

**DIFFERENTIELL - DYNAMISCHE GESTALTUNG DER
MENSCH - MASCHINE-KOMMUNIKATION.**
Ergebnisse und Konsequenzen empirischer Laboruntersuchungen

Michael Paetau und Michael Pieper

*Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung
Institut für Angewandte Informationstechnik
Forschungsgruppe Mensch-Maschine Kommunikation
Schloß Birlinghoven, 5202 Sankt Augustin*

EINLEITUNG

Im MMK-Labor der GMD wurde 1984 mit empirischen Untersuchungen begonnen, die dazu beitragen sollen, *erstens* das Verständnis der grundlegenden Probleme der Kommunikation zwischen Mensch und Computer zu vertiefen und *zweitens*, Vorschläge für die technische Realisierung verbesserter softwareergonomischer Lösungen zu entwickeln.

Die Untersuchungen, mit denen die Evaluationsarbeiten des MMK-Labors aufgenommen wurden, sind zunächst darauf gerichtet, arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse über Veränderungen in der *Handlungsstruktur* bei der Lösung von Aufgaben *mit* und *ohne* Computerunterstützung zu gewinnen. Erkenntnisse hierüber sind von konstitutiver Bedeutung für die Bestimmung von Freiheitsgraden bei der Computernutzung.

Der erste — 1984 abgeschlossene Schritt — bestand aus mehreren explorativen Vorstudien, aus denen Erkenntnisse für die Präzisierung anschließend durchzuführender kontrollierter Laborexperimente, v.a. für die Bildung entsprechender *Arbeitshypothesen* gewonnen werden sollten. Dazu wurden vergleichende Analysen mit verschiedenen Büroanwendungssystemen durchgeführt, die Aufschluß geben sollten,

1. über verallgemeinerbare *Probleme* im Dialogablauf,
2. ob sich bei Versuchspersonen mit annähernd gleichem Kenntnis- und Erfahrungsstand und bei gleicher Aufgabenstellung auch gleiche *Präferenzen* für bestimmte Systeme herausbilden,
3. wie die jeweiligen Präferenzen *begründet* werden, und
4. ob bei zunehmender Erfahrung mit den Systemen eine *Präferenzverschiebung* eintritt.
5. Weiterhin sollte durch einen Vergleich von Arbeitstätigkeiten ohne und mit Computerunterstützung festgestellt werden, welche Veränderungen in der *Handlungsstruktur* auftreten, und

6. wie diese Veränderungen von den Versuchspersonen *bewertet* werden.

Untersucht wurden integrierte Büroanwendungssysteme auf Personal-Computer der neuesten Generation. Einbezogen waren *Apple-Lisa*, *IBM-PC* und der *HP-150*. Bei den Softwarepaketen handelte es sich um *Lotus 1-2-3*, *Open-Access*, *Vision* und das *Lisa Office System*.

Die Funktionsbereiche der in die Untersuchung einbezogenen Systeme waren unterschiedlich vielseitig, aber alle Systeme beinhalteten mindestens *Tabellenkalkulation* und *graphische Datenverarbeitung*. Die *Eingabeschnittstellen* waren unterschiedlich gestaltet (*Cursorführung*; *Maus*; *Touch-Screen*).

Eines der Ergebnisse dieser Vorstudien war — ohne einen Anspruch auf Repräsentativität zu erheben — daß, sich insgesamt *keine* signifikante Übereinstimmung bei der Herausbildung von Präferenzen für bestimmte Systeme feststellen ließ. Allerdings gibt es deutliche phasenspezifische Verschiebungen. Anfänglich war durchaus eine Übereinstimmung festzustellen, Systeme mit einem hohen Grad an Benutzerführung *durch* das System selbst zu bevorzugen. Dies veränderte sich jedoch in späteren Phasen deutlich. Die *Abnahme* der Übereinstimmung von Präferenzen korrelierte deutlich mit der *Zunahme* des Erfahrungsgrades der Versuchspersonen im Umgang mit den verschiedenen Systemen. Die Gründe hierfür vermuten wir in der Kombination von

- persönlichkeitspezifischen Faktoren und
- unterschiedlichen Einübungsgraden in die verschiedenen Systeme.

Die hier kurz skizzierten Ergebnisse waren von uns erwartet worden und bestätigen anderweitig gewonnene (z.T. auf ganz andere Anwendungsfelder bezogene) arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse. Als theoretische Reflexion dieser mittlerweile als *gesichert* geltenden Erkenntnisse kann die vor allem von ULICH vertretene Theorie der inter-individuellen Differenzierung verstanden werden (ULICH 1978). Ihren *gestalterischen* Ausdruck hat diese Theorie in dem Prinzip der differentiell-dynamischen Arbeitsgestaltung gefunden.

1. FREIHEITSGRADE ALS BEZUGSPUNKT DER DIALOGGESTALTUNG

Unser Hauptanliegen, das wir durch die oben skizzierten Vorstudien verfolgten, war allerdings nicht, die schon in anderen Untersuchungen ermittelten Ergebnisse nochmals zu bestätigen, sondern sie auf ihre Verwertbarkeit für die *Software-Ergonomie* zu prüfen.

Für uns ist es eine zentrale Frage in der MMK-Forschung, inwieweit diese oder jene Dialogrealisierung als *differentiell-dynamisch* charakterisiert werden kann, bzw. wo die zentralen Defizite hinsichtlich einer solchen Charakteristik liegen. M.a.W. wir fragen: Inwieweit ist das System flexibel für die Anpassung an inter- aber auch intra-individuelle Differenzierungen der Benutzer, läßt also *Freiheitsgrade* zu, oder inwieweit ist der Benutzer gezwungen, sich einer bestimmten (der vom Systemdesigner bevorzugten) Auffassung über den infragekommenden Aufgabenbewältigungsprozeß anzupassen.

Als Indikator für die Möglichkeit der Entfaltung inter- und intra- individueller Differenzierungen sind die *Freiheitsgrade* ein wichtiges, aus dem allgemeinen arbeitswissenschaftlichen Grundsatz der *Persönlichkeitsentfaltung* abgeleitetes Kriterium (vergl. HACKER 1978).

Nach ULICH ist die Suche nach dem "one-best-way" bei der Gestaltung von Arbeitstätigkeiten ein "zumindest fragwürdiges Unterfangen" (1981, S.329). Aufgrund der in vielen arbeitspsychologischen Untersuchungen nachgewiesenen persönlichkeitspezifischen Differenzen in der Aufgabenbewältigung und der außerordentlich wichtigen Tatsache, daß trotz dieser Differenzen sich die Effizienz der unterschiedlichen Vorgehensweisen angleicht (vergl. ACKERMANN 1984), gibt es keinen Grund, nach einer im System zu verankernden, scheinbar objektiven *optimalen* Dialoggestaltung zu suchen.

Allerdings kann die Forderung nach *Freiheitsgraden* nicht schrankenlos sein. Eine gewisse Einschränkung der Freiheitsgrade ist beim Umgang mit Computern unabdingbar, will man nicht eine hohe *Orientierungslosigkeit* (zumindest bei der oben genannten Benutzergruppe) in Kauf nehmen. Ein hoher Grad an Freiheitsgraden kann für den Benutzer leicht in Unübersichtlichkeit umschlagen. Ein hoher Entscheidungsaufwand (Wahl von alternativen Handlungsmöglichkeiten) wird erforderlich. Damit kann auch der erforderliche Zeitaufwand unangemessen werden. Eine erhöhte Fehlerrate ist ebenfalls zu erwarten.

Diese Probleme sind bei einer softwareergonomischen Bestimmung von Freiheitsgraden ebenso zu berücksichtigen, wie die zweifellos enormen Probleme, die bei einem strengen *systemgetriebenen* Dialog auftreten, wie z.B. schnelle psychische Sättigung mit demotivierenden Langzeitfolgen, Verhinderung von Qualifizierungsleistungen der Benutzer, etc..

Einen Ansatz, der diese beiden Seiten des Problemkomplexes angemessen berücksichtigt, finden wir in den Arbeiten von OESTERREICH (1983), die an dem arbeits- bzw. ingenieurpsychologischen "Prinzip der hierarchisch-sequentiellen Handlungsregulation" (HACKER 1978) orientiert sind. Dieses Prinzip bildet unserer Meinung nach auch in der Softwareergonomie den zentralen theoretischen Bezugspunkt.

2. BESCHREIBUNG VON TÄTIGKEITSSTRUKTUREN DURCH HANDLUNGSFELD-MODELLE

Eine Ebene oder Grunddimension des von HACKER entwickelten Theoriekonzepts ist die Ebene der Handlungsplanung. Formal kann diese Ebene durch sog. *Handlungsfeldmodelle* beschrieben werden. Die operationale, also durch Beobachtungsaussagen interpretierte empirische Anwendung dieser Formalmodelle führt zu Erkenntnissen über die Kontrolliertheit — oder genauer — das Ausmaß der individuellen Handlungskontrolle bei der Durchführung bestimmter Aufgabenstellungen im Mensch-Maschine-Dialog.

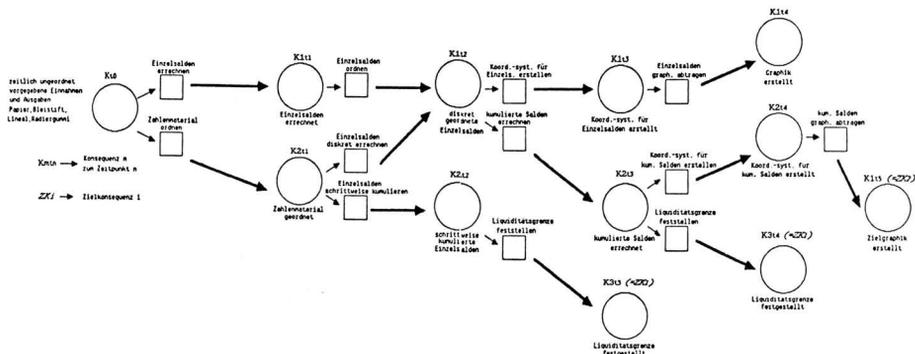
Die von OESTERREICH aus dem "Prinzip der hierarchisch-sequentiellen Handlungsregulation" abgeleitete Formalisierung von Handlungsfeldmodellen besteht aus drei Grundkomponenten:

Handlungen
Handlungskonsequenzen
Übergangswahrscheinlichkeiten

Der Modellzusammenhang wird in Form gerichteter Graphen dargestellt. "Handlungen" führen dabei mit bestimmten "Übergangswahrscheinlichkeiten" zu bestimmten "Handlungs-" oder "Folgekonsequenzen". Diese "Folgekonsequenzen" sind als Zwischenziele auf dem Wege der Aufgabenerfüllung interpretierbar, unter deren durch die vorgängige Handlung modifizierten Ausgangsbedingungen erneut jeweils so lange gehandelt werden kann, bis das eigentliche Handlungsziel bzw. die "Zielkonsequenz" erreicht ist.

Die Überprüfung unserer zentralen, aus den bisherigen Befunden abgeleiteten Fragestellung, inwieweit bestimmte Dialogrealisierungen mit der Veränderung von Freiheitsgraden verbunden ist, ist experimentell auf einen Vergleich entsprechender Handlungsfelder abgestellt worden. Dabei konzentrierten wir uns zunächst auf die Tabellenkalkulationsprogramme der o.g. Softwarepakete. Den Versuchspersonen (Vpn.) wurde eine Beispielaufgabe gestellt. Aus vorgegebenen Einnahmen und Ausgaben sollten Salden errechnet und in einer Zeitreihe bis zu einer bestimmten Liquiditätsgrenze fortgeschrieben und graphisch dargestellt werden. Die Abwicklung dieser Aufgabenstellung wurde in Form gerichteter Handlungspfade *induktiv-beobachtend* mitprotokolliert. Die Bedeutung von Freiheitsgraden wurde durch inter-individuell unterschiedliche Vorgehensweisen bei der Aufgabenbewältigung unterstrichen. Diese Vorgehensweisen wurden in unterschiedlichen Handlungspfaden abgebildet, die zu entsprechenden Handlungsfeldern kombiniert wurden.

Abb. 1 Herkömmliches Handlungsfeld



Unabhängig davon sind die für eine computerunterstützte Abwicklung der Beispielaufgabe beanspruchbaren Dialogabläufe aus der entsprechenden Anwendungssoftware — in unserem Fall das Kalkulationsunterprogramm des von SPI entwickelten Anwendungspaketes "Open Access" — *deduktiv* abgeleitet und ebenfalls durch gerichtete Graphen als Handlungsfeld beschrieben worden. Aus dem Nachvollzug der induktiv ermittelten herkömmlichen Handlungspfade im Rahmen der Dialogoptionen des aus der Anwendungssoftware deduzierten Handlungsfeldes sind dann erste Aufschlüsse über eine sich durch die computerunterstützte Bearbeitung der Beispielaufgabe ergebende Veränderung von Freiheitsgraden ableitbar. Bevor diese möglichen Veränderungen und ihre Konsequenzen für das individuelle Arbeitshandeln etwas eingehender diskutiert werden, soll kurz auf einige methodische Probleme hinsichtlich der hier skizzierten experimentellen Verwendung von Handlungsfeldmodellen eingegangen werden.

Grundsätzlich sind Handlungsfeldmodelle zunächst *formaltheoretische Konstrukte*. In weiten Teilbereichen ist diese theoretische Formalisierung der Handlungsplanung jedoch auch *empirisch-operational*, d.h. es sind bestimmte Meß- und Beobachungskriterien für bestimmte Theoriekomponenten angebar, die eine Grundlage für die Ableitung softwareergonomischer Gestaltungsmaßnahmen darstellen. Bei der Entwicklung der Versuchsanordnung erwies sich die Annahme, daß bestimmte "Handlungen" mit bestimmten "*Übergangswahrscheinlichkeiten*" zu bestimmten "Folgekonsequenzen" führen, als problematisch. Bislang sind für die Vorabplanung von nicht-deterministischen Handlungsfolgen keine exakten Kriterien für die Abschätzung entsprechender "Übergangswahrscheinlichkeiten" angebar. Die Wahrscheinlichkeit eines Handlungserfolges kann allenfalls relativ vage als von den "*materiellen Grundlagen der Handlung*", also der Verfügbarkeit von Hilfsmitteln oder Werkzeugen, der sich in angemessenen Bewegungsabläufen niederschlagenden "*Präzision der Handlungsausführung*" und der Flexibilität gegenüber umweltbedingten Störeinflüssen, der sog. "*Umweltvariation*" abhängig gedacht werden. So ist beispielsweise die Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Korrektur bereits vorgenommener Spreadsheetsintragen zunächst davon abhängig, daß unter Inanspruchnahme entsprechender Erklärungshilfen die richtige Dialogoption aus den u.U. mehrdeutigen Menüvorgaben eines Kalkulationsprogrammes ausgewählt wird ("materielle Handlungsgrundlagen"). Darüber hinaus ist der Handlungserfolg abhängig von entsprechend richtigen Cursorpositionierungen ("Präzision der Handlungsausführung") und einer möglicherweise für die Korrektur erforderlichen Änderung des Eingabeformates ("Umweltvariation"). Diese Überlegungen verdeutlichen, daß die Annahme handlungsbedingter Übergangswahrscheinlichkeiten zwar theoretisch sinnvoll, jedoch empirisch nicht genau meßbar ist. Sie kann allenfalls aus der Häufigkeitsverteilung des entsprechend mitzuprotokollierenden Dialogverhaltens einer hinreichenden Anzahl von Vpn abgeleitet werden.

Als empirisch-operational kann der Aufbau der in die Handlungsfeldmodelle eingehenden unterschiedlichen "*Handlungspfade*" angesehen werden. Theoretisch sind Handlungspfade als in gedanklicher Antizipation entworfene Handlungsprogramme definiert, die mit einer *subjektiv* möglichst hoch eingeschätzten Sicherheit zur Zielkonsequenz führen. Im Gegensatz zu Dialogabläufen, die durch entsprechende Anwendungssoftware eindeutig determiniert sind, ist die aus Vergleichsgründen notwendige Beschreibung herkömmlicher Handlungsfelder mit der Ungewißheit behaftet, ob alle *objektiv*

möglichen Handlungspfade berücksichtigt worden sind. Die induktiv beobachtende Kontrolle, inwieweit eine wiederum hinreichende Anzahl von Vpn. tatsächlich den ermittelten Handlungspfaden folgt, ermöglicht jedoch zugleich Maßnahmen zur Verdrängung dieser Ungewißheit. An den Stellen, wo einzelne Vpn. von den beschriebenen Handlungsprogrammen abweichen, sind die Handlungsfelder eben um entsprechende Handlungspfade zu erweitern. Wenn in den jeweiligen Versuchsreihen keine oder nur noch unwesentliche Abweichungen der Vpn. von dem sukzessiv erweiterten Modellrahmen auftreten, kann mit hinreichender Sicherheit von einer ausführlichen und umfassenden Beschreibung herkömmlicher Handlungsfelder ausgegangen werden.

3. DIE BEDEUTUNG VON EFFIZIENT-DIVERGENTEN HANDLUNGSKONSEQUENZEN FÜR DIE DIFFERENTIELL-DYNAMISCHE GESTALTUNG VON BENUTZERSCHNITTSTELLEN

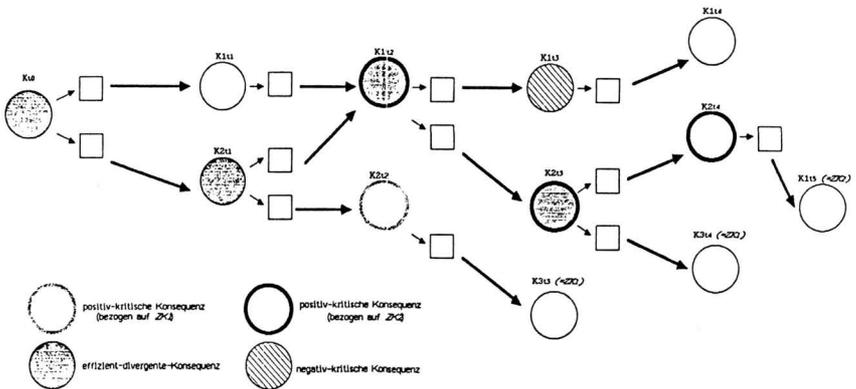
Den für Aufgabenerfüllungsprozesse und die Ableitung differentiell-dynamischer Gestaltungsmaßnahmen wohl wichtigsten Aspekt stellt die Beschreibung der in die Handlungsfeldmodelle eingehenden "*Handlungskonsequenzen*" dar. Drei bzw. vier Konsequenztypen können nach Maßgabe entsprechend nachvollziehbarer, operationaler Definitionen unterschieden werden:

- positiv-kritische Konsequenzen (pkK)*
- negativ-kritische Konsequenzen (nkK)*
- effizient-divergente Konsequenzen (edK)*
- hoch-effizient-divergente Konsequenzen (hed)*

Eine "positiv-kritische Handlungskonsequenz" zeichnet sich dadurch aus, daß sie zur Erreichung der letztendlichen Zielkonsequenz (Aufgabenerfüllung) *unbedingt* durchlaufen werden *muß*. Im Gegensatz dazu ist von einer "negativ-kritischen Handlungskonsequenz" aus die Zielerreichung *nicht* mehr *möglich*. "Effizient-divergente Handlungskonsequenzen" führen mit *möglichst großer Sicherheit* bzw. möglichst hohen Übergangswahrscheinlichkeiten in *möglichst viele Folgekonsequenzen*. "Hoch-effizient-divergente Handlungskonsequenzen" stellen eine Sonderform dieses Konsequenztyps dar. Sie führen mit *absoluter*, also deterministischer *Sicherheit* in *alle Folgekonsequenzen*. Diesen operationalen Definitionen unterliegen einige inhaltliche Implikationen, die auf der Grundlage entsprechender Evaluationsergebnisse in zielgerichtete softwareergonomische Maßnahmen zur differentiell-dynamischen Ausgestaltung von Benutzerschnittstellen umgesetzt werden können.

So geht aus der nachstehenden Abstraktion (s. Abbildung 2) des auf die herkömmliche Abwicklung der Beispielaufgabe (s.o.) bezogenen Handlungsfeldes hervor, daß "positiv-kritische Handlungskonsequenzen" auf dem sog. *maximalen Handlungspfad* liegen, d.h. sie konstituieren den kürzesten Weg zum Ziel. Alle zeitgleichen Alternativen einer "positiv-kritischen Konsequenz" führen demnach entweder über längere Handlungswege zum Ziel oder münden — bezogen auf die jeweils angestrebte Zielkonsequenz — in "negativ-kritische Folgekonsequenzen" ein. Inhaltlich impliziert dieses durchgängige Grundprinzip eine mögliche *Vereinfachung der Handlungsplanung*: Kennt ein Akteur die

Abb.2 Konsequenztypologische Abstraktion des herkömmlichen Handlungsfeldes (vgl. Abb.1)



positiv-kritischen Handlungskonsequenzen eines Handlungsprogramms, dann können alle anderen Folgekonsequenzen aus der Handlungsplanung ausgeblendet werden.

Die Kenntnis "positiv-kritischer Handlungskonsequenzen" ermöglicht somit ein aufgabenbezogenes Arbeitshandeln mit Problemlösungsgarantie oder, allgemein, *Handeln unter Sicherheit*. Unter den Bedingungen einer computerunterstützten Aufgabenabwicklung kann diese Sicherheit wohl nur Experten unterstellt werden, die im umfassenden Sinne mit den zur Verfügung gestellten Dialogoptionen vertraut sind. Aus ersichtlichen softwareergonomischen Gründen empfindet diese Benutzergruppe die sequentielle Abarbeitung der ihnen bekannten, erfolgsgarantierenden Dialogabläufe häufig als Zumutung. Die differentiell-dynamische Ausgestaltung von Benutzerschnittstellen hat insofern die auf "positiv-kritische Handlungskonsequenzen" zu beziehende Konkatenation von Dialogschritten in Form handlungspfadübergreifender Dialogmakros zu gewährleisten.

Im Gegensatz zu den vorab erwähnten Experten sind gelegentlichen Benutzern zu meist nicht alle sich aus der Inanspruchnahme eines anwendungsbezogenen Dialogsystems ergebenden handlungsbedingten Folgekonsequenzen bekannt. Der Dialogablauf ist durch Unsicherheit oder, allgemein ausgedrückt, *Handeln unter Ungewißheit* bestimmt. In diesen Fällen der Mensch-Maschine Kommunikation werden die aus Handlungsfeldmodellen ableitbaren "effizient-divergenten Handlungskonsequenzen" und vor allem der Sonderfall der sog. "hed-Konsequenzen" bedeutsam. Weil — wie in Abb.2

nachvollziehbar — “effizient-divergente Handlungskonsequenzen” in möglichst viele Folgekonsequenzen führen, kann die *Handlungsplanung* in Kenntnis dieser Konsequenztypen *verkürzt* werden. Die u.U subjektiv ungewissen Folgekonsequenzen einer im Dialogablauf als “hed-Konsequenz” identifizierbaren Dialogoption müssen vom Benutzer nicht von vornherein mitkalkuliert werden. Die entsprechende Antizipationsspanne reicht lediglich bis zur jeweils nächstliegenden “hed-Konsequenz”. Über “hed-Konsequenzen” oder “effizient-divergente Handlungskonsequenzen” verlaufende Handlungspfade müssen keine *maximalen* Handlungspfade (s.o.) sein. Sie sind jedoch *optimal* im Sinne einer größtmöglichen Handlungskontrolle bei ungewissen, subjektiv nicht genau einschätzbaren Dialogabläufen. Der Rückgriff auf die nächstliegende “hed-Konsequenz”, die aus den durch die beanspruchte Anwendungssoftware determinierten Handlungsfeldstrukturen ermittelt werden kann, stellt darüber hinaus eine gegenüber vorgängig ausgeführten Arbeitsschritten unschädliche Korrekturmöglichkeit von Eingabefehlern dar. Von daher sollte beispielsweise die an differentiell-dynamischen Gestaltungsprinzipien orientierte Implementation sog. “UNDO-Funktionen” generell auf die retrospektiv jeweils nächstliegende “hed-Konsequenz” ausgerichtet sein. Insbesondere sind jedoch gerade mit Blick auf den DV-Laien die Selbsterklärungskomponenten, “HELP-Funktionen” und nicht zuletzt der von ungeübten Benutzern bevorzugte *systemgetriebene* Dialogablauf selbst auf die aus den Handlungsfeldstrukturen der Anwendungssoftware ableitbaren “hed-Konsequenzen” auszurichten.

4. WEITERGEHENDE FRAGESTELLUNGEN

Konkrete Ansatzpunkte für derartige Gestaltungsmaßnahmen können jedoch nur aus dem auf die Beschreibung entsprechender Handlungsfeldmodelle angewiesenen, experimentellen Vergleich herkömmlicher und computerunterstützter Aufgabenerfüllungsprozeß abgeleitet werden. Erst der Abgleich von herkömmlichen und softwaredeterminierten Handlungsfeldstrukturen gibt Aufschlüsse, inwieweit unterscheidbare Handlungskonsequenzen beim Übergang auf computerunterstützte Aufgabenabwicklung *weg-automatisiert* oder *in ihrer Wertigkeit beeinträchtigt* werden. Die aus entsprechenden Häufigkeitsverteilungen einer hinreichenden Anzahl von Vpn. ermittelbare Inanspruchnahme bestimmter Handlungspfade verdeutlicht darüber hinaus, *inwieweit* wichtige *Dialogoptionen überhaupt noch subjektiv wahrgenommen* werden. Letztendlich wird dadurch bewertbar, inwieweit die mit dem Übergang auf computerunterstützte Sachbearbeitung einhergehende Veränderung von Freiheitsgraden bei der Aufgabenabwicklung, individuelle Handlungskontrollmöglichkeiten beeinträchtigt. Wie aufzuzeigen versucht wurde, kann diesen Beeinträchtigungen durch Gestaltungsmaßnahmen entgegengewirkt werden, die aus entsprechenden Handlungsfeldstrukturen abgeleitet werden können.

LITERATUR

- ACKERMANN,D. (1984): Untersuchungen zum individualisierten Computerdiallog: Einfluß des Operativen Abbildsystems auf Handlungs- und Gestaltungsspielraum und die Arbeitseffizienz. Vortrag: Workshop — Kognitive Aspekte der Kommunikation mit Computern, München 1984, 12. u. 13. April
- HACKER,W. (1978): Allgemeine Arbeits- und Ingenieurpsychologie. Psychische Struktur und Regulation von Arbeitstätigkeiten. Bern - Stuttgart - Wien (Huber)
- OESTERREICH,R. (1981): Handlungsregulation und Kontrolle. München - Wien - Baltimore (Urban & Schwarzenberg)
- ULICH,E. (1981): Subjektive Tätigkeitsanalyse autonomieorientierter Arbeitsgestaltung. In: FREI/ULICH (Hg.): Beiträge zur psychologischen Arbeitsanalyse. Bern - Stuttgart - Wien (Huber)
- ULICH,E. (1978): Über das Prinzip der differentiellen Arbeitsgestaltung. In: Industrielle Organisation,47, S.566-568