

BEITRÄGE DER SOFTWAREERGONOMIE ZU DEN FRÜHEN PHASEN
DER SOFTWAREENTWICKLUNG

K.-H. Rödiger, Berlin

Zusammenfassung: Zunächst wird über Befunde aus Arbeitsanalysen im Bürobereich berichtet. Die Ergebnisse der Untersuchungen legen drei Schlußfolgerungen nahe: Erstens hilft bei der Gestaltung von Arbeit mit Dialogsystemen nur ein ganzheitlicher Ansatz weiter, der Arbeitsplatz-, Hardware-, Software- und arbeitsorganisatorische Aspekte umfaßt. Zweitens müssen in den Prozeß der Softwareentwicklung Arbeitsanalyseverfahren integriert werden und drittens sollte Arbeitswissenschaft integraler Bestandteil in der Informatikausbildung werden. Abschließend werden die ersten beiden Folgerungen weiter ausgeführt.

1 Arbeitsplatzuntersuchungen

Arbeitsanalysen an 179 Arbeitsplätzen mit Bildschirmunterstützung im Büro- und Verwaltungsbereich von 19 Unternehmen verteilt auf sechs Branchen (Industrie, Kreditwesen, Versicherungswesen, Eigenbetriebe des Landes Berlin, Öffentliche Verwaltung, Rentenversicherungsträger) bestätigten die Hypothese, daß es nicht ausreicht, die in der Softwaretechnik entwickelten Qualitätskriterien wie Korrektheit, Durchschaubarkeit, Änderbarkeit, Angemessenheit etc. zu erfüllen, die Probleme zu lösen, die beim Einsatz von Dialogsystemen in der Arbeitswelt auftreten. Zwar ist die Funktionalität von Software bei vielen Anwendungen ein ebenso ungelöstes Problem wie angemessene Masken- und Dialoggestaltung. Wichtigste Erkenntnis aus den Untersuchungen ist jedoch, daß das Blickfeld in der Softwareentwicklung dahingehend erweitert werden muß, daß neben der Qualität der Software die durch sie mitverantwortete Qualität der Arbeit in der Softwareentwicklung frühzeitig und gleichrangig mitbetrachtet werden muß.

Für die Arbeitsplatzuntersuchungen im Bürobereich wurde das Verfahren zur Ermittlung von Regulationserfordernissen in der Arbeitstätigkeit von Sachbearbeitern (VERA/S, siehe auch

/10/) als branchenübergreifendes Arbeitsanalyseverfahren für routinisierte Sachbearbeitertätigkeiten entwickelt und evaluiert. Mit diesem Verfahren können Regulationserfordernisse von Arbeitsaufgaben mit und ohne Bildschirmunterstützung sowie die Angemessenheit der Software bezogen auf die jeweilige Arbeitsaufgabe ermittelt werden. Regulationserfordernisse sind dabei gleichbedeutend mit dem den Sachbearbeitern verbleibenden Handlungs- und Entscheidungsspielraum in der Arbeit.

2 Befunde

Der Einsatz von Informationstechnologien im Bürobereich begründet keinen Determinismus bezüglich der Folgen für die Qualität der Arbeit. Zwar läßt sich augenblicklich als Haupttendenz eine weitgehende Formalisierung und Zerstückelung ehemals ganzheitlicher Tätigkeiten mit der Folge feststellen, daß Arbeitsaufgaben mit wesentlich geringerem Handlungs- und Entscheidungsspielraum für die Sachbearbeiter verbleiben. Die Entwicklung ist jedoch nicht einheitlich: neben dieser Hauptströmung werden neue Konzepte von Rundumsachbearbeitung in Unternehmen des Kreditwesens entwickelt, bei denen die unternehmerische Entscheidung nach mehr Kundenorientierung als Auslöser und die neu eingeführten Dialogsysteme unterstützend wirken.

Der Generalangriff auf die Kopfarbeit (/1/, S. 51ff. und /9/, S. 109) schreitet fort: Büroarbeit wird weitergehend formalisiert und taylorisiert, um sie letztlich der Automatisierung zugänglich zu machen; lebendige geistige Arbeit wird durch Technik ersetzt. Datenverarbeitung setzt auf die Formalisierungs- und Teilungsprozesse in der Arbeit oft nur den vorläufigen Schlußstrich. Da bei der Einführung von Dialogsystemen nicht über eine Neuverteilung von Arbeit nachgedacht wird, werden einzelne Aufgaben von Sachbearbeitern weiter monotonisiert und homogenisiert. Der mit der Taylorisierung der Kopfarbeit einhergehende Qualifikationsabbau ist manchmal Ausfluß einseitiger Rationalisierungskonzepte, manchmal aber auch nur ungewollt passiert.

Von Gestaltung der Arbeitsabläufe dergestalt, daß diese vorab festgelegt werden, bevor zu entscheiden ist, welche Tätig-

keiten an den Rechner zu delegieren sind, kann bei den meisten vorgefundenen Systemen nicht gesprochen werden. Arbeitsabläufe entstehen somit oft als notwendige, manchmal gar ungewollte Konsequenz der DV-Einführung.

Wenn bei der Mensch-Rechner-Funktionsverteilung überhaupt eine klare Konzeption bezüglich Aufgabenverteilung erkennbar ist, dann diejenige, daß der Mensch als Restgröße in soziotechnischen Systemen gesehen wird: ihm verbleiben diejenigen Tätigkeiten, die heute noch nicht oder nur mit einem wirtschaftlich nicht zu vertretenden Aufwand zu automatisieren sind.

Bezogen auf Hardware-Ergonomie und Arbeitsraumgestaltung werden oft Arbeitsplätze vorgefunden, an denen durchaus gute Softwarelösungen durch unzureichende Hardwareausstattung oder unzumutbare Arbeitsräume stark beeinträchtigt werden. Die häufigsten Mißstände sind Lärmbelästigung durch Bildschirmgeräte und Drucker in Mehrpersonenbüros, mangelnde Verstellbarkeit von Bildschirm und Tastatur, Blendung durch Tageslicht oder schlechte Innenraumbelichtung, zu hohe Tastaturen, zu kleine Bildschirme.

Die bei Aufgaben mit geringem Handlungs- und Entscheidungsspielraum vorgefundenen Probleme in der Software können von der Informatik her als lösbar angesehen werden, wenn auch manchmal der zu treibende Restrukturierungsaufwand die Lösung verhindern wird. Eine derartige Oberflächengestaltung wirkt aber in der Tendenz bezüglich des Handlungs- und Entscheidungsspielraums einschränkend. So makaber es klingt, manche Arbeitsaufgabe verdankt ihre Anforderungen der schlecht gestalteten Software.

Befragt man bei Arbeitsanalysen Betroffene nach Verbesserungsvorschlägen bezüglich der Software, kommen auch einzelne Anregungen, wie Hinderliches abgestellt werden kann. Im wesentlichen zielen die Vorschläge jedoch darauf ab, bisherige eigene Kompetenzen an das Dialogsystem abzutreten mit der Folge, daß der Handlungs- und Entscheidungsspielraum weiter eingeschränkt wird. Hier erwächst dem Softwareentwickler als Arbeitsgestalter (/5/, S. 37) gerade auch in partizipativen Ansätzen der Systementwicklung besondere Verantwortung.

Es gibt so etwas wie den "zwingenden Blick" /11/ des Informatikers. Mit diesem Blick sind bei Arbeitsanalysen durch den Sachbearbeiter hindurch sehr leicht Rationalisierungsreserven und Formalisierungsmöglichkeiten bei bisher schlecht strukturierten Arbeitsabläufen zu entdecken. Dieser Blick versagt jedoch, wenn am gleichen Arbeitsplatz unter den Kriterien von Belastungsfreiheit, Qualifikationserhalt und Persönlichkeitsförderlichkeit Software gestaltet werden soll.

3 Folgerungen

Die Ergebnisse aus den Arbeitsplatzuntersuchungen bestätigen Erkenntnisse, die schon in explorativen Voruntersuchungen an Bildschirmarbeitsplätzen im Bürobereich gewonnen wurden, und führen zu folgenden Schlußfolgerungen, die nachfolgend weiter ausgeführt werden.

1. Bei der Gestaltung von Arbeit mit Dialogsystemen hilft nur ein ganzheitlicher Ansatz weiter, der neben der Gestaltung der Dialogschnittstelle auch sämtliche Hardware- und Arbeitsplatzaspekte, vor allem aber auch Fragen der Arbeitsorganisation, die besonders die Qualität der Arbeit beeinflussen, berücksichtigt. Hierzu wurde ein Modell der Gestaltungsebenen für Benutzerschnittstellen beim Einsatz von rechnergestützten Systemen entwickelt /6/, das bezüglich der im Systementwicklungsprozeß zu gestaltenden Einflußfaktoren auf die Benutzerschnittstelle eine Bearbeitungsreihenfolge vorgeben soll.

2. Gleichberechtigt neben die in der Softwaretechnik entwickelten Gütekriterien an die Anforderungsdefinition wie Vollständigkeit, Eindeutigkeit und Konsistenz der ermittelten Anforderungen - eine bei in das Arbeitshandeln von Menschen eingebetteten Systemen /8/ kaum einzulösende Forderung - müssen Qualitätskriterien für die durch das Softwareprodukt letztlich festgeschriebene Arbeit treten. Bewertungsmaßstäbe sollten den Softwareentwickler in die Lage versetzen, schon in der Problemanalyse über andere arbeitsorganisatorische Entscheidungen nachzudenken, die die Qualität der Arbeit mit dem Dialogsystem erhöhen oder zumindest erhalten. Hierfür wurde das zuvor bereits genannte Arbeitsanalyseverfahren für Sachbearbeitertätigkeiten

VERA/S entwickelt und evaluiert.

3. Die Arbeitsplatzuntersuchungen zeigten sehr deutlich, welche Verantwortung dem Softwareentwickler bei der Problemanalyse zukommt. Er kann und darf nach unserer Meinung gerade auch in partizipativen Ansätzen der Systementwicklung diese nicht an andere Beteiligte, wie Benutzer, Systemanalytiker oder Arbeitsorganisatoren abwälzen, da er oft als einziger die Konsequenzen bestimmter Entscheidungen überblicken und die Benutzer warnen kann. Nach den Erfahrungen aus den Untersuchungen ist ein Informatiker nach den heute geltenden Studienplänen und Prüfungsordnungen mit dieser Aufgabe tendenziell überfordert, fehlen ihm doch die arbeitspsychologischen Kenntnisse, Verfahren, die diese Disziplin zur Bewertung von Arbeit anbietet, kompetent anzuwenden. Vor allem aber fehlen ihm arbeitswissenschaftliche Kenntnisse, die ihn befähigen, die Lücke zu schließen, die zwischen Analyse und Bewertung von Arbeit unter bestimmten psychologischen Kriterien einerseits und der Gestaltung von Software andererseits besteht. Aus diesem Dilemma ist unseres Erachtens nur ein Ausweg möglich: Arbeitswissenschaft/Arbeitspsychologie muß Pflichtfach in der Ausbildung derjenigen Informatiker werden, die später einmal als Softwareentwickler Dialogsysteme erstellen.

4 Gestaltungsebenen für Benutzerschnittstellen

Nach den Erfahrungen, die sowohl in den explorativen Voruntersuchungen wie in der Hauptuntersuchung gemacht wurden, greift ein Schnittstellenmodell für rechnergestützte Systeme, das zwar ähnlich dem IFIP-Modell für Benutzerschnittstellen /4/ die technischen Aspekte des Arbeitsmittels gut wiedergibt, die organisatorische Einbettung jedoch vernachlässigt, zu kurz. Nach den vorliegenden Erfahrungen werden die für die Qualität der Arbeit mit Dialogsystemen gravierendsten Entscheidungen bei der Verteilung der Arbeit unter den Arbeitenden, bei der Festlegung der Arbeitsabläufe und bei der Aufteilung der Arbeit zwischen Mensch und Rechner getroffen. Die Entscheidung, einen Dateneingearbeitsplatz einzurichten, bedeutet, einen Arbeitsplatz von großer Monotonie und geringem Handlungs- und Entscheidungsspielraum zu schaffen, der auch durch eine bestens gestaltete Dialog-

schnittstelle kaum noch aufgewertet werden kann. Da nach dem heutigen Kenntnisstand solche Arbeitsplätze im Umgang mit Massendaten nicht immer zu vermeiden sind, soll hier keineswegs gegen eine gut gestaltete Schnittstelle oder gegen gute Hardware- und Arbeitsraumausstattung argumentiert werden; vielmehr soll mit dem Hinlenken der Aufmerksamkeit auf die Frage, wie die Arbeit neu zu verteilen ist, damit solche Arbeitsplätze nicht erst entstehen, ein Hinweis gegeben werden, wie Dateneingabepplätze zugunsten von Mischarbeitsplätzen aufgelöst werden können. Beispiele hierfür wurden bei den Arbeitsanalysen gefunden. Andererseits soll mit diesem Modell von Gestaltungsebenen auch gegen Arbeitsbedingungen argumentiert werden, die bei Produktionsplanern, Materialdisponenten oder Einkäufern mit durchaus anspruchsvollen Aufgaben ähnlich wie heute noch bei Informatikern anzutreffen sind: völlig veraltete Hardware in schlecht gestalteten Arbeitsräumen. Die nachfolgende Abbildung gibt die hier entwickelte Modellvorstellung wieder und ist in Anlehnung an /7/ entstanden, wobei die Darstellungsform die unserer Meinung nach notwendige Abfolge bei der Gestaltung von Dialogsystemen von der äußeren zu den inneren Schalen hin angeben soll.

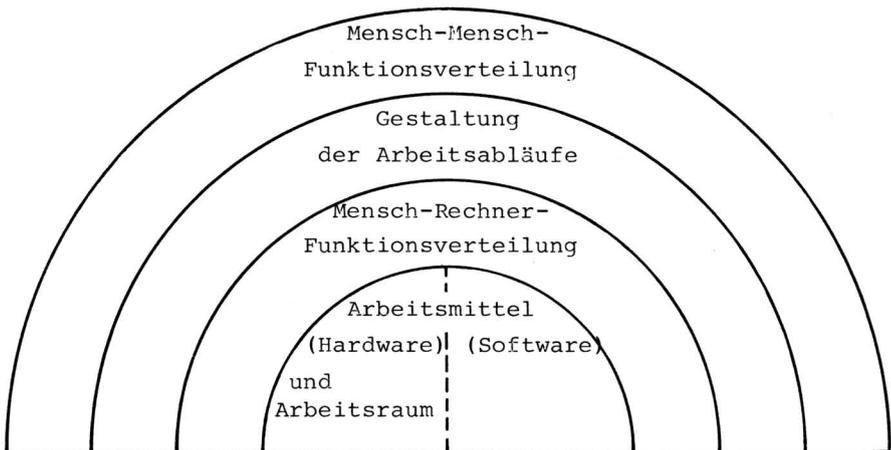


Abb. 1: Gestaltungsebenen für Benutzerschnittstellen beim Einsatz von rechnergestützten Systemen

Wegen der einfacheren Änderbarkeit, zur Reduzierung von Komplexität und aus Portabilitätsgründen strebt man in der Softwaretechnik nach sinnvollen Modularisierungen. Deshalb wurde der Softwareanteil des Arbeitsmittels in Anlehnung an das IFIP-Modell für Benutzerschnittstellen weiter zerlegt:

- Werkzeughandhabung
Aufruf von Funktionen, Anwendungsprogrammen, Erklärungen, Regeln zu ihrer Verknüpfung
- Interaktionstechnik
Frage-Antwort-Modus, Formular- bzw. Maskentechnik, Kommandosprache, natürliche Sprache
- Informationsdarstellung
Gestaltung und Darstellung von Zeichen, Codierung und Darstellung von Informationen, Art und Form der Eingabe

Prüft man diese Aufteilung beispielsweise an einem Textverarbeitungssystem, stellt man fest, daß diese Form der Zerlegung des Softwareanteils des Arbeitsmittels deshalb nicht unproblematisch ist, da an einigen Stellen pragmatische Entscheidungen über die Zuordnung zu dem einen oder anderen Modul getroffen werden müssen.

5 Arbeitsanalyseverfahren in der Softwareentwicklung

Kennzeichnend für den Stand in der Softwaretechnik ist, daß sie dabei ist, den Anlaß, aus dem sie entstanden war, zu überwinden, und sich verstärkt dem Benutzer und dessen Problemen an der Schnittstelle zu rechnergestützten Systemen zuwendet. Hier werden inzwischen gerade die frühen Phasen der Softwareentwicklung, wie Problemanalyse und funktionelle Analyse als entscheidend für das spätere Softwareprodukt angesehen: "Obtaining satisfactory software requirements remains the single largest obstacle to software project success" (/3/, S. 1104). Die bisher bekannten Analyse- und Entwurfsmethoden setzen jedoch frühestens bei der Anforderungsdefinition mit Beschreibungsmitteln für die andernorts irgendwie zu ermittelnden Anforderungen an. Neben einigen Verweisen auf sozialwissenschaftliche Erhebungsmethoden als Hilfsmittel der Anforderungsermittlung wird auch die Auffassung vertreten, daß dies nicht Aufgabe der Software-

entwickler, sondern vielmehr der Systemanalytiker und der Arbeitsorganisatoren sei.

Dieser Auffassung werden hier folgende Vorschläge gegenübergestellt:

1. Die Ermittlung von Anforderungen an ein Dialogsystem in der Phase der Problemanalyse ist Aufgabe der Softwareentwickler. Ebenso tragen sie in einem partizipativen Ansatz der Systementwicklung die Verantwortung für den ersten Systemvorschlag, der dann gemeinsam mit den Benutzern weiterentwickelt werden kann.
2. Anforderungen an ein Softwareprodukt sollten auf Arbeitsaufgaben bezogen ermittelt werden.
3. Bei der aufgabenbezogenen Anforderungsermittlung für Dialogsysteme sollten Softwareentwickler Arbeitsanalyseverfahren einsetzen, die ihnen Hinweise auf die Qualität der vorgefundenen Arbeit und auf Möglichkeiten zu deren Veränderung geben. VERA/S hat sich in den Arbeitsplatzuntersuchungen als geeignet erwiesen, Arbeitsaufgaben nach einem Kriterium, dem Handlungs- und Entscheidungsspielraum, zu bewerten. Da das Verfahren ebenfalls aufgabenbezogen Anforderungen ermittelt, entsteht für den Softwareentwickler kaum Mehrarbeit in der Phase der Problemanalyse.
4. VERA/S sollte sowohl zur korrektiven wie zur prospektiven Arbeitsgestaltung herangezogen werden. Bei korrektiven Gestaltungsmaßnahmen gibt der an den Kriterien der DIN-Norm "Grundsätze der Dialoggestaltung" /2/ orientierte Softwareteil des Arbeitsanalyseverfahrens Hinweise, wie die Software zu restrukturieren ist. Bei prospektiver Gestaltung bedarf es allerdings einiger Kreativität seitens der Softwareentwickler, die Ergebnisse von VERA/S-Analysen so weit zu operationalisieren, daß hieraus ein erster Systemvorschlag abgeleitet werden kann.
5. Mittels der in VERA/S integrierten Datenflußanalyse können Hinweise auf eine mögliche Integration von Aufgaben, die der jeweils untersuchten vor- bzw. nachgelagert sind, zum Zweck der Aufgabenanreicherung oder -mischung gewonnen werden.
6. Die Differenzierung zwischen planenden und ausführenden Anteilen der Arbeit in VERA/S gibt Hinweise darauf, wie die Arbeit zwischen Mensch und Rechner aufgeteilt werden kann.

Als wesentliche Aufgabe verbleibt, die Kluft zwischen Analyse von Arbeit und Gestaltung von Arbeit mit Dialogsystemen zu überbrücken. Die Verantwortung für die Gestaltung an die Benutzer zu delegieren, hilft dabei ebensowenig weiter, wie der Versuch, der in der arbeitswissenschaftlichen Literatur anzutreffen ist, ein alltägliches Problem der Softwareentwickler für wissenschaftlich unlösbar zu erklären. Erste Ansätze zu einem Brückenschlag sehen wir in VERA/S; neben dieses Verfahren sollten jedoch noch weitere treten, mit denen andere Kriterien von Arbeitsqualität erhoben und für die Softwareentwicklung operationalisiert werden können.

6 Literaturverzeichnis

- /1/ Brödner, P., D. Krüger u. B. Senf: Der Programmierte Kopf, Berlin 1981
- /2/ Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN 66 234, Teil 8. Bildschirmarbeitsplätze - Grundsätze der Dialoggestaltung (Entwurf), Berlin 1984
- /3/ Distaso, J.R.: Software-Management - A Survey of the Practice in 1980, Proceedings of the IEEE 68 (1980), S. 1103 - 1119
- /4/ Dzida, W.: Das IFIP-Modell für Benutzerschnittstellen. Office Management 31 (1983) Sonderheft, S. 6 - 8
- /5/ Hacker, W.: Psychische Beanspruchung bei Text- und Datenverarbeitungstätigkeiten an Bildschirmgeräten: Ermittlung und Gestaltung, Zeitschrift für Psychologie, Suppl. 5 (1983), S. 24 - 41
- /6/ Hildmann, M.: Untersuchung vorhandener und Entwicklung eines eigenen Modells der Gestaltungsebenen für Benutzerschnittstellen in rechnergestützten Systemen, Diplomarbeit, Technische Universität Berlin, Fachbereich Informatik, Berlin 1985
- /7/ Kubicek, H. et al.: Handlungsmöglichkeiten des Betriebsrats bei Rationalisierung durch Bildschirmgeräte und computergestützte Informationssysteme, Saarbrücken 1981
- /8/ Lehmann, M.M.: Programs, Life Cycles, and Laws of Software Evolution, Proceedings of the IEEE 68 (1980), S. 1060 - 1076
- /9/ Nake, F.: Schnittstelle Mensch-Maschine, Kursbuch 75 (1984), S. 109 - 118

- /10/ Nullmeier, E. u. K.-H. Rödiger (Ed.): Dialogsysteme in der Arbeitswelt, erscheint 1985
- /11/ Ortmann, G.: Der zwingende Blick. Personalinformationssysteme - Architektur der Disziplin, Frankfurt 1984

K.-H. Rödiger
Technische Universität Berlin
Institut für Angewandte Informatik
Skr. TEL 37
Ernst-Reuter-Platz 7
D-1000 Berlin 10