

Aufgaben- und nutzerorientierte Gestaltung rechnergestützter, kooperativer Arbeitssysteme in den indirekten Produktionsbereichen mittelständischer Maschinenbauunternehmen

Rainer Upmann, Aachen

Zusammenfassung: Die Schaffung humaner und wirtschaftlicher rechnergestützter Arbeitssysteme erfordert vom Softwaregestalter Kenntnisse über alle drei Gestaltungsdimensionen Organisation, Qualifikation und Technik. Es wird eine handlungstheoretisch begründete Vorgehensweise zur Analyse und (Neu-)Gestaltung von Standard-Anwendungs-Software vorgestellt, die wettbewerbswirtschaftliche, organisatorische, arbeitspsychologische und (software-)ergonomische Aspekte gleichermaßen berücksichtigt.

Einleitung

Die Arbeitsbedingungen des Menschen in rechnergestützten Arbeitssystemen werden maßgeblich von der Ausgestaltung der Software bestimmt /Skarpelis 1987, S.54ff./. Da Softwaregestaltung immer zugleich auch Arbeitsgestaltung bedeutet, müssen ihr umfangreiche Arbeitsanalysen vorausgehen. Die Schaffung humaner und zugleich wirtschaftlicher rechnergestützter Arbeitssysteme erfordert vom Software- bzw. Arbeitsgestalter Kenntnisse über alle drei Gestaltungsdimensionen (Organisation, Qualifikation, Technik) solcher soziotechnischen Systeme und deren wechselseitigen Abhängigkeiten. Dazu sind organisatorische, arbeitspsychologische und (software-)ergonomische Arbeitsanalysen notwendig. In der Vergangenheit richtete sich das Augenmerk bei der Softwareentwicklung vor allem auf technisch-funktionale Einzelaspekte, die Auswirkungen auf die Arbeitsorganisation und den Menschen blieben weitgehend unberücksichtigt.

Wie etliche Betriebsuntersuchungen zeigen, werden Mitarbeiter in der Konstruktion und Arbeitsvorbereitung klein- und mittelständischer Maschinenbauunternehmen bei ihrer Arbeit von der derzeit verfügbaren Standard-Anwendungssoftware aufgrund ihrer mangelnden Funktionalität und Benutzerfreundlichkeit nur unzureichend unterstützt. Folgen: Der angebotene Leistungsumfang der Standard-Software wird von diesen Unternehmen nicht vollständig genutzt; Ablauf- und Arbeitsorganisation sind z.T. aufgaben- und nutzerunangemessen. Sie orientieren sich nicht selten mehr an der begrenzten Funktionalität der verwendeten Standard-Software als an den Bedürfnissen der Nutzer der CAD/CAM/PPS-Systeme oder den Erfordernissen ihrer Arbeitsaufgaben. Dadurch entstehen unzweckmäßige und unwirtschaftliche Arbeitsabläufe, die ei-

nerseits lange Durchlaufzeiten hervorrufen und andererseits die Arbeitsteiligkeiten (insbesondere in den indirekten Bereichen) fördern.

Für die korrektive und prospektive Gestaltung von Standard-Anwendungssoftware rechnergestützter integrierter Arbeitssysteme kann eine Vorgehensweise gewählt werden, die vom Arbeits- und Betriebsorganisatorischen Computerzentrum (abc-Zentrum) des Forschungsinstitutes für Rationalisierung (FIR) und des Institutes für Arbeitswissenschaft (IAW) der RWTH Aachen entwickelt wurde und - entsprechend den o.g. Gestaltungszielen - wettbewerbswirtschaftliche, betriebsorganisatorische und handlungstheoretisch orientierte Gestaltungsaspekte gleichermaßen berücksichtigt (Abb.1). Diese Vorgehensweise wurde anhand von Betriebsuntersuchungen in den indirekten Produktionsbereichen zehn mittelständischer Maschinenbauunternehmen erprobt und weiterentwickelt¹⁾. Sie kann u.E. auch für die Software- und Arbeitsgestaltung von Anwendern aus anderen Branchen eingesetzt werden.

Zwölf-Stufen-Modell zur Gestaltung von Standard-Anwendungs-Software unter ganzheitlichen Aspekten

In der **ersten Stufe** sind die Zielgruppen und ihre Charakteristika anhand von Marktstudien grob zu bestimmen, für die die Software und damit die Arbeit gestaltet werden soll. Aus diesem Kreis ist eine repräsentative Stichprobe von Anwendern als Untersuchungsfeld zu gewinnen (z.B. Kunden des Softwareherstellers oder über Aufrufe in Fach- und Verbandspublikationen), die bereit sind, bei der Durchführung der betrieblichen Arbeitsanalysen und der Softwareentwicklung (z.B. im Rahmen der Evaluierung von Zwischenergebnissen) aktiv mitzuwirken.

Gegenstand der **zweiten Stufe** bildet die Untersuchung des Gesamtzusammenhangs, in dem die zu gestaltenden rechnergestützten Arbeitssysteme bei den beteiligten Unternehmen zu sehen sind. Dies umfaßt sowohl innerbetriebliche als auch überbetriebliche Handlungszusammenhänge (z.B. Organisationsstruktur und Wettbewerbsfaktoren), die durch Befragen betrieblicher Experten (Geschäftsleitung, Abteilungsleiter, Betriebsrat) anhand eines Interviewleitfadens festgestellt werden. Hieraus ergeben sich einerseits wichtige Rückschlüsse für die nachfolgende Erhebung der Arbeitsbedingungen (z.B. Wettbewerbsfaktor: u.a. kurze Lieferzeiten; Arbeitsbedingungen: u.a. Zeitdruck), andererseits erhält man Aufschluß über Randbedingungen, die bei den abzuleitenden Gestaltungsmaßnahmen aus Unternehmenssicht zu berücksichtigen sind. Kenntnisse über Unternehmensziele und wettbewerbswirtschaftliche Umfeldbedingungen erleichtern überdies auch die Wirtschaftlichkeit von Software- bzw. Arbeitsgestal-

1)Es handelt sich dabei um ein vom Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT), Referat Humanisierung des Arbeitslebens gefördertes Projekt (Förderkennzeichen: 01HK467)

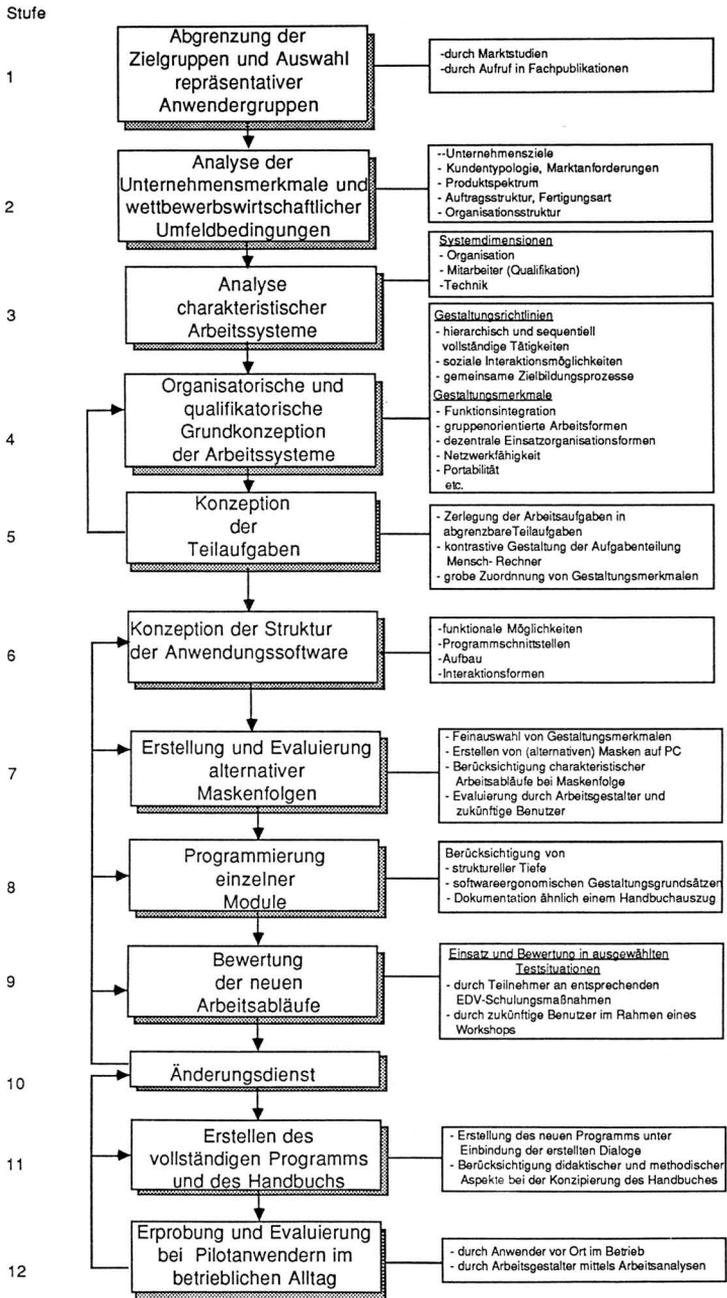


Abb.1: Vorgehensweise zur Gestaltung von Standard-Anwendungs-Software für rechnergestützte Arbeitssysteme unter ganzheitlichen Aspekten (in Anlehnung an Schreuder)

tungsmaßnahmen angemessen zu beurteilen, da sich eine ausschließlich an Kosten orientierte Wirtschaftlichkeitsrechnung in der Vergangenheit häufig als unzureichend bzw. unzutreffend erwiesen hat. Bedenkt man, daß hiervon die Akzeptanz betrieblicher Entscheidungsträger gegenüber der praktischen Umsetzung solcher Maßnahmen abhängt, sollten im Rahmen von Arbeitsanalysen auch solche Aspekte nicht unberücksichtigt bleiben.

Die Erörterung spezieller betrieblicher Problemkreise sowie die Auswahl und Abgrenzung von Betriebsbereichen, für deren Arbeitssysteme die Software (neu) zu gestalten ist, bildet den Abschluß der Stufe zwei.

Die **dritte Stufe** beinhaltet organisatorische, arbeitspsychologische und (software-)ergonomische Arbeitsanalysen (Abb. 2). Ziel des organisatorischen Analyseteils ist es, die Aufgaben der Mitarbeiter bzw. Arbeitssysteme, ihre Aufgabenerfüllungssituation und die Wechselbeziehungen zwischen den Arbeitssystemen zu analysieren.

Dazu wird die formelle Aufbauorganisation (Stellen, Aufgabengebiete, Stellenbeziehungen) anhand vorhandener Dokumente (Stellenbeschreibung, Funktionendiagramm, Organigramm etc.) untersucht und durch Expertengespräche (Geschäftsleitung, Abteilungsleiter) auf ihr Gültigkeit hin überprüft. Hieraus erhält man den formellen und informell legitimierten Rahmen, dem die Mitarbeiter bei ihrer Arbeitstätigkeit unterliegen. Die sich daran anschließende betriebsorganisatorische Aufgabenanalyse dient dem Zweck, den Arbeitsinhalt der Mitarbeiter aus den zu untersuchenden Betriebsbereichen vollständig und systematisch (geordnet nach den Aufgabenmerkmalen Objekt, Verrichtung und (Sach-)Ziel) im Rahmen eines strukturierten Interviews zu erfassen /Frese 1980, Sp.207ff./.. Der zeitliche Umfang der einzelnen Aufgaben relativ zur gesamten Arbeitstätigkeit der Mitarbeiter wird durch Befragen der Interviewpartner ermittelt. Eine mit der Aufgabenanalyse kombinierte Phasenanalyse gibt dem Arbeitsgestalter zugleich auch einen Überblick über Planungs-, Entscheidungs-, Ausführungs- und Kontrollanteile der erhobenen Arbeitsinhalte.

Die bedingungsbezogene Aufgabenerfüllungssituation wird durch Angaben über technisch und organisatorische Randbedingungen (Arbeitsauftragsvariabilität, technische Ausstattung im Arbeitssystem, Zeitbindung, Kooperation und Kommunikation etc.) bestimmt. Bei der Untersuchung rechnergestützter geistiger Arbeit kommt der Erhebung der Informationsbasis, die dem Handeln der Mitarbeiter zugrunde liegt, eine besondere Bedeutung zu. Zu diesem Zweck werden die Ein- und Ausgangsdaten je Arbeitssystem und Arbeitsaufgabe, ihre Datenträger sowie die am Arbeitsplatz archivierten Daten erhoben - mittels Beobachtungsinterview im Rahmen der Orientierungsphase und ggfs. mittels Selbstaufschreibung durch die Mitarbeiter in der Feinuntersuchungsphase.

Die Entscheidungskriterien bzw. Formalziele, die die Mitarbeiter ihren Handlungen zur Erreichung der Sachziele zugrunde legen, werden im Rahmen einer Entscheidungs-

Analyse-dimension	Analyse-gegenstand	Analyse-einheit	Analyse-verfahren	Analyse-methode
Organisation	Aufbau-, Ablauf- und Arbeitsorganisation	Unternehmung Abteilung Arbeitssystem	Organisations- und Informationsfluß-analyse	-Expertenbefragung -Dokumentenstudien
	Aufgaben	Arbeitssystem	betriebsorganisatorische Aufgabenanalyse	mündliche Befragung (strukturiertes Interview)
	Entscheidungskriterien Entscheidungsinterdependenzen	Arbeitssystem Unternehmen	Entscheidungsanalyse	-Beobachtungsinterview -Rekonstruktion
handlungstheoretisch orientierte Aspekte der Arbeitstätigkeit	Regulations-erfordernisse	Arbeitsaufgabe	VERA-G	Beobachtungsinterview
	Handlungskompetenz	Mitarbeiter	handlungsorientierte Qualifikationsanalyse	Fragebogen
	Wahrnehmung und Wertung der eigenen Arbeitstätigkeit	Mitarbeiter	Subjektive Arbeitsanalyse (SAA)	Fragebogen
Software-ergonomie	vorhandene Gestaltungsmerkmale	vorhandene Hard- und Software	objektive Hard- und Softwareanalyse	-Dokumentenstudium -Beobachtung
	Regulations-erfordernisse	Teilaufgabe (Mensch)	VERA-G	Beobachtungsinterview
	Regulationsbehinderung durch vorh. Software im Rahmen rechnergestützter Arbeitstätigkeiten	Arbeits-system	anwendungsorientiertes Arbeiten mit dem DV- System durch Arbeitsgestalter	-Beobachtung -Selbstaufschreibung
	subjektive Modelle von vorhandener Software	Mitarbeiter	subjektive Softwareanalyse	-Fragebogen
	systemtechnische Handlungskompetenz, individuelle Arbeitsweisen	Mitarbeiter	anwendungsorientiertes Arbeiten mit DV-Systemen durch Benutzer	Beobachtungsinterview
	Benutzerfreundlichkeit Mensch-Maschine Schnittstelle (MMS)	Arbeits-system	Subjektive Beurteilung der MMS unter Aspekten der softwareergonomischen Gestaltungsgrundsätze nach DIN 66234 Teil 8	Fragebogen

Abb.2: Arbeitsanalyzesystem zur Ermittlung aufgaben- und nutzerorientierter Gestaltungsmerkmale für rechnergestützte kooperative Arbeitssysteme.

analyse anhand von Beobachtungsinterviews und der Rekonstruktion betrieblicher Abläufe ermittelt. Daraus lassen sich zusammen mit den aufbau- und ablauforganisatorischen Daten die Entscheidungsinterdependenzen zwischen den Mitarbeiter bestimmen /Schreuder, Upmann 1988, S.280ff./. Hieraus ergeben sich Hinweise für mögliche Arbeitsgestaltungsmaßnahmen (Kooperationsmaßnahmen, Funktionsintegration etc.).

Die kognitiven Anforderungen, die die Arbeitsaufgaben an den Menschen stellen, werden mit Hilfe des VERA-G ermittelt /Resch 1987/. Sie sind im handlungstheoretischen Sinne ein Maß für die berufliche Persönlichkeitsförderlichkeit.

Die kognitiven Möglichkeiten der Mitarbeiter sowie deren Handlungskompetenz (d.h. Fach-, Sozial-, Methoden- und Lernkompetenz) allgemein werden im personenbezogenen Teil der handlungstheoretisch orientierten Arbeitsanalysen mit Hilfe eines Qualifikationsfragebogens erhoben.

Der erste Teil dieses Fragebogens enthält Fragen zur Aus- und Weiterbildung, zu ausgeübten beruflichen Tätigkeiten und ist vom Mitarbeiter selbst auszufüllen. Der zweite Teil beinhaltet jeweils mehrere Skalen zu den o.g. Dimensionen der Handlungskompetenz. Die Dimension Fachkompetenz wird beispielsweise anhand von jeweils mindestens fünf Skalen zu folgenden Wissensbereichen beurteilt:

- beruflich-fachliches Wissen,
- technologiespezifisches Wissen (CAD, NC etc.),
- informationstechnisches Wissen (z.B. EDV-Grundlagen) und
- systemtechnisches Wissen.

Das allgemeine und fachübergreifende Wissen wird durch Skalen zu den Dimensionen Sozial- und Methodenkompetenz erfaßt. Der zweite Teil des Fragebogens ist von den Mitarbeitern und deren Vorgesetzten auszufüllen. Der Qualifikationsfragebogen ist nicht dafür konzipiert, die Qualifikation der Mitarbeiter umfassend und detailliert zu bestimmen. Es lassen sich daraus aber Hinweise für den Umfang arbeitsorganisatorische Veränderungsmöglichkeiten (z.B. Vergrößerung der Arbeitsinhalte, Einführung autonomer Arbeitsgruppen) und den zeitlichen Horizont ihrer praktischen Umsetzbarkeit ableiten. Zudem bilden sie für den Personalentwickler eine aussagefähige Grundlage für eine gezielte Qualifikationsbedarfsanalyse.

Zur Erhebung der generellen Wahrnehmung und Wertung der Arbeitstätigkeit wird der Fragebogen zur Subjektiven Arbeitsanalyse (SAA) eingesetzt /Udris 1980/. Hieraus ergeben sich Anhaltspunkte darüber, inwieweit der Mitarbeiter die ihm übertragenen Arbeitsaufgaben redefiniert.

Die vorstehenden Arbeitsanalysen können auf konventionelle und rechnergestützte Arbeitssysteme gleichermaßen angewandt werden. In Unternehmen, in denen schon eine Rechnerunterstützung existiert, ist es sinnvoll, zusätzlich software-ergonomische

Arbeitsanalysen durchzuführen. Dabei steht die Frage im Vordergrund, inwieweit die eingesetzte Hard- und Software den Benutzer bei der psychischen Regulation seiner Arbeitstätigkeit einerseits unterstützt, andererseits dabei behindert.

Dazu ist die vollständige Aufnahme der angewandten Gestaltungsmerkmale²⁾ bei der eingesetzten Hard- und Software notwendig. Sie bestimmen in rechnergestützten Arbeitssystemen den Teil des objektiven Handlungsspielraums, der durch Technik beeinflusst wird /Heeg 1988/. Die Aufnahme der technischen Gestaltungsmerkmale erfolgt anhand des Studiums der Systembeschreibungen und durch selbständiges Arbeiten des EDV-erfahrenen Arbeitsgestalters mit den DV-Systemen.

Für die rechnergestützt durchzuführenden Arbeitsaufgaben ist im Rahmen einer Aufgabenfeinanalyse (direkt am Computer) zu untersuchen, welche Teilaufgaben vom Menschen, welche vom Rechner und welche im Dialog mit dem Rechner ausgeführt werden. Unter Anwendung von VERA-G werden dann die Regulationserfordernisse der Teilaufgaben des Menschen bestimmt. Wenn diese Regulationserfordernisse signifikant niedriger sind als die der dazugehörigen Arbeitsaufgabe, so deutet dies auf eine tayloristische Aufgabenteilung Mensch-Rechner hin.

Vom (software-)ergonomisch geschulten Arbeitsgestalter ist danach zu untersuchen, ob und ggfs. weshalb die mit den vorhandenen Gestaltungsmerkmalen festgelegten Ausführungsbedingungen des rechnergestützten Arbeitsablaufs im Widerspruch zur Zielerreichung stehen, d.h. Regulationsbehinderungen auftreten (vgl. Leitner u.a. 1987). Im einzelnen ist u.a. zu prüfen, ob

- die Aufgabenteilung Mensch-Rechner im Sinne der kontrastiven Arbeitsgestaltung /Volpert 1986/ ist (z.B. Vermeidung monotoner Arbeitstätigkeiten, d.h. Routinetätigkeiten mit Aufmerksamkeitsbindung),
- die Maskenfolge den logischen Arbeitsschritten bzw. den Teilzielplanungen des Menschen entspricht,
- der Informationsinhalt je Maske mit dem Informationsbedarf je Arbeitsschritt übereinstimmt (Vermeidung informatorischer Erschwerungen),
- die Art der Informationsdarstellung nicht den wahrnehmungspsychologischen Erkenntnissen widerspricht (Vermeidung informatorischer Erschwerungen),
- die Dialog- und Programmstruktur der Variabilität der Arbeitsaufträge und den Anforderungen des Arbeitsablaufes entsprechen (Vermeidung von Zusatzaufwand z.B. infolge starrer Dialogstrukturen) und

2) Hierunter sind gemäß den Gestaltungsdimensionen rechnergestützter Arbeitssysteme organisatorische, qualifikatorische und technische Realisierungsformen zu verstehen, deren Auswirkungen (bei Vorhandensein) im Hinblick auf bestimmte Systemgestaltungskriterien (z.B. die der DIN 66234 Teil 8) beurteilt werden sollen.

- die ergonomische Gestaltung der Eingabegeräte den Aufgaben- und Nutzeranforderungen genügen (Vermeidung motorischer Erschwerungen).

Es handelt sich hierbei um eine bedingungsbezogene Arbeitsanalyse, d.h. die Gestaltungsmerkmale der untersuchten DV-Systeme werden vom Arbeitsgestalter unter dem Aspekt (eines geübten Benutzers und) der damit auszuführenden Arbeitsaufgaben beurteilt.

Erst im personenbezogenen Analyseteil werden die Gestaltungsmerkmale im Hinblick auf ihr Eignung für den späteren Benutzerkreis bewertet. Dazu sind die subjektiven Modelle zu ermitteln, die die betrieblichen Nutzer von den eingesetzten DV-Systemen haben. Das benutzerindividuelle Wissen um Existenz und Nutzungsmöglichkeiten einzelner Gestaltungsmerkmale der DV-Systeme wird mit Hilfe eines Fragebogens erhoben. Der sachkundige Umgang der Benutzer mit einzelnen Gestaltungsmerkmalen kann mittels Beobachtungsinterview im Rahmen anwendungsorientierten Arbeitens mit dem DV-System festgestellt werden. Dabei lassen sich auch individuelle Arten der Arbeitsausführung erfassen. Sie geben dem Softwaregestalter u.a. Aufschluß darüber, ob und in welchem Ausmaß individuelle Anpassungsmöglichkeiten bei der Neu-/Umgestaltung der Standard-Anwendungssoftware vorzusehen sind.

Zum Abschluß der softwareergonomischen Arbeitsanalysen erhalten die Mitarbeiter die Gelegenheit, die Benutzerfreundlichkeit ihrer Dialogsysteme anhand eines Fragebogens (subjektiv) zu beurteilen. Der Erhebungsbogen enthält Fragen zu einzelnen, operationalen Gestaltungsaspekten, die aus den softwareergonomischen Gestaltungsgrundsätzen nach DIN 66234 Teil 8 abgeleitet worden sind. Die Antworten der Mitarbeiter geben dem Softwaregestalter gezielte Hinweise für die Eignung einzelner Gestaltungsmerkmale bzw. für den Entwicklungsbedarf neuartiger Gestaltungsmerkmale aus Nutzersicht.

Die ausgewerteten Analyseergebnisse der Stufen zwei und drei bilden die Grundlage für die Ableitung der Gestaltungsmerkmale. Eine Gestaltung von Standard-Anwendungssoftware unter ganzheitlichen Aspekten muß stets die möglichen Auswirkungen auf die drei Dimensionen Organisation, Technik und Qualifikation sowie deren Wechselwirkungen berücksichtigen. Der Gestaltungsprozeß hat sich dabei an den beiden obersten Gestaltungszielen Persönlichkeitsförderlichkeit und Wirtschaftlichkeit der Arbeitssysteme zu orientieren. Die Gestaltungsreihenfolge der Dimensionen bestimmt sich nach ihrer Wirkungsreichweite auf den Realisationsgrad der angestrebten Ziele. Demnach muß die Organisationsgestaltung der Softwaregestaltung grundsätzlich vorausgehen; parallel zu beiden sind entsprechende Qualifizierungskonzepte festzulegen (vgl. Fischer 1983, S.30ff). Wesentlichen Einfluß auf die Ausprägung der Aufbau-, Ablauf- und Arbeitsorganisation haben die wettbewerbswirtschaftlichen Umfeldbedingungen der Unternehmen. Vom Institut für Arbeitswissenschaft (IAW) der RWTH Aachen

durchgeführte Erhebungen /Schreuder 1989, Kruhöfer 1988/ haben ergeben, daß im Zeitraum von 1970 bis 1985 eindimensionale Organisationsstrukturen (z.B. Funktionalorganisation) zugunsten mehrdimensionaler (z.B. Matrix-Produktorganisation) abnehmen und zugleich funktionale Organisationsgliederungen zunehmend von produkt- oder kundenorientierten Strukturen abgelöst werden (als Folge der Anpassung an veränderte Anforderungen des Absatzmarktes). Parallel dazu hat sich die Arbeitsorganisation in einzelnen Abteilungen verändert. So konnte beispielsweise in den befragten Unternehmen eine Zunahme von gruppenorientierten Arbeitsformen zu Lasten von Einzelarbeitsplätzen festgestellt werden /Kruhöfer 1988, Schreuder 1989/. Dieser organisatorische Wandel hat nicht nur Veränderungen in der interpersonellen Aufgabenteilung zur Folge, auch die Betriebshierarchie, die vertikale und horizontale Verteilung der Entscheidungskompetenzen sowie der Kommunikations- und Kooperationsbeziehungen zwischen den Mitarbeitern wird davon beeinflußt - mit ihren Rückwirkungen auf die Anforderungen an die Software. Software-Gestalter müssen daher zu Beginn des Gestaltungsprozesses (**Stufe vier**) die organisatorische und qualifikatorische Grundkonzeption der Arbeitssysteme (in Zusammenarbeit mit Organisations- und Personalentwicklern) ermitteln. Dabei steht die Frage im Vordergrund, wie wettbewerbswirtschaftliche Anforderungen mit geeigneten Organisationskonzepten beantwortet werden können, die den Mitarbeitern zugleich persönlichkeitsförderliche Arbeitstätigkeiten eröffnen. Als Gestaltungsrichtlinie dient hier das Schaffen von vollständigen Tätigkeiten (im Sinne von Hacker /1987, S.31ff./), sozialer Interaktionsmöglichkeiten und von Arbeitsformen mit gemeinsamen Zielbildungsprozessen. Die zu gestaltende Software muß diese (arbeits-)organisatorischen Gestaltungsmerkmale unterstützen. Software-Gestalter haben auf dieser Gestaltungsebene Aspekte wie geeignete EDV-Nutzungsorganisationsformen (z.B. dezentraler Direktbetrieb), Netzwerkfähigkeit der Software, Portabilität von Programmen und Daten sowie Aufwärtskompatibilität von Programmiersprachen zu berücksichtigen /Schreuder 1988, S.89/ (Abbildung 2). Ihre Nichtbeachtung verschließt die Ausnutzung organisatorischer Gestaltungsspielräume.

Die **fünfte Stufe** umfaßt die Aufgabenteilung zwischen Mensch und Rechner und die Konzeption dieser Teilaufgaben. Als Gestaltungsleitlinie dient hier der Grundsatz, die durch die Grundkonzeption der Arbeitssysteme geschaffenen persönlichkeitsförderlichen Aufgabenmerkmale durch eine Rechnerunterstützung zu erhalten und zu fördern. Dem Nutzer sollten alle Teilaufgaben vorbehalten bleiben, die menschliche Fähigkeiten wie Planen, Bewerten, Lernen aus Erfahrung, Entwickeln von Lösungsstrategien und Heuristiken, Denken in Zusammenhängen fordern und fördern. Der Rechner sollte den Nutzer von Routineoperationen (z.B. Datensuche, -aufbereitung, -zusammenstellung und -ausgabe) entlasten, die insbesondere bei Aufmerksamkeitsbindung schnell zu

Sättigungserlebnissen und Fehlern in der Arbeitstätigkeit führen können. So müssen beispielsweise in der Praxis vom Konstrukteur häufig Änderungen an Einzelteilen einer Baugruppe vorgenommen werden (z.B. aufgrund von Kundenwünschen, technischen Fortschritts etc.), die wiederum Folgeänderungen an weiteren Bauteilen nach sich ziehen. Herkömmliche CAD-Systeme unterstützen den Nutzer bei den zeitraubenden Routineaufgaben wie das Zusammenstellen der notwendigen geometrischen und funktionalen Informationen, Erkennen der Tragweite und mechanische Ausführung der Folgeänderungen nur unzureichend. Hier kann beispielsweise eine regelbasierte Rechnerunterstützung zu einer persönlichkeitsförderlichen Arbeitsgestaltung beitragen. Mit Hilfe eines auf Konstruktionsregeln und technologischen Wissens aufbauenden, regelbasierten Systems können Folgeänderungen und deren Auswirkungen vom Rechner erkannt werden (Abb.3). Dem Nutzer bleibt die anspruchsvollere Aufgabe vorbehalten, die angezeigten Folgeänderungen gedanklich nachzuvollziehen und anhand vorgegebener Konstruktionskriterien geeignete Maßnahmen zu treffen. Die mechanische Aktualisierung der betroffenen Datensätze wird vom System ausgeführt. Aus der konzeptuellen Ausgestaltung der Teilaufgaben und der Qualifikation der Nutzer läßt sich die Struktur der Anwendungssoftware herleiten (**Stufe sechs**). Dazu zählen u.a. Funktionsumfang, Programmablaufstruktur, Interaktionsformen und Maskenaufbau. Besonderen Wert ist dabei auf die Einheitlichkeit der Benutzeroberflächen und Interaktionsformen zu legen. Gerade in persönlichkeitsförderlichen Arbeitsstrukturen wie z.B. autonomen Konstruktions- und Fertigungsinseln ohne verfestigte Aufgabenstrukturen werden Nutzer überfordert, wenn neben wechselnden Arbeitsaufgaben auch noch unterschiedliche Dialogsysteme beherrscht werden müssen. Das unter dem Schlagwort CIM propagierte Konzept der Rechnerintegrierten Produktion bedingt neben einer Daten- und Funktionsintegration auch eine Integration der verschiedenen Benutzerschnittstellen, wie es beispielhaft in Abbildung 3 dargestellt ist.

In der **siebten Stufe** werden alternative Maskenfolgen auf einem PC auf der Basis der ausgewerteten Arbeitsanalyseergebnisse erstellt, mit denen zukünftigen Nutzern charakteristische rechnergestützte Arbeitsschrittfolgen vorgestellt werden. Nach einer ersten Bewertung dieser Abläufe werden einzelnen Programmodule realisiert (**Stufe acht**). Die neuen Arbeitsabläufe werden unter vorgegebenen Testsituationen von Vertretern des zukünftigen Nutzerkreises evaluiert (**Stufe neun**). Es hat sich gezeigt, daß gerade Teilnehmer an EDV-Schulungsmaßnahmen hierbei eine Vielzahl von Gestaltungshinweisen geben, die der Lernförderlichkeit der Software dient /Schreuder 1988, S.89ff./

In der **zehnten Stufe** sind die aus den vorherigen Phasen gewonnenen Erkenntnisse in die Software umzusetzen, so daß schließlich das vollständige Programm erstellt werden kann (**Stufe elf**). Dieses sollte vor Markteinführung bei Pilotanwendern im be-

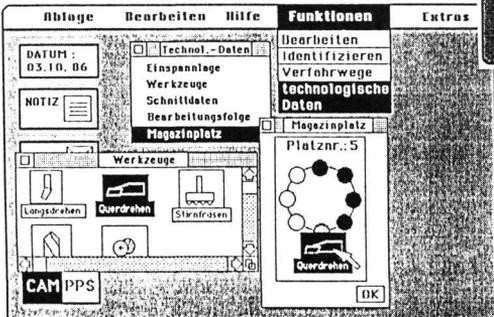
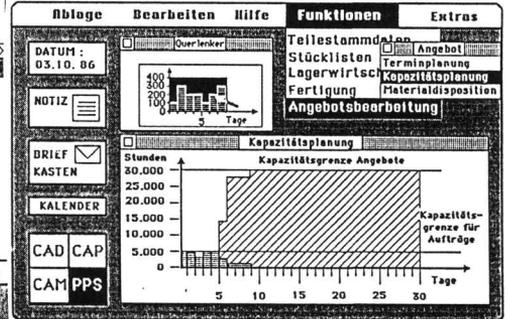
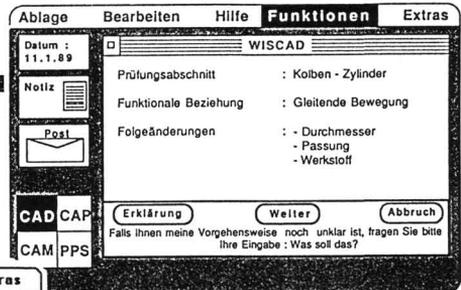
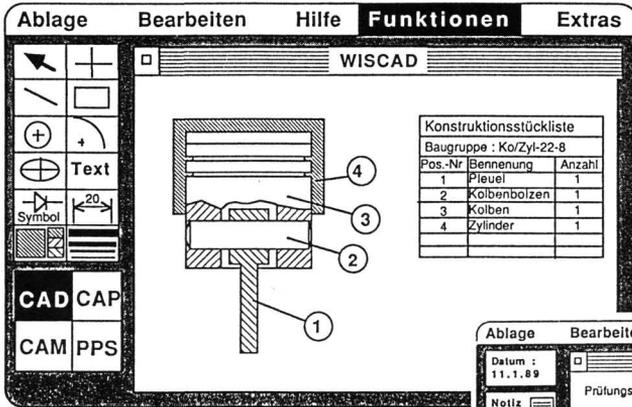


Abb. 3
Mögliche Benutzeroberfläche eines integrierten CAD/CAP/CAM/PPS - Systems

trieblichen Alltag unter realen Bedingungen getestet werden (**Stufe zwölf**), um den zukünftigen Nutzern nachträgliche Releases zu ersparen.

Literatur

- Fischer, G.: Entwurfsrichtlinien für die Software-Ergonomie aus der Sicht der Mensch-Maschine-Kommunikation, in: Balzert (Hrsg.) Software-Ergonomie 1983, Stuttgart 1983, S.30-48.
- Frese, E.: Aufgabenanalyse und -synthese, in: Handwörterbuch der Organisation, Hrsg. v. Grochla, E., 2.Aufl., Stuttgart 1980, Sp.207-217.
- Hacker, W.: Software-Ergonomie, Gestalten rechnergestützter geistiger Arbeit!?, in: Schönplflug, W.; Wittstock, M. (Hrsg.), Software-Ergonomie '87, Nutzen Informationssysteme dem Benutzer?, Stuttgart 1987, S.31-54.
- Heeg, F.-J.: Empirische Software-Ergonomie, Zur Gestaltung benutzergerechter Mensch-Computer-Dialoge, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo 1988
- Kruhöfer, S.: Der Einfluß von CIM auf Aufbau- und Arbeitsorganisation sowie Mitarbeiterqualifikationen in mittelständischen Unternehmen, Diplomarbeit am Institut für Arbeitswissenschaft (IAW) der RWTH Aachen, Aachen 1988
- Leitner, K. u.a.: Analyse psychischer Belastung in der Arbeit-Das RHIA-Verfahren, Köln 1987.
- Resch, M.: Die Handlungsregulation geistiger Arbeit, Dissertation TU-Berlin, Berlin 1987.
- Schreuder, S.: Arbeitswissenschaftliche Gestaltungsmöglichkeiten der rechnergestützten Arbeit in der Konstruktion, Dissertation RWTH Aachen, Aachen 1988.
- Schreuder, S.: Organisatorische Einbindung des Menschen in die Fabrik von morgen, in: Bundesvereinigung der Deutschen Arbeitgeberverbände (Hrsg.); Schriftenreihe: Leistung und Lohn, Köln 1989, im Druck

Schreuder, S.; Upmann, R.: CIM-Wirtschaftlichkeit, Vorgehensweise zur Ermittlung des Nutzens einer Integration von CAD, CAP, CAM, PPS und CAQ, Köln 1988.

Skarpelis, C.: Software gestalten heißt Arbeitsbedingungen gestalten, in: Fähnrich, K.-P. (Hrsg.), State of the Art, Nr.5, Softwareergonomie, München 1987, S.54-71.

Udris, I.: Fragebogen zur subjektiven Arbeitsanalyse, Lehrstuhl für Arbeits- und Betriebspsychologie an der ETH Zürich, Zürich 1980.

Volpert, W.: Kontrastive Analyse des Verhältnisses von Mensch und Rechner als Grundlage des System-Design, in: IfHA-Berichte Nr.11, Berlin 1986, S.1-16.

Rainer Upmann

Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt.Ing.

Wiss. Mitarbeiter am Arbeits- und Betriebsorganisatorischen Computerzentrum des Forschungsinstitutes für Rationalisierung und des Institutes für Arbeitswissenschaft der RWTH Aachen

Pontdriesch 14-16

5100 Aachen