: Eingabe	Feld	Richtg		Merk			Rechn	Druck	Fertig	Stop
Routine: Korrekt.	Feld	Richtg		Merk			Rechn	Druck	Fertig	Stop
Routine: Löschen	Feld	Richtg						Druck	Fertig	Stop
Routine: Anzeigen	Feld	Richtg	Datei	Merk			Rechn	Druck	Fertig	Stop
Modul-Liste	Hilfe	Schalt	Datei				Eingab	Ausgab		
Routine: Definiere	Feld	Sortrg	Datei	Mark			Summ		Fertig	Stop
Routine: Sichern									Weiter	Stop
Routine: Laden									Weiter	Stop
Routine: Anzeigen	Hilfe	Schalt	Datei				Eingab	Ausgab		
Routine: Erzeugen										
Modul-Wahl	Hilfe	Schalt	Datei				Eingab	Ausgab		
Routine: Definiere	Feld			Mark				Mehrf	Fertig	Stop
Routine: Sichern									Weiter	Stop
Routine: Laden									Weiter	Stop
Routine: Anzeigen										
Modul-Rechnng	Hilfe	Schalt	Datei				Eingab	Ausgab		
Routine: Definiere	Feld			Mark				Mehrf	Fertig	Stop
Routine: Sichern									Weiter	Stop
Routine: Laden									Weiter	Stop
Routine: Anzeigen										
Modul-Info	Hilfe	Schalt	Datei				Eingab	Ausgab		
Routine: Datei										
Routine: Grösse										
Routine: Format	Hilfe	Schalt	Datei				Eingab	Ausgab		
Routine: Anzeigen	Hilfe	Schalt	Datei				Eingab	Ausgab		
Modul-Editor										
Routine: Text	Ändern	Wechsl	Dienst	Layout	Rand	Font	-Zeich	-Zeile	Orig.	Halt
Anzahl sinnvoller Kontexte (K)	18	16	12	7	1	1	15	17	14	14
Anzahl unterschiedlicher Bedeutungen (B)	3 (+1)	4 (+1)	2 (+1)	3 (+1)	1 (+1)	1 (+1)	4 (+1)	4 (+1)	3 (+1)	2 (+1)

Anzahl Kontexte ohne Bedeutung (O)	12	14	18	23	29	29	15	13	16	16
Maß: $R = (B) \cdot (K) / (K+O)$	2.4	2.7	1.2	0.9	0.07	0.07	2.5	2.8	1.9	1.4
Index: $SU = 1 - R $	1.4	1.7	0.2	0.1	0.93	0.93	1.5	1.8	0.9	0.4

Die Tabelle enthält eine Auflistung aller Bedeutungen der zehn Funktionstasten (Ft1-Ft0) in den verschiedenen Dialogkontexten. Der Index für die semantische Unschärfe (SU) errechnet sich als der Absolutbetrag der Differenz von 1 und dem Maß R. Das Maß R ist die gewichtete Anzahl der unterschiedlichen Bedeutungen. Der Gewichtungsfaktor ist das Verhältnis der semantik-tragenden Kontexte (K) zu der Gesamtzahl an Kontexten (K+O). Bei der Anzahl unterschiedlicher Bedeutungen (B) wird auch für die Kontexte "ohne Bedeutung" eine eins (+1) hinzugezählt.

<p>DATEN</p> <ul style="list-style-type: none"> DB öffnen ... DB schließen... Eingabe ... Laden ... Speichern ... Suchen ... Anzeigen ... Globales ändern ... Ende 	<p>WAHL</p> <ul style="list-style-type: none"> Definieren ... Laden ... Speichern... Anzeigen ✓ Verwenden 	<p>RECHNEN</p> <ul style="list-style-type: none"> Definieren ... Laden ... Speichern... Anzeigen ✓ Verwenden 	<p>SCHALTER</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Anzeigen als Liste Anzeigen als Maske ✓ Sortierung aufsteigend Sortierung sequentiell Sortierung absteigend Fließtext Anzahl Datenstze Auf Klippboard bern. ✓ Hilfe
<p>OPTIONEN</p> <ul style="list-style-type: none"> Nächste Datei Nächster Schlüssel Neuer Schlüssel ... Merkmale auswählen ... Sortierfolge festlegen ... Merkmale setzen ... Einstellungen sichern ... Einstellungen laden ... Datei Info ... DB Info ... Desktop sichern Drucker einstellen ... Seitenformat ... 	<p>FONTS</p> <ul style="list-style-type: none"> 8 Points 9 Points ✓ 10 Points 12 Points 14 Points 	<p>PROGRAMME</p> <ul style="list-style-type: none"> Editor Init Reorg Aditalk DOS shell Programm Konfiguration... 	

Vollständige Übersicht über die einzelnen pulldown Menues der Desktop-Oberfläche. Die drei Punkte hinter einzelnen Menu-Optionen bedeuten, daß nach dem Auslösen dieser Operationen eine Dialogbox erscheint.

V. LITERATUR

- ACKERMANN, D. (1987): Handlungsspielraum, Mentale Repräsentation und Handlungsregulation am Beispiel der Mensch-Computer-Interaktion. Dissertation. Bern: Fachbereich Psychologie.
- ALTMANN, A. (1987): Direkte Manipulation: empirische Befunde zum Einfluß der Benutzeroberfläche auf die Erlernbarkeit von Textsystemen. Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie, 31 (N.F.3) 3, 108-114.
- DIN-Norm 66 234 (1986): DIN 66 234 Teil 8 - Entwurf November 1986. Bildschirmarbeitsplätze - Grundsätze der Dialoggestaltung.
- DÖRNER, K. (1974): Die kognitive Organisation beim Problemlösen. Bern Stuttgart Wien: Hans Huber.
- DZIDA, W. (1982): Dialogfähige Werkzeuge und arbeitsgerechte Dialogformen. in: Informatik und Psychologie. (TAUBER, M. & SCHAUER, ; Hrsg.); München Wien: Oldenbourg.
- DZIDA, W. (1987): On tools and interfaces. in: Psychological Issues of Human Computer Interaction in the Work Place. (FRESE, M.; ULICH, E. & DZIDA, W.; eds.), Amsterdam: North-Holland; pp. 339-355.
- FÄHNRIICH, K.P., ZIEGLER, J. (1985). Workstations Using Direct Manipulation as Interaction Mode - Aspects of Design, Application and Evaluation. In: B. Shackel (Hrsg). Human-Computer-Interaction - INTERACT '84, S.693-699. Amsterdam, New York, Oxford: North-Holland
- HACKER, W. (1986): Arbeitspsychologie. Bern Stuttgart Toronto: Hans Huber.
- HAUPTMANN, A.G. & GREEN, B.F. (1983): A comparison of command, menu-selection and natural-language computer programs. Behaviour and Information Technology, Vol. 2, No. 2, 163-178.
- HUTCHINS, E.L., HOLLAN, J.D. & NORMAN, D.A. (1986): Direct manipulation interfaces. In: User centered system design. (D.A. NORMAN & S.W. DRAPER, eds.), Hillsdale London: Lawrence Erlbaum; 87-124.
- ILG,R., ZIEGLER, J. (1987).Interaktionsformen. In: K.P. Fähnrich (Hrsg). Software-Ergonomie, S. 106-117. München: Oldenbourg Verlag
- KRAUSE, J. (1986): Direkte Manipulation elektronischer Objekte und Metaphernverwendung. LIR-Arbeitsbericht. Regensburg: Linguistische Informationswissenschaft.
- RAUTERBERG, M. (1988): Untersuchung der Benutzerfreundlichkeit einer desktop-orientierten Benutzungsoberfläche am Beispiel eines relationalen Datenbanksystems. Interner Forschungsbericht. Zürich: ETH-Institut für Arbeitspsychologie.

- RAUTERBERG, M. (1989): Die Transparenz von desktop-orientierten im Vergleich zu konventionellen menü-orientierten Benutzungsoberflächen. Forschungsbericht, Zürich: ETH-Institut für Arbeitspsychologie.
- ROBERTS, T.L. & MORAN T.P. (1983): The Evaluation of Text Editors: Methodology and Empirical Results. Communications of the ACM, Vol. 26, No. 4, 265-283.
- SHNEIDERMAN, B. (1983). Direct Manipulation: A Step beyond Programming Languages. in: IEEE Computer, 1983, 16 (8), S.57 - 69
- SHNEIDERMAN, B. (1987): Designing the user interface. Amsterdam Sydney Tokyo: Addison-Wesley.
- SMITH, S.L. & MOSIER, J.N. (1986): Guidelines for designing user interface software. MITRE Report No. AD/A177 198; Springfield, VA: NTIS, 1986.
- SPINAS, P. (1987): Arbeitspsychologische Aspekte der Benutzerfreundlichkeit von Bildschirmsystemen. Dissertation. Bern: Fachbereich Psychologie.
- SPINAS, P.; TROY, N. & ULICH, E. (1983): Leitfaden zur Einführung und Gestaltung von Arbeit mit Bildschirmsystemen. München: CW-Publikationen.
- STREITZ, N. (1985): Die Rolle von mentalen und konzeptuellen Modellen in der Mensch-Computer-Interaktion: Konsequenzen für die Software-Ergonomie? in: German Chapter of the ACM Berichte 24 "Software-Ergonomie '85". (BULLINGER, H.-J.; Hrsg.); Stuttgart: Teubner; S.280-292.
- STREITZ, N.A.; SPIJKERS, W.A.C. & van DUREN, L.L. (1987): From Novice to expert user: a transfer of learning on different interaction modes. in: INTERACT '87. (BULLINGER, H.J. and SHACKEL, B., eds.), New York Oxford Tokyo: North-Holland; 841-846.
- ULICH, E. (1985): Einige Anmerkungen zur Software-Psychologie. SYSDATA, Vol. 10, 53-58.
- ULICH, E. (1986): Aspekte der Benutzerfreundlichkeit. In: Arbeitsplätze von morgen. Berichte des German Chapter of the ACM, Band 27. (REMMELE, W. & SOMMER, M, Hrsg.); Stuttgart: Teubner; 102-121.
- VIERECK, A. (1987): Klassifikation, Konzepte und Modelle für den Mensch-Rechner-Dialog. Dissertation. Oldenburg: Fachbereich Informatik.
- WHITESIDE, J.; JONES, S.; LEVY, P.S.; WIXON, D. (1985): User Performance with Command, Menu, and Iconic Interfaces. Human Factors in Computing Systems-II. Proceedings of the CHI '85 Conference in San Francisco, Amsterdam New York Oxford: North-Holland; 185-191.