

edv aspekte

3|90

Herausgegeben
von der Redaktion
rechentechnik
datenverarbeitung
DDR 5.00 DM

Menschliche Faktoren bei der Gestaltung von **Informations- systemen**

Hochschule für Verkehrswesen
„Friedrich List“

Sektion Prozeßautomatisierung
WB Informatik/Rechenzentrum (VB 14220)
Friedrich-List-Platz 1, Dresden 8010
Postanschrift: Postschließfach 103, Dresden 8072

Handwritten signature and date:
19. 7. 93 Hg

1331 3
HEV 14220
157 208 875

Prof. Dr. Roland Traunmüller: Systemanalyse als Kunst, Handwerk und Methodenlehre	2	Проф., д-р Роланд Траунмюллер: Системный анализ как искусство, ква- лификация и методическое учение	2
Dr. Margit Falck: Analyse der sozialen Organisation als Methodik zur Systemgestaltung	7	Д-р Маргит Фальк: Анализ социальной организации как методика построения системы	7
Prof. Dr. Hans-Erik Nissen: Verantwortung und Mitwirkung bei der Informationssystem-Entwicklung	10	Проф., д-р Ханс-Эрик Ниссен: Ответственность и содействие при разработке информационных систем	10
Prof. Dr. Winfried Hacker, Evelin Mül- ler, Edelgard Schwarzer: Aufgabenanalyse, -bewertung und -gestaltung – ein Hilfsmittel	17	Проф., д-р Винфрид Хакер, Эвелин Мюллер, Эдельгард Шварцер: Анализ, оценка и формулировка за- дач – вспомогательный инструмент	17
Prof. Dr. Wolfgang Belke: Systementwurf, Systementwurfsmetho- dologie – Prinzipien und Positio- nen	21	Проф., д-р Вольфганг Бельке: Проектирование и методика проек- тирования систем – принципы и по- зиции	21
Prof. Dr. Klaus Fuchs-Kittowski: Systemgestaltung, Arbeits- und Orga- nisationsgestaltung	24	Проф., д-р Клаус Фукс-Киттовски: Разработка систем, планирование и организация работ	24
Dr. Wolfgang Schiemetz: Orgware-Nutzer-Schnittstelle für com- puterintegrierende soziale Systeme	29	Д-р Вольфганг Шиментц: Интерфейс оргсредства-пользователь для социальных систем с интегриро- ванной ЭВМ	29
Prof. Dr. Jerzy Flakowski: Nutzerorientierte Arbeitsplatzstatio- nen in verteilten Systemen	32	Проф., д-р Ежи Флаковски: Ориентированные на пользователя рабочие станции в распределенных системах	32
Prof. Dr. Hinrich Bonin: Behandlung unscharf formulierter Anforderungen	38	Проф., д-р Хинрих Бонин: Обработка нечетко сформулирован- ных задач	38
Dr. Waltraud Gebhardt: Datensicherheit in Datenbanken – Einflüsse menschlicher Faktoren	46	Д-р Вальтрауд Гебхардт: Защита данных в банках данных – влияние человеческих факторов	46
Prof. Dr. Werner Strombach: Probleme einer Technikbewertung	50	Проф., д-р Вернер Штрэмбах: Проблемы оценки техники	50
Prof. Dr. Milos Lansky: Automatische Anpassung an den kognitiven Stil des Benutzers	54	Проф., д-р Милош Лански: Автоматическая адаптация к опозна- вательному стилю пользователя	54
Prof. Dr. Reinhold Schönefeld: Einfluß der objektorientierten Pro- grammierung auf Softwaresysteme	57	Проф., д-р Райнхольд Шёнефельд: Влияние ориентированного на объ- ект программирования на системы программного обеспечения	57
Prof. Dr. Jaak Tepandi: Menschliche Faktoren bei der Validie- rung von Expertensystemen	61	Проф., д-р Яаак Тепанди: Человеческие факторы при введении экспертных систем	61

Prof. Dr. Roland Traunmüller: Systems analysis as an art, craft and methods theory	2	Prof. Dr. Roland Traunmüller: Systems analysis as an art, craft and methods theory	2
Dr. Margit Falck: Analysis of social organisation as an approach to system design	7	Dr. Margit Falck: Analysis of social organisation as an approach to system design	7
Prof. Dr. Hans-Erik Nissen: Responsibility and cooperation in de- veloping information systems	10	Prof. Dr. Hans-Erik Nissen: Responsibility and cooperation in de- veloping information systems	10
Prof. Dr. Winfried Hacker, Evelin Müller, Edelgard Schwarzer: Task analysis, task valuation and task design—an auxiliary tool	17	Prof. Dr. Winfried Hacker, Evelin Müller, Edelgard Schwarzer: Task analysis, task valuation and task design—an auxiliary tool	17
Prof. Dr. Wolfgang Belke: Draft system, draft system methodo- logy—principles and positions	21	Prof. Dr. Wolfgang Belke: Draft system, draft system methodo- logy—principles and positions	21
Prof. Dr. Klaus Fuchs-Kittowski: System design, work design and orga- nisation design	24	Prof. Dr. Klaus Fuchs-Kittowski: System design, work design and orga- nisation design	24
Dr. Wolfgang Schiemetz: Orgware-user interface for computer- integrating social systems	29	Dr. Wolfgang Schiemetz: Orgware-user interface for computer- integrating social systems	29
Prof. Dr. Jerzy Flakowski: User-oriented workstations in distri- buted systems	32	Prof. Dr. Jerzy Flakowski: User-oriented workstations in distri- buted systems	32
Prof. Dr. Hinrich Bonin: Dealing with vaguely described re- quirements	38	Prof. Dr. Hinrich Bonin: Dealing with vaguely described re- quirements	38
Dr. Waltraud Gebhardt: Data security in databases – coping with the human factor	46	Dr. Waltraud Gebhardt: Data security in databases – coping with the human factor	46
Prof. Dr. Werner Strombach: Problems involved in hardware assessment	50	Prof. Dr. Werner Strombach: Problems involved in hardware assessment	50
Prof. Dr. Milos Lansky: Adapting automatically to user's cognitive style	54	Prof. Dr. Milos Lansky: Adapting automatically to user's cognitive style	54
Prof. Dr. Reinhold Schönefeld: The influence object-orientated pro- gramming has on software systems	57	Prof. Dr. Reinhold Schönefeld: The influence object-orientated pro- gramming has on software systems	57
Prof. Dr. Jaak Tepandi: Human factors in validating expert systems	61	Prof. Dr. Jaak Tepandi: Human factors in validating expert systems	61

edv aspekte

9. Jahrgang 3/1990

W. Verlag Die Wirtschaft Berlin
GmbH i. A.
Am Friedrichshain 22 Berlin 1055
Verlagsdirektor: Dieter Grüneberg

edv-aspekte
Zeitschrift für spezielle Themen
der Informationsverarbeitung,
herausgegeben von der Redaktion
rechentechnik/datenverarbeitung,
1055 Berlin, Am Friedrichshain 22
Chefredakteur: Franz Loll 4 38 73 41
Redakteurin: Claudia Schulz 4 38 73 16
Sekretariat: 4 38 72 33
Fernschreiber: 114 566
FAX: 4361249
Titelgestaltung: Marlies Hawemann
Redaktionsschluß: 01. 06. 1990

edv-aspekte
Erscheinungsweise vierteljährlich zum
Bezugspreis
DDR 5,00 DM je Heft
EDV-Artikel-Nr. 1331
Satz: Verlag Die Wirtschaft, Berlin
Druck: DRUCKZENTRUM BERLIN
Druckerei- u. Verlags-GmbH i. G.

Anzeigenannahme:
Verlag Die Wirtschaft
Abteilung Anzeigen
Am Friedrichshain 22
Berlin 1055
Tel.: 4 38 72 76

Anzeigenverwaltung und
Verlagsrepräsentant
für die BRD, Österreich und die Schweiz:
Reclame + Kommunikation Max J. Lang
c/o Personalberatung Geest
Sarenweg 130
2000 Hamburg 65
Tel.: 0 40/6 07 00 53
FAX: 040/6071355

Bestellungen nehmen entgegen:
Sämtliche Postämter, der örtliche
Buchhandel und der Verlag Die Wirtschaft.

Inkasso-Zeitraum:
vierteljährlich

Im Ausland:
Bestellungen außerhalb der DDR sind an
den zuständigen Postzeitungsvertrieb bzw.
örtlichen Buch- und Zeitschriftenhandel zu
richten.
Bestellungen des Buch- und
Zeitschriftenhandels nimmt der Verlag Die
Wirtschaft entgegen.
Vervielfältigungen dieser Ausgabe oder
rechtlich geschützter Beiträge nur mit
Genehmigung des Rechtsinhabers und
Quellenangabe.

Menschliche Faktoren bei der Gestaltung von Informationssystemen

Ein informationsverarbeitendes System ist nicht Selbstzweck, sondern es wird entworfen und eingeführt, um die Effizienz und Effektivität einer Organisation zu erhöhen. Dies kann auf verschiedene Art und Weise erfolgen. Ein Weg besteht zum Beispiel darin, den Prozeß der Entscheidungsfindung zu verbessern. Dieser Vorgang ist besonders eng mit dem Menschen verbunden. Dies wird deutlich sichtbar, wenn man Entscheidungsfindung als einen Prozeß des Problemlösens betrachtet und dabei die Phasen der Einsicht, des Entwurfes und der Auswahl unterscheidet.

Mit der raschen Entwicklung der Computertechnik verschiebt sich nun beständig die Grenze zwischen dem Bereich, der nur vom Menschen, ohne jede Computerunterstützung, zu bearbeiten ist und dem Bereich, wo dies möglich ist so, daß letzterer immer größer wird. Diese Grenzverschiebung wird von steigenden Erwartungen auf der einen Seite und Frustrationen auf der anderen begleitet, wobei die Menschen Aktivatoren, Beteiligte oder Betroffene sein können. Vertreter mehrerer Fachgebiete erforschen interdisziplinär die verschiedenen Aspekte der Wechselwirkung von Mensch und Computer. In diesem Zusammenhang sind folgende Forschungsrichtungen bzw. Zielstellungen zu nennen, ohne dabei eine Vollständigkeit anzustreben:

– Die *kognitive Ergonomie* beschäftigt sich u. a. mit der Analyse von Aufgaben, mit Aufgabenmodellen, der Analyse und Modellen des Nutzers, kognitiven Modellen, der Psychologie des Programmierens, Lern- und Leistungsmodellen und Interaktionsmodellen.

– Die Forschungen zur *Kooperativen Arbeit und zur Gruppenarbeit* beziehen sich auf die Methoden für den kooperativen Entwurf und die Erfassung der Anforderungen, auf konkurrente Multinutzersysteme, Multimediensysteme und die Psychologie der Gruppenarbeit.

– Die Forschungen zum *Einfluß des Computers auf das Verhalten des Menschen* betreffen Probleme seiner Ausbildung und der Nutzerunterstützung, der Einstellung des Nutzers und der Akzeptanz durch Nutzer und Organisationen.

– Die Arbeiten zum *Entwurf und zur Bewertung der Mensch-Computer-Interaktion* untersuchen formale Methoden, Methoden zur Erfassung von Anforderungen, das Entwerfen und Entwickeln von Prototypen, die Nutzerbeteiligung, Unterstützung für Programmierer und Nutzer, den Entwurf von Dialogen u. a. m.

Im Rahmen ihres Technischen Komitees 8 (Informationssysteme) schuf sich deshalb die IFIP eine Arbeitsgruppe mit der Bezeichnung „Menschliche Faktoren bei der Analyse und Gestaltung von Informationssystemen“, die von Herrn Prof. Dr. R. Traunmüller von der Johannes Kepler Universität Linz geleitet wird. Nach vorangegangenen Beratungen u. a. in Linz (1986) und am Imperial College in London (1988) veranstaltete die Arbeitsgruppe gemeinsam mit der Sektion Informatik der Technischen Universität „Otto von Guericke“ Magdeburg vom 29. 1. bis 2. 2. 1990 einen Workshop in Bad Suderode (Harz). Mit der Wahl eines Tagungsortes in der DDR gelang es, Wissenschaftler aus West und Ost am Konferenztisch zusammenzuführen. Dadurch, daß die aus sieben Staaten kommenden Teilnehmer in verschiedenen Gebieten tätig sind und in unterschiedlichen Arbeitsrichtungen forschen, war ein breiter interdisziplinärer Gedankenaustausch gewährleistet.

Im vorliegenden Heft und in folgenden Ausgaben der rechentechnik/datenverarbeitung wird eine Auswahl der Beiträge dieser Veranstaltung vorgelegt.

Prof. Dr. Franz Stuchlik

edv-aspekte 3/1990 1

*direkt
empfehlenswert!*

**MAIER'S
SOFTWARE
DIREKT**

Fachzeitschrift über marktrelevante Software
für den professionellen PC-Benutzer.
Erscheint alle 3 Monate für jeweils 12,- DM.
Der Verlag Die Wirtschaft vertreibt
ab September 1990 in Zusammenarbeit mit der
Software direkt GmbH Stuttgart diese Zeitschrift.

Ihre Bestellungen
richten Sie bitte an den
Verlag Die Wirtschaft
Berlin GmbH
Am Friedrichshain 22,
Berlin, 1055

Auf Wunsch
senden wir Ihnen
ein kostenloses
Probeexemplar zu.

Systemanalyse als Kunst, Handwerk und Methodenlehre

Prof. Dr. Roland Traunmüller
Johannes Kepler Universität Linz (Österreich)

Abstrakt: Betrachtet wird der Begriff der Systemanalyse, deren wichtige Stellung in der Gestaltung von Informationssystemen wie auch der Wandel im Laufe der informationstechnischen Entwicklung. Dabei werden die jeweiligen Dekaden der Informationsverarbeitung in jeweiliger Sicht der Systemanalyse verfolgt und reflektiert. So reichen die Leitbilder von Kunst und handwerklichem Können über Methodenentwicklung, ingenieurtechnische Verfahren und Werkzeuge bis hin zur Gestaltungskunde. Dargestellt wird die Entwicklung auf verschiedenen Ebenen, so die jeweilige Einstellung zur Problemlösung, die Konzepte der Modellbildung, technische Hilfsmittel wie insbesondere rechnergestützte Werkzeuge sowie die Bezüge zu Benutzer und Organisation.

Systemanalyse im Wandel

Die Infragestellung des Terminus technicus „Systemanalyse“

„Totgesagte leben lang“ könnte man beginnen. Denn vom Anfang der elektronischen Datenverarbeitung an gab es den Systemanalytiker und von Anfang an war die Bezeichnung Systemanalyse umstritten.

Dies begann mit dem Namen – werden doch mit der Bezeichnung *Analyse* die wesentlichen synthetischen Aspekte der Tätigkeit verschwiegen.

Mit dem Aufkommen des Softwareengineerings kam Kritik vom Methodischen her – glaubte man doch damals die Tätigkeit des Systemanalytikers als Anfangsphase des Softwarelifecycle vereinnahmen zu können.

Außerdem ist heutzutage der Terminus *Analyse* irreführender denn je – kommen doch mit zunehmender Größe und Komplexität Systeme wie auch aufgrund einer breiteren Palette an informationstechnischen Möglichkeiten immer vielfältigere Lösungsvarianten ins Spiel und lassen gestalterische, synthetisch kreative Gesichtspunkte stärker hervortreten als jemals zuvor.

Eigentlich müßte somit der Terminus Systemanalyse tot sein. Und trotzdem sind die Inseratenseiten der Zeitungen übersät mit Anzeigen „Systemanalytiker

gesucht“. Und noch kaum einer aus dem angesprochenen Personenkreis hat auf diese werbewirksame Bezeichnung deshalb verzichtet, weil darin der kreative synthetische Aspekt seiner Arbeit zu wenig angesprochen gewesen sei. Diese Diskrepanz kann nur damit erklärt werden, daß Sicht und Tätigkeit der Systemanalytiker wichtige und unverzichtbare Aspekte in die Problembeurteilung einbringen, auf die man auch künftig nicht verzichten möchte. Man könnte daraus schließen, daß im beruflichen Profil des Systemanalytikers Wesentliches an Qualifikation implizit sichergestellt ist, worauf die Praxis nicht verzichten kann. Gütesiegel und Markenname erweisen sich wichtiger als die Korrektur einer sprachlich irreführenden Bezeichnung: die normative Kraft des Faktischen hat sich durchgesetzt.

Die Stadien der Systemanalyse

Sicht und Selbstverständnis der Systemanalyse waren einem stetigen Wandel unterworfen. Auch wenn die Übergänge fließend sind, kann in etwa jedes Jahrzehnt der Datenverarbeitung einer anderen Sicht zugeordnet werden:

- Die 50er: Stadium I – Systemanalyse als Kunst
- Die 60er: Stadium II – Systemanalyse als Handwerk
- Die 70er: Stadium III – Systemanalyse als Methodenlehre
- Die 80er: Stadium IV – Systemanalyse als Ingenieurtechnik
- Die 90er: Stadium V – Systemanalyse als Gestaltungskunde.

Der Wandel im Selbstverständnis des Systemanalytikers

Am Anfang empfand sich der Systemanalytiker vor allem als Künstler. Gleich den alten Alchemisten verstand er sich auf die Kunst der *complexio oppositorum* und vermochte die Gegensätze zu vermählen: nämlich eine sehr wenig anwenderfreundliche Technik mit sehr wenig technikverständigen Benutzern und Organisationen. Dem folgt eine Periode, in der die Systemanalyse als Handwerk gesehen wurde, das nach alter Art bei einem

Meister gelernt werden mußte. Naturgemäß zog sich dies lange hin und war kein leichtes Unterfangen – Lehrjahre sind keine Herrenjahre.

Immer stärker wurde die Vorgehensweise des Systemanalytikers in verallgemeinerter Weise und losgelöst von Person und individuellem Fall betrachtet. Dies mündete in ein neues Verständnis der Tätigkeit: Systemanalyse als Anwendung von Methoden.

Die Methoden wurden verbessert und deren Hilfsmittel zu Werkzeugen ausgebaut. Der Rechner selbst kam verstärkt als Träger dieser Unterstützung ins Spiel: Systemanalyse als Ingenieurtechnik.

Nun ermöglicht die Plastizität der Informationstechnik neue Wege. Weniger als früher ist man einer machbaren technischen Lösung auf Gedeih und Verderb ausgeliefert. Vielmehr gibt es ein weites Spektrum technisch möglicher Lösungen, die in Frage kommen. Damit kann man stärker als bisher auf spezifische Bedürfnisse und Anliegen der jeweiligen Benutzergruppen und Organisationsstrukturen eingehen: Systemanalyse als Gestaltungskunde.

Im Grund läuft es immer wieder auf eine Balance *Technik – Organisation – Benutzer* hinaus. Bei all dem Wechsel und der verschiedenen Akzentsetzungen ist sich die Systemanalyse in ihrem zentralen Anliegen gleich geblieben: mit Augenmaß und in einem Ausgleich verschiedener Gesichtspunkte die Nutzung von Informationstechnik möglich zu machen.

Differenzierung des Schemas

Im weiteren Verlauf soll die Betrachtung über verschiedene Ebenen geführt werden. Diese sind im einzelnen:

- die grundlegende Sicht des Systemanalytikers und seine Einstellung zur Lösung des Anwenderproblems;
- die Modellbildung als methodisches Vorgehen in der Systemanalyse;
- die technischen Hilfsmittel zur Durchführung der Tätigkeit, insbesondere rechnergestützte Werkzeuge;
- der Bezug zum und die Haltung gegenüber dem Benutzer;

– die Einbindung der informationstechnischen Lösung in die Organisation.

Wie alle Schemata stellt dies einen jeweiligen Idealtypus dar. In der Realität lebt Altes noch lange weiter und kündigt sich Neues früh an, womit die zeitlichen Abgrenzungen in Dekaden *cum grano salis* zu verstehen sind.

Ein Caveat zum Schema ist auch allgemein angebracht. Jede Einteilung gaukelt eine Einfachheit vor, welche der Wirklichkeit mit ihren vielen Bezügen und wechselseitigen Beeinflussungen nicht gerecht werden kann. Ein Beispiel dafür ist die Betrachtung in Ebenen. Sie berücksichtigt zu wenig, daß jeder Fortschritt auf einer Ebene Entwicklungen auf anderen anstößt. Somit ergeben sich Rückkoppelungen, die katalytisch die Entwicklung beschleunigen: So bestimmt die Problemsicht stark die Entwicklung der anderen Ebenen wie Technik und Organisationsbezug; sie wird ihrerseits aber auf längere Sicht wieder von diesen geprägt.

Stadium I: Systemanalyse als Kunst

Problemsicht

Im ersten Stadium war das Vorgehen stark dem Künstler vergleichbar. Individualität der Methode war selbstverständlich – einzige Maxime des Vorgehens war die Zielerreichung bei sonstiger völliger Freiheit in der Wahl der Mittel.

Betrachtet man die Problemsicht als Metaebene des Vorgehens, muß man feststellen, daß das Verständnis oft intuitiv verfolgt ist und viele Faktoren nur implizit berücksichtigt wurden. Es kam nur darauf an, trotz aller stringenter Beschränkungen, die durch die damalige Computertechnik vorgegeben waren, letztlich zu einem lauffähigen Programm zu kommen.

Modellbildung

In diesem frühen Stadium der Entwicklung waren Analyse und Programmierung noch kaum getrennt. Meist waren sie völlig ineinander verwoben und von ein und derselben Person durchgeführt. Diese Vorgehensweise forderte vom Systemanalytiker eine große geistige

Spannweite. Hatte er doch zugleich die Analyse des bestehenden Systems durchzuführen und den Entwurf des neuen Systems zu machen. Das erforderte einerseits ein Erfassen des bestehenden Systems in Termini des Anwendungsgebietes, während andererseits zugleich das neu zu entwickelnde System bereits in programmnahe Notation gedacht werden mußte. So ist es nicht verwunderlich, daß abgesehen von allen anderen technischen Begrenzungen allein dadurch die bewältigbare Problemgröße bescheiden bleiben mußte.

Hilfsmittel

Hilfsmittel für die Beschreibung des bestehenden und künftigen Systems waren einfache Diagramm-, Matrix- und Flußbildtechniken. Alles geschah eher skizzenhaft, da wegen der Durchführung von Analyse und Programmierung durch ein und dieselbe Person kein großer Kommunikationsbedarf bestand. Manche Darstellungsform war nicht viel mehr als eine individuell verständliche Skizze.

Benutzer

Die Abläufe der Datenverarbeitung wurden in Rechenzentren in hermetischer Abschirmung vom Benutzer durchgeführt. Der Benutzer war Abnehmer der Information, weitab von der Produktion – ein Zustand den beide, EDV-Leute wie Benutzer, gleichsam für natürlich hielten.

Ähnliches galt für die Planung. In der Ist-Analyse wie auch für die Beschreibung der Anforderungen des künftigen Systems kam dem Benutzer nur eine eingeschränkte Funktion zu. Bezüglich Ist-Analyse und Anforderungen machten sich die Systemanalytiker der frühen Generation gerne selbst ein Bild vor Ort, für die Vorgaben des Soll-Konzeptes beschränkte man sich auf Gespräche mit der Direktionsebene. Man war autark – so weit es irgendwie nur möglich war.

Organisation

In Hinblick auf die Organisation war maximale Abschottung von Technik und Organisation die Regel. Der

Grundsatz „gute, Zäune – gute Nachbarn“ hielt viele Probleme fern, konnten doch die Anwender für sich (meist 1:1 umgestellt und daher fast wie bisher) arbeiten und auch das Rechenzentrum vom Anwender unbehelligt sich der Produktion von Listen (man nannte es Information) hingeben.

Stadium II: Systemanalyse als Handwerk

Problemsicht

In den 60er Jahren mußte das im vorhergehenden Abschnitt geschilderte, durch Individualität und Autarkie gekennzeichnete Problemlösungsverfahren zugunsten neuer Wege aufgegeben werden. Wollte man größere Vorhaben verwirklichen, mußten sinnvolle Aufteilungen gefunden werden. Wohldefinierte Rollen und Kommunikationswege waren dadurch vonnöten.

Die strikte Abtrennung der Systemanalyse und Programmierung als zwei streng getrennte Vorgänge waren eine dieser Möglichkeiten. Der weite Bogen vom Problem zum Programm wurde dadurch in zwei Bögen unterteilt. Für beide Bereiche kamen unterschiedliche Denkweisen – problemnahe bzw. programmnahe – zum Zug, was das Arbeiten effizient machte. Zudem kam diese Rollenteilung der psychologischen Disposition von Datenverarbeitungsfachleuten entgegen: der eine konnte sich auf den *Übersetzungsvorgang* eines Anwenderproblems in ein EDV-Problem konzentrieren, der andere konnte mit seinen Gedanken in maschinennaher Denkweise verbleiben.

Modellbildung

Die Modellbildung wurde durch Mitarbeit an Projekten in Art eines Handwerkes erlernt. Primäre Lernquellen waren Projektteilnahme und Fehlererfahrung. „Wer nicht geschunden wird, wird nicht erzogen“ war die Maxime der Aneignung. Da dies für Außenstehende kaum nachvollziehbar war und zudem bei den Adepten zu einem elitären Bewußtsein führte, baute sich das Image der Systemanalytiker mächtig auf.

Hilfsmittel

Durch die Aufteilung auf mehrere Personen wurde der Einsatz von standardisierten Notationen notwendig. Zugleich erforderten die größeren Systeme verstärkt technische Hilfsmittel zur Gestaltung. Fragebögen, Checklisten und verbesserte grafische Beschreibungsmittel sind Beispiele dafür. Erste Versuche, in Anlehnung an die COBOL-Entwicklung mit PSL/PSA eine Problembeschreibungssprache zu definieren, stehen am Ende der 60er Jahre und leiten zur nächsten Dekade über.

Benutzer

Durch den immanenten Taylorismus wurde nun auch dem Benutzer eine größere Rolle in der EDV-Entwicklung zugeschanzt. Dies galt besonders für den Benutzer als Informationslieferant. Was Aufgaben, Abläufe und Informationsflüsse im bestehenden System betraf, war deren Dokumentation im Rahmen der Ist-Zustandsanalyse gar nicht anders möglich als dadurch, daß es gelang, die Benutzer stark zu involvieren. Die Kunst der Benutzermotivation gehörte zu allen Zeiten zum Arkanwissen erfolgreicher Systemanalytiker. Zugleich erkannte man, daß es den *typischen Benutzer* nicht gab, sondern in jedem Fall mit vielen expliziten und impliziten Benutzern der Informationstechnik zu rechnen war. Allerdings muß zum Thema Aufwertung der Benutzer noch eine Randbemerkung gemacht werden. Vielfach gingen diese Erkundigungen in einer Form professioneller Überheblichkeit vonstatten, welche an die Forschungsreisenden bei Naturvölkern hundert Jahre zurück erinnern könnte.

Organisation

Die Organisation war im Prinzip wichtig – letztlich waren es nicht unbedeutende Mittel, welche die Datenverarbeitung benötigte. Trotzdem ging ihre Macht nicht weiter, als daß sie Ja oder Nein zu den Vorschlägen der EDV sagen konnte. Es dominierten technische Fragestellungen so stark, daß die vorrangige Frage war, ob überhaupt eine

EDV-Lösung für die (inzwischen ja wesentlich anspruchsvolleren) Vorhaben gefunden werden könnte. Wenn es daneben noch weitere Diskussionen gab, dann war es die Kostenminimierung der Datenverarbeitung. Die Frage nach anderen Zielkriterien wurde in den 60er Jahren kaum oder nur akademisch gestellt.

Wenn auch in den 60er Jahren EDV und Organisation getrennt waren, zeigten sie doch großes Verständnis für einander, da beide sehr ähnlichen Denkkategorien verhaftet waren. Es war eine Hochzeit des Denkens in quantitativen Begriffen und zentralistischen Strukturen. Die EDV bot mit immer mächtigeren Großrechnern, Timesharingssystemen und Datenbanken jene Infrastruktur, welche sich die Organisatoren wünschten. Erst in den 70er Jahren sollte hier ein Wandel eintreten.

Systemanalyse als Methodenlehre

Problemsicht

Mit zunehmend systematischer Betrachtung des Analysevorganges rückten methodische Gesichtspunkte in den Vordergrund. Fast schien es, man müsse nur Vorgangsweise und Techniken der Systemanalytiker genügend genau erfassen und beschreiben, auf daß Systemanalyse leicht vermittelbar und anwendbar würde. Aus der Lehrmethode sollte eine Methodenlehre werden. Man nahm an, daß intuitive Faktoren wie auch Erfahrungswissen immer stärker durch fortschreitende Präzision der Beschreibungsmittel ersetzt werden können. Überhaupt war man sehr optimistisch am Beginn der 70er Jahre.

Modellbildung

In der Modellbildung spielten Beschreibungsverfahren die dominierende Rolle. Dabei kamen verschiedene Leitgedanken zum Tragen: Zum einen ging die Entwicklung in die Richtung stärkerer Differenzierung der Beschreibungsverfahren, was aber in geringere Einheitlichkeit mündete. Zum anderen wurde die Suche nach formalen Methoden verstärkt, weil durch sie bei exakter Beschreibung auch in-

nere Überprüfbarkeit der Systeme möglich wurde.

Letztlich sollte durch exakte Beschreibungsverfahren automatische Transformation – gleichsam als Übersetzung von der Anwendersprache in die Programmsprache – möglich werden. Von der großen Vielfalt der Methoden seien als Pioniere PSL/PSA als Vertreter der Beschreibungssprachen und SADT als graphenorientierter Ansatz genannt. Insgesamt hatte man bei Betrachtung der verschiedenen Methoden mit einer verwirrenden Vielzahl von unvereinbaren Begriffen und sich überkreuzenden Notationen zu tun. Wobei nicht ausgeschlossen werden kann, daß dies oft allein deshalb geschah, um *seiner* Methode einen stärkeren Anstrich von Neuheit zu geben. Schlimm genug, daß durch all diese Unvereinbarkeiten auch gedanklich sehr ähnliche Ansätze nur schwer miteinander vergleichbar waren. Nimmt man z. B. SADT und ISAC als graphenorientierte Ansätze, dann war in einer Methode eine Aktivität durch ein Rechteck, in der anderen als Punkt dargestellt. Bereits mit einer einzigen Änderung in der Darstellungsform hat sich das optische Erscheinungsbild völlig gewandelt.

Die Folge war katastrophal für die Akzeptanz durch die Praxis. So kam es, daß ein Praktiker, der einmal eine Methode und deren Notation intus hatte, kaum Interesse zeigte, weitere Methoden zu lernen. Er war vielmehr strikt dagegen, weil durch die unvereinbaren Notationen sein bildliches Denken nur verwirrt wurde. Auch die Methodenentwicklung selbst wurde behindert. Neue, oft bessere Methoden stießen dadurch auf enorme Akzeptanzprobleme.

Der Autor hat im Rahmen des Technischen Komitees 8 (Informationssysteme) der IFIP an den IFIP/CRIS-Methodenvergleichsstudien mitgewirkt und kann aus seiner Reviewertätigkeit über dieses „Verwirrspiel“ aus Begriffen und Bezeichnungen nur ähnlich urteilen. Wenn die Beschäftigung mit verschiedenen Methoden als boxology – Kästchenkunde – abgetan wurde, spiegelt dies die damalige Attitüde der Fachwelt gut wider.

Hilfsmittel

Im Zuge der Änderung dieser Modellbildung mußten auch die Hilfsmittel auf eine andere Ebene gestellt werden. Dabei wurde es immer wichtiger, statt einfacher Hilfsmittel solche mit umfangreichem Werkzeugcharakter anzubieten. Da diese Hilfsmittel immer weniger für händische Bearbeitung ausgelegt waren, sondern auf dem Rechner liefen, wurde zum wichtigen Hilfsmittel für die Analyse und den Entwurf von rechnergestützten Anwendungssystemen der Rechner selbst.

Benutzer

Nicht zuletzt kam auch dem Benutzer eine neue Rolle zu. Er wurde eher als gleichrangiger Gesprächspartner akzeptiert. Diese neue Rollenzuweisung war notwendig geworden, da die Phase der Anforderungsanalyse an Bedeutung und Arbeitsintensität zugenommen hatte. Nur bei intensiver und engagierter Mitarbeit der Benutzer war es möglich, die von den Methoden verlangte Genauigkeit der Beschreibung zu erreichen. Weder formale Behandlung noch (teil)automatische Übersetzung von einer Beschreibungssprache in die andere sind ohne die nötige Vollständigkeit und Exaktheit der Basiseingaben möglich.

Organisation

Die 70er Jahre brachten Flexibilität für Informationstechnik und Organisationsstrukturen. Es setzte ein neues Problembewußtsein ein, bei welchem Aufgabenteilung, Organisation und technische Lösung synoptisch gesehen und deren bestmögliche Abstimmung gesucht wurden.

Systemanalyse als Ingenieurtechnik

Problemsicht

Je ausgefeilter die Methoden und je größer die Anwendungsbeispiele wurden, desto mehr hing der Erfolg der Methode davon ab, daß man geeignete Unterstützung durch technische Hilfsmittel bekam. Die Suche nach verbesserten Methoden wandelte sich immer mehr

zur Suche nach dem besseren Werkzeug. Die immer stärkere Dominanz der Werkzeuge gegenüber den Methoden hatte weitreichende Konsequenzen: So verlor durch die Verlagerung von der Methode zur technischen Unterstützung die viel diskutierte Frage nach der besten oder richtigen Methode wesentlich an Aktualität.

Die gute technische Unterstützung einer Methode durch entsprechende Werkzeuge war *conditio sine qua non* ihrer Annahme durch die Praxis.

Obwohl immer neue Methoden mit immer neuen Vorzügen vorgeschlagen wurden, so hat sich die Anzahl der in der Praxis verbreiteten Methoden nur gering vermehrt.

Allerdings sei bemerkt, daß dieser letzte Punkt wenig mit den eigentlichen methodischen Vorzügen und Nachteilen zu tun hatte. Viel eher lief ein Verdrängungswettbewerb vonstatten, wobei verschiedenste Punkte den Ausschlag geben konnten. Dazu gehörten starke Marktmacht, technische Vorzüge, allgemeine Verbreitung, vorhandene Vertrautheit bei den Fachleuten oder auch die Möglichkeit, die Systeme einfach zu lernen.

Modellbildung

Mit dem Vordringen der Werkzeuge wurde die Modellbildung als weniger kritisch abgetan. Vielmehr kam es darauf an, daß die Unterstützung, das „tool“ – um im Jargon dieser Denkrichtung zu sprechen – stimmte:

Zum einen setzte sich die Ansicht durch, daß man auch auf sehr verschiedenen Wegen zum gleichen Ziel kommen konnte.

Zum anderen war durch (teil)automatisierten Ablauf der Änderungsaufwand wesentlich geringer geworden.

Letztlich machte man aus der Not eine Tugend und sah von Anfang an einen Entwurf in zwei Anläufen vor (Prototyping).

Diese Entwicklung begünstigte altbewährte und eher einfache Methoden. So waren es vielfach Methoden der 70er Jahre (z. B. SADT, PSL/PSA, De Marco), welche durch gute Werkzeuge in den 80er Jahren reüssierten.

Eine weitere Kategorie kommerziell stark verbreiteter Entwurfsmethoden für Informationssysteme wuchs aus dem Softwareengineering heraus, indem entsprechende Programmiermethoden durch einen Methodenvorspann zur Gewinnung und Analyse der Anforderungsdefinition ergänzt wurden (Jackson). In ähnlicher Weise wurden reine Datenbankentwurfsmethoden um methodische Zusatzteile und Werkzeuge erweitert (NIAM zu RIDL).

Daneben wurden auch einige Methoden von Grund auf neu entwickelt, welche verschiedene moderne Konzepte (Semantische Datenmodelle, Objektorientierung, Logische Programmierung, Prädikat-Transitions-Netze u. ä. m.) enthielten. Doch taten sich durchwegs alle neuartigen Methoden recht schwer, wenn sie am Markt gegen etablierte Systeme antreten mußten.

Hilfsmittel

Rechnergestützte Werkzeuge als Basis des Entwurfes mußten nun erhöhten Anforderungen entsprechen. In praxi lief dies darauf hinaus, daß einfache Werkzeuge durch umfassendere ersetzt wurden. Die Integration einzelner Werkzeuge und Methoden zu geschlossenen Entwurfsumgebungen war der Fortschritt der 80er Jahre:

Eine Konkatenation von Methoden war notwendig, um einen möglichst großen Bogen des Analyse- und Entwurfsprozesses zu umspannen.

Dabei sollten Verfahren und Werkzeuge in vielseitiger Weise miteinander verbunden werden können.

Der Übergang von einem Werkzeug oder einer Methode zu anderen sollte möglichst friktionsfrei geschehen, da gerade an diesen Übergängen Fehler in das (teil)automatisierte System eindringen konnten.

Die Kooperation mehrerer Systemanalytiker innerhalb eines Entwurfssystems war gefordert.

Die Kommunikation der Anforderung an den Benutzer mußte in gut verständlicher Form erfolgen, was vielfach die Umwandlung von sprachlicher in grafische Beschreibung notwendig machte.

Benutzer

Dem Benutzer der zu erstellenden Systeme wurde großes Augenmerk geschenkt. So konnte man durch die Entwicklung von Prototypen Aufbau und Funktion des künftigen Systems präsentieren. Dies kam den Wünschen der Benutzer weit entgegen und verbesserte auch die Kenntnis über die wirklichen Probleme und Bedürfnisse der Benutzer, was sich in verbesserten Anforderungsdefinitionen (Pflichtenheft) niederschlug.

Auch der Schnittstelle zwischen Mensch und Rechner wurde weite Aufmerksamkeit zugeteilt. Es entstanden eigene Disziplinen wie Softwareergonomie und Cognitive Engineering, die sich dieser Frage widmeten.

Akzeptanz durch den Benutzer wurde ein bestimmender Faktor für den kommerziellen Erfolg unter den vielen am Markt konkurrierenden Produkten. Im Sinn der Softwareergonomie und des Cognitiven Engineering versuchte man, Benutzerfreundlichkeit bereits beim Entwurf sicherzustellen. Man war damit weg vom bisherigen Denken, sich sozusagen nach getaner Konstruktion des Produktes von dessen Akzeptanz „überlassen“ zu lassen.

Organisation

Durch eine Verlagerung der Datenverarbeitung in die Fachabteilungen hatte sich das Verhältnis von Zentralisierung und Dezentralisierung stark gewandelt. Immer mehr kam es darauf an, daß Technik und Organisation synergetisch zusammenwirkten. Genau so wie man bei der Mensch-Maschine-Schnittstelle versucht hatte, deren Auslegung in den Analyse- und Entwurfsprozeß hineinzuholen, wollte man auch die organisatorische Einbindung antizipieren. Dies gelang vielfach, wofür die umfangreichen und durchwegs recht erfolgreichen Projekte zum partizipativen Entwurf Zeugnis geben.

Systemanalyse als Gestaltungskunde**Problemsicht**

Die Zukunft wird ein weiteres Wachsen der Informationssysteme in Umfang,

Komplexität und Qualitätsansprüchen (Verlässlichkeit, Benutzerfreundlichkeit usw.) bringen. Der Systemanalytiker wird sich umstellen müssen, und noch stärker als bisher der Fall, sich grundlegenden gestalterischen Aufgaben widmen müssen. Es gilt die Bedürfnisse von Organisation und Benutzer besser zu verstehen und individuell zu betreuen. Dazu muß aus der bunten Angebotspalette der Informations- und Kommunikationstechniken die günstigste Auswahl gefunden werden. Somit wird in den 90er Jahren Systemanalyse zur Gestaltungskunde.

Modellbildung

Dies zeigt sich zuallererst in der Modellbildung, wo sich wesentliche neue Gesichtspunkte ergeben:

Es wird zu einer viel globaleren Betrachtung des Informationsgeschehens kommen müssen als bisher, wobei es gilt, einen Übergang zu finden von den bisherigen Entwurfsmethoden zu jenen Überlegungen, die als Informationssystemplanung und Informationsmanagement einen viel weiteren Blickwinkel haben.

Eine Einbindung verschiedener Betrachtungsebenen, welche jeweils ganz andere Detaillierungserfordernisse, Zielvorgaben und Randbedingungen haben, ist notwendig, wird aber enorme Schwierigkeiten mit sich bringen.

Auf Qualitätsparameter wie Verlässlichkeit, Benutzerfreundlichkeit u. ä. m. muß bereits im Entwurf voll Bedacht genommen werden.

Zudem kommt, daß das informationelle Geschehen durch einen weiteren Ausbau der Vernetzung und den Zug zur individuellen Datenverarbeitung immer weniger überschaubar wird.

Hilfsmittel

Erleichtert wird diese mehr globale Betrachtung durch Teilstandardisierung von Softwareprodukten, anpaßbarer Software, wiederverwendbaren Modulen und genormten Schnittstellen. Erst dadurch kann das Informationsgeschehen auf höherer Ebene unter Vernachlässigung von vielen bisher notwendigen Detailfestlegungen geplant werden.

Insgesamt muß aber gesagt werden, daß das derzeitige Instrumentarium an Methoden und Werkzeugen den oben erhobenen Anforderungen nicht genügt. Hier steht ein weites Feld für Forschung und Entwicklung offen.

Benutzer

Dem Benutzer wird ein größerer Spielraum in seiner Tätigkeit eingeräumt werden. Bei seiner gesteigerten Kompetenz ist er auch befähigt, mehr selbst zu machen als bisher. Es wäre sinnlos, ihn an eine allzu kurze Leine legen zu wollen. Hier das richtige Maß zwischen permanenten Strukturen, die aus vielfachen Gründen wie Einheitlichkeit, Kontrolle, Sicherheit, Datenschutz usw. notwendig sind, und individuellen Spielraum zu finden, ist keine leichte Aufgabe.

Organisation

Organisationen von morgen müssen sich flexibel zeigen und auf jeweils veränderte Aufgaben entsprechend reagieren, indem sie Arbeitsabläufe oder Strukturen ändern. Die Informationstechnik muß diesen Veränderungen nachkommen und dabei selbst erhöhte Flexibilität zeigen. In diesem Kontext ist die Aufgabe von Systemanalyse und Systementwurf neu zu überdenken.

Plus ça change plus la meme chose

Vielfach hat sich in den Jahren das Bild der Systemanalyse gewandelt. Immer jedoch ist der Systemanalytiker an der Schwelle zwischen Technik und Benutzer gestanden. Er hat versucht, zwischen zwei Welten eine Verbindung zu schaffen, die jeweiligen Probleme in die andere Sprache zu übersetzen und die Rolle eines Vermittlers einzunehmen. Dabei galt und gilt es, die Bedürfnisse abzuwägen und in einer kreativen Synthese einen Kompromiß zu finden, als dessen Ergebnis gute und brauchbare Lösungen geschaffen werden.

Analyse der sozialen Organisation als Methodik zur Systemgestaltung

Dr. Margit Falck

Humboldt-Universität zu Berlin (DDR)

Organisation als Gegenstand der Systemgestaltung

Parallel zur Entwicklung der Technik hat sich die Systemgestaltung sowohl in ihrem Gegenstand als auch in der methodischen Sicht auf ihren Gegenstand gründlich verändert.

In den Zeiten zentralisierter Verarbeitungstechnik galt als System das reine Softwaresystem. Es wurde entwickelt aber noch nicht gestaltet! Die methodische Sicht war produktorientiert und durch technische Sachzwänge eingeschränkt. Mit dem Übergang zu dezentralen, interaktiven Verarbeitungsformen weitete sich der Blick. Die InformatikerInnen sahen sich genötigt, das organisatorische Umfeld des technischen Systems in ihre Betrachtungen einzubeziehen und das Systemverständnis auf rechnergestützte Arbeitsplatzsysteme auszudehnen /1,2/.

Moderne Informations- und Kommunikationstechnologien zeichnen sich durch leistungsfähige, dezentrale Arbeitsplatzcomputer, flächendeckende Vernetzung und funktionelle Vielfalt der peripheren Geräte aus. Die Möglichkeiten mannigfaltiger Kombination eröffnen nicht nur mehr technische, sondern vor allem noch größere und noch weiter reichende organisatorische Gestaltungsspielräume. Diese methodisch zu beherrschen erfordert eine über den einzelnen Arbeitsplatz hinausreichende, ganzheitliche Sicht auf komplexe, rechnergestützte, kooperative Arbeitsprozesse bzw. auf die rechnergestützte Organisation.

Mit der sukzessiven Erweiterung des Gegenstandes hat sich auch der Charakter der Systeme verändert. Sie enthalten neben technischen immer mehr nichttechnische Elemente, die den arbeitenden Menschen in seinem organisatorischen Umfeld einbeziehen. Die Gestaltung des effektiven Zusammenwirkens von technischen und nichttechnischen Elementen wird damit zur zentralen Aufgabe der Systemgestaltung. In der Methodik kommt das äußerlich sichtbar in einer zunehmenden Methodenvielfalt und wachsenden Interdisziplinarität zum Ausdruck. Markantestes Beispiel

für Interdisziplinarität ist die Software-Ergonomie, die im wesentlichen aus der Verflechtung von kognitiver Psychologie und Software Engineering entstanden ist und aus deren Verbindung bereits zahlreiche Methoden zur Gestaltung instrumenteller Handlungen bzw. zur Interfacegestaltung hervorgegangen sind. Die Entwicklung geeigneter Methoden für die Gestaltung rechnergestützter, arbeitsplatzbezogener Tätigkeiten zog im wesentlichen die Arbeitspsychologie nach. Beim Übergang zu komplexen, kooperativen Arbeitsprozessen oder ganzen Organisationen werden weitere Disziplinen zu erschließen sein, vornehmlich aus den Organisations-, Kommunikations- und Sozialwissenschaften, aber auch aus den Sprach- und Rechtswissenschaften. Mein Bemühen im vorliegenden Beitrag gilt der Erschließung organisationssoziologischer Erkenntnisse und Methoden für die Systemanalyse.

Die Veränderungen im Gegenstand haben für die Methodik nach innen zur Folge, daß sich die InformatikerInnen in ihrem Denken noch stärker der ausdrücklichen Gestaltung von Arbeits- und Lebensprozessen zuwenden müssen. Das hat weitreichende Konsequenzen, zuallererst für die Ermittlung von Gestaltungsanforderungen. Die Software gilt als nahezu unbegrenzt flexibel, was allerdings praktisch nur für die Phase der Entwicklung tatsächlich zutrifft. Mit der Installation der Software werden die technisch geschaffenen Funktions- und Nutzungsspielräume zusammen mit Organisationsregeln sowie Handlungs- und Verhaltensvorschriften für ihre NutzerInnen festgeschrieben. Die Anpassungsfähigkeit der Software nach der Installation ist begrenzt und auf den Spielraum verwiesen, den Modularität und technische Standardisierung zulassen. Das bedeutet, daß mit der Installation von Hard- und Software ein Teil der betrieblichen Organisation, das organisatorische Umfeld des technischen Systems, funktional festgeschrieben wird. Bei der zunehmenden Komplexität von Hard- und Software machen Organisationen deshalb heute die Erfahrung, daß zwar die

Zahl alternativer technologischer Varianten größer geworden ist, aber die Möglichkeiten für nachträgliche Korrekturen technologischer Entscheidungen geringer.

Die Flexibilität moderner Organisationen wird dagegen gerade daran gemessen, inwieweit sie als Rahmen für kooperatives Arbeitshandeln über die Zeit hinweg, auch bei unvorhersehbaren Ereignissen und Prozessen taugt. Dies wird offensichtlich primär nicht durch die Flexibilität ihrer technischen Elemente erreicht, sondern entscheidend von den Verhaltensspielräumen bestimmt, die für die arbeitenden Menschen trotz oder gerade mit Hilfe technischer Mittel situationsangemessen ausschöpfbar sind. Dazu gehören Handlungsspielräume in der Tätigkeit, Kooperations-, Informations- und Kommunikationsmöglichkeiten bis hin zu Freiräumen im arbeitsbezogenen Sozialverhalten. Nur wenn sich technische Funktionsbreite und Funktionsvielfalt angemessen den Verhaltensspielräumen unterordnen, die für ein situationsabhängiges, kooperatives Arbeitshandeln erforderlich sind, kann eine flexible rechnergestützte Organisation entstehen. Im Methodenansatz IMPACT (Integrierter Methodensatz einer Prospektiven und die Nutzer Aktivierenden Strategie zur „C“ollektiven Gestaltung von Organisation, Tätigkeit und Technologie), der von uns zur Gestaltung rechnergestützter Arbeits- und Organisationssysteme entwickelt wurde /4/, wird dieser Zugang in der Analyse der sozialen Organisation gesucht.

Zur Definition der sozialen Organisation

Hinter dem Leitbild der sozialen Organisation verbirgt sich die Vorstellung von der betrieblichen Organisation als einer speziellen Lebenswelt für ihre Mitglieder, die mit anderen Lebenswelten ihrer Mitglieder in Verbindung steht. Die Spezifik dieser Lebenswelt ergibt sich daraus, daß die Strukturen, Prozesse und Beziehungen unter dem Aspekt der beruflichen Arbeit stehen. Als System ist die soziale Organisation ein offenes System. Ihre Elemente sind

sowohl innerhalb als auch außerhalb der Organisation in Prozesse, Strukturen und Beziehungen einbezogen. Einflüsse, denen die Mitglieder der Organisation in anderen Lebenswelten ausgesetzt sind, werden durch sie in die Organisation hineingetragen und umgekehrt. Die Grenze zwischen innen und außen ergibt sich aufgrund sozialer Zugehörigkeitskriterien, wie Identifikation mit der Arbeit, soziale Stellung in der Organisation, Einfluß, Mitbestimmung, Anerkennung und nicht allein aus formalen Festlegungen, wie etwa durch den Betriebsausweis. Die Abgrenzung als organisatorische Einheit besteht in der Verdichtung menschlicher Aktivitäten um bestimmte Ziele (ohne deutliche Grenzen)/5/. Soziale Organisation kann Abteilung, Betrieb oder ein überbetrieblicher Kooperationsverbund sein, aber auch ein beliebiger Ausschnitt daraus. Durch die traditionelle Darstellungstechnik von Organisationen in Kästchen und Linienschemata wird der Eindruck vermittelt, daß Organisationen in einer zeitlosen Wirklichkeit existieren. Auch die Beschreibungen der Organisation durch Arbeits-, Aufbau- und Ablauforganisation haben das Handicap der „Momentaufnahme“ und prägen ein Bild von der Organisation, das sich als unveränderlich in Strukturen und Prozessen gibt. Die Dynamik der Organisation, die im zeitlichen „Driften“ ihrer inneren Mechanismen und äußeren Reaktionen zum Ausdruck kommt, in Ausnahmesituationen oder plötzlichen Störungen, ist daraus nicht erkennbar.

Das Modell der sozialen Organisation bezieht diese Dynamik ausdrücklich ein, indem es das Sozialverhalten der in der Organisation agierenden Menschen mit berücksichtigt. So kommt z. B. in der Beschreibung der Organisation als System von Informationsflüssen zunächst nur ein funktionaler Zusammenhang zum Ausdruck, der nichts über den damit verbundenen Verhaltensaspekt der Kommunikation aussagt. Im Verständnis der sozialen Organisation sind aber sowohl das Geben von Information durch den „Sender“ als auch das Interpretieren von Informationen durch den „Empfänger“ ak-

tive Formen von Kommunikationsverhalten. In Abhängigkeit von ihrer jeweiligen sozialen Situation, die durch Erfahrungen, Interessen, Motive, Haltungen, Meinungen bestimmt ist, treffen sowohl Sender als auch Empfänger aktiv Entscheidungen; der Sender über Inhalt, Form, Zeitpunkt, Adressaten und der Empfänger über die wahrzunehmenden Signale (Interpretation als soziale Wahrnehmung). Beide beeinflussen mit ihrem Verhalten den Informationsfluß und tragen so zur Dynamik im System der Informationsflüsse bei.

Ein weiterer Nachteil traditioneller Darstellungstechniken ist, daß sie die Vorstellung nahelegen, eine Organisation würde unabhängig von ihren Mitgliedern, als gegenständliche Konstruktion existieren. Tatsächlich besteht sie in unterschiedlichen Wahrnehmungen der Realität, quasi als „verteilte Organisation“, in den Köpfen ihrer Mitglieder. Jedes Individuum hat seine individuelle Sicht auf die Organisation und handelt nach speziellen, persönlichen „Theorien“ darüber, wie die Organisation funktionieren sollte /5/.

Zur Analyse der sozialen Organisation

Das Sozialverhalten des Menschen und sein gesellschaftliches Verhalten beruhen auf dem Bewußtsein von Situationen (eigener und fremder) sowie auf Interessen, Haltungen und Motiven, die Teil seiner Persönlichkeitsstruktur sind. Interessen, Haltungen und Motive sind relativ gefestigte Momente der Persönlichkeit, die sich im Prozeß der Sozialisation anhand von Erfahrungen herausbilden. Auch berufliche Interessen, Haltungen und Motive werden auf diese Weise angelegt und durch einen zusätzlichen, beruflichen Sozialisationsprozeß anhand von Erfahrungen aus der Arbeitswelt geprägt. Interessen, Haltungen und Motive beeinflussen das Bewußtsein und Selbstbewußtsein, das als lebensweltliche Befindlichkeit in Erscheinung tritt, ebenso wie sich berufliches Selbstbewußtsein in einer von persönlichen und beruflichen Persönlichkeitseigenschaften beeinflussten Befindlichkeit in der Arbeitswelt ausdrückt.

Bewußtsein von Situationen meint dagegen mehr ein auf gegenwärtige Situationen bezogenes Bewußtsein, im Sinne des Sich-Bewußt-Seins, das Grundlage aktuellen Handelns und situativen Verhaltens ist. Im Prozeß des Bewußtwerdens dieser Situationen finden deshalb auch jüngere Erfahrungen und Meinungen Berücksichtigung. Die Kenntnis der eigenen Situation ist die Perspektive, aus der sich die individuelle Sicht auf die umgebende Lebenswelt ergibt und die sowohl das eigene Verständnis ihrer Zusammenhänge prägt als auch als Orientierung für spontanes und längerfristiges, strategisches Verhalten dient. Ähnliches gilt wiederum für die spezielle Lebenswelt der Organisation, in der es besonders auf das Erreichen einer gemeinsamen Sicht von Gruppen und Kollektiven ankommt, als Grundlage für effektives, kooperatives Arbeitshandeln. *Die Kenntnis der Situation ist Voraussetzung zum Handeln!*

Auf diesem Hintergrund beruht unser Analyseverfahren, das mit der Erhebung von individuellen Tätigkeitssituationen im Kontext ihres betrieblichen Umfeldes beginnt.

Dazu werden Einzelgespräche mit den Personen geführt, die dem zu analysierenden Bereich der sozialen Organisation zuzuordnen sind. Das können z. B. alle an einem komplexen, kooperativen Arbeitsprozeß Beteiligten sein, die künftige NutzerInnen oder auch Betroffene der einzuführenden Informations- und Kommunikationstechnik sind. In den Gesprächen werden unterschiedliche Momente der Arbeitsaufgaben, der Arbeitsfähigkeiten, der vorkommenden Handlungsabläufe und der in Form von Arbeitsbedingungen erkennbaren Organisationsumgebung erfragt. Zu allen diesen Momenten wird zum einen erfragt, inwieweit bei den Einzelnen ein Verständnis der funktionellen Zusammenhänge vorhanden ist. Zum anderen wird nach dem persönlichen Erleben dieser Zusammenhänge gefragt, d. h. die psychische Reflexion in Form von Empfindungen, Meinungen, Ansichten erfragt. Ziel der Erhebung ist einerseits, bei den Interviewpartnerinnen ein Bewußtwerden der eigenen Arbeitssitua-

tion in ihren wesentlichen Merkmalen als soziale Situation zu beschreiben sowie bewertbar und auch für andere (z. B. für die SystemgestalterInnen oder die übrigen Gruppenmitglieder) sichtbar zu machen.

Die Einzelgespräche dienen zunächst als Grundlage für die Rekonstruktion der Arbeits-, Aufbau- und Ablauforganisation. Dabei zeigen sich, aufgrund des zeitlichen „Driftens“ von Organisationsstrukturen und -prozessen, Abweichungen gegenüber ursprünglichen Festlegungen. Außerdem besteht nicht bei allen der gleiche Durchblick durch die Organisation oder die Organisation wird in unterschiedlichen Momenten unterschiedlich wahrgenommen. Eine Klärung der Unstimmigkeiten ist notwendig, um eine kollektiv geteilte Ansicht zur Funktion der Organisation zu erreichen. Die Klärung erfolgt kommunikativ, unter möglicher Ergänzung durch Arbeitsplatzbeobachtungen. Mit diesem Klärungsprozeß in der Gruppe wird ein wichtiger Beitrag zum Gruppenbewußtsein der eigenen kollektiven Arbeitssituation geleistet.

Darüber hinaus dienen die in den Gesprächen zutage geförderten einzelnen Tätigkeitssituationen einer kollektiv geführten Schwachstellen- und Ursachenanalyse der Organisation unter funktionellen und sozialen Gesichtspunkten. Mit der gemeinsamen Identifizierung der für Schwächen der Organisation ursächlichen Probleme und mit deren Wichtung nach der Dringlichkeit ihrer Lösung wird das Bewußtwerden der gemeinsamen Situation weiter vorangetrieben. Durch Verschränkung ihrer Perspektiven erkennen und bewerten die Beteiligten in diesem Prozeß gemeinsam den IST-Zustand der sozialen Organisation und schaffen sich damit eine gemeinsame Perspektive für individuelle Sichten auf die Organisation. Dieser Analyseschritt ist zu ergänzen durch objektive Verfahren der Tätigkeitsanalyse und -bewertung (siehe dazu /6,7/).

Als Nächstes sieht IMPACT den gemeinsamen Entwurf einer SOLL-Situation für die rechnergestützte Organisation vor, die künftige Aufgaben- und Tätigkeiten unter Einschuß von Hard-

und Softwarekonfigurationen ausweist. Als Methode wenden wir die Variantenanalyse an.

Organisationsvarianten, die von verschiedenen Möglichkeiten in der Aufgaben- und Verantwortungsteilung sowie der Funktionsteilung zwischen Mensch und Maschine ausgehen, werden wiederum in Gruppendiskussionen nach ihren erkennbaren Vor- und Nachteilen oder langfristigen Folgen analysiert. Damit wird beabsichtigt, daß sich die Beteiligten in der Diskussion die einzelnen Varianten bewußt machen bzw. versuchen, sie sowohl intellektuell in ihren Zusammenhängen zu verstehen als auch emotional und psychisch zu antizipieren. Dabei besteht für jeden die Gelegenheit, die Varianten für sich zu bewerten, anhand von Arbeitserfahrungen neue Ideen zu entwickeln, persönliche Ressourcen zu mobilisieren oder verfestigte Normen und Meinungen zu revidieren. Die persönlichen Wertungen orientieren sich an Interessen, Haltungen und Motiven, die in der Diskussion über FÜR und WIDER einzelner Gestaltungskonzepte geltend gemacht werden können. So werden Varianten ausgehandelt, die unterschiedliche Interessen unter der Klammer gemeinsamer Wertorientierungen vereinen. Im Diskussionsprozeß entfaltet sich die Wahrnehmungsfähigkeit der Beteiligten für Gestaltungsspielräume in der Organisation. Es werden neue Varianten oder Mischvarianten entdeckt und es entsteht in Umrissen vor aller Augen die künftige Organisationssituation. Sie ist für jeden, der an diesem Prozeß beteiligt war, transparent und bietet die Grundlage für die Entwicklung individueller und kollektiver Verhaltensstrategien im kooperativen Arbeitsprozeß. Sie liefert den gemeinsamen Kontext, der für die Handlungsfähigkeit von Individuen und die Aufrechterhaltung sozialer Beziehungen, trotz Nutzung technischer Medien, wichtig ist. Sozialverträgliche bzw. -förderliche Technikgestaltung heißt dann, daß sich die zu gestaltende Technik in diesen Rahmen so einzuordnen hat, daß sie den gemeinsamen Kontext nicht zerstört bzw. eher zu seiner Aufrechterhaltung beiträgt.

Die Systemanalyse endet mit der Entscheidung für eine Variante, die dann als Anforderungsdefinition für die weiter ins Detail gehende Systemgestaltung dient.

Werkzeuge

Die Wahl des Interviews als Methode zur Erhebung der Tätigkeitssituationen stand unter folgenden Überlegungen. Da IMPACT ein partizipatives Gestaltungsvorgehen verfolgt, das an vielen Stellen die kommunikativ und in Gruppen, von GestalterInnen und AnwenderInnen gemeinsam erworbene Gestaltungskompetenz nutzt, wurden anonyme Befragungsmethoden, wie der Fragebogen, ausgeschlossen. Das Interview schafft eine persönliche Atmosphäre, die gerade für soziale Prozesse wichtig ist.

Das Interview bietet außerdem die Möglichkeit, gegenwärtige Situationen zu erheben und dabei gleichzeitig ein Stückchen Rückschau in die Vergangenheit und ein Stück Vorschau in die Zukunft mit zu erfassen. Auf diese Weise wird der Zeitabhängigkeit von Organisationen Rechnung getragen. /8/ Das wird außerdem durch ein mehrmaliges Feedback erreicht, welches in der Auswertung entsteht. Die extrahierten Ergebnisse lassen wir von den GesprächspartnerInnen autorisieren und dabei entstehen Fortsetzungsgespräche, in denen nicht nur Korrekturen und Richtigstellungen erfolgen, sondern auch weitere Fakten und Erfahrungen erinnert werden.

Für die Gespräche wurde ein Leitfaden entwickelt, der sich gegenwärtig in der Erprobung befindet. Am Ende ist er als Werkzeug in der Hand des Angewandten Informatikers gedacht, das im Inhalt und durch ausführliche Kommentierung Hilfestellung bei der Ermittlung von Anforderungen an die Arbeits- und Organisationsgestaltung geben kann. Mit dem Entwurf von SOLL-Situationen wird ein interessengeleitetes, prozeptives Gestaltungsvorgehen realisiert, das an ökologische Prinzipien, angewendet auf die soziale Umwelt, anknüpft. So wird z. B. mit dem sorgfältigen Abwägen von Folgen anhand ge-

Verantwortung und Mitwirkung bei der Informationssystem-Entwicklung

Prof. Dr. Hans-Erik Nissen
Universität Lund (Schweden)

danklich vorweggenommener künftiger Arbeits- und Lebenssituationen ein ökologisches Denken angeregt, was jedoch auch hohe gedankliche Leistungen von den Beteiligten abverlangt. Die Entwurfsprozesse in Gruppen, die sich zudem auf sehr komplexe Situationen beziehen, sind deshalb eine schwierige und praktisch aufwendige Phase im Methodensatz IMPACT. Bis jetzt gehen wir dabei noch rein kommunikativ vor. In der Perspektive wäre die Variantenanalyse jedoch unbedingt durch visuelle Techniken zu unterstützen.

Literatur

- /1/ Mumford, E.; Welter, G.: Benutzerbeteiligung bei der Entwicklung von Computersystemen. – Informationsverarbeitung in Betrieb und Verwaltung, Bd. 1, Berlin 1984
- /2/ Floyd, Ch.: Grundzüge eines Paradigmenwechsels in der Softwaretechnik. – Beitrag zur Arbeitstagung „Development and use of computer-based systems and tools“ Aarhus, August 1985
- /3/ Reisin, F. M.; Schmidt, G.: STEPS – ein Ansatz zur evolutionären Systementwicklung. – In: Computer Magazin, Vol. 7, H. 7/8, 1988
- /4/ Falck, M.: Technische Einführung in Verbindung mit Arbeits- und Organisationsgestaltung – Ein Bericht über die Entwicklung und Erprobung eines integrativen Methodenansatzes zur Systemgestaltung. – In: Ergonomie & Informatik, Mitteilungen des GI-Fachausschusses 2.3 „Ergonomie in der Informatik“, H. 8, S. 3–11, November 1989
- /5/ Westerlund, G.; Sjöstrand, S.: Organisationsmythen (Konzepte der Humanwissenschaften) Stuttgart 1981
- /6/ Rudolph, E.; Schönfelder, E.; Hacker, W.: Verfahren zur objektiven Analyse, Bewertung und Gestaltung von Arbeitstätigkeiten mit überwiegend geistigen Anteilen (TBS-GA). Psychodiagnostisches Zentrum Berlin 1987
- /7/ Rödiger, K.-H.: Das Arbeitsanalyseverfahren VERA/B in der Softwareentwicklung. – In: Nullmeier, E.; Rödiger, K.-H. (Hrsg.): Dialogsysteme in der Arbeitswelt. – Mannheim; Wien; Zürich 1987
- /8/ Baekgaard, L.; Soerensen, C.: Qualitative Interviewing – A Valuable Approach to System Development Research. – In: Fuchs-Kittowski, K.; Hartmann, C. (Hrsg.): Information System, Work and Organization Design. – Proceedings of International IFIP-HUP-Conference, Berlin, GDR July 10–13, 1989, Working Group 5

Ausgangspunkte der Untersuchungen

Bisher wurden computergestützte Informationssysteme auf der Grundlage des Modells *System Life Cycle* und seiner nachfolgenden Methoden entwickelt /9, 10, 27, 28, 29, 30/. Diese Methoden gehen von einem gemeinsamen Ansatz aus. Er besagt folgendes: Zu Beginn des Lebenszyklus eines Systems kann eine Spezifikation dessen erfolgen, was das zu entwickelnde System künftig zu leisten hat.

Diese Denkweise entspricht der gleichen determinierten Vorgehensweise, wie sie z. B. beim Programmieren der Berechnung von Werten einer Funktion praktiziert wird.

Sollen administrative Verfahren in einer Firma modelliert und beschrieben werden, so ist der genannte methodische Ansatz offensichtlich nicht erfüllbar. Allein schon an den hohen Kosten für die ständige Aktualisierung und Wartung solcher Programmsysteme sind Notwendigkeit und Bedarf einer kontinuierlichen Weiterentwicklung, zu spüren.

Derartige Kosten betragen seit längerem schätzungsweise ca. 70 Prozent der gesamten Kosten eines Programmsystems, die im Laufe seines Lebenszyklus anfallen /18/. Dabei handelt es sich hierbei nicht um Kosten, die auf Mißverständnissen und offensichtlichen fachlichen Fehlern bei der Systementwicklung beruhen.

Zum größten Teil entstehen diese Kosten dadurch, daß die Firmen sich den fortlaufenden veränderten Umweltbedingungen anpassen müssen.

Seit dem Ende der siebziger Jahre wird über diese evolutionäre Entwicklung berichtet /14, 16/. Viel Hoffnung auf eine Verbesserung der beschriebenen Situation wird dabei auf die Anwendung des Prototyping gesetzt /22/. Bisher, so muß festgestellt werden, orientierte man bei der Anwendung des Prototyping darauf, eine höhere Qualität der ursprünglichen Spezifikation zu erreichen. Mit dieser Zielstellung wird jedoch im Grunde nicht der statische Charakter der Spezifikation geändert. Der dynamische Aspekt muß im weitaus größeren Maße beachtet werden.

Als Forscher stellt man sich deshalb folgende Frage: Wie können sich die Betriebe und Einrichtungen auf eine kontinuierliche Entwicklung bzw. Weiterentwicklung ihrer Informationssysteme über längere Zeiträume einstellen und welche Ergebnisse können damit erzielt werden?

Das Anliegen dieser Präsentation

Die folgende Präsentation hat drei Anliegen:

1. Sie soll den Begriff *Human Factors* kritisch betrachten.
2. Sie soll zeigen, wie die zuvor formulierte Fragestellung unter Berücksichtigung der Stellung des Menschen im Prozeß der Entwicklung und Weiterentwicklung von Informationssystemen zu betrachten ist.
3. Es soll von einer angefangenen, aber noch nicht abgeschlossenen Forschungsaufgabe berichtet werden, die die vorher erwähnte Fragestellung untersucht.

Human Factors und Informationssysteme

Welche Rolle spielt der *Human Factor* im Hinblick auf die Entwicklung und Nutzung computergestützter Informationssysteme?

Diese Frage könnte man folgendermaßen beantworten:

– Der Mensch steht im Prozeß der Wechselwirkung mit dem Computer vor besonderen Problemen.

– Er erlebt im Arbeitsprozeß, wie er persönlich als auch sein organisatorisches Umfeld durch die Nutzung von Computern beeinflusst und verändert wird.

– Es erweist sich als schwierig, Aufgaben zwischen Menschen und Computern vernünftig zu verteilen.

– Die unterschiedliche Individualität des Menschen bereitet den Projektanten und Datenverarbeitungssystemen große Probleme.

– Die Projektanten erkennen, daß zur effizienteren Entwicklung solcher Systeme spezielle *Modelle des Nutzers* benötigt werden.

Somit behandeln diese Fragestellungen nicht rein technische und formale wis-

senschaftliche Aspekte. Alle stellen den Menschen als Nutzer und nicht ausschließlich als Projektanten von Datenverarbeitungssystemen in den Mittelpunkt. Es sollen also Menschen betrachtet werden, die solche Systeme nutzen oder in verschiedener Weise von ihrer Anwendung betroffen werden.

Welche Schlußfolgerungen ergeben sich aus den unterschiedlichen Betrachtungsweisen, die unter dem Begriff *Human Factors* zusammengeführt werden. Die Anwendung des Begriffs *Faktor* verführt leicht zu dem Eindruck, man könne bei der Nutzung von Computern ausschließlich eine Anzahl von unabhängigen, nicht wechselseitig bedingten Faktoren betrachten. Dabei könnte man dem Versuch unterliegen, bei der Erforschung dieser Faktoren die vorhandenen Wechselwirkungen aus den Augen zu verlieren und widersprüchliche Forschungsergebnisse zu erhalten. So wäre es schwer zu erklären, wie auf Grund von irgendwelchen *Human Factors* verschiedene Menschen ein und dasselbe Datenverarbeitungssystem sehr unterschiedlich annehmen, nutzen und beurteilen. Versteht man, daß es sich dabei um zwei Gruppen von Menschen handelt, die eine mit guten und die andere mit schlechten Erfahrungen im Umgang mit Computern, so ist der erwähnte Unterschied leicht zu begreifen.

Der Begriff *Faktor* wird auch genutzt, wenn man z. B. von Produktionsfaktoren spricht. Bei der Entwicklung und Nutzung von computergestützten Informationssystemen handelt es sich darum, wie Menschen miteinander umgehen. Dies ist bei der praktischen Nutzung als auch bei der Entwicklung und bei empirischen Untersuchungen zu berücksichtigen. Die Art und Weise, wie man in diesen Fällen mit und über Menschen spricht, ist entscheidend für die Art des Erkennens zwischenmenschlicher Relationen. Dabei wirken sich die im Sprachgebrauch verborgenen unterschiedlichen Interpretationen – besonders die unausgesprochenen – auf den Entwurf von Datenverarbeitungssystemen aus /5/. Betrachtet man die Menschen in einem Betrieb als abstrakte Produktionsfaktoren, so besteht die Ge-

fahr, Systeme zu entwerfen, bei denen sie ähnlich zu steuernden Maschinen eingeordnet werden. Hirschheim und Klein führten darüber eine intensive und nützliche Diskussion, wie verschiedene Interpretationen, Voraussetzungen, Bedingungen, Betrachtungsweisen zu großen Unterschieden in den zu projektierenden Systemen führen können /15/.

Ist es entscheidend oder nicht, ob man bei wissenschaftlichen Untersuchungen und Überlegungen den Menschen als Gegenstand der Betrachtungen der gleichen ontologischen Kategorie zuordnet wie z. B. Maschinen? Vertreter einer materialistischen Ontologie finden diese Destinktion überflüssig und sinnlos. Es gibt aber auch Philosophen und Forscher, wie Bergmann /6/ und Aulin /3, 4/, die mit anderen ontologischen Betrachtungsweisen arbeiten.

Aulin unterscheidet bei materiellen Aggregaten eine Kategorie von kybernetischen Systemen, die sich selbst steuern. Solche Systeme besitzen eine hinreichend komplexe, innere Verknüpfung, die innerhalb eines Bereichs ihrer Zustände sich nicht von außen steuern lassen, obwohl ihre Komponenten wie jedes andere „Ding“ kausalen Gesetzen genügen bzw. folgen.

Zu dieser Kategorie von Systemen zählt er Menschen und auch ihre Gesellschaften. Solche Systeme werden von anderen Forschern zur ontologischen Klasse der *Intentionalen Systeme* gerechnet. Auch Aulin /3, Seite 15/ hebt die Bedeutung der Absicht für das menschliche Handeln hervor. Der Begriff der *Intention* kann für sich selbst nicht steuernde Aggregate nicht genutzt werden. Besäßen die Menschen ein vollständiges Wissen über sich, ihre Mitmenschen wie auch von der sie umgebenden materiellen und sozialen Welt, in der wir als Bestandteil leben, so würde eine Klassifizierung zwischen Subjektivem und Objektivem nicht benötigt.

Der Mensch als Einzelwesen und auch in seiner Gesamtheit besitzt ein solches Wissen nicht. Als finites, materielles Aggregat, eingebettet in eine sehr viel umfassendere Welt, kann der Mensch auch nie ein solches Wissen erwerben. Dies

folgt aus Ashby's Gesetz der *hinreichenden Variationsbreite* (*requisite variety*) der Regelung /2/.

Entwicklung und Nutzung von Datenverarbeitungssystemen sind immer mit menschlichen Handlungen verbunden. In einer materialistischen Ontologie haben Begriffe wie *Bewußtsein* und *eigener Wille* keinen entscheidenden Stellenwert. Folglich wurden auch diese Begriffe bei der Entwicklung von Datenverarbeitungssystemen nicht berücksichtigt, noch wurden theoretische Überlegungen darüber angestellt. Dies führte dann natürlich dazu, daß die Spezifik solcher Systeme nicht voll erfaßt und beschrieben werden konnte. Oder noch viel schärfer formuliert: Die Anerkennung oder Ablehnung des freien Willens der Menschen führt durch seinen Einfluß auf das Selbstbewußtsein der Menschen zu sehr verschiedenen Gesellschaften. Lehnt man die Bedeutung des freien Willens als entscheidende Voraussetzung zur Gestaltung der menschlichen Gesellschaft ab, werden immer weniger Menschen bereit sein, die gesellschaftlichen Prozesse mitzutragen, die Gesellschaft progressiv zu verändern, selbst dann, wenn sie mit verschiedenen Bedingungen unzufrieden sind.

Geht man vom Standpunkt, eines im Grunde falschen materialistischen ontologischen Ansatzes aus, so raubt man einem Großteil der Mitmenschen die Kraft, sich für eine ihres Erachtens bessere Gesellschaft zu engagieren. Geht man jedoch von einem im Grunde falschen nichtmaterialistischen Ansatz aus, so besteht die Gefahr eines unnützen Engagements vieler Menschen für eine möglicherweise nicht zu erreichende bessere Gesellschaft.

Da wir nicht wissen, welche der ontologischen Betrachtungen sich in der kommenden Zeit als die richtige erweisen wird, kann nur danach entschieden werden, für welche der möglichen Fehlentscheidungen und Entwicklungen wir bereit sind, eher die Verantwortung zu tragen. Ich spreche mich für eine nichtmaterialistische ontologische Betrachtungsweise aus.

Was bedeutet das für ein Studium von

Fragen, die sich bei der Entwicklung von Informationssystemen auf die *Human Factors* beziehen. Meines Erachtens folgt daraus, daß zumindest Teile eines solchen Studiums in erster Linie *lebendige Menschen* und nicht abstrakte Kategorien als Forschungsgegenstand betrachten müssen. Diese Auffassung wird die nachfolgende Darstellung berücksichtigen. Gleichzeitig denke ich, mit der vorgenannten Argumentation gezeigt zu haben, daß auch solche Studien einen Beitrag zur Vervollkommen des Wissens über *Human Factors* bei der Entwicklung von Informationssystemen leisten.

Kontinuierliche und Weiterentwicklung von Informationssystemen

Der Unterschied zwischen Informations- und Datenverarbeitungssystemen

Seit Jahrtausenden informieren sich die Menschen und tauschen Informationen aus, um ihre Arbeiten und andere gesellschaftliche Aufgaben ausführen zu können. Sie schufen hierfür verschiedene Institutionen. Zunächst soll hier an die mündliche Übermittlung von Traditionen und an literarische Werke erinnert werden. Die Entwicklung von Programmsystemen ist dagegen an die Entwicklung und Nutzung von Computern in wechselseitiger Beziehung gebunden. So umfaßt z. B. ein Informationssystem zur Unterstützung der medizinischen Betreuung weitaus mehr als nur Computerprogramme und Verfahren für die Eingabe und Präsentation von Daten.

Heutzutage wird in die Entwicklung von Informationssystemen oft, aber nicht immer und nicht in notwendiger Weise, die Entwicklung der Datenverarbeitung in Computern einbezogen. Diesen Teil der Aufgabe möchte ich als Entwicklung eines Datenverarbeitungssystems bezeichnen. Er hat eine große Ähnlichkeit mit anderen bekannten Arten von Konstruktionsprozessen. (Die Begriffe *Informationssystem* und *Datenverarbeitungssystem* sind nicht als Synonyme zu nutzen /23/. Sie weisen ge-

genüber den englischen Begriffen wesentliche Unterschiede auf.) Menschen informieren sich meistens durch die Nutzung mehrerer Informationssysteme. Sie wenden hierbei meist sprachliche Symbole an, die sie durch Interaktionen mit Gesprächspartnern gelernt haben, wie dies Wittgenstein in /32/ über das Erlernen der Sprache durch Teilnahme an Sprachspielen, formuliert. Die Symbole weisen dabei nicht in erster Linie auf die konkreten Gegenstände oder Aktivitäten, sondern auf den abstrakten Begriff selbst hin. Die Entwicklung und Weiterentwicklung eines Informationssystems schließt sowohl die Einführung neuer Symbole für bekannte als auch für neue Begriffe ein.

In beiden Fällen wird bei der Entwicklung eines Informationssystems vorausgesetzt, daß die betroffenen Menschen neue Erfahrungen sammeln und neues Wissen erwerben. Es bedarf der Einsicht jedes einzelnen in der Nutzung des Informationssystems einen persönlichen Vorteil zu sehen, um sich im individuellen Lernprozeß zu engagieren und so einen höheren Grad an Informiertheit zu erreichen. Zum Lernen gehört aber Zeit. Ein Mensch kann den Lernprozeß eines anderen höchstens durch die Anwendung pädagogischer Kenntnisse erleichtern, er kann aber nicht den Ablauf dieses Prozesses vorbestimmen. Man kann aber vermuten, daß das Erlernen von neuen Begriffen meist mehr Zeit erfordert als das Erlernen von neuen Symbolen für bekannte Begriffe. Ist die Anzahl der neuen Symbole und Begriffe bekannt, so könnte man bei der Einführung eines neuen Informationssystems besser den wahrscheinlichen Aufwand zum Erlernen im voraus einschätzen. Bisher hat man den Aufwand des Lernens, und das betrifft viele Menschen, meistens groß unterschätzt.

Studien deuten darauf hin, daß die Einführung eines neuen, computergestützten Datenverarbeitungssystems umso leichter erfolgt, je weniger man das umgebende Informationssystem ändert /11/. Der Grenzfall, bei dem keine Änderung der Begriffe und Symbole er-

folgt, kann aber nur durch einen höheren Automatisierungsgrad die Datenverarbeitung verbilligen und beschleunigen. Ohne eine neue oder erweiterte Begriffswelt können sich die Nutzer des betrachteten Systems nicht besser als im alten Zustand informieren. Letztlich kann ein solches eingeschränktes System nicht die Dienste, das Einkommen und die Arbeitsverhältnisse des Betriebes verbessern.

Der Grenzfall hat seine Bedeutung, solange der Einsatz von Computern darauf orientiert ist, manuelle Datenverarbeitung zu automatisieren. Künftig wird man weitgehend beim Einsatz von Computern die taktischen und strategischen Ziele des Unternehmens fördern wollen. In diesem Zusammenhang gewinnt der hier hervorgehobene Unterschied zwischen Informationssystemen und den dazugehörigen Datenverarbeitungssystemen an Bedeutung. Diese Unterscheidung ist wesentlich; damit künftig beim Studium computergestützter Interaktionen zwischen den Menschen der Lernprozeß der Beteiligten, sowie das Engagement für die Veränderungen im Mittelpunkt der Betrachtungen stehen.

Schwierigkeiten bei der Wartung von Programmsystemen

Die Schwierigkeiten und hohen Kosten bei der Wartung von Programmen sind schon lange bekannt /17, 18/. Noch heute verdrängen die meisten Firmen dieses Problem aus ihrem Bewußtsein. Sie scheinen zu glauben und zu hoffen, daß die bisherigen mühevoll erworbenen Erfahrungen bei der Wartung ihrer Programmsysteme durch den Übergang zu neuen Computergenerationen oder neuen Programmiersprachen usw. wie durch einen Zauber überwunden werden /19/.

Die oben genannten Studien von Lehmann lassen derartige Hoffnungen als unwahrscheinlich erscheinen /17, 18/. Er teilt Programme in drei Kategorien ein /18/: Die Programme der ersten Kategorie bezeichnet er als S-Programme. Diese und ihre Lösung lassen sich durch Spezifikationen beschreiben und bestimmen. Als Beispiel nennt er die

Auswertung einer Funktion in einem beschränkten Bereich, die Bestimmung des größten gemeinsamen Faktors zweier ganzer Zahlen, oder die Darstellung eines Rechtecks auf einem Bildschirm innerhalb gegebener Grenzen. Diese Aufgaben und ihre Realisierung haben einen statischen Charakter. Große Programmsysteme werden als Struktur von S-Programmen aufgebaut. Am weitesten von den S-Programmen sind die sogenannten E-Programme entfernt. Diese werden mit dem Ziel geschaffen, menschliche und soziale Aktivitäten zu automatisieren. In Betrieb genommen, stellen diese Programme einen Bestandteil der vorgenannten Aktivitäten dar. Sie sind ein immanenter Bestandteil derselben. Solche Programmsysteme enthalten Modelle über den Bereich der Rechenzentren hinaus von anderen Bereichen der Firmen und der sie umgebenden Umwelt. Die Interessen, Strukturen und Anforderungen der Firmen wie auch ihre Ziele verändern sich also laufend in einer dynamischen Umwelt. Beispiele für E-Programmsysteme gibt es sehr viele, so die Systeme zur Überwachung des Luftverkehrs, der Verwaltung der Rohstoff- und Produktlager und der für die Planung der Produktion. Über diese Art der Systeme trifft Lehmann folgende Aussage /18, Seite 403/:

"... Unlike other artificial systems... where, relative to the lifecycle of process participants, change is occasional, here it appears continually. The pressure for change is built in. It is due to the feedback-linked process that converts system concept into an operating application. It is intrinsic to the nature of computing systems and the way they are used."

E-Programmsysteme unterliegen einer kontinuierlichen Wartung als auch ständigen Weiterentwicklung. Mit ihrer Entwicklung erfolgt eine gleichzeitige stetige Steigerung ihrer Komplexität, ausgenommen der Fall, daß eine bewußte Gegensteuerung erfolgt. Jede Änderung des Programmsystems bewirkt darüber hinaus eine zeitweilige Verschlechterung des Kenntnisstandes der Nutzer über das System. Mit anderen Worten,

für eine Übergangszeit steigert sich für den beteiligten Menschen die erlebte Komplexität des Systems.

Kontinuierliche Entwicklung und Weiterentwicklung

Die Programmwartung der Datenverarbeitungssysteme von Informationssystemen erfordert kontinuierlich entsprechende Maßnahmen. Weiterhin wirkt dabei erschwerend das Erlernen neuer Begriffe bei einer veränderten Aufgabenstellung. Dies betrifft vor allem die Anwender neuer bzw. überarbeiteter Datenverarbeitungssysteme. Gleichzeitig müssen sie sich auf eine veränderte Organisation, mögliche neue Mitarbeiter oder Leiter einstellen. Eine Änderung ihrer Arbeitsaufgaben und Arbeitsorganisation hat für die meisten Menschen im betrachteten Informationsprozeß eine viel tiefere Bedeutung als eine bloße Änderung eines Datenverarbeitungssystems.

Was muß der Projektant oder Konstrukteur von Datenverarbeitungssystemen unter dem Aspekt der Berücksichtigung der beteiligten und betroffenen Menschen tun? Er muß das Primat den beteiligten bzw. betroffenen Menschen und deren Arbeit geben, d. h. ihren gegenseitigen Beziehungen, ihrem Verhältnis zu den möglichen anderen Nutzerklassen, wie den Kunden und den Klienten oder als Lernende unter Einbeziehung der Begriffs- und Sprachwelt der Werk tätigen.

Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, daß die Kontinuität in der Entwicklung und Vervollkommen der Systeme in erster Linie vom Wissen und von den praktischen Erfahrungen der arbeitenden Menschen ausgeht. Das heißt aber auch, daß die Einführung neuer Informationstechnik nur dann als eine kontinuierliche Fortsetzung angesehen werden kann, wenn ein möglichst geringer Aufwand zum Erlernen neuer datentechnischer Begriffe und Ausdrücke erforderlich ist.

Somit muß die Fortentwicklung der Arbeitsinhalte und der Arbeitsorganisation die Entwicklung und den Einsatz neuer Informationstechnologien leiten und darf nicht wie bisher in umgekehr-

ter Richtung erfolgen, wie es bisher meist der Fall gewesen ist.

Daher stellt eine kontinuierliche Entwicklung und Weiterentwicklung von Informationssystemen den werktätigen Menschen und die Entwicklung seiner Erfahrungen und seines Wissens in den Vordergrund. Somit werden mehrere der Eingangs genannten Fragen über *Human Factors* ins Blickfeld gerückt. Gleichzeitig werden so neue Ansprüche bezüglich Mitwirkung und Mitverantwortung des beteiligten Personenkreises bei der Entwicklung der Systeme formuliert. Das gilt nicht nur für die Entwicklung und Weiterentwicklung von Informations- und Datenverarbeitungssystemen, sondern auch für die Mitverantwortung im Arbeits-, Planungs- und Leitungsprozeß.

Möglichkeiten und Hindernisse einer kontinuierlichen Entwicklung und Weiterentwicklung

Eine Fragestellung in der Forschung und ein Projekt

Wie können Betriebe eine kontinuierliche Entwicklung ihrer Informationssysteme erreichen und welche Effekte können damit erzielt werden? Diese Fragestellung zielt darauf ab, daß hauptsächlich Vorteile bei Umstellungen erwartet werden. Einige Gründe einer solchen Erwartung wurden im Abschnitt über die Entwicklung von Informationssystemen angedeutet.

Im Zentrum der Betrachtungen einer fortlaufenden Entwicklung von Informationssystemen steht das oben erwähnte Primat der Arbeit des Nutzers der Systeme in den Rollen des beteiligten Mitarbeiters und des Kunden. Dies läßt qualitativ neue Entwicklungsprozesse mit bedeutend höherer Synergie in den Interaktionen der beteiligten Menschen erwarten. Daher können günstige Resultate erwartet werden, die im Vergleich zu den Resultaten, die durch einen traditionellen Weg erreichbar wären, für alle Beteiligten einen Vorteil bieten. Somit können gleichzeitig mit den Firmen, die zur kontinuierlichen Entwicklung und Weiterentwicklung ihrer Informationssysteme übergehen,

auch die Beschäftigten und Kunden nun etwas gewinnen.

Skeptiker können fragen, warum sind dann nicht bereits die meisten Betriebe zur kontinuierlichen Entwicklung ihrer Systeme übergegangen? Anfangs wurden Methoden für den Entwurf von Datenverarbeitungssystemen von Menschen mit Interesse an der Verbreitung neuer Informationstechnik entwickelt. In den 50er und 60er Jahren fehlte außerdem die Basis an Erfahrungen von Nutzern, um darauf aufbauend alternative Methoden ableiten zu können.

Solange die gegenwärtigen Methoden den Verkauf neuer Informationstechnik fördern, sind die Verkäufer nicht bereit neue Methoden zu unterstützen. Der Computer-Branche ist es bisher immer gelungen, in solchen Fällen, in denen die Resultate der Entwicklung die Käufer und Nutzer nicht zufriedenstellten, die Hoffnung der Käufer auf eine Verbesserung der bisherigen Situation auf die nächste Version bzw. sogar Computergeneration zu lenken /19/. Unterscheidet man zwischen der Entwicklung von Datenverarbeitungssystemen und Informationssystemen, so wird eine solche Hoffnung unwahrscheinlich. Hier also zeigt sich die Stärke einer etablierten traditionellen Handlungs- und Denkweise.

Man kann ferner davon ausgehen, daß eine Problematik, die seit Jahrzehnten besteht, von anderen Forschern bereits aufgegriffen wurde. Hier möchte ich deshalb kurz vier solcher Forschungsrichtungen ansprechen. Die erste schließt an sozio-technische Traditionen an /20, 21/. Eine gründliche Diskussion von Aspekten des sozio-technischen Entwurfs unter Berücksichtigung der Entwicklung von computergestützten Arbeitsweisen erfolgt in /26/. Zwei weitere Richtungen greifen kritische Traditionen auf. Davon folgt eine den Traditionen des dialektischen Materialismus und knüpft an Braverman an /8/. Die Vertreter dieser Richtung gehen von der Arbeiterschaft als einer homogenen Klasse aus und ergreifen für diese Position. Sie arbeiten mit den Fachverbänden der Arbeiter eng zusammen /12, 25 vgl. auch 15/. Die andere

schließt sich mehr der kritischen Theorie Apels /1/ und der Frankfurter Schule an /15/, mit der vierten Alternative für Systementwicklung. Sie besagt, daß alle gesellschaftlichen Entwicklungen unter der Voraussetzung einer ganz freien Argumentation aller Beteiligten durchgeführt werden sollen. Ihren eigenen Standpunkt konnte diese dritte Richtung bisher nur aus rein theoretischer Sicht entwickeln. Eine vierte Forschungsrichtung, in der die Menschen in den Mittelpunkt der Betrachtungen gestellt werden, wird von Nurminen vertreten /24/.

In welcher Beziehung steht das hier beschriebene Projekt mit den vier angesprochenen Forschungsrichtungen? Es stellt das Primat der Arbeit und den Nutzer in den Rollen des Mitarbeiters und des Kunden in den Mittelpunkt. Im Projekt werden die Erfahrungen mittelbarer Nutzer der Informationssysteme von Betrieben und Einrichtungen wie z. B. Kunden nicht direkt in die Entwicklungsarbeit einbezogen. Wie und in welchem Umfang ihre Gesichtspunkte bei der Nutzung des Informationssystems beachtet werden, wird davon abhängen, wie stark sich die unmittelbaren Nutzer des Systems als Mitarbeiter oder als Operatoren an den Nutzerschnittstellen in den Einrichtungen und Betrieben für die Belange dieser zweiten Nutzerklasse einsetzen. Die sozio-technische Systementwicklung nach /20, 21/ unterscheidet sich dadurch, daß eine parallele Entwicklung des sozialen und des technischen Systems erfolgt mit einer anschließenden Anpassung der beiden Systeme aneinander. Das Projekt betrachtet und unterscheidet vier wesentliche Nutzergruppen: Mitglieder der Betriebsleitung, operativ tätige Mitarbeiter des Betriebes, Spezialisten, insbesondere auf dem Gebiet der Datenverarbeitung und Nutzer, wie Mitarbeiter, Kunden und Konsultanten. Keine dieser Gruppen wird als homogen betrachtet. Dadurch unterscheidet sich der Ansatz des Projektes von möglichen Aufgabenstellungen, die von einer dialektisch-materialistischen Auffassung ausgehen. Gleichzeitig wird das Projekt einige Vermutungen der zweiten kriti-

schen Forschungsrichtung untersuchen. Im betrachteten Forschungsprojekt soll jedoch beachtet werden, daß konkrete Resultate laufend abgehoben und präsentiert werden. Sonst besteht die Gefahr, daß die betrieblichen Partner schnell ihren Enthusiasmus verlieren. Es wird sich von den Zielen der vierten Forschungsrichtung dadurch unterscheiden, daß auch die Problematik der Weiterentwicklung (der Anpassung und Vervollkommen) von Programmen untersucht wird, wie z. B. existierende Programmsysteme überschaubarer gestaltet und dokumentiert werden können, damit sie der Nutzer besser versteht und um ihn so zur häufigeren und effizienteren Anwendung zu animieren. Bei den hier kurz umrissenen Forschungsrichtungen wurden nur von den beiden ersten Methoden zur Systementwicklung geschaffen und vorgestellt. Diese sind im Vergleich zu den traditionellen Methoden bisher nur wenig angewandt worden.

Keine der vier Richtungen kritisiert ausdrücklich, daß die bisherigen Methoden, ausgehend vom Lifecycle-Modell, den Schwerpunkt der Entwicklung eines Systems an den vermeintlichen Anfang der Betrachtungen des Lebens eines Systems setzen. Keine derselben betont die Unterschiede in der Entwicklung von Informationssystemen und Datenverarbeitungssystemen. Die hier beschriebene Forschungsaufgabe greift einige wichtige bisher ungeklärte Fragestellungen auf und versucht, da sie bisher von den anderen bekannten Forschungsrichtungen noch nicht untersucht wurden, sie schrittweise einer Lösung näherzubringen.

Die Forschungsgruppe und der Forschungsplan

Die Forschungsgruppe des Projektes bezeichnet sich als AMIS-Gruppe, nach der Abkürzung des schwedischen Projekttitels der übersetzt folgendermaßen lautet: „Formen der Verantwortung und Mitwirkung bei der kontinuierlichen Systementwicklung“. Sie orientiert auf neue Formen der Verantwortung und Mitwirkung. Das Projekt wird im Rahmen des sogenannten MDA-Program-

mes (Studium der Beziehungen zwischen Menschen-Datentechnik-Arbeitsleben) durchgeführt. Zu diesem Forschungsprogramm gehören noch 17 weitere Projekte. Typisch für diese Projekte ist, daß die beteiligten Forscher aus verschiedenen, jeweils mindestens zwei, wissenschaftlichen Fachbereichen stammen.

Am hier betrachteten Projekt arbeiten Forscher der Fachbereiche Informationsverarbeitung und Angewandte Psychologie mit jeweils fünf und drei Mitgliedern, davon vier Frauen und vier Männer. Durchschnittlich widmen sie ihm 50 Prozent der Arbeitszeit. Studien in den Betrieben werden weitestgehend von Forschern beider Fachbereiche durchgeführt.

Die Untersuchungen begannen im Herbst 1988. Die Projektdauer wird drei Jahre betragen. Z. Zt. werden Betriebe in der näheren Umgebung der Universität betrachtet, von denen zwei Teilbetriebe eines Konzerns und drei kommunale Polikliniken sind. Einer dieser Betriebe stellt Maschinen her und der zweite fertigt Produkte, die beim Einsatz derselben benötigt werden. Gegenstand der Untersuchungen sind die laufenden Änderungen ihrer Systeme für die Planung und Steuerung der Materialbeschaffung und des inner- bzw. zwischenbetrieblichen Materialflusses. In den sogenannten offenen Polikliniken werden Systeme zur Unterstützung der Verwaltung der Patienten, ein System zur Lagersteuerung und ein System zur Unterstützung bei der Führung von Journalen betrachtet. Sowohl die fachspezifischen Hintergründe als auch die derzeitigen Verfahren der Wartung unterscheiden sich erheblich. (Alle bisherigen Berichte über das genannte Projekt sind in schwedischer Sprache geschrieben. In /31/ liegt eine kurze Präsentation in englischer Sprache vor.) Die Studien sind hauptsächlich darauf gerichtet, daß sowohl die Mitarbeiter der Betriebe und Einrichtungen als auch die Forscher Aussagen darüber erhalten, warum die Entwicklung von Datenverarbeitungssystemen immer noch als Hauptteil der Entwicklung von Informationssystemen aufgefaßt wird und

der Entwicklungsprozeß so realisiert wird, als wäre er ein einmaliger Prozeß. In dem Maße, wie man in den Betrieben bereit ist, andere Arbeitsformen für die fortlaufende Entwicklung von Systemen zu nutzen, werden die Forscher untersuchen, was für die Anwendung dieser neuen Arbeitsformen förderlich ist. Die geplanten Aufgaben des Projektes können folgendermaßen zusammengefaßt werden:

Im ersten Jahr wird die Zusammenarbeit mit den Betrieben organisiert und eingeführt. Die Forscher untersuchen die Einstellung der verschiedenen Nutzerklassen zu dem zu untersuchenden Datenverarbeitungssystem, sowie den gesetzlichen, betrieblichen und organisatorischen Rahmen für die Entwicklung und Wartung desselben. Die Daten werden mittels Fragebögen, halbstrukturierten Interviews, aus Arbeitsgangfolgen, der Teilnahme an Weiterbildungsveranstaltungen und Studien von vorliegenden Dokumenten gesammelt. Laufend wird unter den Forschern diskutiert, wie diese Daten zu interpretieren sind und welche Eingriffe von Seiten der Forscher sie damit veranlassen.

Bereits im ersten Jahr erfolgten einige Eingriffe in die zu untersuchenden Entwicklungsprozesse. Im zweiten Jahr besteht die Absicht der Forscher darin, durch verschiedene Eingriffe die verschiedenen Gruppen in den Betrieben zu veranlassen und zu stimulieren, die Entwicklungsprozesse zu untersuchen und zu verändern. Die Forscher hoffen, daß die Mitarbeiter der Betriebe innerhalb eines Jahres lernen, wie sie selbst die Auswirkungen der Veränderungen ihrer Organisationsformen im Rahmen des Systementwicklungsprozesses überprüfen und auch verändern können.

Im dritten Jahr sollen diese Prozesse nach Absicht der Forscher mit einem Minimum an Eingriffen beobachtet werden. Das Hauptziel dieses dritten Jahres besteht darin, aus den gesammelten Materialien Schlußfolgerungen zu ziehen und Maßnahmen einzuleiten, wie die gesammelten Erfahrungen genutzt werden können.

Erwartungen an das Projekt und bisherige Erfahrungen

Welche Erwartungen werden an das Projekt gestellt und welche Erfahrungen wurden gesammelt? Ausgehend von unseren a priori Vorstellungen ist sowohl mit verschiedenen Beschränkungen als auch Möglichkeiten ihrer Überwindung, u. a. durch kreative Einsätze der betroffenen Menschen zu rechnen. Dabei werden drei Ziele angestrebt. Unter Berücksichtigung der fortwährenden Veränderungen im Arbeitsprozeß sind laufend Unterschiede zwischen Erwartungen und ihrer Erfüllung zu verzeichnen. Bei der Entwicklung von Datenverarbeitungssystemen und ihrer Einbettung in Informationssysteme werden oftmals Erwartungen nicht erfüllt. Diese Diskrepanzen werden von den Menschen meist darauf zurückgeführt, daß jemand etwas bei der Entwicklung verkehrt ausgeführt hat. Solche Reaktionen gehen im Grunde davon aus, daß man selber oder auch andere Bearbeiter voraussichtlich alles richtig wissen und ausführen können. Es muß versucht werden, den beteiligten Mitarbeitern zu verdeutlichen, daß Abweichungen in der Projektentwicklung nicht als Fehler oder Schuld aufzufassen sind, sondern notwendige Indikatoren für den Lernprozeß und den weiteren Entwicklungsprozeß darstellen. (Einige Abweichungen bei der Entwicklung von Systemen beruhen auf unterschiedlichen Interessen, Absichten, Vorstellungen verschiedener beteiligter Gruppen und Mitarbeiter. In solchen Fällen weisen die Abweichungen auf die Notwendigkeit von weiteren Verhandlungen hin.)

Das Ziel besteht darin, das Selbstvertrauen und die Kompetenz der Menschen zu erhöhen, bis sie ihre Erfahrungen bei der Systementwicklung konstruktiver als zuvor einsetzen können. Der Forscher als Katalysator der Prozesse muß dafür sorgen, sich von diesem Prozeß möglichst frühzeitig schrittweise zu lösen. Das erste Ziel kann daher als Unterstützung zur Selbsthilfe durch Stärkung der Kompetenz im Betrieb bezeichnet werden. Dieses Forschungsziel ist wissenschaftlich deshalb

interessant, weil es sich nicht um das Wissen von Spezialisten handelt, sondern um Wissen, welches mehrere Menschen mit unterschiedlichen Arbeiten und Anteilen an der Arbeit gemeinsam zur Verbesserung der Ergebnisse ihres Einsatzes erbringen. Dieses Ziel hat für jeden an unserer Forschung beteiligten Betrieb eine lokale Bedeutung.

Während sich das erste Ziel auf die Menschen, ihre Institutionen und Beziehungen richtet, so weist das zweite Ziel auf die Struktur der Datenverarbeitungssysteme und auf die Metastrukturen ihrer kontinuierlichen Entwicklung. Im allgemeinen werden auch diese Untersuchungen von den spezifischen lokalen Voraussetzungen eines jeden Betriebes ausgehen.

Das dritte Ziel ist mit traditionellen Forschungszielen vergleichbar. Es gilt, das gewonnene lokale Wissen in Zusammenarbeit mit den Betrieben zu verallgemeinern und einen ersten Ansatz zur Theorie der *Kontinuierlichen Entwicklung von Informationssystemen* zu formulieren.

Die bisherige Arbeit hat u. a. gezeigt, daß es von entscheidender Bedeutung ist, wie sich die Betriebsleitung und der Stab von Informatikern zu den Veränderungen in den Entwicklungsformen stellen. Weiter hat es sich gezeigt, daß die Arbeit in Gruppen das Selbstvertrauen der beteiligten Mitarbeiter stärken und zu neuen Aktivitäten anregen. Es gibt aber auch noch solche Meinungen und Hoffnungen von Informatikern, daß durch die nächste technische Neuheit vorhandene Probleme leicht gelöst werden.

Im allgemeinen ist es in der gegenwärtigen Zeit nicht möglich zu beurteilen, ob die gesetzten Ziele der Forschungsaufgabe erreicht werden können. Ein kritischer Punkt besteht darin, daß sich die Forscher mit den Angehörigen der Betriebe dahingehend abstimmen müssen, welche der auszuwählenden Versuche mit anderen Arbeitsformen bereitwillig geprüft werden können.

In den Fällen, in denen keine Bereitschaft zur Prüfung vorliegt, werden die Forscher ihre Ideen konkretisieren und versuchen, die Gründe, die gegen die

Einführung neuer Arbeitsformen sprechen, zu erforschen. So wird das anzustrebende Wissen durch eine Folge von Kompromissen abgehoben und begrenzt.

Abschließende Bemerkungen

Mit Hilfe von Informationssystemen können kleine Gruppen von Menschen große Gruppen der Bevölkerung, einfach gesagt, darüber informieren, was sie von ihnen wollen. Man kann solche Systeme *Kontrollsysteme* nennen. Andererseits kann jedoch die gesamte Bevölkerung als Ganzes oder gruppenweise verschiedene Informationssysteme nutzen, um sich im täglichen Leben und im Arbeitsprozeß zu orientieren. Man kann diese als *Systeme für die Selbststeuerung* bezeichnen. Eine zentrale Aufgabe der Informationssysteme besteht darin, daß sie die ständig fortschreitenden Lernprozesse aller Beteiligten unterstützen. Abschließend werden die Aussagen dieses Aufsatzes thesenhaft formuliert. Sie sagen aus:

1. Unter den computergestützten Informationssystemen dominieren zur Zeit die Kontrollsysteme.
2. Die Arbeitsweise bei der Systementwicklung muß radikal geändert werden, wenn Kontrollsysteme durch Systeme für Selbststeuerung ersetzt werden sollen.
3. Ein möglicher Ansatz, diese zu realisieren, besteht darin, generell vom Primat der menschlichen Arbeit, der Rolle des Menschen als unmittelbarem Nutzer (Mitwirkendem) und als mittelbarem Nutzer, wie Kunden im Informationsprozeß und nicht von der im Zeitraum vorhandenen Informationstechnik auszugehen.

In diesem Aufsatz wurde darüber hinaus ein Forschungsprojekt beschrieben, das die dritte These unter vorgegebenen Begrenzungen prüft.

Ausgehend von der Notwendigkeit, daß sich die Bevölkerung auf eine große Anzahl von Informationssystemen einstellt und über deren Nutzung sie frei entscheiden bzw. zwischen deren Anwendung sie frei wählen kann, gewinnt der Forschungsgegenstand *Human Factor* eine entscheidende Bedeutung.

Literatur

- /1/ Apel, K.-O. Transformation der Philosophie, Suhrkamp, Frankfurt a/M, 1973
- /2/ Ashby, W. R. An Introduction to Cybernetics, Chapman & Hall, London, 1956
- /3/ Aulin, A. The Cybernetic Laws of Social Progress, Pergamon Press, Oxford, 1982
- /4/ Aulin, A. Foundations of Mathematical Systems Dynamics, Pergamon Press, Oxford, 1989
- /5/ Berger, P. L. and Luckmann, T. The Social Construction of Reality. A Treatise in the Sociology of Knowledge, Doubleday Anchor, Garden City, N. Y., 1966
- /6/ Bergmann, G. Logic and Reality, University of Wisconsin Press, Madison, WI, 1964
- /7/ Bjerknes, G., Ehn, P. and Kyng, M. (eds.) Computers and Democracy, Avebury, Aldershot, 1987
- /8/ Braverman, H., Labor and Monopoly Capital; The Degradation of Work in the Twentieth Century, Monthly Review Press, New York, 1974
- /9/ Couger J. D., Colter, M., and Knapp, R. Advanced Systems Development/Feasibility Techniques, Wiley, New York, 1982
- /10/ DeMarco, T. Structured Analysis and System Specification, Yourdon Press, New York, 1978
- /11/ Docherty, P., Magnusson, A., Stymne, B., Kallbo, K., und Herber, S. Hur man lyckas med systemutveckling – en analys av fem praktiska fall (Wie man bei der Entwicklung von Datenverarbeitungssystemen einen Erfolg erreicht – eine Analyse fünf praktischer Fälle) EFI vid Handelshögskolan i Stockholm, Gotab, Stockholm 1977 (Auf Schwedisch)
- /12/ Ehn, P. & Kyng, M., The Collective Resource Approach to Systems Design. In: [7]
- /13/ Griethuysen, V., Ed. Concepts and Terminology of the Conceptual Schema and the Information Base. ISO Report No. ISO/TC97/SC5N695 1982
- /14/ Hawgood, J. ed. Evolutionary Information Systems, Proceedings of the IFIP TC 8 Working Conference on Evolutionary Information Systems, Budapest, Hungary, 1–3 September, 1981
- /15/ Hirschheim, R. and Klein, H. K. Four Paradigms of Information Systems Development, Comm. of the ACM, Vol. 32, No. 10, October 1989, pp. 1199–1216
- /16/ Lehman, M. M. and Belady, L. A. (Eds.) Program Evolution Processes of Software Change, Academic Press, London, 1985
- /17/ Lehman, M. M. Human Thought and Action as an Ingredient of System Behaviour, in: [16]
- /18/ Lehman, M. M. Programs, Life Cycles and Laws of Software Evolution, in [16] First published in Proc. IEEE Spec. Issue on Software Engineering Volume 68, No. 9, Sept. 1980, pp. 1060–1076.
- /19/ Manchester, P. Never mind the quality, feel the MIPS, In: Grindley, K. (ed.) Information Technology Review 1988/89, Price Waterhouse, London, 1988, pp. 8–11 (Copies of the review may be obtained from Price Waterhouse, Southwark Towers, 32 London Bridge Street, London SE1 9SY, U. K.)
- /20/ Mumford, E. & Weir, M. Computer Systems in Work Design – the ETHICS Method; Effective Technical and Human Implementation of Computer Systems, Associated Business Press, 1979

- /21/ Mumford, E. Sociotechnical Systems Design – Evolving Theory and Practice, In: [7]
- /22/ Naumann, J. and Jenkins, M. Prototyping: The new paradigm for systems development. MIS Quarterly 6,3 [Sept. 1982], 29–44
- /23/ Nissen, H.-E. Information Systems Development for Responsible Human Action, In: Information Systems Development for Human Progress, Klein, H. K. & Kumar, K. (eds.) Proc. of the IFIP WG 8.2. Atlanta Conf., May 1987, North-Holland, 1989
- /24/ Nurminen, M. I., People and Computers: Three Ways of Looking at Information Systems, Studentlitteratur, Lund, Schweden, 1988
- /25/ Nygaard, K. & Berge, O. T., The Trad Unions – New Users of Research, Personnel Review, Vol. 4, No. 2, 1975, pp. 5–10
- /26/ Olerup, A. Socio-Technical Design of Computer-Assisted Work: A Discussion of the ETHICS and Tavistock Approaches, Scandinavian Journal of Information Systems, Volume 1, August 1989, pp. 43–71
- /27/ Olle, T. W. Sol, H., and Verrijn-Stuart, A. Eds. Information Systems Design Methodologies: A Comparative Review, North-Holland, Amsterdam, 1982
- /28/ Olle, T. W., Sol, H., and Tully C. Eds. Information Systems Design Methodologies: A Feature Analysis, North-Holland, Amsterdam, 1983
- /29/ Olle, T. W. Sol, H. and Verrijn-Stuart, A. Eds. Information Systems Design Methodologies: Improving the Practice, North-Holland, Amsterdam, 1986
- /30/ Rubin, M. L. Introduction to the Systems Life Cycle, Brandon System Press, London 1972
- /31/ Sandstroem, G., Responsibility and forms of participation in continuous system development, MDA-projekt No. 12 In: MDA People, Computers, Work; An interdisciplinary research programme, Projects, June 1989, pp. 14–15.
- /32/ Wittgenstein, L. V. Philosophische Untersuchungen. Philosophical Investigations, Blackwell, Oxford, 1953

Berichtigung

Im Heft 2/90 von edv-aspekte mit dem Titel „Produktdaten – Modelle und Austausch“ fehlt bei dem Artikel „Das Partialmodell PSCM ...“ (Seite 52) der Name des Mitautors Thomas Reich. Wir bitten, dieses Versehen zu entschuldigen.

Aufgabenanalyse, -bewertung und -gestaltung – ein Hilfsmittel

Prof. Dr. Winfried Hacker, Evelin Müller, Edelgard Schwarzer
Technische Universität Dresden (DDR)

Das aufgabenbezogene Gestalten rechnerunterstützter individueller und kooperativer Arbeit und aufgabengerechter Software setzt eine differenzierte Aufgabenanalyse voraus. Der Eindruck, daß dafür bereits genügend geeignete gestaltungsunterstützende Hilfsmittel zur Verfügung stünden, täuscht: Es gibt nur wenige Verfahren, die gleichermaßen begründeten konzeptionellen und praktisch-wirtschaftlichen Erfordernissen gerecht werden /3/.

Anforderungen an Aufgabenanalysehilfen zur Systementwicklung

Welchen Anforderungen müssen Hilfsmittel für die Aufgabenanalyse zum Zwecke der leistungssteigernden und beanspruchungsoptimierenden Systemgestaltung genügen?

Die Hilfsmittel müssen

- theoretisch, insbesondere tätigkeits- und kognitionspsychologisch, fundiert sein;
- ausreichende Gütekriterien aufweisen hinsichtlich ihrer Validität, Reliabilität, Objektivität und Nützlichkeit;
- die Beeinträchtigungslosigkeit sowie Gesundheits- und Persönlichkeitsförderlichkeit als Voraussetzungen langfristiger Wirtschaftlichkeit des Systems berücksichtigen;
- bereits in der projektierenden Arbeitsgestaltung – beginnend bei der Problemanalyse – rationell einsetzbar sowie
- für kooperative (partizipative) Analyse- und System-/Organisationsentwicklungsprozesse nutzbar sein.

Bisher entwickelte Hilfsmittel waren nicht dafür gedacht, dieses anspruchsvolle Forderungsquintett zu erfüllen. Ein Verfahren, das sich dem Forderungsquintett stellt, ist das „Tätigkeitsbewertungssystem für geistige Arbeit mit/ohne Rechnerunterstützung (TBS-GA)“, das nach einem mehrstufigen Entwicklungs- und Erprobungsprozeß vorgelegt wurde/4/. Es baut auf der Konzeption der vollständigen Tätigkeit auf, die sich bei dem Analysieren, Bewerten und Gestalten von Montage-, Bedien- und Überwachungstätigkeiten bewährte, und berücksichtigt arbeits- und kognitionspsychologische Ergeb-

nisse zu Besonderheiten wissensgestützter geistiger Arbeitstätigkeiten/2/. Das Verfahren ist ein Hilfsmittel für die Analyse, Bewertung und Gestaltung von geistigen Arbeitsprozessen mit und ohne Rechnerunterstützung, das eingesetzt werden kann

– vergleichend vor und nach *Computerisierung*
– in der korrigierend-nachträglichen und der projektierenden Arbeits-/Systemgestaltung.

Es setzt nicht voraus, daß die Tätigkeit bereits von Arbeitspersonen ausgeführt wird.

Aufbau und Leistungsspektrum des Verfahrens

Das Verfahren gibt im Analyseteil die zu untersuchenden System- und Tätigkeitsmerkmale mit ihren Skalenabstufungen sowie mit Zuordnungshilfen und Erläuterungen an. Der Auswertungsteil enthält die Leitlinien und Hilfen für die Bewertung der Arbeitstätigkeiten und für das (Um)Gestalten von Arbeitstätigkeiten bzw. Systembestandteilen.

In die Analyse, Bewertung und Gestaltung werden fünf Klassen von System- bzw. Tätigkeitsmerkmalen einbezogen:

- Organisatorische und technische Bedingungen, welche die Vollständigkeit von Tätigkeiten bestimmen
- Kooperation und Kommunikation
- Verantwortung, die aus dem Arbeitsauftrag folgt
- Erforderliche kognitive Leistungen
- Qualifikations- und Lernerfordernisse.

Dabei sind die Art der Mensch-Rechner-Interaktion, die Dauer und Vielfalt der Arbeit in Mensch-Rechner-Systemen einschließlich der Art ihrer Einordnung in die Gesamttätigkeit, die Dialoggestaltung und zentrale Aspekte der Nutzersoftwaregestaltung einbezogen. Die Bewertung folgt dem hierarchischen Bewertungssystem für Arbeitsgestaltungsmaßnahmen. Das Verfahren bietet daher zunächst eine gedrängte Abprüfungshilfe von Ausführbarkeit und Schädigungslosigkeit. Das Verfahren TBS-GA selbst bewertet eingehend nach Beeinträchtigungslosigkeit und

Gesundheits/Persönlichkeitsförderlichkeit. Dazu werden neben Mindest- und Vergleichsprofilen für Arbeitstätigkeiten unterschiedlicher Anforderungsklassen für das Bewerten und Ableiten von (Um)Gestaltungserfordernissen auch Kombinationen von Merkmalsausprägungen angeboten, welche eine Zuordnung der fraglichen Tätigkeiten zu Klassen von Tätigkeitsauswirkungen auf die Arbeitenden gestatten.

Gestaltungsrichtlinien bieten für (um)gestaltungsbedürftige Merkmalsausprägungen Veränderungsmaßnahmen auf den Systemgestaltungsebenen Arbeitsteilung/Kombination, Funktionsteilung Mensch/Rechner, Dialog- und Nutzersoftware an.

Attraktiv für Informatiker ist das TBS-GA durch die wahlweise Einsetzbarkeit in der Lang- (60 Tätigkeitsmerkmale) oder Kurzform (15 Merkmale). Die Kurzform umgeht das psychologische Wissen benötigende Analysieren der kognitiven Leistungen, weil diese mit hinreichender Sicherheit aus leichter untersuchbaren organisatorisch-technischen Merkmalen vorhergesagt werden. Das Verfahren hat gesicherte empirische Gültigkeit: Es trennt tätigkeits- und qualifikationsklassentypische Anforderungen, beschreibt sie und ordnet den Anforderungsgruppen zuverlässig Auswirkungen (z. B. Ermüdung, Monotonie, Krankenstand, erlebter Anreizungsgrad, psychosomatische Beschwerden) zu, die eventuelle (Um)Gestaltungserfordernisse begründen. Welche Hilfen bietet das Verfahren?

Unterstützung der Aufgabenanalyse bei dem Einführen/Verändern rechnergestützter Arbeit

Das TBS-GA leitet konzeptionell begründet die Arbeitsanalyse und systematisiert ihre Ergebnisdarstellung. Dabei geht es um das Sichern der Vergleichbarkeit von verschiedenen Tätigkeiten bzw. Tätigkeitsvarianten, die im Ergebnis der Computerisierung entstehen, sowie um das Verdeutlichen von

Tab. 1 Beispiel tabellarischer Vorhersage mentaler Anforderungen aus ingenieurmäßig direkt gestaltbaren Tätigkeitsmerkmalen

Gestaltungsdefiziten als Verbesserungserfordernisse.

Beim Gestalten rechnerunterstützter Arbeitsprozesse können mit TBS-GA-Hilfe nicht nur die Anforderungen der bisherigen Tätigkeiten erfaßt, sondern auch realisiert oder sogar vorerst nur projektierte Varianten anforderungsanalytisch aufbereitet und in einem einheitlichen Rahmen verglichen werden. Zur Verdeutlichung von Gestaltungserfordernissen sind die ausgewählten Tätigkeitsmerkmale bezogen auf ein empirisch ermitteltes Mindestprofil: Unter ihm liegende Merkmalsausprägungen machen negative Auswirkungen auf die Leistungsvoraussetzungen und Leistungen der Arbeitenden wahrscheinlich, insbesondere wenn sie in ganzen Konfigurationen auftreten. Über ihnen liegende Ausprägungen machen leistungs- und gesundheitsförderliche Auswirkungen wahrscheinlich. Das Unterschreiten verweist auf Gestaltungsdefizite und -erfordernisse, das Überschreiten auf erwünschte Tätigkeits- bzw. Systemmerkmale.

Vereinfachen der Aufgabenanalyse: Abschätzung bzw. Vorhersage mentaler Anforderungen und Arbeitsauswirkungen

Auch bei Unterstützung durch das TBS-GA bleibt das Identifizieren der tatsächlichen mentalen Anforderungen schwierig und erfordert psychologisches Fachkönnen. Um Ingenieuren und Informatikern diese Aufgaben- und Systemanalyse, -bewertung und -gestaltung zu erleichtern, stellten wir unmittelbar ingenieurmäßig gestaltbare Tätigkeitsmerkmale zusammen. Beispielsweise sind Problemlösungsanforderungen nicht unmittelbar ingenieurmäßig gestaltbar, wohl aber die Anzahl anforderungsverschiedener Teilaufträge oder der Dialogtyp. Daraus leiteten wir redu-

Auftragswechsel	Wiederholungshäufigkeit	organisatorische Informationsanforderungen	Freiheitsgrade	Ebene der mentalen Anforderungen
Stufe 0;1	0-2	0;1	1	Stufe 2
...				
Stufe 3-5	4-6	6	2;3	Stufe 5

zierte Merkmalsätze (Kurzform TBS-GA-K) ab, die eine Abschätzung – bzw. bei vorerst projektierten, aber noch nicht realisierten Varianten eine Vorhersage – der mentalen Anforderungen sowie von psychophysischen Auswirkungen und damit indirekt von Wirtschaftlichkeitsaspekten gestatten.

Die Vorhersage ist für die projektierende Arbeitsgestaltung eine ausschlaggebende Hilfe.

Die Abschätzung bzw. Vorhersage nutzt diskriminanzanalytisch und in Konfigurationsfrequenzanalysen gewonnene Ergebnisse über hinreichend enge Abhängigkeiten mentaler Anforderungsmerkmale insbesondere von Konfigurationen ingenieurmäßig gestaltbarer Tätigkeitsmerkmale.

So können die erforderlichen Denkanforderungen vorhergesagt werden (für ausgebildete Arbeitskräfte) aus

– der Art der Mensch-Rechner-Interaktion:

$r = 0.81$; $p < 0.01$;

– den inhaltlichen Freiheitsgraden für eigenständige Zielstellungen:

$r = 0.83$; $p < 0.01$;

– der Wiederholungshäufigkeit gleichartiger Verrichtungen:

$r = 0.82$; $p < 0.01$.

Zur Erhöhung der Vorhersagezuverlässigkeit werden – auch in Anbetracht des noch lückenhaften Erkenntnisstands zur geistigen Arbeit – der Vorhersage Merkmalskombinationen zugrunde gelegt. So ist die Ebene der mentalen Anforderungen vorhersagbar aus

– der Häufigkeit des Wechsels der Arbeitsaufträge

– der Häufigkeit sich gleichartig wiederholender Verrichtungen

– den für den Arbeitenden erforderlichen Informationen über die Arbeitsorganisation und

– den Freiheitsgraden für unterschiedliche Vorgehensweisen.

In Tabellen sind den Ausprägungen der direkt gestaltbaren Tätigkeitsmerkmale die Ausprägungen der gesuchten mentalen Anforderungsdimension zugeordnet (siehe Tab. 1).

Das bedeutet verbalisiert für die untere Zeile:

Informationsverarbeitung mit selbständigen (nichtalgorithmischen) Problemlösungsanforderungen liegt mit ausreichender Wahrscheinlichkeit nur vor, wenn

– der Auftrag sich höchstens wöchentlich wiederholt,

– gleichartige Verrichtungen innerhalb einer Teiltätigkeit höchstens viermal arbeitstäglich wiederkehren,

– arbeitsorganisatorische Information wenigstens über die Aufgaben der eigenen Abteilung bzw. vor/nachgeordneten Plätzen anderer Abteilungen zu berücksichtigen ist und

– eigene Entscheidungsmöglichkeiten wenigstens für die Abfolge der Tätigkeiten und ihrer Bearbeitungswege/mittel vorliegen.

Das TBS-GA ist wegen dieser Vorhersagemöglichkeiten geeignet als Bewertungshilfsmittel im iterativen Gestaltungsprozeß von Systemen und bewährt sich dabei auch zur inhaltlichen Konkretisierung und Strukturierung der Gestalter-Nutzer-Kommunikation.

Bei Ausprägung der Merkmalskombination der Tätigkeit			Gehäufte psychosomatische Beschwerden zu erwarten?
zeitliche Freiheitsgrade	inhaltliche Freiheitsgrade	körperliche Abwechslung	
+	+	+	nein
+	+	–	nein
+	–	+	ja
+	–	–	ja
–	+	+	nein
–	+	–	ja
–	–	–	ja

Skala	Mindesteinstufung	Bemerkungen
Erforderliche Information zur Nutzung der Software	(2) Außer Kenntnis der Tastatur/Bedienelemente auch der Menüs/Formularangebote und deren Codes	aufgabenabhängig auch höhere Mindeststufe
Mensch-Rechner-Interaktion	(1) systemgesteuerter Dialog (2) beeinflussbarer systemgesteuerter Dialog	bei Anfänger/Neben-Tätigkeit bei Experten/Haupt-Tätigkeit
Anteil selbst zu veranlassender Verrichtungen	(1) 25–50 % (2) (3) 50–100 %	bei Ungeübten/Gelegenheitsnutzern bei Geübten
Freiheitsgrade (FG) der Dialogführung	(2) FG für Teilaufgabenabfolge (3)–(5) FG für Ausmaß der Rechnernutzung, Softwarewahl, Lösungsweg	bei Ungeübten bei Geübten
Anpaßbarkeit der Befehlsmächtigkeit	(0) feste Vorgabe (1) selbständige Definierbarkeit	bei Ungeübten bei Geübten
Angemessenheit des Infoangebots durch Rechner	weder Infomangel noch -überschuß	–

Unterstützen der Aufgaben Systembewertung

Die Bewertung analysierter Anforderungs- und Systemmerkmale erfolgt in Form der Prädiktion ihrer Auswirkungen auf die Leistungsvoraussetzungen der Arbeitenden mit dem Ziel des Feststellens eventueller (Um)Gestaltungsbedürftigkeit.

Drei Bewertungshilfen zur Auswirkungsprädiktion werden angeboten.

1. ein Mindestprofil oder kritisches Profil

Das Unterschreiten dieser in mehrjährigen Validierungsstudien abgeleiteten Profile signalisiert die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Erlebens- (z. B. Ermüdung) und Befindensbeeinträchtigungen (z. B. psychosomatische Beschwerden) bis zu Krankenstandserhöhungen, die sämtlich zugleich Wirtschaftlichkeitseinschränkungen anzeigen.

Unterschreitungen des Mindestprofils sind zugleich Umgestaltungshinweise; auf der jeweiligen Dimension sind Veränderungen in Richtung auf höhere (unkritische) Skalenstufen zu verwirklichen.

2. Beispielsprofile

Mit dem TBS-GA wurden clusteranalytisch (vier) Klassen von Tätigkeitsanforderungen bestimmt, und für diese wurden Beispielsprofile von typischen Tätigkeiten angeboten, deren Auswirkungen (z. B. bezüglich Ermüdung oder Anreizungsreichtum) gut bekannt sind. Damit werden Hilfen angeboten, die hinausgehend über das verallgemeinernde Mindestprofil die unterschiedlichen Qualifikations- und damit Anspruchsniveaus der Arbeitenden aus den Tätigkeitsgruppen beachten. Des weiteren gestatten sie, das Ausmaß erforderlicher Verbesserungen besser abzuschätzen als allein der Vergleich zu einem Mindestprofil, weil Anforderungserhöhungen nicht unbegrenzt Verbesserungen bewirken.

Tab. 2 Beispiel tabellarischer Auswirkungsvorhersage (TBS-GA-K)

Tab. 3 TBS-GA-Skalen zur Bewertung der Software-Qualität (Beispiel-Auszug)

Bei den Profilen bleibt allerdings offen, welchen Merkmalen bestimmte Auswirkungen vorrangig geschuldet sind. Daher erfolgt ein weiteres Hilfsangebot:

3. Auswirkungsbewertete Merkmalskombinationen

Auch für die Abschätzung von nicht untersuchten Auswirkungen und die Auswirkungsprädiktion sind Kombinationen von Merkmalen hilfreicher als Einzelmerkmale, obgleich auch diese nicht unergiebig sind.

Auf der Grundlage diskriminanz- und clusteranalytischer Untersuchungen kann bisher das Vorhandensein bzw. Nichtauftreten von Fehlbeanspruchungsformen mit 70–90 Prozent Treffern vorhergesagt werden.

Für die wichtigsten Tätigkeitsauswirkungen auf die Leistungsvoraussetzungen werden auf dieser Grundlage einfache, rasch ablesbare Vorhersagemöglichkeiten zusammengestellt (Tab. 2).

Der begrenzte Erkenntnisstand empfiehlt vorerst das Dichotomisieren der Merkmalsausprägungen im Sinne überdurchschnittlich günstiger (+) und unterdurchschnittlicher (–) Ausprägung sowie eine nur alternative Prädikation der Auswirkungen. Eine Dichotomisierungsvorschrift ist angegeben.

Bei Validierung durch das Erheben der bestehenden Beschwerden traten 27 Prozent Fehler auf, indem bei 12 Prozent der Arbeitstätigkeiten erwartete Beschwerdehäufungen nicht vorlagen und bei 15 Prozent unerwartete auftraten. Für Gestaltungsanliegen ist der letztgenannte Fehleranteil der problematische. Bei anderen Auswirkungen sind die Fehler der letzten Art kleiner (z. B. Monotonie 4 Prozent, Sättigung 6 Prozent, Ermüdung 14 Prozent).

Unterstützen der Aufgaben/Systemgestaltung

Für die (Um)Gestaltung interessieren vorzugsweise unmittelbar gestaltbare Tätigkeitsmerkmale und daraus insbesondere solche mit hohen Korrelationen zu Auswirkungen.

Das TBS-GA gibt Gestaltungsempfehlungen bezogen auf ermittelte Defizit-

schwerpunkte auf den drei hierarchischen Gestaltungsebenen/2/

- Mensch-Mensch-Arbeitsteilung (Arbeitsorganisation)
- Mensch-Rechner-Funktionsteilung (Software/Dialoggestaltung)
- Mensch-Rechner-Interaktion*

Dazu werden je Ebene Zusatzskalen für spezielle Gestaltungsanliegen angeführt, zu erreichende Mindestausprägungen der unmittelbar gestaltbaren Merkmale zusammengestellt sowie auf diese bezogen Gestaltungshinweise dargelegt.

Das TBS-GA unterstützt das *Ermitteln der Angemessenheit der Nutzersoftware*, bezogen auf die jeweilige Arbeitsaufgabe, und leitet zur aufgaben- und nutzerbezogenen *Software/Dialoggestaltung* an.

Es wird eine Zusammenstellung ausgewählter Merkmalsskalen, vermehrt um Zusatzskalen, angegeben (Tab. 3). Die Zusatzskalen betreffen u. a. die informationelle und die zeitliche Angemessenheit der Informationsangebote des Rechners für die Aufgabe, Befehlsmerkmale und deren Aufgabenanpaßbarkeit oder die aufgabenkompatible Maskengestaltung.

Für jede Skala werden Mindeststufen – getrennt für geübte und ungeübte Nutzer – empfohlen. Für den Fall des Unterschreitens sind Hinweise auf Verbesserungswege dargelegt und erforderlichenfalls begründet.

Unterstützen partizipativer Aufgaben/Systemgestaltung

Von Heisig und Goldberg/1/ wurde auf der Grundlage der Merkmale des TBS eine Variante für die Untersuchung und Umgestaltung von rechnergestützten Arbeitstätigkeiten durch die *Arbeitenden selbst* entwickelt und am Beispiel des Erstellens von Nutzersoftware erfolgreich erprobt. Damit soll berücksichtigt werden, daß die *Experten* für komplizierte Arbeitsaufgaben die erfolgreichen, erfahrenen Werk tätigen selbst sind, kaum aber externe Untersucher allein. Die Werk tätigen untersuchen, gestützt auf diese Verfahrensvariante *TBS-GA-S*, ihre Tätigkeit, bei Bedarf beraten von arbeitswissenschaftlichen

Fachleuten bzw. Psychologen. An die individuelle Analyse nach Ist- und erwünschtem Sollzustand schließt sich eine Gruppendiskussion an, in der eine gemeinsame Ist- und Sollzustandsbeurteilung erarbeitet und eventuell individuell bedingte Verzerrungen zurückgedrängt werden. Diese Gruppendiskussion bezieht verantwortliche Leiter ein, um Veränderungsvorschläge kompetent beschließen zu können. Dieser Gruppenprozeß ist der Anfang eines Organisationsentwicklungsprozesses zur systematischen (Um)Gestaltung umfassender Arbeitssysteme.

Das Hilfsmittel TBS-GA erweist sich als effizientes Hilfsmittel der Analyse, Bewertung und Gestaltung sowohl in der Hand von Psychologen als auch von Arbeitswissenschaftlern, Ingenieuren und Informatikern und als geeigneter Lehrgegenstand in der (software-)ergonomischen Aus- und Weiterbildung dieser Berufsgruppen.

Literatur:

- /1/ Goldberg, R. und B. Heisig: Zur Analyse und Gestaltung komplexer rechnergestützter Tätigkeiten am Beispiel Programmieren. Informationen der TU Dresden TUD-Eigenverlag: Dresden 1989
- /2/ Hacker, W.: Software-Gestaltung als Arbeitsgestaltung IN: State of the art 5: K.-P. Fähnrich (Hrsg.): Software-Ergonomie. München: Oldenbourg 1987
- /3/ Rödinger, K.-H.: Beiträge der Software-Ergonomie zu den frühen Phasen der Software-Entwicklung IN: Bullinger, H. J. (Hrsg.): Software-Ergonomie '85: Mensch-Computer-Interaktion. Berichte des German Chapter of the ACM. Band 24, Stuttgart: Teubner 1985
- /4/ Rudolph, E., E. Schönfelder, W. Hacker: Tätigkeitsbewertungssystem – Geistige Arbeit (TBS-GA). Berlin: Psychodiagnostisches Zentrum an der Humboldt-Universität 1987 (für BRD im Vertrieb von Hogrefe-Verlag Göttingen)

Systementwurf, Systementwurfsmethodologie – Prinzipien und Positionen

Prof. Dr. Wolfgang Belke,

Zentralinstitut für Hochschulbildung Berlin (DDR)

Mit den bisherigen, im wesentlichen einzelwissenschaftlich orientierten Betrachtungs- und Vorgehensweisen sind die erwarteten Effekte bei der Nutzung der modernen Informations- und Kommunikationstechnologien (im weiteren: IKT) nicht erreicht worden. Der notwendige Paradigmawechsel wird/wurde mit dem interdisziplinären Anliegen der Systemgestaltung zumindest theoretisch vollzogen.

Eine – im Sinne der Konzentration auf ausgewählte Hauptfragen thesenhafte – Darstellung von Grundlagen und Positionen zur Systemgestaltung ist Gegenstand dieses Beitrages.

These 1: Definitionen

Gegenstand der Gestaltung sind (letztlich) soziale und/oder sozial bestimmte *Ganzheiten/Systeme*, darunter: Informationssysteme, die IKT-Nutzung eingeschlossen; im engeren Sinne sind es die notwendigen und hinreichenden (primären!) *Systemmerkmale: Struktur und Funktion* (→ Prozeß) und in zunehmendem Maße sekundäre Systemmerkmale wie Flexibilität, Adaptionfähigkeit, Zuverlässigkeit u. v. a. m. (vgl. /3/).

Bemerkungen:

1. Der *Systembegriff* ist Begriff der Abildebene, dennoch wird mit *Systemgestaltung* die Gestaltung von ideellen/abgebildeten und realen Systemen bezeichnet.

2. Es gilt die *Fundamentrelation* der Systemtheorie:

Systeme sind die Träger von Prozessen, Prozesse realisieren sich immer in Systemen. D. h.: *Systemgestaltung* ist immer auch *Prozeßgestaltung* und mehr noch: primär ist der Prozeß und mithin die Prozeßgestaltung.

3. In Abhängigkeit von *Systemklassen* gibt es/werden geschaffen *Wissenschaftsdisziplinen* mit der *Gestaltung als Gegenstand*, Arbeits-, Leitungs-, Wissenschafts-, Wirtschafts-, Betriebs-Organisation.

Systemgestaltung ist Gestaltung von (Arbeits-) Prozessen und der sie tragenden Systeme mit dem Ziel

- der sozialen Befriedigung des Menschen,
- der Erhöhung ökonomischer und technologischer Effektivität und Rationalität (von Arbeitsprozessen),
- ihrer immer besseren Beherrschung und Verfügbarkeit, ausgedrückt durch Gestaltungsziele (→ Anforderungen).

Bemerkungen:

1. Arbeitsprozesse sind soziale Prozesse, die sie tragenden Systeme sind soziale Systeme. Systemgestaltung versteht sich demzufolge immer als Gestaltung sozialer Prozesse/Systeme.

2. Gegenwärtig haben die IKT eine hervorgehobene Bedeutung in der Systemgestaltung (technologischer Aspekt der Gestaltung).

Systemgestaltungsstrategie ist eine (ggf.) auf Gesetzmäßigkeiten beruhende und/oder durch *Prinzipien* fixierte relativ langfristig gültige Vorgehensweise bei der Systemgestaltung.

Wesentliche Merkmale einer Systemgestaltungsstrategie sind:

- die Einbeziehung sozialer Faktoren/Bedingungen,
- die Analyse, insbesondere Anforderungsanalyse ist Bestandteil der Strategie,
- volle Integration der technologischen Betrachtungs- und Vorgehensweise (Arbeitsmittel!)

- Entwicklung/Schaffung neuer, den modernen Technologien entsprechenden Organisationsformen,
- die (Nutzer-) Partizipation.

Bemerkungen:

1. Es wird davon ausgegangen/postuliert, daß mindestens auf der Ebene sozialer Systeme eine Strategie durch Prinzipien abgebildet wird.

2. Wesentliche Formen der Umsetzung von Prinzipien sind Methoden und mithin Methodiken.

Eine (*System-*) *Gestaltungsmethodik* ist eine Zusammenfassung adäquater Methoden und Mittel zur Gestaltung von (Prozessen und) Systemen. Sie basiert auf der/einer Gestaltungsstrategie, integriert sie.

Wesentliche Merkmale einer Gestaltungsmethodik sind:

- Handlungsorientierung: (gestal-

tungs-) prozeßbezogene Bestandteile (der Methodik)

- Nutzerorientierung: (gestaltungs-) ergebnisbezogene Bestandteile (der Methodik).

Bemerkungen:

1. Wie jede Methodik ist sie eine Metatechnologie und Bestandteil der Orgware.

2. Handlungsorientierung und Nutzerorientierung bestimmen die Partizipation.

3. Eine Methodik hat durch diese Merkmale und den Anwendungsbezug immer das Moment des Konkreten.

4. Wesentlicher (technologischer) Teil der Gestaltungsmethodik ist die/eine Softwaremethodik als bestimmte Zusammenfassung von Methoden, einschließlich der dabei zu nutzenden Mittel für die Software-Entwicklung und -nutzung; insbesondere solcher Methoden und Mittel, die eine Vorgehensweise normativ regeln.

These 2:

Einordnung des speziellen Anliegens – Gestaltungsfelder

Im gegebenen Kontext – zu gestalten des System ist die Leitung des/im Hochschulwesen der DDR – ging (und geht) es im Zeitraum 1986/90 um die Entwicklung/Nutzung von AIV-Lösungen, eigentlich sogar vorwiegend nur um die Entwicklung/Nutzung von Softwareprodukten. Der Übergang zur Nutzung der arbeitsplatznahen Rechentechnik blieb bisher ohne (die erwarteten) entscheidenden Effekte; Hauptursachen: unzureichende Integration (in die Arbeitsprozesse) und fehlende Durchgängigkeit der Lösungen und damit verbunden und in Sonderheit keine hinreichenden Veränderungen der Organisation der Arbeitsprozesse.

Im Zeitraum 1991/95 muß zur Erreichung ökonomischer und/oder sozialer Effekte, der Gewährleistung der Vervollkommenheit der Leitung das Ziel/die Aufgabe in der Bewältigung/Beherrschung des Übergangs zur Gestaltung von sozialen Systemen/Prozessen bestehen. Damit verbunden sind folgende Positionen (und deren Umsetzung im Rahmen der Strategie):

– Gestaltung erfordert ein strategisches Gesamtkonzept, eine Strategie, das/die auf der langfristigen Entwicklungskonzeption für das HSW und insbesondere seiner Leitung, der Analyse des Standes und der realen Möglichkeiten der AIV-Anwendung in der Leitung beruht.

– Gestaltung muß zu einer höheren Qualität der Leitung, insbesondere der (Steuerung und Kontrolle der) ökonomischen Prozesse führen.

– Gestaltung heißt – zunächst – Schaffung klar strukturierter, integrationsfähiger Teillösungen – als Voraussetzung zur Schaffung durchgängiger Lösungen.

– Gestaltung stellt neue Anforderungen bzgl. der Unifizierung und Standardisierung der (betriebswirtschaftlichen, leitungsorganisatorischen) Prozesse und Prozeßergebnisse (inhaltlich-organisatorische und technologische Seite).

– Gestaltung stellt qualitativ neue Forderungen an die Leiter und Leitungsmitarbeiter, an die Partizipation dieser an der Gestaltung.

Als Gestaltungsfelder zeichnen sich ab:

- das (betreffende konkrete) *soziale System*, im gegebenen Fall die Einheit von Leistungs- und Leitungssystem im Hochschulwesen; die Festlegung und Dominanz dieses Gestaltungsfeldes folgt in grundsätzlicher Weise aus dem Prinzip vom Primat der Ziel-/Aufgabenstellung und der Organisation im Anwendungsbereich gegenüber der Nutzung von IKT;
- der/die Menge der *Arbeitsprozeß/e*; die Fixierung dieses Gestaltungsfeldes folgt ebenfalls aus dem genannten Prinzip und ist mindestens in diesem Zusammenhang mit Aufhebung der Prädominanz der Technologie verbunden;
- die *Technologie*; mit der Fixierung dieses Gestaltungsfeldes sind gegenwärtig folgende Grundzüge verbunden:
 - die Technologie-Entwicklung folgt der Arbeitsgestaltung (Aufgabe der Prädominanz der Technologie bei der Gestaltung),
 - Software-Entwicklung: Ausgehen von der Anforderungsanalyse/-definition und deren Präzisierung im Prototyping – als Form der Umsetzung des Prinzips der Evolution,

- aus dem vorgenannten folgend: Nutzerbeteiligung – nicht als einmaliger Vorgang, sondern entwicklungsprozeßbegleitend,
- Entwicklung und Durchsetzung der Software-Ergonomie im Sinne der Anpassung der Software an die menschliche Arbeitsweise,
- die *Technik*; auf diesem Gestaltungsfeld geht es im wesentlichen um die Durchsetzung ergonomischer Forderungen sowie der Unifizierung und Standardisierung, die Gewährleistung der Kompatibilität von Funktionseinheiten eingeschlossen.

Diese Gestaltungsfelder sind nicht nebengeordnet, sondern es gilt die einschließende Relation.

Den Gestaltungsfeldern entsprechen Gestaltungsaspekte. Der jeweils entsprechende Gestaltungsaspekt bestimmt, dominiert die Gestaltung auf diesem Feld, bezieht sich aber nicht ausschließlich auf dieses Feld. So ist beispielsweise die technologische Gestaltung in erster Instanz für die Technologie relevant, hat aber auch Einfluß auf die soziale, Arbeits- und technische Gestaltung.

Integrale Gestaltungsfelder (und auch Aspekte) sind:

- die Beteiligung/Partizipation der Betroffenen an/bei der Gestaltung und
- die damit notwendigerweise verbundene Qualifizierung der Betroffenen; dabei geht es nicht zuerst und nicht vor allem um die Qualifizierung für die Computernutzung und zur (Anwender-) Software-Entwicklung, sondern um die Qualifizierung zur Analyse, wissenschaftlichen Durchdringung und Aufbereitung der Arbeitsprozesse und um die arbeitsprozeßbezogene / -übergreifende Qualifizierung als Voraussetzung für eine Funktionsintegration.

These 3: Allgemeine Einordnung

Im Grundsatz ist – jetzt beginnend – davon auszugehen, daß es nach den fortgeschrittenen nationalen und internationalen Erkenntnissen langfristig um die Gestaltung (und Nutzung) *computerintegrierender sozialer Systeme* (CISS; Computer Integrating Social System)

geht, d. h. um die Integration der Computer (als Arbeitsmittel!) in die Arbeitsprozesse in der Leitung (vgl. /2/). Diese Position entspricht dem (sog.) Paradigmawechsel im Herangehen an die Computernutzung. Er wurde in prinzipieller Weise bereits – bezogen auf den internationalen Stand sehr frühzeitig (1985) – mit dem Prinzip vom Primat der inhaltlichen Ziel-/Aufgabenstellung und der Organisation im Anwendungsbezug gegenüber der Nutzung von IKT fixiert und im Ansatz praktisch wirksam gemacht (vgl. /1/).

Voraussetzung der Nutzung von IKT ist die wissenschaftliche Durchdringung/Aufbereitung – die Unifizierung einbezogen – der Prozesse, in denen die IKT zur Anwendung kommen. Auf Grund des Standes der technischen und technologischen Entwicklung hängt die Effektivität des Computereinsatzes und die Effektivität der (Arbeits-) Prozesse, in denen sie zum Einsatz kommen, vor allem von der organisatorischen Gestaltung dieser Prozesse ab und es ist das Problem einer effektiven und sozial befriedigenden Integration der Computer in die Arbeitsprozesse (CISS) zu lösen. Die dabei immer erforderliche Sachkunde erzwingt die Partizipation der Betroffenen, der (potentiellen) Nutzer. (System-) Gestaltung unter den Bedingungen eines massenhaften, dezentralen (und zukünftig vernetzten) Einsatzes der modernen IKT ist nach /6/ immer Gestaltung komplexer Verflechtungen von technisch-technologischen, ökonomischen, organisatorischen und sozialen Bedingungen und Erfordernissen. Insbesondere wird die Systemgestaltung zur Gestaltung von Arbeitsinhalten, -abläufen und -bedingungen, wobei sie die Einheit von Produktivität und Persönlichkeitsentwicklung zu gewährleisten hat.

Die Komplexität und Kompliziertheit der Gestaltung sozialer Systeme macht die Gestaltung zu einem wissenschaftlichen, interdisziplinären Anliegen.

These 4: Technologie und Organisation

Technologien, technologische Unterlagen – darunter auch die Software – sind Modelle/Abbildungen von (Arbeits-) Prozessen; insofern ist technologische Gestaltung technologische Vorbereitung realer Prozesse. Die Realisierung/Überleitung von Technologien erfordert (Prozeß- und Aufbau-) Organisation (Schaffung der Voraussetzungen für die Nutzung der Technologien, Adaption der Bedingungen u. a. m.). Die Organisation technologischer Prozesse kann nur auf der Grundlage definierter Technologien erfolgen, wobei letztere immer hinreichend große Spielräume für die Organisation lassen müssen (keine tayloristischen Zwänge).

Aus diesem wechselseitigen Zusammenhang ergibt sich auch, daß es bei der Gestaltung – aus Gründen der Nutzung von IKT – nicht um die Anpassung der qualitativ neuen Technologien an alte hergebrachte Arbeitsweisen, sondern um die Schaffung neuer Organisationsformen auf der Grundlage der neuen technologischen Möglichkeiten und zu deren vollen Nutzung geht /8/.

Die für die Nutzung von IKT erforderlichen organisatorischen Regelungen, Methoden und anderen Mittel bilden die Orgware /10/. Die Orgware bildet – unabhängig von der zunächst vom technologischen Zwang ausgehenden Gestaltung – in zunehmendem Maße Hauptgegenstand/-anliegen der Systemgestaltung (korrespondierend mit der Aussage, daß die Effektivität von IKT-Anwendungen zu ca. 25 Prozent von Hard- und Software und zu 75 Prozent von der Organisation/Orgware bestimmt wird).

Insgesamt ergibt sich: Gestaltung ist zuerst und zuletzt organisatorische Gestaltung. Und: Es geht um die menschgerechte technologische Gestaltung sozial bestimmter Prozesse.

These 5: Organisatorische und technologische Innovationen

Zu beherrschen/bewältigen ist der (objektive) Widerspruch zwischen organisatorischen und technologischen Innovationen. Er besteht darin, daß technologische Innovationen einerseits organisatorische Innovationen erfordern und ermöglichen, andererseits nur unter den Bedingungen stabiler Organisation realisiert werden können. In Anlehnung an /4/ läßt sich feststellen:

- Der Konservatismus von Organisationen ist kein Konstruktionsfehler, Stabilität ist genau die Leistung, die Organisationen zu erbringen haben.
- Nur in Ausnahmefällen sind Organisationen auf eine dynamische Anpassung ihrer Struktur und/oder Ziele an die Umwelt von vornherein konzipiert. Mit modernen IKT lösen Organisationen gelöste Probleme auf einem technologisch höheren Niveau noch einmal. Für Lösungen ungelöster Probleme, also für Bereiche mit Bedarf an organisatorischer Innovation, sind IKT nur in Ausnahmefällen geeignet.
- Als gesicherte organisationswissenschaftliche Erkenntnis gilt, daß eine organisatorische Innovation grundsätzlich eine Art Ausnahmezustand für die Organisation ist.

Daraus ergibt sich als Lösung (-strategie) für diesen Widerspruch die Erweiterung des technologischen Prototypings in ein *organisatorisches Prototyping* (unter Einfluß des technologischen Prototypings) als methodische Umsetzung des Prinzips der Evolution bei der Vervollkommen der Leitung unter den Bedingungen der Nutzung von IKT. Im Prototyping geht es um eine Anpassung, eine Adaption gegebener Lösungen an neue, neu entstandene Anforderungen, wobei sich diese (veränderten) Anforderungen ganz allgemein aus Qualitätsdefiziten ergeben (aus dieser Sicht wäre auch die sogenannte Qualitätssicherung auf organisatorische Sachverhalte, auf Organisationen zu verallgemeinern).

These 6: Feststellbare Defizite und Probleme bei der Systemgestaltung

Nach /7/ lassen sich aus der Sicht der Partizipation der Betroffenen für die (Analyse und) Gestaltung folgende generellen Defizite abheben:

- analytisches Defizit:
 - Defizit an Überzeugung, daß eine Analyse der Prozesse überhaupt erforderlich ist,
 - Defizit an Erfahrungen und Qualifikation für die Analyse,
 - Defizit an Methoden und Mitteln für die Analyse;
- Defizit an partizipativen Gestaltungsansätzen/-methodiken, insbesondere unter Beachtung des Sachverhalts, daß die Betroffenen auch die Gestalter sind;
- Defizit an konzeptionellen Ansätzen zur leitungsseitigen Beherrschung des Analyse- und Gestaltungsprozesses (→ Projektmanagement).

Aus der internationalen Literatur (vgl. z. B. /9/) und vorliegenden Erfahrungen (vgl. z. B. /5/) zu Fragen der Systemgestaltung lassen sich abheben:

- Sachzwänge schränken den Gestaltungsspielraum ein.
- Günstig erscheint, daß eine Systemgestaltung von qualifizierten (system-) betriebsneutralen Kräften realisiert wird, weil damit die Probleme einer Betriebsblindheit/-befangenheit, der Abhängigkeit, damit zusammenhängenden Interessenkonflikten (der Betroffenen) und die rechtliche sowie materielle Absicherung der Gestalter von vornherein umgangen werden.
- Gegenwärtig muß in der Regel davon ausgegangen werden, daß keine spezielle Kader für die Gestaltung zur Verfügung stehen und auch nicht verfügbar gemacht werden können und daß demzufolge die Betroffenen und insbesondere deren Leiter die Gestalter sind.
- Als Erfordernisse ergeben sich aus dem vorgenannten:

- Qualifizierung der Betroffenen für die Systemgestaltung; dafür sind geeignete Voraussetzungen und Weiterbildungsmaterialien zu schaffen;
- Schaffung von Voraussetzungen zur rechtlichen und materiellen Absiche-

Systemgestaltung, Arbeits- und Organisationsgestaltung

Prof. Dr. Klaus Fuchs-Kittowski
Humboldt-Universität zu Berlin (DDR)

rung der Systemgestalter und der Systemgestaltung;

- es ist zu prüfen bzw. zu erproben, inwieweit eine normative methodische Führung – im Sinne der Einheit von Unterstützung und Vorgabe/Zwang – das Fehlen betriebsneutraler Kräfte bis zu einem gewissen Grade ausgleichen kann.

Literatur

- /1/ Belke, W.: Schiemenz, W.: Zu konzeptionellen und methodischen Grundlagen der Strategie des Ministeriums für Hoch- und Fachschulwesen der DDR bei der Anwendung der automatisierten Informationsverarbeitung in der Leitung im MHF-Bereich/ZHB Berlin, 1987, 115 S. (Berichte und Informationen)
- /2/ Belke, W.: Grundlagen für die Entwicklung und Anwendung der AIV in der Leitung des HFW der DDR – Abschlußbericht M-Thema/ZHB Berlin, 1989 a, 28 S.
- /3/ Belke, W.: Participative System Design and Unification. In: Proceedings of International IFIP-HUB-Conference on Information System, Work and Organization Design/WG 7. Berlin 1989 b
- /4/ Brinckmann, H.: Technological and organizational Innovation – Contradictions in Basis Requirements. In: Proceedings of International IFIP-HUB-Conference on Information System, Work and Organization Design, Plenary session, S. 8–10, Berlin 1989
- /5/ Falck, B.: Nutzerbezogene Gestaltung von Informations- und Kommunikationssystemen – Prozeßstruktur der Gestaltung. Vortrag im Spezialseminar Informatik. ZHB Berlin, 1989.
- /6/ Fuchs-Kittowski, K.; Wenzlaff, B.: Integrative Participation – A Challenge to the Development of Informatics. In: System Design for Human Development and Productivity: Participation and Beyond. Amsterdam; New York; Oxford; Tokyo: North Holland, 1987, S. 3–17
- /7/ Jackisch, U.-V.: Methodische Beiträge zur Analyse von und Gestaltung von Anwendungen der AIV am Beispiel der Leitung von Hochschuleinrichtungen/Sektionen. 1989, 264 S., TU Dresden, Dissertation A
- /8/ Nendel, K.: Anforderungen der Gesellschaft an die Aus- und Weiterbildung sowie Forschung und Wissenschaftsentwicklung auf dem Gebiet der Informatik an den Universitäten, Hoch- und Fachschulen. Dresden, 1989 (Referat auf der WMK Informatik)
- /9/ Rödiger, K.-H.: Entwicklung menschengerechter Formen der Arbeit und des Technikeinsatzes in einer Versicherung. In: Tagungsband des 2. Bremer Symposiums „Arbeit und Technik“. Bremen 1987, S. 93–106
- /10/ Schiemenz, W.: Anforderungsanalyse für die Anwendung der automatisierten Informationsverarbeitung zur Unterstützung von Leitungsprozessen im Bereich des MHF/ZHB Berlin, 1988, 158 S. (SR „IV im HFW“; H. 12, T. 5)

Die Paradoxie der Sicherheit und die Notwendigkeit einer neuen Kultur der Informationssystemgestaltung und Softwareentwicklung sowie der Durchsetzung des Orgwarekonzepts

Paradoxie der Sicherheit und der Wert der Intuition

Es können verschiedene Paradoxien der Datenverarbeitung/Informatik formuliert werden:

- Paradoxie der Beherrschbarkeit großer Datenmengen
- Paradoxie der Effektivität der Problembearbeitung
- Paradoxie der Stabilität des Systems

/1/. Heute wird immer deutlicher, daß übergreifend und mit noch mehr Gewicht, sich auch eine Paradoxie der Sicherheit wie folgt feststellen läßt:

Zur Gewährleistung größerer Sicherheit wird immer mehr Automatisierungstechnik in gesellschaftliche Arbeits- und Lebensprozesse einbezogen.

Es entstehen hochkomplexe informationstechnologische Systeme. Dies ist u. a. die entscheidende Erfahrung aus Harrisburg und Tschernobyl, damit wird zugleich die menschliche Gesellschaft als Ganzes verwundbar.

Die wichtige Erfahrung ist, daß der Mensch heute ohne Unterstützung durch Automaten nicht mehr in der Lage ist, die Komplexität der ihm über die von ihm zu kontrollierenden Systeme übermittelten Informationen zu beherrschen. Technische Systeme sind ihm weit überlegen hinsichtlich der Datenmengen, die verarbeitet werden können, in Bezug auf Geschwindigkeit und Sicherheit dieser Verarbeitung.

Es sind jedoch auch die Situationen zu beachten, in denen der Mensch die Verantwortung übernehmen bzw. auf jeden Fall behalten muß. Dies gilt insbesondere für Risikosituationen, die nicht auf der Grundlage formaler Regelsysteme beherrscht werden können. Wogegen der Mensch, wie immer wieder festgestellt wurde und auch begründbar ist, durch Intuition auf der Grundlage komprimierter Erfahrung, in unvorhersehbaren Situationen effektivere Entscheidungen als die Maschine treffen kann.

Wie verdeutlicht wurde (vgl. /3,4/) erweitert die Intuition die Möglichkeiten der Entscheidung weit über die hinaus, die allein auf der Grundlage der rationalen Fähigkeiten der Menschen gegeben wären. Denn der Operator, der Experte u. a. nutzt hier auch Erfahrungen aus dem Unterbewußtsein, zu denen kein unmittelbarer, aktiver Zugriff möglich ist, zur Klassifizierung der Situation und für die Auswahl der richtigen Reaktion. In diesem Sinne wollen wir von einem *postrationalen Handeln* auf der Grundlage komprimierter Erfahrungen, auf rationalen Erkenntnissen aufbauend und transzendierend, sprechen.

Um die Kooperation zwischen Mensch und Maschine in komplexen technologischen Systemen zu verbessern, ist es daher unbedingt erforderlich, die technischen und menschlichen Komponenten des Steuersystems zu untersuchen. Dies verlangt aber eine Revision des der Informatik weithin zugrundeliegenden Menschenbildes:

Der Mensch ist nicht als Störfaktor (Unsicherheitsfaktor) zu sehen, der durch moderne Informationstechnologien mehr oder weniger vollständig zu ersetzen ist, sondern als einzig schöpferische Produktivkraft, als Subjekt allen Fortschritts und aller Entwicklung.

Der Mensch als Operateur komplexer, riskanter Systeme bleibt also eine unersetzbare Komponente dieser Systeme. Daraus ergibt sich die Forderung nach einer genaueren Untersuchung:

- der Stellung des Menschen in den hochkomplexen informationstechnologischen Systemen
- der Art und Weise der Arbeitsorganisation und sozialen Kommunikation in der sozialen Organisation
- über Möglichkeiten der Automatisierung und über das unterschiedliche Verhalten von Automat und Mensch
- über die konkreten Arbeitsbedingungen und Arbeitsinhalte, Qualifikation und reale Verantwortung und Demokratie am Arbeitsplatz.

So kann wirklich eine neue Stufe der Automation erreicht werden, nicht eine Super- bzw. Vollautomatisierung, sondern eine auf den Menschen orientierte Mensch-Maschine-Interaktion und

Mensch-Mensch-Kooperation in hochkomplexen technologischen Systemen. Das Bewußtwerden der Paradoxie der Sicherheit, der widersprüchlichen Beziehung zwischen Sicherheit und Verletzlichkeit der Gesellschaft, wie sie sich bei dem verstärkten, ja massenhaften Technologieinsatz ausprägt, muß endgültig zu einem vertieften Menschenbild in der Informatik führen, muß endgültig dazu zwingen, daß man der Stellung des Menschen, seiner aktiven Rolle im hochkomplexen technologischen System, in der sozialen Organisation entsprechend Rechnung tragen lernt. Harrisburg und Tschernobyl haben uns nicht nur die Gefahren gezeigt, die auch mit der friedlichen Nutzung der Atomenergie verbunden sind, sondern sie haben uns zugleich recht drastisch vor Augen geführt, wie wichtig die Automatisierung einerseits ist und wie wichtig andererseits genauere Kenntnisse über das unterschiedliche Verhalten von Automat und Mensch sind. Es zeigt, wie dringend wir über die konkreten Arbeitsbedingungen, Arbeitsinhalte, Qualifikation und reale Verantwortung Bescheid wissen müssen.

Diese Erfahrungen gilt es zu verallgemeinern, sie gelten nicht nur für die bisher angesprochenen riskanten Systeme, für die Reaktorsicherheit.

Die rasante Entwicklung in der Wirtschaft aller Industrieländer zu verbesserten Produkten und Dienstleistungen ist unmittelbar mit der Entwicklung der Informations- und Kommunikationstechnologien verbunden.

Mit der Vereinigung von Sprach-, Text-, Daten- und Bildverarbeitung durch die Verschmelzung nachrichtentechnischer und rechentechnischer Mittel in den lokalen und globalen, flächendeckenden Netzen, entsteht eine neue Infrastruktur der Gesellschaft und damit eine neue gesellschaftliche Situation.

Die Vorteile einer solchen Entwicklung sind offensichtlich, die möglichen Risiken der neuen Situation jedoch selbst den Spezialisten heute noch nicht genügend bekannt, denn das damit verbundene Problem der Verletzlichkeit der Gesellschaft, z. B. die Abhängigkeit vieler Wirtschaftszweige vom sicheren

Funktionieren der Netze, beginnt man erst jetzt verstärkt zu sehen /5/. Die neue gesellschaftliche Situation, die durch die zum Verkehrs- und Energieverbundnetz hinzukommenden Informations- und Kommunikationsnetze entsteht, ist deutlich, durch eine Explosion der menschlichen Betätigungsmöglichkeiten in Raum und Zeit und damit aber auch, durch eine erhöhte Verwundbarkeit der Gesellschaft, durch nicht genügend bewältigte Probleme an der Mensch-Maschine-Schnittstelle und der Informationssystem-Organisationssystem-Schnittstelle charakterisiert.

Entscheidend ist hierbei die Erkenntnis, daß die Verletzlichkeit der Gesellschaft nicht nur erhöht wird durch die Möglichkeit bewußter Sabotage – man denke hier nur an die sich häufenden Mitteilungen über Hacker, über Viren oder zufällige technische Havarien, sondern immer höher wird die Abhängigkeit der Gesellschaft von der richtigen Information und Kommunikation in der sozialen Organisation. So war z. B. der sogenannte „Schwarze Montag“ an der New Yorker Börse u. a. durch die falsche Handhabung der weltweiten Informationssysteme zumindest noch verstärkt worden.

Bei den extremen Formen von Unfällen wie in Harrisburg und Tschernobyl, kann es um Leben und Tod für Tausende von Menschen gehen. Aber die Gesellschaft ist offensichtlich auch in anderer Weise verletzlich. Ein neues Gebiet der Verletzlichkeit wird in den kommenden Jahren der massenhafte Computereinsatz in der Tat die Mensch-Maschine-Schnittstelle in den komplexen Informations- und Kommunikationssystemen für unser tägliches Leben sein.

Der entscheidende Schluß, der daraus gezogen werden muß, ist, daß es insbesondere gilt, die Theorie und Methodologie der Informationssystemgestaltung und Softwareentwicklung wesentlich zu verbessern. Es gilt, eine *angewandte und sozialorientierte Informatik* zu entwickeln /6/.

Die Konsequenz, die sich aus der Bewältigung der erhöhten Verletzlichkeit der Gesellschaft ergibt, ist, daß sich

auch die Sozial- und Gesellschaftswissenschaften dieser Herausforderung stellen müssen und daß sich die Informatik selbst, durch die Entwicklung solcher Disziplinen, wie Software-Ergonomie, Informationsrecht, Arbeitsorganisation, Informations- und Kommunikations-Ökologie, sozio-technische sowie aktionale, partizipative Systemgestaltung, für sozialwissenschaftliche Fragestellungen öffnen muß, sich als Wissenschaft von der (Re-)Organisation der Arbeit und der sozialen Organisation als Ganzem beim Einsatz informationstechnologischer Mittel zu verstehen hat /7/.

Die Bewältigung dieser Widersprüchlichkeit von Sicherheit und Verletzlichkeit der Gesellschaft durch den massenhaften Einsatz der modernen Informations- und Kommunikationstechnologien ist keine naturwissenschaftliche oder strukturwissenschaftliche, auch keine technikwissenschaftliche Aufgabe alleine mehr, sondern verlangt von der Informatik die Herausbildung eines wissenschaftlichen Umfeldes für die Theorie und Methodologie der Orgwareentwicklung und fordert die Human-, Sozial- und Gesellschaftswissenschaften insgesamt heraus.

Zur Entwicklung einer neuen Kultur der Informationssystemgestaltung

Für lange Zeit schien die Welt des Informatikers eine „heile Welt“.

Die Paradoxie der Sicherheit verweist nun eindringlich darauf, daß die Technologien nicht nur im positiven Sinne wirken, wissenschaftlich-technischer Fortschritt ist deutlich ambivalent. Durch bewußte Gestaltung gilt es die positiven Wirkungen zu verstärken und die negativen zu vermeiden oder zumindest zu kompensieren.

Dezentralisierung, Vernetzung und Intellektualisierung sind Grundtendenzen der Entwicklung moderner Informations- und Kommunikationstechnologien, die unsere bisherige Konzeption von Informationssystemen und ihrer Gestaltung sowie Integration in die soziale Organisation grundsätzlich verändern /8,9/.

Vor allem sind es aber auch moderne

philosophisch-erkenntnistheoretische und wissenschaftstheoretische Erkenntnisse, die unsere bisherige Konzeption von der Informationssystemgestaltung verändern, auf deren Grundlage sich eine Vertiefung des Selbstverständnisses der Informatik, die Überwindung des allein am Ideal der Strukturwissenschaften orientierten verkürzten Selbstverständnisses der Informatik, erfolgt. Hier wird u. a. deutlich, daß die vom Positivismus vertretene Beschränkung der Wissenschaft auf Gewinnung von Fakten und Strukturkenntnis sowie wertfreie Wahrheitsfindung für die Informatik überhaupt nicht möglich und damit auch nicht richtig ist. Vor allem ist es aber die bewußte Zielsetzung, automatenunterstützte Informationssysteme zu gestalten und zu nutzen, die der Verbesserung der Arbeits- und Lebensbedingungen des Einzelnen wie der Gesellschaft als Ganzes dienen, die zu intensiven Überlegungen zur Verbesserung der Methodologie der Analyse und Gestaltung automatenunterstützter Informationssysteme geführt hat. Die Dezentralisierung und damit arbeitsplatznahe Einsatz der Rechentechnik führt zu der Erkenntnis, daß Informationssystemgestaltung zugleich Arbeits- und Organisationsgestaltung ist.

Aus der sich aus der Softwareentwicklung ergebenden Mensch-Maschine-Kombination folgen spezielle neue Arbeitsanforderungen an die Bediener und Nutzer. So betonen Hacker, Volper, Nullmeier, Rödiger u. a., daß der Informatiker Arbeitsgestalter ist, unabhängig davon, ob er dies weiß, will oder nicht /10, 11, 12, 13, 14, 15/. Es ist völlig klar, daß wesentliche Rationalisierungseffekte durch Automatisierung der Informationsprozesse ausbleiben, wenn die Informatik nicht in ihrer eigenen Lehre und Forschung die Erkenntnisse der Arbeitswissenschaft mit einbezieht. Einer solchen Vorgehensweise steht eine oftmals noch weitgehend technik-

zentrierte Sichtweise entgegen. Sie verlangt, daß die Informationssystemgestaltung nicht wie bisher fast ausschließlich üblich von innen nach außen erfolgt (Hardware → Software, → Orgware), sondern von außen nach innen bzw. genauer in enger Wechselbeziehung (Orgware ↔ Software ↔ Hardware) zwischen den verschiedenen Gestaltungsebenen erfolgt. Beginnend mit der Mensch-Mensch-Arbeitsteilung hat die Mensch-Maschine-Funktionsteilung und dann die Diagonalschnittstelle und die Softwareentwicklung zu erfolgen (Abb. 1).

Einer technikzentrierten, geräte- und produktbezogenen Strategie der Informationssystemgestaltung versuchen wir daher eine komplexe, nutzerbezogene Informationssystemgestaltung entgegenzustellen. Sie soll als eine aktionale Gestaltungsstrategie, über Grundgedanken des sozio-technischen Ansatzes hinausgehend, eine auf Leistungsförderung und Persönlichkeitsentwicklung orientierte Gestaltung ermöglichen. Die Bemühungen um die Entwicklung einer komplexen, nutzerbezogenen Informationssystemgestaltung sind analog den Grundgedanken zur „Softwaretechnik für evolutionäre, partizipative Systementwicklung“ (STEPS)/16/ auf einen Beitrag zum erforderlichen Para-

digmawechsel in der Informationssystemgestaltung gerichtet, wofür von uns Probleme der Organisationsentwicklung stärker in Betracht gezogen werden.

Für die erforderlich werdende Veränderung in der Methodologie der Einsatzvorbereitung, der Analyse und Gestaltung automatenunterstützter Informationssysteme sind u. a. folgende Faktoren strategisch besonders wichtig:

1. Das Systemmodell soll zu einem weitgehend prozeßorientierten Grundmodell entwickelt werden, so daß der Arbeitsprozeß, die mit ihm verbundenen Lern-, Kommunikations- und Leitungsprozesse und nicht der isolierte Produktaspekt vorrangig sind.

2. Das Methodenensemble soll insbesondere durch Methoden, die eine auf den Menschen und seine Arbeitsaufgaben bezogene Systementwicklung ermöglichen, erweitert werden.

3. Das auf die Problemlösung bezogene Anwendungskonzept soll durch Bestimmung der Tätigkeiten (Arbeitsbedingungen, Arbeitsinhalte) eine aufgabenbezogene Anforderungsermittlung und Analyse der sozialen Organisation zur Grundlage haben.

4. Das auf die Informationsmodellierung bezogene Anwendungskonzept soll eine kognitions- und kommunikationswissenschaftlich begründete Gestaltung der

Dialogschnittstelle zur Grundlage haben.

5. Das Technologie-, Wirkungs- und Bewertungskonzept soll eine kontinuierliche sozial-ökonomische Bewertung im Gestaltungsprozeß und der Nutzung bestehender Systeme ermöglichen.

6. Das Partizipationskonzept soll das kooperative Zusammenwirken aller an der Systemgestaltung Beteiligten, speziell der Systemgestalter und Nutzer bewußt organisieren /17/.

Zum Orgwarekonzept als einem entsprechenden Mittel zur vollen Realisierung der Möglichkeiten moderner IKT

Zur Orgware werden die Elemente sozialer Organisation, Prinzipien, Methoden und Regeln gerechnet, die das Zusammenwirken des Menschen mit dem Rechner und anderen Teilen des Informationssystems sowie dessen rationale Integration in die soziale Organisation, in der das automatenunterstützte Informationssystem funktionieren soll, gewährleisten.

Das Orgwarekonzept wurde zuerst durch Arbeiten des damaligen stellv. Direktors des Kiewer Instituts für Kybernetik und Automatisierung G. A. Dobrov und auch durch seine Arbeiten im IIASA (Internationales Institut für Angewandte Systemanalyse) entwickelt und propagiert. Besonders an der Humboldt-Universität (Fuchs-Kittowski, Tschirschwitz, wie auch in Arbeiten von Belke, Schiementz, Lauenroth) wurde durch verschiedene Arbeiten versucht, das Konzept zu vertiefen und zu verbreitern /18, 19, 20/.

Heute wird speziell durch den FASI-Report (Die Zukunft beginnt mit Projekten) das Orgwarekonzept aus den Arbeiten am IIASA aufgegriffen und als entscheidendes Mittel zur Optimierung der von den Informationstechnologien angebotenen neuen Möglichkeiten und zur Vermeidung von Risiken herausgestellt, ein internationales Institut zur Bewältigung der Orgwareprobleme, speziell im Zusammenhang mit der Entwicklung lokaler und globaler Netze empfohlen /21, 22, 23/.

Um zu verdeutlichen, welche Aspekte

der Orgwaretheorie, Methodologie und Technologie u. E. im Verantwortungsreich des Informatikers als Systemgestalter liegen, wird von uns die Orgware in verschiedener Weise differenziert. Es ist zwischen funktionsbezogener und integrationsbezogener Orgware zu unterscheiden.

Die funktionsbezogene Orgware umfaßt die allgemein gültigen organisatorischen Regelungen zur Sicherung der Arbeitsfähigkeit, Bedienung und Nutzung der Hard- und Software sowie der Entwicklung automatenunterstützter Informationssysteme.

Die integrationsbezogene Orgware bezieht sich auf die allgemein gültigen Festlegungen zur Nutzung der Hard- und Software, bezogen auf das Anwendungsgebiet, das Softwareumfeld und die Einsatzumgebung, die in das automatenunterstützte Informationssystem einzubetten sind.

Der Informatiker als Systemgestalter hat speziell das Softwareumfeld und die rationale Integration des automatenunterstützten Informationssystems in die Einsatzumgebung zu berücksichtigen. Es sind bestimmte organisatorische Festlegungen, Benutzergruppen u. a. schon vor der Softwareentwicklung festzulegen, aber andere allgemeine organisatorische Regelungen, Festlegungen, z. B. bezüglich der Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle und der Informations-Organisations-Schnittstelle, werden erst im Prozeß der Informationssystemgestaltung entwickelt und sind in diesem Prozeß methodisch zu berücksichtigen.

Es gibt also immer einen **allgemeinen, technologiebezogenen Orgwareaspekt**, der Gegenstand der Informatik ist. Die Entwicklung dieser technologiebezogenen Orgware muß theoretisch und methodologisch von einer Angewandten Informatik unterstützt werden.

Es gibt darüber hinaus immer einen speziellen auf das spezifische Anwendungsgebiet bezogenen **Orgwareaspekt**. Diese Orgware muß von den Anwendern der Informatik, den Nutzern (der sogenannten Bindestrich-Informatik) in den relevanten Einzelwissenschaften und entsprechenden Objekt-

bereichen selbst entwickelt werden. Allgemeine technologiebezogene Orgware sowie anwendungsgebietsbezogene Orgware sind deutlich voneinander abgrenzbar, wenn es auch hier speziell zu fördernde Überlappungsbereichen gibt. Jede Technologie ist als Einheit von Hard-, Soft- und Orgware zu sehen.

Die Orgware bezieht sich einmal auf das Objekt, auf bestimmte zu rationalisierende Arbeitsprozesse des Anwendungsgebietes – **objektbezogene Orgware**. Die Orgware bezieht sich zum anderen auf das Subjekt der Arbeitstätigkeiten – **subjektbezogene Orgware**.

In ihrem Zusammenspiel ist das richtige Verhältnis von Mensch und Maschine zu gewährleisten, so daß der arbeitende Mensch nicht der technisch-organisatorischen Logik der maschinellen Prozesse unterworfen wird, sondern Subjekt seiner Tätigkeit ist und bleibt. Im Zusammenspiel mit dem Rechner und anderen Teilen des Informationssystems soll der Nutzer schädigungsfrei und persönlichkeitsentwicklungsförderlich wirksam werden können. Es muß also durch das Zusammenwirken von Soft- und Orgwareentwicklung die soziale Zweckbestimmtheit und der Werkzeugcharakter der informationellen Arbeitsmittel gewährleistet werden.

Immanenter Bestandteil der Orgware sind die zur rationalen Gestaltung der Organisationsarbeit, insbesondere für die gesamte Einsatzvorbereitung erforderlichen Methoden der Analyse und Gestaltung automatenunterstützter Informationssysteme – **Orgwaretechnologie**. Aus der Sicht der Orgwareentwicklung werden verschiedene Wissenschaften relevant. Es kann zwischen angewandten und Grundlagendisziplinen für verschiedene Ebenen des gesellschaftlichen Lebens unterschieden werden:

– Auf der Ebene des Individuums: die Mensch-Maschine-Kommunikation und Softwareergonomie mit den Kognitions- und Arbeitswissenschaften als Grundlage.

– Auf der Ebene der sozialen Gruppe: die Softwareergonomie/Ökologie, arbeitsaufgabenbezogene Anforderungsanalyse, mit den Arbeitswissenschaften,

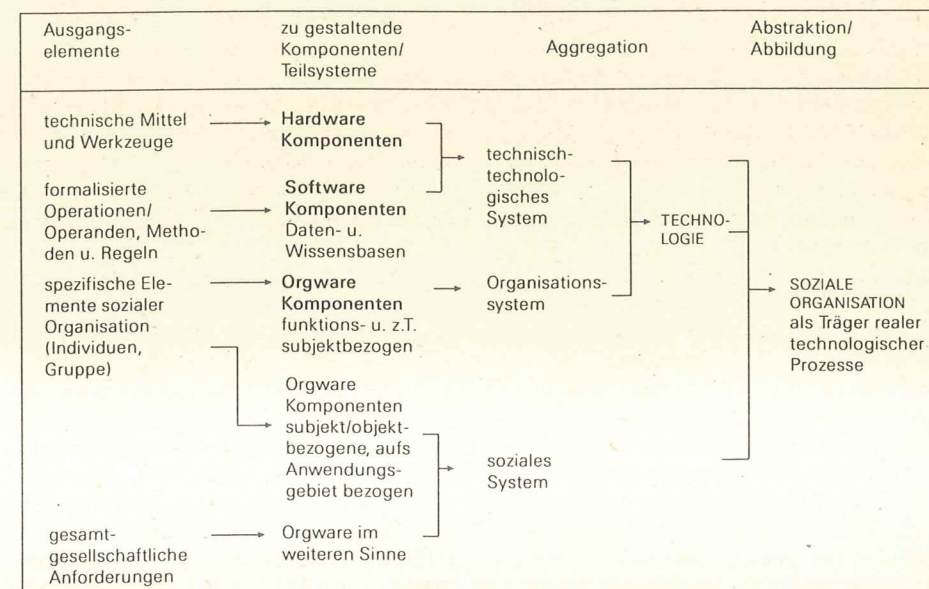


Abb. 1 Komponenten eines (sozial bestimmten) technologischen Systems

Organisationssoziologie als Grundlage.

– Auf der Ebene der sozialen Organisation als Ganzem: die Orgwarearchitektur, mit der Betriebswirtschaft, der Wirkungs- und Gestaltungsforschung als Grundlage.

Obwohl die gesellschaftlichen Rahmenbedingungen sicher ebenfalls Einfluß auf die Entwicklung und Nutzung der modernen Informations- und Kommunikationstechnologien haben, sind diese nicht mehr Gegenstand der Informatik. Die hier entstehenden Aufgaben sind z. B. von Juristen, Ökonomen u. a. in enger Kooperation mit Informatikern zu lösen, sind aber keine im Rahmen der Informatik selbst wissenschaftlich zu lösenden Aufgaben. Dies muß hier deutlich betont werden, da der Einbeziehung des Orgwarekonzeptes in die Informatik oftmals der Vorwurf gemacht wird, daß damit die Informatik zu stark ausgeweitet würde.

Dieser Vorwurf ist unberechtigt, denn bei dem Orgwarekonzept wird klar unterschieden zwischen angewandten und Grundlagendisziplinen. Es gibt eine klare Eingrenzung auf das Softwareumfeld und die unmittelbare Einsatzumgebung und insbesondere auf verallgemeinerte Anwendungsprobleme, auf exemplarische Anwendungsfelder auf die technologiebezogene Orgware, im Unterschied zu der spezifischen sachgebietsbezogenen Orgware. Der besondere gesellschaftliche Bezug der Informatik liegt begründet in der mit dem Einsatz informationeller Arbeitsmittel verbundenen Organisation. Daher hat auch die Orgware für die Information besonderes Gewicht/7/.

Eine interdisziplinär verstandene und mit anderen Disziplinen kooperierende Informatik und eine komplexe, nutzerbezogene Informationssystemgestaltung bieten insbesondere den Arbeitswissenschaften, Organisationswissenschaften, den Sprachwissenschaften sowie der Sozialpsychologie u. a. Sozial- und Gesellschaftswissenschaften die Chance einer direkten Mitwirkung und damit eine entscheidende Möglichkeit, auch zur unmittelbaren Produktivkraft zu werden.

Über die traditionelle Werte setzende Funktion der Gesellschaftswissenschaften hinaus, der Technikentwicklung meist nachträglich einen Sinn zu geben, ergibt sich hier die Möglichkeit und Notwendigkeit der Zusammenarbeit und damit auch der Einflußnahme auf den Entstehungsprozeß technisch-technologischer Produkte sowie auf den Prozeß ihrer Integration in die soziale Organisation.

Literatur:

- /1/ K. Fuchs-Kittowski, H. Kaiser, R. Tschirschwitz, B. Wenzlaff: Informatik und Automatisierung. Akademie-Verlag, Berlin 1976
- /2/ K. Fuchs-Kittowski: System Design, Design of Work and of Organization Design. Proceedings of the International IFIP-HUB-Conference, Berlin 1989
- /3/ J. R. Blau: Entwicklung von Methoden der objektiven Beanspruchungsanalyse – Ein Beitrag zur Diagnose und Prognose der Kompetenz des Operators in Mensch-Maschine-Systemen. Dissertation an der Technischen Hochschule Ilmenau
- /4/ H. L. Dreyfus, S. E. Dreyfus: Künstliche Intelligenz: Von den Grenzen der Denkmachine und dem Wert der Intuition. Hamburg 1987
- /5/ K. Brunnstein: Sicherheit der Informationsverarbeitung: Probleme und Lösungsansätze. in: Computerwoche Februar-März 1988
- /6/ A. Rof: ASI – Angewandte und Sozialorientierte Informatik. Studienführer Informatik, Universität Hamburg 1989
- /7/ W. Coy: Informatik als Reorganisation und Maschinisierung der Arbeit. Manuskript für Arbeitskreis „Theorie der Informatik“ 1989
- /8/ T. Winograd, F. Flores: Understanding Computers and Cognition. A New Foundation For Design. New Jersey 1986
- /9/ A. L. Luft: Informatik als Technikwissenschaft. Zürich 1988
- /10/ W. Hacker: Allgemeine Arbeits- und Ingenieurpsychologie, Psychologische Struktur und Regulation von Arbeitstätigkeiten. Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin 1973
- /11/ A. Raitzel: Tätigkeit, Arbeit und Praxis. Grundbegriffe für eine praktische Psychologie. Frankfurt/M., Campus 1983
- /12/ R. Keil-Slawik: Aufgabenbezogene Anforderungsermittlung. in: Floyd, Caster, Keil-Slawik: Einführung in SE B:/IFIP-STU.WP
- /13/ K.-H. Rödiger: Arbeitsorientierte Gestaltung von Dialogsystemen im Büro und Verwaltungsreich. Dissertation vom FB 20 (Informatik) der Technischen Universität Berlin 1987
- /14/ M. Falck: Nutzerbezogene Gestaltung von Informations- und Kommunikationssystemen in sozialen Organisationen. Dissertation B, Humboldt-Universität zu Berlin 1989
- /15/ W. Volper: Computer Aided Taylorismus – Die Fortsetzung der Persönlichkeitszerstörung am Arbeitsplatz mit anderen Mitteln. in: Dialogsysteme in der Arbeitswelt (F. Nullmeier, K.-H. Rödiger, Hrsg.) Zürich 1988

/16/ G. Dobrov: Organisationstechnologie als Gegenstand der Systemanalyse. in: Wissenschaftliche Zeitschrift der Humboldt-Universität MNR 28 (1979) 5

/17/ P. Docherty, K. Fuchs-Kittowski, P. Kolm, I. Mathiasen: (edited by) System Design for Human Development and Productivity Participation and Beyond. North-Holland, 1986

/18/ Chr. Floyd: Outline of a Paradigm Change in Software Engineering. Technische Universität Berlin, Institut für Angewandte Informatik

/19/ R. Tschirschwitz: Wissenschaftstheoretische und methodologische Aspekte der Informatik zum Verhältnis von Information und Organisation sowie der Rolle von Informationstechnologien in der Gesellschaft. Dissertation B, Humboldt-Universität 1981

/20/ K. Fuchs-Kittowski: Informatik und Organisationstheorie als konzeptioneller theoretisch-methodologischer Bezugsrahmen für die effektive Integration moderner Informationstechnologien in sozialen Organisationen. in: IV. Wissenschaftliches Kolloquium zur Organisation der Informationsverarbeitung – „Information, Organisation und Informationstechnologie“, Berlin 1983

/21/ FAST Report: The Future Begins with Projects

/22/ A. Baldissera: Antropomorphic Machines and Artificial Intelligence: Man-Machine-Interaction and Cooperation in Complex technological Systems. FAST No. 147, 1987

/23/ H.-G. Lauenroth: Orgware für die computerisierte Fertigung. in: msr, Berlin 31 (1988) 12

/24/ W. Schiementz: Anforderungsanalyse als Disziplin der Informatik. Dissertation B Humboldt-Universität zu Berlin, 1989

Veranstaltung

Fachtagung Informatik und Schule

Termin: 7. bis 9. Oktober 1991

Ort: Oldenburg

Veranstalter: Universität Oldenburg

Schwerpunkte:

■ Methoden, Techniken und Hilfsmittel zum Problemlösen, zum Strukturieren von Information, zur Kommunikation, zur Präsentation und zur Verknüpfung unterschiedlicher Medien

■ Modellbildungen, Simulationen und Visualisierungen

Organisationische Hinweise:

Beiträge sind bis zum 5. Januar 1991 in dreifacher Ausfertigung an das Tagungsbüro GI'91, Fachbereich Informatik, Universität Oldenburg, Postfach 2503, 2900 Oldenburg, z. Hd. Prof.

Dr. Peter Gorny, zu schicken. Nähere Auskünfte erteilt auch der Vorsitzende des Organisationsausschusses, Prof. Dr. Volker Claus.

Orgware-Nutzer-Schnittstelle für computerintegrierende soziale Systeme

Dr. Wolfgang Schiementz

Zentralinstitut für Hochschulbildung Berlin (DDR)

Entwicklungstrends bei der Gestaltung von Informationssystemen

Die Qualität und Leistungsfähigkeit computergestützter Informationssysteme (IS) zu verbessern ist Gegenstand vielfältiger internationaler Bemühungen. Sie zielen vor allem darauf, Konzepte und methodische Hilfsmittel zu finden, die es gestatten

– die Komplexität der Entwicklungsprozesse (großer) computergestützter IS besser zu beherrschen,

– Anwendungsvoraussetzungen und -folgen bereits mit dem Gestaltungsansatz ausreichend zu berücksichtigen, – nicht nur Effektivitäts-, sondern gleichzeitig auch Persönlichkeitsfördernde Lösungen zu implementieren. Dabei lassen sich zwei Grundrichtungen des Herangehens unterscheiden:

1. Weiterentwicklung des Gegenstandes des traditionellen Software Engineering durch stärkere Nutzer- und Anwendungsorientierung

Schlagworte, die diese Linie kennzeichnen sind Software-Ergonomie, Benutzermodellierung und Prototyping (vgl. u. a. /4, 6, 10/).

2. Ausdehnung der (ursprünglich weniger technikorientierten) organisations- und sozialwissenschaftlichen Sichtweisen auf Probleme des Einsatzes von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT)

In den organisationstheoretischen Forschungen geht es insbesondere um die Aufhebung der starren Trennung von Organisationsentwicklung auf der einen und Vorbereitung des IKT-Einsatzes auf der anderen Seite. Der entsprechende Gestaltungsansatz zielt auf eine zweckmäßige Anpassung, Abstimmung und Integration zwischen personellen, organisatorischen und technologischen Elementen /3/. Frühe Forderungen nach Organisationsanalyse /1/ werden unter den veränderten Bedingungen mit dem Ziel wieder aufgegriffen, ein Organizational Engineering zu kreieren (vgl. u. a. /7/).

Kernstück sozialwissenschaftlicher Sichtweisen – nicht zuletzt unter dem Einfluß der Arbeitswissenschaften – ist

die Hinwendung zum Nutzer als Dreh- und Angelpunkt des IKT-Einsatzes (Ziel- und Zwecksetzung!) und als Komponente mit spezieller Leistungsfähigkeit und Vorzügen gegenüber dem Computer. In gestalterischer Hinsicht besteht ein wesentlicher Gedanke darin, Veränderungen durch die Befähigung der Nutzer zur Analyse und Entwicklung von Alternativen und zu aktivem Lernen im interpersonellen Kontext zu initiieren. Nutzerpartizipation versteht sich in diesem Sinne als Erweiterung der Strategien des Systems Design /5, 11/.

Richtung 1 ergänzt gewissermaßen ihren Ausgangspunkt Computer durch den Aspekt menschliche Tätigkeit (COMPUTER → MENSCH); Richtung 2 geht umgekehrt vor (MENSCH → COMPUTER).

Trotz unterschiedlichen Zugangs scheint sich das Problem der Wechselbeziehung Mensch – Computer und die Frage nach dem sinnvollen Einsatz von IKT in sozialen Organisationen zum zentralen Bezugspunkt der Analyse- und Gestaltungsansätze zu entwickeln. Es vollzieht sich ein gewisser Annäherungsprozeß.

Dennoch bleibt festzuhalten, daß die aus dem traditionellen Software Engineering einerseits und aus dem soziologisch und organisationswissenschaftlich-orientierten Bereich andererseits heraus entwickelten Konzepte mehr oder weniger beziehungslos nebeneinander stehen. Es existiert keine ausgereifte und generell akzeptierte Methodologie der Gestaltung computergestützter IS. Deren Entwicklung und Einsatz erweisen sich auch heute noch als komplizierte, schlecht strukturierte Risikounternehmen, als „Wirrwar“, durch das man sich „Durchwursteln“ muß /8/. Die aktuelle interdisziplinäre Aufgabe zur Überwindung dieser Situation besteht darin, eine Integration software-technologischer, organisationstheoretischer, leitungs- und arbeitswissenschaftlicher, soziologischer u. a. Sicht- und Herangehensweisen zu erreichen.

Einen Teilbeitrag dazu kann die Erweiterung der Auffassungen zum Wesen von Informationssystemen und die Ab-

leitung eines entsprechenden Lebenszyklusmodells leisten.

Ableitung eines Modellansatzes für die Analyse und Gestaltung computerintegrierender sozialer Informationssysteme (CISS)

Hard- und Software werden gewöhnlich als die wesentlichen (oder gar die alleinigen) Komponenten computergestützter IS angesehen. Das ist eine der Hauptursachen für Mängel bei der Systemgestaltung und letztlich für eine unzureichende Wirksamkeit der geschaffenen Lösungen. Ausgehend von dieser Erkenntnis und den o. g. Entwicklungsrichtungen sind in die Bestimmung des Wesens von IS nicht nur technisch-technologische, sondern vor allem auch organisatorische und soziale Aspekte des Zusammenwirkens von Menschen einzuschließen.

Computergestützte IS müssen als jeweils prozeßbezogene Realisierung der Einheit von Hardware, Software, Orgware und Nutzertätigkeit im Rahmen sozial bestimmter Arbeitsprozesse verstanden werden.

Dabei geht es immer um die Integration des Computers in die jeweilige soziale Organisation (Computer integrierende soziale Systeme – CISS!) und nicht darum, Nutzeraktivitäten in ein Computersystem zu integrieren (Dies wären Computer integrierte Systeme!).

Unter dem Gesichtspunkt des Computereinsatzes kann insbesondere der (arbeits-) organisatorische und soziale Kontext adäquat mit dem Begriff Orgware erfaßt werden.

Orgware ist die Gesamtheit von Regelungen und Maßnahmen zur Gewährleistung der effektiven Entwicklung, Nutzung und zur Integration funktionsfähiger Hard- und Softwarekomponenten in die jeweils für die Anwendung vorgesehenen Prozesse im Rahmen einer sozialen Organisation (vgl. u. a. /2, 13/). Orgware umfaßt

1. (im engeren Sinne) die erforderlichen organisatorischen Festlegungen zur Sicherstellung der Arbeitsfähigkeit, Bedienung und Nutzung von Hard- und Software.

Damit sind *unmittelbare* Voraussetzungen für den Gebrauch von Hard- und Software angesprochen, die durch diese auch weitgehend vorgegeben sind – vor allem in der Software implementierte Orgwareprämissen.

2. (im weiteren Sinne) *das gesamte mit der Computernutzung verbundene organisatorische Umfeld, dessen Gestaltung maßgeblich den Grad der Integration und damit der Wirksamkeit von IKT bestimmt.*

Das betrifft insbesondere

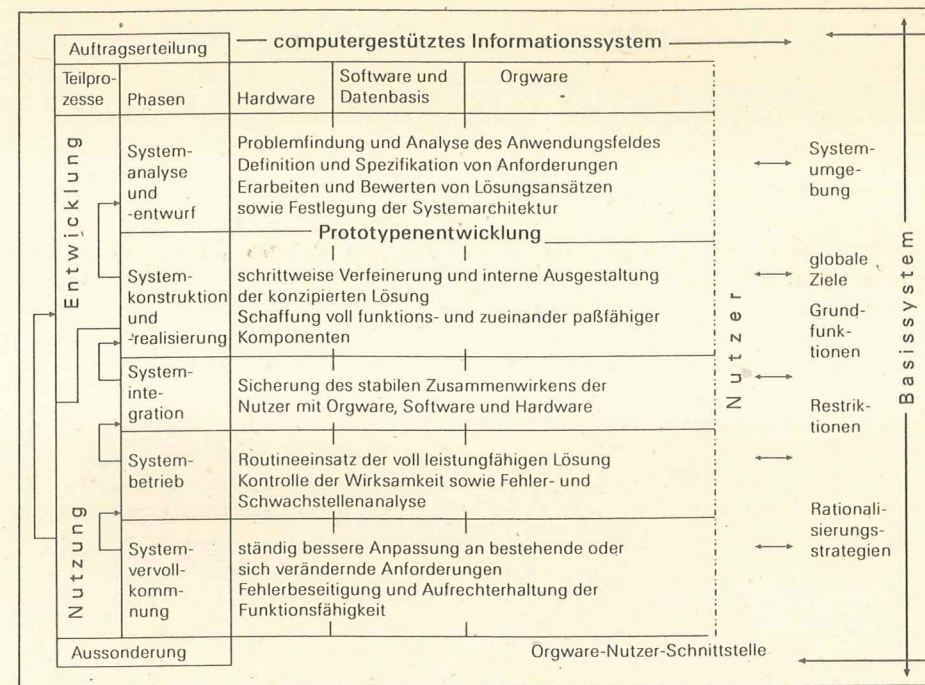
– das Zusammenwirken automatisierter und nichtautomatisierter Teilprozesse,

– die Auswirkungen auf Stellung und Arbeitsinhalte der Nutzer einschließlich der Berücksichtigung sozialer u. a. Aspekte.

Immanenter Bestandteil der Orgware sind darüber hinaus die zur rationellen Gestaltung der Organisationsarbeit erforderlichen Methoden und sonstigen Hilfsmittel. Im gegebenen Kontext interessiert jedoch weniger diese prozeßorientierte Sicht; vielmehr steht Orgware als Produkt bzw. als Ergebnis im Mittelpunkt des Interesses.

Für die Erweiterung traditioneller Gestaltungsansätze des Software Engineering scheint es – neben der Einbeziehung von Gedanken des Prototyping und der evolutionären Systementwicklung – wesentlich, die postulierte Einheit von Hard-, Soft- und Orgware auch in einem entsprechenden Lebenszyklusmodell zum Ausdruck zu bringen. Abb. 1 zeigt einen diesbezüglichen Vorschlag.

Generell kann davon ausgegangen werden, daß für die einzelnen Komponenten (Hardware, Software, Orgware) mehr oder weniger praktikable Handlungsanleitungen vorliegen. Notwendig ist jedoch, den engen Zusammenhang aller drei Bestandteile von Beginn des Entwicklungsprozesses an zu berücksichtigen. Auch wenn spezielle Teiltätigkeiten abgehoben und separat realisiert werden können, besteht in jeder Phase der Anspruch, das computergestützte IS als Ganzes zu beachten. Ein weiteres Problem ergibt sich daraus, daß Hard-, Soft- und Orgware mit unterschiedli-



cher Geschwindigkeit *altern* – ist es notwendig und (wenn ja) wie kann man die Synchronisation der Einzelzyklen (Hardware, Software, Orgware) sichern? Diese Fragen bedürfen weiterer Untersuchung.

Orgware-Nutzer-Schnittstelle als Hauptgegenstand der Systemgestaltung – Beispiel Textverarbeitung

Gegenwärtig erhält – wie auch Abb. 1 unterstreicht – die Gestaltung von Orgware einen völlig neuen Stellenwert. Stand in der Vergangenheit vielfach die Schaffung geeigneter neuer Software im Vordergrund (und dies mußte zunächst so sein!), geht es heute vielfach „nur“ darum

– geeignete Basis- und Standardsoftware auszuwählen (und ggf. anzupassen),

– zweckmäßige organisatorische Lösungen zu finden, die die Integration der IKT in die Arbeitsumwelt sichern. *Systemgestaltung* ist damit in immer stärkerem Maße Neugestaltung von Arbeitsprozessen und -bedingungen, ist *Gestaltung von Orgware*.

Diese These wird z. B. durch praktische Untersuchungen und Maßnahmen bei der Anwendung der automatisierten Textverarbeitung an einer wissenschaftlichen Institution belegt /9/. Es liegt auf der Hand, daß gerade für diesen Gegenstand ausgereifte Softwarelösungen und entsprechende Hardware-Kon-

Abb. 1 Lebenszyklusmodell eines computergestützten Informationssystems

figurationen existieren. Daher bestand die eigentliche Aufgabe darin, den arbeitsteiligen Gesamtprozeß der Er- und Bearbeitung von Manuskripten unter schreibtechnischen und inhaltlich-organisatorischen Aspekten transparent zu machen und so zu gestalten, daß die Computernutzung zur Effizienzsteigerung und gleichzeitig zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen beiträgt.

In der untersuchten Einrichtung war von folgenden Gegebenheiten auszugehen:

Acht Forschungsabteilungen produzieren jährlich ca. 9 000 A4-Seiten Text (1 1/2zeilig). Davon unterliegen etwa 2 500 A4-Seiten einem Prozeß der redaktionellen Bearbeitung (außerhalb der jeweiligen Forschungsabteilung). Diese Texte werden bis zu einer Auflagenhöhe von 1 500 Exemplaren vervielfältigt.

Wie in der wissenschaftlichen Arbeit üblich, durchlaufen die Materialien in der Regel mehrfache inhaltliche Präzisionen und Korrekturphasen, die wiederum entsprechende schreibtechnische Aktivitäten zur Folge haben.

Bei den redaktionell zu bearbeitenden Texten muß selbst im günstigsten Fall (nur minimale oder gar keine Änderungen aus redaktioneller Sicht) jedes Manuskript mindestens einmal in der Forschungsabteilung und einmal im Re-

daktionsbereich *vollständig* geschrieben werden. Darüber hinaus unterliegen die im Redaktionsbereich als Druckvorlage schreibtechnisch fixierten „Endprodukte“ nach Prüfung durch den Autor und den Korrektor in der Regel nochmals mehr oder weniger geringfügigen formalen Korrekturen, die nahezu 100 Prozent der Gesamtseitenanzahl eines Manuskripts betreffen.

Technische Basis der Textproduktion war bis 1986 im wesentlichen die Schreibmaschine. Die Forschungsabteilungen verfügen in der Regel über eine Sekretärin und über eine Heimschreibkraft. Die Auslastung der Kräfte ist sehr differenziert (Stoßarbeit!).

Ca. 1/3 der Wissenschaftler schreibt die Manuskripte zumindest als Rohentwurf selbst bereits auf der Schreibmaschine oder am Computer (Stand April 1989).

In den Jahren 1987 und 1988 verbesserten sich die hard- und softwareseitigen Voraussetzungen am Institut wesentlich. Wesentlich heißt hier: Alle Forschungsabteilungen haben Zugang zu im jeweiligen Gebäude zentral installierter Technik (vorrangig 8-Bit-Computer).

Zur Qualifikation der Mitarbeiter für die Computernutzung im allgemeinen und für die Anwendung von WordStar im besonderen wurden Kurse durchgeführt, an denen ca. 40 Prozent der Kolleginnen und Kollegen teilnahmen.

Obwohl die Vorteile der automatisierten Textverarbeitung scheinbar auf der Hand liegen, war noch im Jahre 1988 zu verzeichnen, daß die Computernutzung für diese Zwecke kaum anstieg. Dies galt vor allem auch für die computergestützte Erstellung umfangreicherer Texte, die redaktionell bearbeitet und vervielfältigt werden sollten. Als wesentliche Gründe für diese Situation wurden angegeben:

– nach wie vor *unzureichende Verfügbarkeit der Computertechnik*;

Eine präzise Untersuchung des zeitlichen Bedarfs für das computergestützte Schreiben der von den Wissenschaftlern hand- oder maschinenschriftlich verfaßten Texte zeigte jedoch, daß durchaus ausreichende Möglichkeiten vorhanden waren.

– *Probleme bei der Beherrschung von WordStar*;

Der besuchte Qualifikationskurs konnte nur Grundkenntnisse vermitteln. Durch die seltene Nutzung ging bei einer Vielzahl von Mitarbeitern auch dieses Wissen schnell wieder verloren.

Darüber hinaus wurde der Effekt für den *eigenen* individuellen Arbeitsprozeß und damit der *persönliche* Vorteil, der sich aus der Nutzung der automatisierten Textverarbeitung ergeben könnte, von den betroffenen Personengruppen ambivalent beurteilt.

Das verantwortliche Management befürwortete eine durchgängige computergestützte Technologie der Texterstellung vor allem unter folgenden Aspekten:

– mögliche Papiereinsparung um 20 Prozent durch den Übergang von 1 1/2- zu 1 3/4zeiliger Schreibweise (dieser Effekt wird insbesondere bei Texten mit hoher Auflage spürbar)

– höhere schreibtechnische Qualität von Zwischen- und Endprodukten

– mögliche Arbeitskräfteeinsparung bei konsequenter Anwendung der Technologie

Es zeigte sich, daß diese zu erwartenden Wirkungen keinesfalls von vornherein als allgemeines Interesse aller Beteiligten unterstellt werden konnten. Vielmehr galt es, die *unterschiedlichen* Sichtweisen von Autoren, Schreibkräften, Korrektoren, Redakteuren, Mitarbeitern für Repräsentation und verantwortlichen Leitern bei der Ableitung eines organisatorischen Gestaltungsansatzes im Bereich der Textverarbeitung zu berücksichtigen. Im Sinne der Nutzerpartizipation wurde davon ausgegangen, die Computernutzung als einen Lernprozeß zu gestalten, der

– an die bisherigen Arbeitsweisen bei der Texterstellung anknüpft und zumindest in organisatorischer Hinsicht zunächst deren Beibehaltung gestattet, – schrittweise (in Abhängigkeit von erworbenen Qualifikationen, Fertigkeiten, individuellen Arbeitsstilen usw.) auch völlig neue Formen der Arbeitsteilung zwischen Autoren, Schreibkräften, Korrektoren und Redakteuren ermöglicht.

Dazu waren insbesondere folgende Orgwarekomponenten zu erarbeiten:

• *organisatorische Festlegungen für die Gestaltung der Schnittstelle zwischen Forschungsabteilungen und Redaktionsbereich*

(Mindestanforderungen an die dem Redaktionsbereich zu übergebenden Textdateien und Ausdrucke, Verfahrensweisen mit Korrektorexemplaren u. ä.)

• *nutzerorientierte Hinweise für Schreibkräfte, Autoren und Redakteure*

(Unterstützung bei der Handhabung von WordStar – z. B. für das „Mischen“ von 1- und 1 1/2zeiligem Text)

• *Druckersteuerungen und entsprechende Bildschirmkommentare*

(Sicherung der normgerechten Erstellung und des problemlosen Drucks von Texten in speziellen Druckmodi – z. B. 1 1/3zeiliger Druck)

Insgesamt zeigte sich, daß die organisatorische Absicherung des computergestützten Schreibens und der Bearbeitung von Manuskripten – angefangen beim Autor und der Schreibkraft bis hin zum Einreichen eines Endproduktes beim Verlag – nur scheinbar eine triviale Angelegenheit ist.

Der Gestaltungsprozeß erwies sich als organisatorisches Prototyping, bei dem Versionen der möglichen Organisationsstruktur (zentral, dezentral, kombiniert) vor allem auch unter partizipativen Gesichtspunkten getestet und präzisiert wurden und werden.

Schlußfolgerungen

Hinsichtlich der praktischen Realisierung organisatorischer Gestaltungsmaßnahmen im Zusammenhang mit dem Computereinsatz und damit für die Umsetzung der postulierten Einheit von Hardware, Software, Orgware und Nutzertätigkeit besteht ein erhebliches methodisches Defizit.

In der Regel fühlte sich keine der genannten Personengruppen berufen und in der Lage, den Gestaltungsprozeß über den eigenen unmittelbaren Arbeitsgegenstand hinaus zu beeinflussen oder gar zu führen. Vielmehr zeigte sich ein erheblicher Bedarf an Unterstützung für die Ableitung organisatorischer Lösun-

Nutzerorientierte Arbeitsplatzstationen in verteilten Systemen

Prof. Dr. Jerzy Flakowski
Militärinstitut für Informatik Warschau (Polen)

gen und die Notwendigkeit, eine *teilbereichsübergreifende* Sichtweise auch durch eine entsprechende Instanz zu gewährleisten (bereichsunabhängige Systemgestalter, die u. a. die Anforderungen des verantwortlichen Managements repräsentieren).

Damit scheint auch für die Zukunft klar, daß sich die These „System Design for, with and by the user“ /12/ nicht auf „... by the users“ reduzieren läßt.

Literatur

- /1/ Acker, H. B.: Organisationsanalyse: Verfahren und Techniken praktischer Organisationsarbeit. Baden-Baden: Verlag für Unternehmensführung, 1966
- /2/ Dobrov, G. M.: Organisationstechnologie als Gegenstand der Systemanalyse. Teil 1: Grundsatzfragen. In: Wissenschaftliche Zeitschrift der Humboldt-Universität zu Berlin. Berlin 28 (1979) 5
- /3/ Grochla, E.: Ansätze einer allgemeinen Organisationstheorie und deren Bedeutung für die Entwicklung einer speziellen Organisationstheorie rechnergestützter Informationssysteme. München: Wien: Oldenbourg Verlag, 1979 (Berichte der Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung; 111)
- /4/ Floyd, C.: A Systematic Look at Prototyping. In: Approaches to Prototyping; Budde et al. (Hrsg.). Berlin, Heidelberg, New York, Tokio: Springer-Verlag, 1984
- /5/ Human Choice of Computers; Mumford, E.; Sackman, H. (Hrsg.); Amsterdam, Oxford: North Holland, 1975
- /6/ Kobsa, A.: Benutzermodellierung in Dialogsystemen. Berlin (W.), New York, Tokyo: Springer-Verlag, 1985
- /7/ Leitfaden zur Organisationsprojektierung, Anspach, C. u. a. Berlin: Verlag Die Wirtschaft, 1981
- /8/ Oppermann, R.: Forschungsstand und Perspektiven partizipativer Systementwicklung. - München: Wien: Oldenbourg Verlag, 1983 (Berichte der Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung; 140)
- /9/ Schiementz, W.: Technologie für die computer-gestützte Erstellung ausgewählter Veröffentlichungen am Zentralinstitut für Hochschulbildung/ Zentralinstitut für Hochschulbildung. Berlin, 1989 (Forschung über das Hochschulwesen; 17/1989)
- /10/ Software-Ergonomie/Balzert, H. (Hrsg.). Stuttgart: B. G. Teubner, 1983
- /11/ System Design for Human Development and Productivity: Participation and Beyond; Docherty, P. u. a. (Hrsg.). Amsterdam, New York, Oxford, Tokyo: North Holland, 1987
- /12/ System Design For, With and By the Users; Briefs, U. u. a. (Hrsg.). Amsterdam, New York, Oxford: North Holland, 1983
- /13/ Weitzel, W.: Der Schlüssel zur Computer-Organisation. Rowohlt, 1983

Es gibt viele Diskussionen über die fundamentalen Ursachen, die den Menschen vom Prozeß der Computernutzung entfremden. Computer und Nutzer stehen sich an entgegengesetzten Enden mehrerer semantischer Dimensionen gegenüber: Logik kontra Inspiration, Schnelligkeit kontra Langsamkeit, serielle kontra parallele Verarbeitung, starres kontra flexibles Denken u. a. m. Die Computerhersteller müssen sich bemühen, ihre Erfindung den einfachsten Bedürfnissen anzupassen. Diese Anpassung wird mit hoher Sorgfalt getan, wenn es darum geht, Kassenumsätze zu berechnen, Berichte zu schreiben, oder um diese Ergebnisse mit dem Laser-Drucker zu drucken.

Nach alledem hat der Nutzer weder die Zeit noch die Neigung, sich die PIPS von CP/M oder COPY's von MS-DOS zu merken. Warum sollten sich auch die Nutzer mit dem Betriebssystem beschäftigen, wenn es darum geht, die Handhabung der rechnergestützten Tabellenkalkulation zu begreifen?

Und nebenbei gesagt, versuchen Sie mal jemandem die Bedeutung der Diskettennutzung und der Datensicherheit zu erklären, der versucht, die Diskette in das Laufwerk zu stecken, obwohl sie noch in der Plastikhülle ist oder noch besser, Ihre Disketten als Kaffeeuntersetzer und die Laufwerke als Aschenbecher zu nutzen.

Das Auftauchen von *bit-mapped*-Bildschirmen, welche Fenster, Ikonen, eine Maus und *pull-down*-Menüs nutzen, war ein wertvoller Versuch der Systemgestalter, Computer für Leute, die stolz auf ihre technologische Unkenntnis sind, leichter verständlich zu machen. Mit einem Fenstersystem kann der unordentliche aber kreative Büroangestellte seinen unaufgeräumten Schreibtisch in hervorragender Colortechnik nachbilden.

Mit einem außerordentlich guten *Desktop-publishing*-Programm kann man dreispaltige Texte mit einer Vielfalt von Buchstabenvarianten erzeugen. Außerdem werden bald integrierte Telefoneinheiten und Modems in Verbindung mit einem elektronischen Mailboxservice und in nicht allzuferner Zukunft auch

typografische Spielereien die Ätherwelten durcheinanderbringen.

Wenn all diese Verheerungen bereits durch den massenhaften Einsatz von *bescheidenen* Personalcomputern hervorgerufen werden können, dann kann man sich leicht vorstellen, was erst mit Rechnernetzsystemen passieren kann. Da sitzen Sie nun in einer ruhigen Ecke, mit dem Zweifingersystem auf der Tastatur tippend, und einige Ihrer Berufskollegen auf der anderen Seite des Büros bringen das System zum Absturz mit dem Resultat, daß Ihnen 1 K Worte verlorengehen. Natürlich hätte das allein schon dadurch verhindert werden können, daß die elementare Grundregel der Zwischenspeicherung von Dateien berücksichtigt worden wäre. Aber wer nimmt sich in einer schöpferischen Phase schon die Zeit dafür? Und häufig ist der Druck auf die RESET-Taste die einfachste Lösung, wenn die letzte Spielsoftware den Rechner zum Stehen gebracht hat.

Derartige Probleme sind schon schlimm genug, wenn sich drei oder vier Leute in ein System teilen. Die wirklichen Schwierigkeiten beginnen aber erst, wenn eine ganze Abteilung daran beteiligt ist. Und nun spielt der Systemadministrator eine Schlüsselrolle in dieser Szene des Bürogeschehens. Er ist der Experte, der das Durcheinander in diesem System klärt. So erscheint der Mensch als ein *schwaches Glied* in der Kette mit dem Computer.

Menschliche Faktoren

Entsprechendes Wissen über die menschliche Seite der Computernutzung ist daher ausschlaggebend für die Gestaltung von Informationssystemen und von Software, um die tatsächlichen menschlichen Bedürfnisse zu erfüllen und damit sich im Umgang mit denselben die Fähigkeiten der Menschen entfalten. Dies kann erreicht werden durch die Berücksichtigung sowohl allgemeiner Sachverhalte (wie z. B. der Humanpsychologie, die die Systemgestaltung führt, das Management von Computerprojekten, die Computerisierung und damit verbundene soziale Veränderungen) als auch spezieller Gebiete (wie

z. B. der Mensch-Computer-Interface-Gestaltung, dem Lesen elektronischer Texte, deren Dokumentation und dem computergestützten Lernen). Das Benutzen eines Mikrocomputers sollte nicht schwieriger sein als irgendwelcher anderer Werkzeuge. Derzeit verlangt es noch mehr Wissen und Erfahrung und benötigt mehr Zeit als die Mehrheit des Leitungspersonals bereit ist, dafür aufzuwenden.

Die Ergonomie, die Kunst sich Dinge nutzbar zu machen, hatte bisher nur einen geringen Einfluß auf die ersten 20 Jahre der Computernutzung. Die Leute waren zu versessen darauf, Dinge zur Unterstützung ihrer Arbeit zu erhalten, als daß sie sich Gedanken über die leichtere Nutzbarkeit derselben machten.

Die Niveaus der *Nutzerfreundlichkeit* haben sich jedoch mit dem Einsatz von autonomen Mikrocomputern für Einzelnutzer verbessert und auch stabilisiert. Die Systemgestalter beginnen damit, die Ergonomie über die Grundanforderungen an die Bildschirmgestaltung zu konsultieren. Diese Probleme wurden schon früher bei den *Echtzeitsystemen* erkannt und gelöst und die Arbeitsstationen un-

ter Berücksichtigung der menschlichen Reaktionsmöglichkeiten gestaltet.

Wilbert O. Galitz beschreibt die idealen Eigenschaften des *freundlichen Kumpeles*, der jeder Bürocomputer sein sollte. Er sollte anpassungsfähig sein an verschiedene Nutzer, für diese durchschaubar, ohne ein Nachdenken über die Interface-Mechanismen zu verlangen und verständlich, weil selbstklärend. Er sollte ferner *natürlich* sein in der Nachahmung des Verhaltens und des Wortschatzes des mit ihm Arbeitenden. Man füge hinzu, daß er vorhersehend sei, „jede menschliche Anfrage erkennt und beantwortet“ und „jedes System klar beschreibt“. Schließlich sollte er fehlerresistent, effizient, flexibel und zuverlässig sein. Nur dann werden die Leute ihn lieben und sein volles Potential nutzen. Galitz bietet ziemlich feststehende Gestaltungsregeln an, so z. B. wieviele Zwischenräume zwischen Absätzen und Datenfeldern zu verwenden sind. Eines der größten Probleme ist jedoch, daß nicht genügend Fläche verfügbar ist, um all die Informationen, die die Leute gleichzeitig auf einem Bildschirm sehen wollen, darzustellen.

Es haben sich bestimmte Regeln heraus-

gebildet unter dem sinnigen Titel *Mensch-Maschine-Schnittstelle* oder *Mensch-Maschine-Interaktion*, aber tatsächlich können feste und schnell nutzbare Regeln nicht auf jede Situation angewendet werden. So hängt viel davon ab, wer das System wofür verwendet. Andrea Caws sagt, die Hauptregel ist die Anpassung der Aufgabe an die Nutzermerkmale. „Es sollte mehr Ausbildung für Gestalter geben, um sie zu befähigen, mehr darüber nachzudenken, wie das System bisher genutzt wurde als wie es bisher gearbeitet hat“. Sie sagt: „Die Leute versuchen oft, so viele Sachen auf einen Bildschirm zu quetschen, bis er so unübersichtlich wird, daß sie nicht mehr das sehen, was sie eigentlich sehen wollten“.

Sehr wichtig ist es, verschiedene Nutzungsebenen mit entsprechenden Kommandostrukturen und Hilfen zu haben. Um die Sachverhalte schnell verständlich zu machen, muß man bestimmten Konventionen folgen. Z. B. sollten Abkürzungen und Überschriften stets dasselbe bezeichnen. Das ist am PC durch Nutzung verschiedener Farben leicht zu realisieren. Die Konsistenz ist ausschlaggebend, besonders bei der Eingabe durch die Nutzer. Sollten Sie z. B. einen *Ja*- oder *Nein*-Fragestil haben, dann wird vom Nutzer verlangt, daß er stets entweder „J“ oder „N“ eingibt und dann ENTER drückt. Die PCs brachten die Hilfe der Fenster mit sich, einer Technik, die zuerst Rank Xerox mit dem Smalltalk-System entwickelte. Dabei wurde angenommen, daß sie einen typischen Schreibtisch mit jeder Menge Papier und aufgeschlagenen Büchern zu jeder Zeit nachzubilden gestattet. Nach Caws können die meisten Leute mit durchschnittlich sieben *plus oder minus zwei* konkurrierenden Fenstern umgehen. Nutzer sollten in der Lage sein, zwischen Aktivitäten zu wechseln, ohne Schichten von Bildschirmseiten zurückgehen zu müssen. Andererseits würde die Rückkehr zu dem Punkt, den Sie verlassen haben, langweilig und sogar sinnlos. Zu jedem Zeitpunkt müssen die

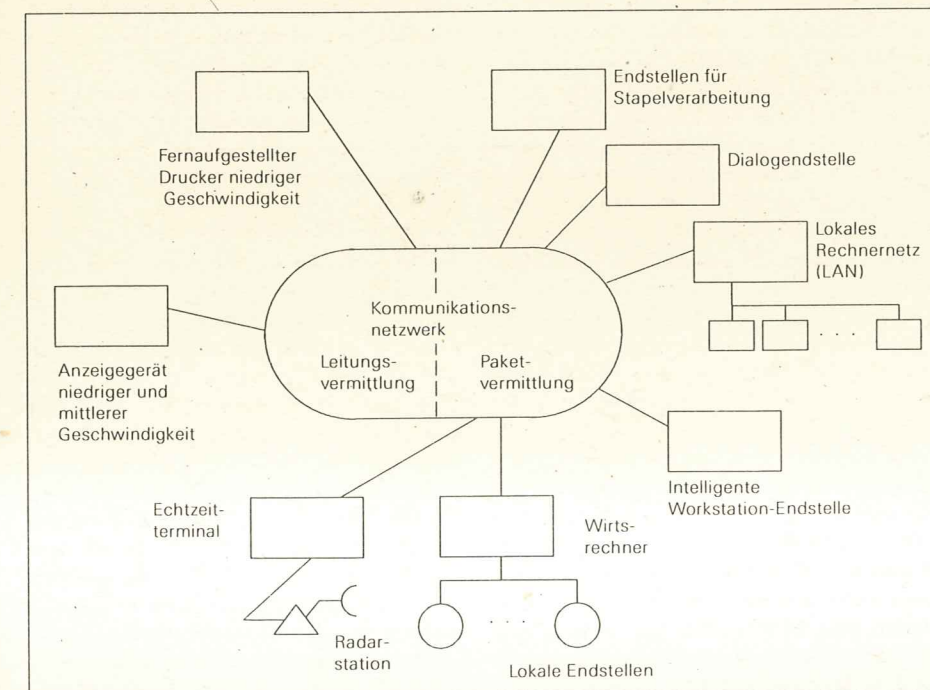


Abb. 1 Bereich einer Workstation

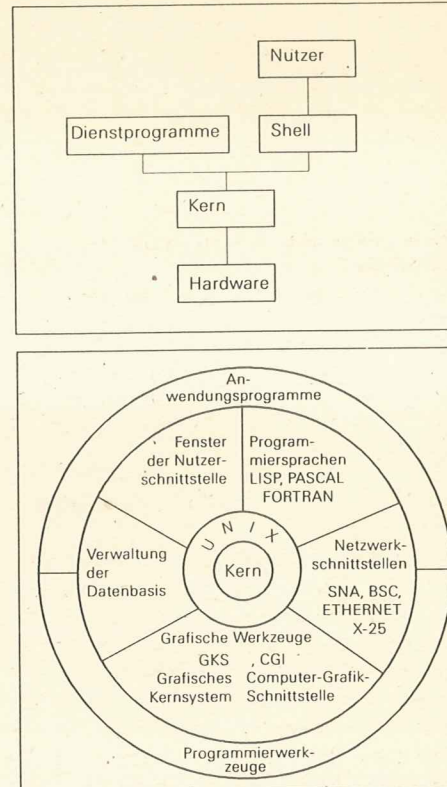
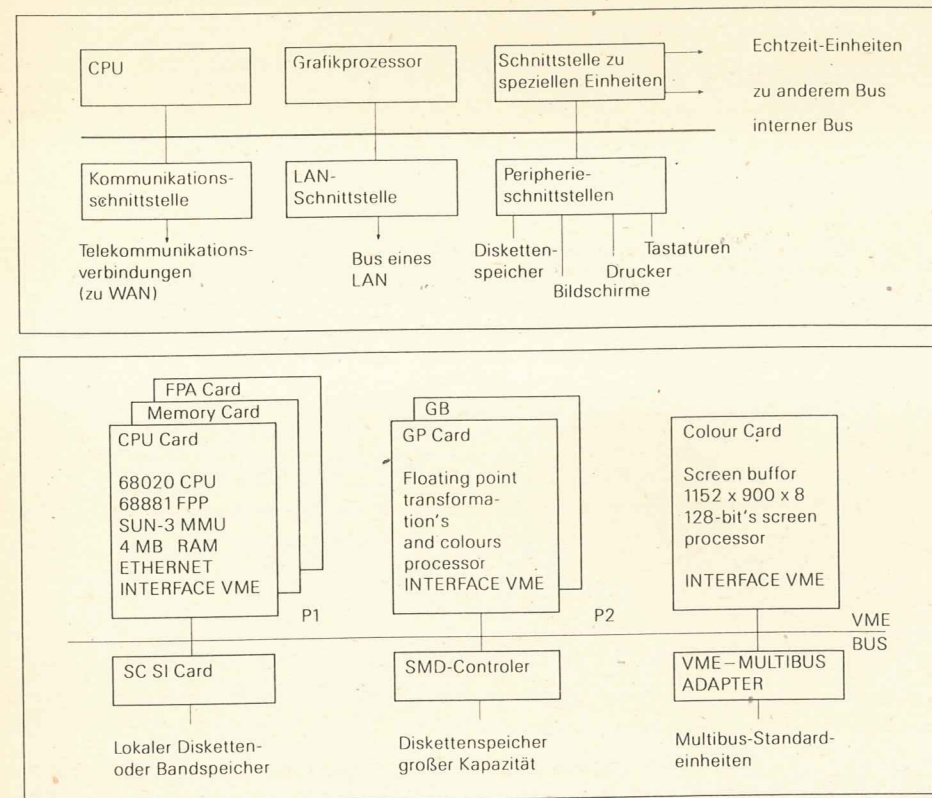


Abb. 2 Allgemeine Konfiguration einer Workstation

Abb. 3 Architektur des SUN-3/160-C-Systems

Abb. 4 Struktur des Betriebssystems UNIX

Abb. 5 Softwarestruktur der Workstation

Abb. 6 Beispiele von Standard-Fenstern

Abb. 7 Beispiele für die Zugriffs-Struktur zur Datenbank

hängen, sind sie unabhängige, autonome Stationen.

Häufig werden die Workstations als eine Weiterentwicklung der Mikrocomputer betrachtet. Das ist wahr. Aber sie haben eine größere Rechnerleistung als der IBM-PC XT/AT, eine komplexe, reiche innere Architektur, Netzanschlußmöglichkeiten und viel mehr perfekte grafische Komponenten.

Die Entwicklung der Workstations resultiert aus zwei Trends in der Entwicklung der Computerwissenschaft. Der erste ist technologischer Art und beruht auf dem Erfolg mit dem Mikroprozessor MC 680xx von Motorola, den Transputern und den Plattenspeichern großer Kapazität.

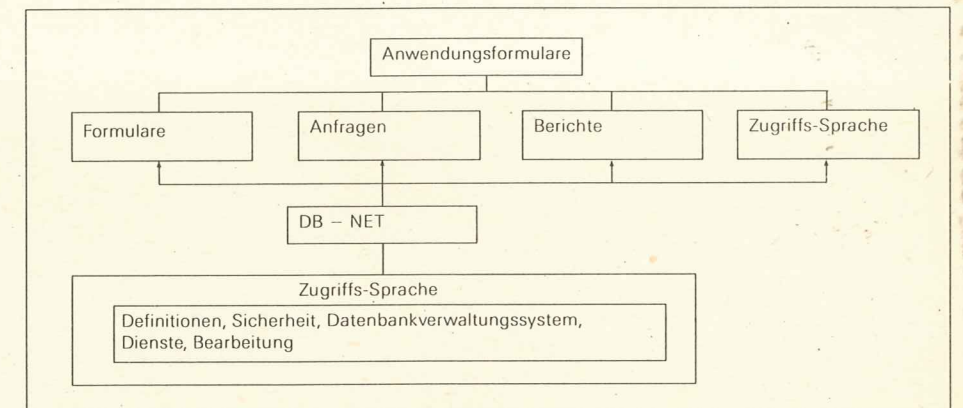
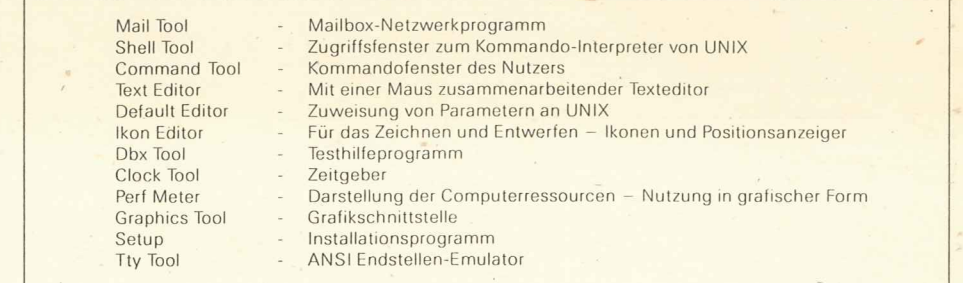
Der zweite Trend ist durch die Art der Anwendung bestimmt, die aus den Anforderungen von CAD-, CAE- und ähnlichen Systemen erwächst.

Heute kann man das sehr schnelle Anwachsen des Bereiches, in welchem Workstations genutzt werden können, geradezu beobachten (Abb. 1). Der Typ und das Modell der Workstation, welcher im konkreten Fall anzuwenden ist, hängt von der Art des Systems ab, in dem es arbeiten soll.

Das kann sein

- eine universelle oder eine spezielle
- eine Echtzeit- oder eine Stapel-Verarbeitung,
- eine Kommunikation oder eine Datenverarbeitung,
- eine öffentliche oder private,
- mobile oder stationäre,
- geschützte oder ungeschützte Anwendung.

Außerdem hängt die Ausrüstung der Workstation ab vom Typ der Kommunikation im System (analog oder digital, durch Kabel oder wie beim Radio, durch eine Punkt zu Punkt-Verbindung, eine Multipunktverbindung oder im



Netz) und vom Nutzertyp (Programmierer, Ingenieur, Konstrukteur, Arzt oder Bediener einer Radarstation und diese im Falle von Gesundheit oder Krankheit).

All diese Kriterien sollten im Prozeß der Gestaltung der Workstation berücksichtigt werden. Erste auf diesem Gebiete waren Apollo Computer und Sun Microsystems. Heute werden Workstations von fast allen großen und kleinen Firmen des internationalen Computermarktes (IBM, DEC, Data General, Control Data, Hewlett Packard, Olivetti usw.) hergestellt. Zum größten Teil nutzen sie alle UNIX, VME als Bus (manchmal ist es MULTIBUS, Q-BUS oder andere originelle Lösungen) und ETHERNET als Standard-LAN.

Die Standardausrüstung einer Workstation schließt folgende Bestandteile ein:

- farbiges oder monochromes Display mit hoher Auflösung
- Alphanumerische Tastaturen
- eine Maus und
- einen Digitalisierer.

Dieser Standard kann noch verbessert werden durch die Installation von Winchesterplattenspeichern, Laserprintern, Plottern, Streamern, speziellen Grafik-Einheiten usw.

Der breitesten Bereich der Anwendungen kann beobachtet werden bei

– dem rechnergestützten Entwurf (CAD)

– der rechnergestützten Fertigung (CAM)

– der rechnergestützten Softwareentwicklung (CASE)

– dem rechnergestützten Ingenieurwesen (CAE)

– dem rechnergestützten Publizieren (DTP) und

– der Computergrafik.

Die allgemeine Konfiguration einer Workstation zeigt die Abb. 2. Ein Beispiel einer offenen Architektur einer Workstation, die auf industriellen Standards basiert, ist Abb. 3 zu entnehmen. Vom Nutzer aus gesehen ist die Programmstruktur weitaus interessanter als die technische. Man kann als Betriebssystem UNIX voraussetzen. Dessen allgemeine Struktur zeigt Abb. 4. Die Softwarestruktur wird in Abb. 5 veranschaulicht.

Der Nutzer kann mit der Workstation in der Nutzerumgebung interaktiv arbeiten. Gut entwickelte Tools können die interaktive Arbeit erleichtern. Die populärste und die am meisten entwickelte Interaktion basiert auf Fenstern und einer Maus. Einen Überblick über die standardmäßig vorhandenen Fenster für die Programmierung von Workstations liefert Abb. 6. Standards ermöglichen die Definition von Windows, ihre Verwaltung und die Nutzer-System-Interaktion.

Bedeutend für die Arbeit des Nutzers ist das Datenbanksystem, welches in der Workstation genutzt werden kann. Es muß ihm seinen Bedürfnissen entsprechende Möglichkeiten des interaktiven

Nutzer jedoch wissen, wo sie sind und was sonst noch verfügbar ist.

Betriebssysteme

Der größte Stein des Anstoßes ist oft das Betriebssystem. Dieses verwenden Mikros und Mainframes gleichermaßen. Sie geben selten Hinweise darauf, was zu tun ist und warum.

Soll das Betriebssystem für den Nutzer unsichtbar sein, so muß eine intelligente front-end-Komponente oder eine Shell entworfen werden. Die meisten Nutzer wollen nur Informationen in der Begriffswelt ihrer Probleme, nicht aber die geheimen Nachrichten, die viele Systeme ausgeben.

Für die Nutzer von Mikros, die einen bestimmten Grad von Nutzerkomfort in ihren Anwendungen haben wollen, wurden eine Reihe von Dingen verbessert. Unglücklicherweise ist die Welt außerhalb der Mikros für Nutzer, die mit Ikonen, Fenstern und nutzerfreundlichen Computertechnologien arbeiten wollen, noch nicht so. Die Masse der Berechnungen in den Unternehmen wird noch auf EDVA durchgeführt. Diese beruhen noch auf sehr viel furchteinflößenden, unzugänglichen und in Kokons eingesponnenen Betriebsprozeduren.

In den letzten Jahren produziert die Mehrheit der Hersteller von Großrechnern auch Mikroversionen ihrer Pro-

dukte. Die beste Unterstützung bietet eine Mikro- und Großrechner-Verbindung. Viele Kompromisse wurden deshalb geschlossen, weil die Großrechner aus Kapazitätsgründen nicht immer vollständig auf einem PC, selbst dem leistungsfähigsten, implementiert werden konnten.

In den frühen achtziger Jahren entschied sich das SAS-Institut, seine Datenverwaltungs- und Analyse-Software, das SAS-System, auf PC's zu übertragen. Die PC-Version beeinflusste die ganze Institution, und die gesamte Palette der Softwareprodukte mußte umgeschrieben werden. Das SAS-Institut hatte seine Ideen zu überdenken, auf welchem Wege Nutzerfreundlichkeit sowohl in der Großrechner- als auch der Kleinrechner-Umgebung gewährleistet werden können. Das Institut setzt sich selbst das langfristige Ziel, die Nutzung des Großrechners genauso leicht zu machen, wie die des PC, mit Fenstern und anderem Komfort. Das Resultat ist die Entwicklung eines eigenen C-Compilers, der auf IBM-Rechnern unter MVS implementiert wurde und des SAS-Systems Version 6, welches vom PC aus gestartet werden kann. Die neue Software befähigt den Programmierer, Anwenderprogramme in nutzerfreundliche, für front-end-Rechner typische Menüs zu verpacken.

Arbeitsplatzrechner

Die klassischen Entwürfe von Workstations wurden von der Firma Sun Microsystems entwickelt. Die Sun Workstation kam zu Beginn der achtziger Jahre auf den Markt. Es gibt verschiedene Modell-Größen, die bis zu einem gewissen Grad dem Mini- und im anderen Fall bis zu einem gewissen Grad dem Mikrocomputer ähnlich sind. Aber es gibt Parameter, welche sich deutlich von denen der beiden oben genannten Familien unterscheiden. Sie sind ähnlich den Minis wegen

- der Arbeitsspeicherkapazität von 20 und mehr MBytes
- dem 32-Bit-Prozessor mit arithmetischen und grafischen Co-Prozessoren
- der komplexen internen Architektur und
- dem Mehrfachzugriff- und Multitasking-Betriebssystem.

Sie besitzen Ähnlichkeiten zu den Mikros, weil

- der Mikroprozessor ein Teil der CPU ist und
- ob der Privilegien für den Nutzer, der interaktiv arbeitet.

In den Workstations wurde, ähnlich wie in den grafischen Terminals, eine große Anzahl grafischer Funktionen eingeführt, aber im Gegensatz zu diesen Terminals, die vom Zentralcomputer ab-

Zugriff auf Daten der Datenbasis bieten. Ein Beispiel einer Zugriffsstruktur auf eine Datenbasis zeigt Abb. 7. Das letzte und sicher nicht unwesentlichste Merkmal, welches die Workstation zu einem bedeutenden Werkzeug der künftigen Entwicklung der Computerwissenschaft und -herstellung macht, ist die Möglichkeit von Verbindungen zu Standardcomputernetzen, wie z. B. DECNET, SNA, ETHERNET, UUCP, DARPA- und vor allem zum X.25-Paketvermittlungsnetz. Auf der Basis von Computernetzen kann der Nutzer durch die Workstation folgende Dienste in Anspruch nehmen:

- Dateiübertragung
- Jobfernverarbeitung
- virtuelles Terminal
- Netzwerkdateisystem
- Fernaufruf von Prozeduren
- Nachrichtenbehandlung
- Elektronische Briefkästen usw.

Vom Standpunkt des Nutzers aus muß die Darstellung auf dem Bildschirm flexibel sein. Geeignete Werkzeuge sollten den Nutzern helfen, die Probleme so darzustellen, wie sie es möchten. Aber die Flexibilität des Bildschirmtextes ist nicht das einzige Merkmal, das über die Brauchbarkeit der Workstation und der Systeme entscheidet.

Bewertungsmethoden

Die Meinungen der Spezialisten über die Methoden zur Bewertung der Leistung und anderer Parameter von Computern und von Computersystemen sind sehr verschieden. Ein Teil von ihnen denkt z. B., daß die Unterstützung und Unterhaltung einer zentralisierten Computerstrategie den Nutzer das Doppelte des Betrages kosten würde, den der Nutzer eines verteilten Computersystems aufbringen muß. (Dies ist das Ergebnis einer Studie der amerikanischen Berater der Index Gruppe und von Michael Treacy von MIT, welche einschätzen, daß die durchschnittlichen Kosten für ein verteiltes System in fünf Jahren bei \$ 2 757 je Anschluß liegen, verglichen mit \$ 6 369 für ein zentralisiertes System.)

Eine Studie, welche sich auf die Kosten der Netze bezieht – nicht aber auf Pro-

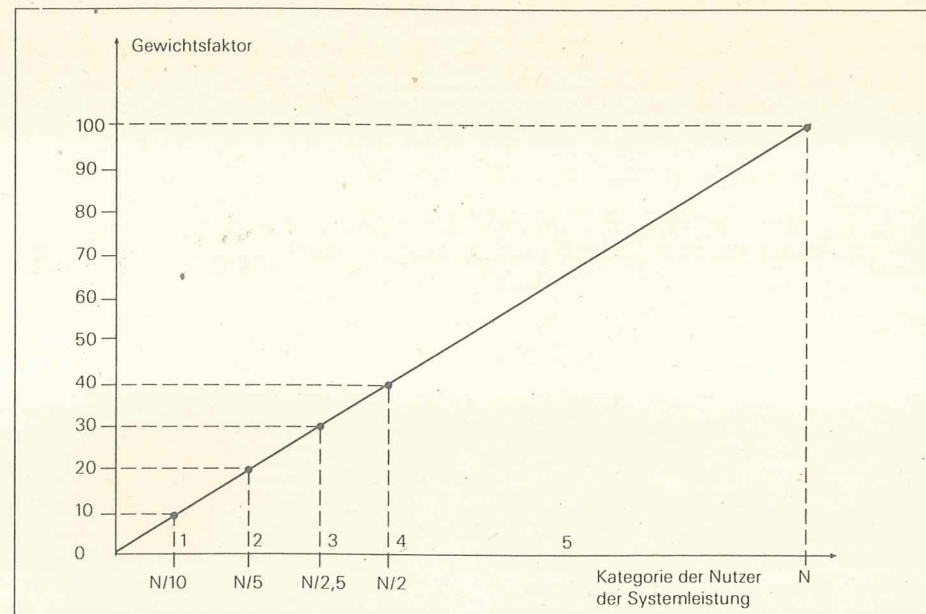


Abb. 8 Maßstab der Nutzertypen

zessoren und Workstations – schlußfolgert, daß zentralisierte Netze weniger zuverlässig sind als die Verbindungen zu einem lokalen Prozessor in einem verteilten Netz. Dies bedeutet, daß für Ausrüstungen und Personal mehr auszugeben ist. Aber der andere Teil der Experten denkt das Gegenteil: die zentralisierten Systeme sind bis heute weit effektiver als verteilte Systeme. Ich glaube, daß die Lösung des Problems der Effektivität in der Beantwortung folgender Fragen liegt:

1. Wer nutzt das System? Wofür wird das System genutzt?
2. Was liefert das System? Wie liefert es das System?

Der Erfolg von IBM und DEC beruht nicht nur auf der Bereitstellung großer Rechenleistung, sondern vielmehr in der Bereitstellung von Wichtigerem:

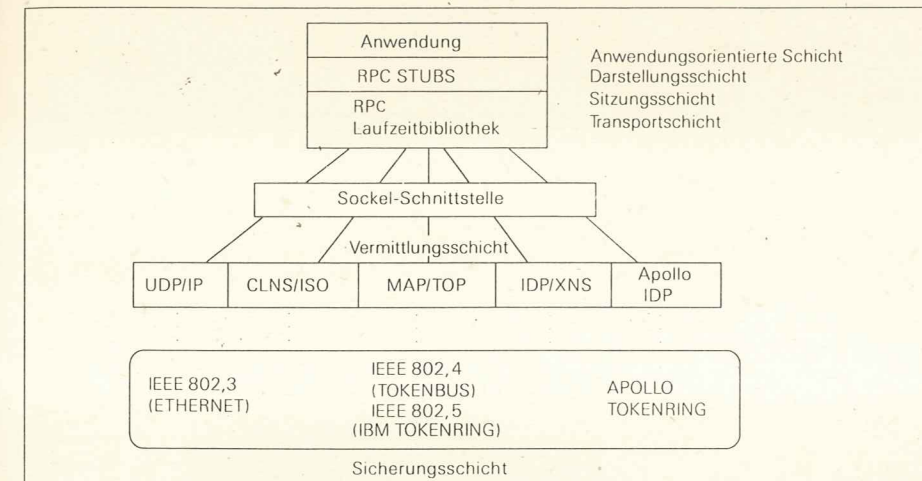
- Unterstützung und Service
- reiche Auswahl von Softwareprodukten
- wachsende Fähigkeiten bei Sicherung der Kompatibilität
- System-Software-Funktionen
- Netzfähigkeit und vor allem
- geschulte Verkäufer, Wirtschaftlichkeit und die Bereitschaft zu Verpflichtungen.

Alle Experten sind sich jedoch darin einig, daß PC und Arbeitsplatzrechner auf der Basis von Mikroprozessoren sehr attraktiv sind für viele neue Anwendungen, für die interaktive Arbeit von Einzelnutzern oder als Zusätze zu größeren Wirtsrechnersystemen. Während das Preis/Leistungsverhältnis allein nur einen kleinen Einfluß auf das Verhalten der Konkurrenten auf den

etablierten Märkten hat, ist es ein kritischer Wert auf den neuen Märkten wie CAD/CAE, der Künstlichen Intelligenz und dem *desk-top publishing*. Double von IBM PC haben bewiesen, daß bei einer festen Funktionalität die Konkurrenten aus Japan und Korea ein besseres Preis/Leistungs-Verhältnis ihrer Rechner bieten.

Die Rechnerleistung ist sehr stark abhängig von vielen Faktoren wie Architektur und Entwurf, der Systemkonfiguration, dem Anwendungsprogramm-Mix, dem Betriebssystem und der Compilertechnologie. Ein einzelner Wert kann das mögliche Leistungsspektrum für einen gegebenen Rechartyp nicht bestimmen. Zum Beispiel liefern die jüngsten von IBM publizierten *Benchmark*-Werte, die sich auf Linpack (wissenschaftlich-technische Anwendungen) und Ramp-C (kommerzielle Anwendungen) Benchmark-Verfahren stützen, unabhängig voneinander bestätigte und gültige Referenzen über das Leistungsvermögen von Computern.

Linpack-Benchmark-Werte veröffentlichten auch die amerikanischen Argonne Laboratorien. Die Linpack-Benchmark-Ergebnisse und die Dhrystone-Benchmark-Teste wurden auch von DEC bestätigt, welche dafür über 100 verschiedene Benchmark-Verfahren für ihre VAX-Rechner nutzten. Preisvergleiche von Konkurrenten müssen die gesamten Kosten für Hardware, Software und Unterhaltung während des ganzen Systemlebenszyklus einschließen. Die Hauptsache ist, daß jede so-



lilde Analyse alle Kostenelemente berücksichtigt, d. h. sie muß auch die Beratungskosten, die Standort-, Betriebs- und Lohnkosten und andere Faktoren mit einbeziehen.

Neue Konzepte

Bei der Entwicklung von Workstations und Netzen sind unter den neuen Leistungen meiner Meinung nach drei besonders interessant:

1. Das Apollo Domain Netzkonzept liefert die erste „single level store“-Methode durch die Einführung von Abbildungs-, Seitenüberlagerungs- und Adressierungs-Mechanismen in das LAN. Sie ermöglicht einen einheitlichen netztransparenten Weg für den Zugriff zu Objekten. Als ein Resultat dieser Entwicklung kann der Nutzer sein Programm starten, ohne zu wissen, wo das Programm oder die Dateien lokalisiert sind.

So ist Apollo Domain die erste Anwendung für ein verteiltes System, während Multics oder das IBM System/38 zentralisierte Systeme sind. Eine weitere wichtige Möglichkeit des Domain-Konzepts ist der virtuelle Zugriff zu den Netzschichten (Abb. 9).

2. Die letzten Arbeiten von IBM sind ein entscheidender Schritt in Richtung ISDN. Dank der jüngsten Fortschritte auf dem Gebiete der *Signalverarbeitung*, wird die Stimme durch ein Signal dargestellt, das einem Datensignal angepaßt und darum wie ein Datum verarbeitet werden kann. Gleichzeitig haben Leistungsverbesserungen bei den Paketvermittlungs-Techniken ermöglicht, Sprachpakete mittels Datenübertragungsverbindungen und -ausrüstungen auszutauschen. Kanäle, die ausschließlich für die Sprachkommunikation bestimmt sind, können während der Über-

Abb. 9 Unabhängigkeit von RPC von der Vermittlungsschicht durch die Verwendung von Sockeln

tragungspausen auch den Datenverkehr mit übernehmen, vorausgesetzt, die Sprachkommunikation erfolgt auf der Basis von Paketen. Das ist sehr viel effektiver als die Sprachen von 64 Kbps auf 7.2 Kbps zu verdichten. Dies erreicht eine neue Hardware-Einheit, die IBM 5976-LO (Voice Data Terminating Equipment). Diese Ausrüstung kann für zwei Anwendungen genutzt werden: - Punkt zu Punkt-Verbindungen und - SNA. Im letzteren Fall gibt es verschiedene Leitungen im Netz, d. h. für die natürliche Sprache und für die Datenübertragung.

3. Transputer wurden zur technologischen Basis neuer Typen von Workstations. Die erste Firma war Atari, welche die Cambriger Firma Perihelion beauftragte, eine Entwurfs-Studie über eine T800-Transputer-Workstation anzufertigen. Dieser Entwurf wurde vervollkommen und der Arbeitsplatzrechner tatsächlich gebaut. Diese T800-Workstation erreicht mit 20 MHz Taktfrequenz mehr als 1 Megaflops und ist somit fast dreimal schneller als das Modell DEC/VAX 11/780. Sie hat 4 Megabyte Hauptspeicher, 1 Megabyte Video-RAM und wirkliche Farbrasteroperationen.

Die britische Firma INMOS entwickelt eine Reihe von Computersystemen, die in ein breites Spektrum von Geräten, das von Radarsystemen bis zu Laser-Printern reicht, eingebaut werden können. Man erwartet, daß auch der Büromaschinenmarkt von Geräten durchdrungen wird, die auf Transputern basieren.

In diesem Zusammenhang sind vor allem Einrichtungen zur optischen Zeichenerkennung, zum Fernkopieren, zur 3D-Grafikmanipulation und zur Echtzeitbildverarbeitung zu nennen. Diese Systeme könnten revolutionär sein, aber bis jetzt noch muß das Betriebssystem für Transputer in C geschrieben werden, weil die Strukturen der Sprache OCCAM für die Speicherplatzzuweisung an Daten statisch sind und nicht die Merkmale besitzen, wie z. B. die Fähigkeit zur Rekursion, die von einer höheren Programmiersprache erwartet werden können. So ist HELIOS in C geschrieben.

Netze

Eine der Aufgaben, welche die Entwickler von Systemen lösen müssen, ist die Anpassung der Möglichkeiten des Systems an die Bedürfnisse der Nutzer. Um die Anforderungen der Nutzer an die Netzleistung genau bestimmen zu können, muß man wissen, welche Art von Last das Netz voraussichtlich tragen kann. Weil die Nutzer eines Netzes die Last erzeugen, besteht der einfachste Weg die Last abzuschätzen darin, die Anzahl und den Typ der Nutzer zu ermitteln.

Zur Veranschaulichung dieser Methode versuche ich die Anforderungen der typischen Nutzer einer Abteilung eines Büros an die Leistung eines LAN-Netzes abzuschätzen. Fünf Nutzertypen wurden festgelegt, die es erlauben, die Anzahl und die Nutzertypen des Netzes festzulegen. Nutzer, die in die gleiche Kategorie fallen, unterscheiden sich in der Regel im Umfang des Netzverkehrs, den sie generieren. Mit anderen Worten, sie nutzen verschiedene Anteile der Kommunikationsbandbreite und der Fileserver-Verarbeitungszeit.

Um diese Breite der Netznutzung zu überdecken, wurde ein Bereich von Gewichtungsfaktoren den fünf verschiedenen Kategorien von Nutzertypen zugeordnet. Diese Gewichtungsfaktoren kompensieren so die Einwirkung der Anwenderprogramm Pakete auf die Netzleistung. Der Wert des Gewichtes drückt den Faktor der Last aus, den eine einzelne Workstation auf eine verfügbare Netz-

Behandlung unscharf formulierter Anforderungen

Prof. Dr. Hinrich Bonin
Fachhochschule Nordostniedersachsen Lüneburg (BRD)

bandbreite bringen kann. Der Bereich der Gewichte, der den Nutzertypen zugewiesen wird, basiert auf dem durchschnittlichen maximalen Stationsdurchsatz, gemessen in KBytes pro Sekunde. Der Typ 1 der Nutzer bringt eine kleine Last auf das Netz, seine Anwendungen nutzen in der Hauptsache die Workstation am eigenen Arbeitsplatz und erfordern nur wenige Netzzugriffe. Solche Anwendungen lesen die Daten aus dem Netz, manipulieren diese auf der eigenen Workstation und speichern sie zurück auf den gemeinsam genutzten Plattenspeicher. Anwendungen dieser Kategorie sind Textverarbeitung, Tabellenkalkulation, die Nutzung einfacher Werkzeuge zur Steigerung der persönlichen Produktivität und sehr einfache Datenbankaktivitäten.

Dieser Typ 1 des Nutzers wird gewichtet zwischen 0 und N/10, wobei 0 Nutzern der einfachsten dieser Art Anwendungen und N/10 den schwierigsten Anwendungen entsprechen.

Die nächsten Typen sind 2, 3, 4 und zum Schluß der Nutzertyp 5, welcher ständig die gesamte Bandbreite des Netzes benötigt und der anspruchsvollste Typ bei dieser Bewertung ist. Ein Programmierer, der acht Stunden pro Tag kompiliert, könnte so ein Nutzer sein, aber es ist zweifelhaft, ob solch eine Anwendung existiert. Dieser Nutzertyp hat eine Wichtung zwischen N/2 und N. Die Methode ist in der Abb. 8 dargestellt.

So können wir eine Bewertung versuchen, falls das gegebene Netz (mit seinem Durchsatz) oder die gegebene Workstation (mit ihrer Leistung) durch die oben definierten Nutzer akzeptiert werden kann.

Eindeutig, vollständig und widerspruchsfrei soll die Anforderungsdefinition sein. Dies ist proklamiertes Ziel aktueller Requirements-Engineering-Methoden. Übersehen wird damit die Nützlichkeit unscharf formulierter Anforderungen für die Gestaltung von Softwaresystemen. Bei bestimmten Produktarten kann und soll dem (der) Software-Konstrukteur(in) ein Interpretationsfreiraum bleiben, damit seine (ihre) Kreativität und Erfahrung in die Produktgestaltung einfließen können. Seine (ihre) Interpretation der Unschärfe ist nach der Theorie der *fuzzy sets* (im Sinne von [16] durch Dokumentation der charakteristischen Zugehörigkeitsfunktion nachvollziehbar und damit bewertbar. Für dieses ingenieurmäßige Modellieren von unscharf formulierten Anforderungen werden Voraussetzungen und Handlungsempfehlungen erläutert.

Problemaufriß

1. Wer im Fachgebiet *Requirements Engineering* arbeitet, kann nicht sicher sein, ob seine Ergebnisse einen originären Beitrag darstellen oder nur bekannte Botschaften neu verpacken. Letzteres muß kein Mangel sein, denn vermittelt werden Botschaften, die sich mit eigenen Erfahrungen decken. Analysiert man bewährte und neue Handlungsempfehlungen, dann findet man im Regelfall:

- einen (implizit) postulierten Anspruch für beinahe jedes Produkt tauglich zu sein und
- ein Garantieverprechen, aus vagen Ideen und Wünschen eine präzise, vollständige und widerspruchsfreie Anforderungsdefinition zu entwickeln.

2. Unstrittig ist, daß für viele Softwareprodukt-Arten eine solche Anforderungsdefinition Voraussetzung für die Arbeit des – Konstrukteurs ist. Festzuhalten gilt es aber auch, daß es Produktarten gibt, bei denen der *Fordernde* (Autor der Anforderungen) dem *Schuldner* (Systemkonstrukteur des Softwareproduktes) einen Gestaltungsfreiraum lassen kann und will. Unscharf formulierte Anforderungen gewähren solchen

Freiraum. Sie sind geeignet, grundlegende Vorgaben zu vermitteln. Voraussetzungen sind:

- Es besteht Konsens zwischen den Auffassungen des *Fordernden* und denen des *Schuldners*.
- Die Aussagen genügen den Anforderungen an Anforderungen.

Der Allzweck-Methoden-Mythos

1. Betrachtet werden weder vage Ideen, utopische Wünsche noch nichtssagende (triviale) Texte, die dem *Fordernden* ohne große Mühe ad hoc einfallen (könnten). Die Unschärfe betrifft Anforderungen, d. h. Aussagen, die einen Konstruktionsprozeß und dessen Produkt gestalten. Also keine neue Methode vom ersten Einfall bis zum letzten Nutzungsaugenblick des Produktes. Kein neuer Vertreter für den Allzweck-Methoden-Mythos.

2. Im Kampf um große Resonanz wird vielfach dem Anschein eines Allzweckmittels nicht genügend entgegengetreten. Kann man zum Beispiel mit STEPS (Softwaretechnik für evolutionäre partizipative Systementwicklung/8/) die Software für eine Armbanduhr entwickeln? Mit HIPO (Hierarchy plus Input-Process-Output/10/) die Steuerung einer Verkehrsampelanlage? Mit PSL/PSA (Problem Statement Language/Problem Statement Analyzer/15/) Bürokommunikationsprozesse erfassen? Mit dem Bertelsmann-Modell (/2/) ein wissensbasiertes Konsultationssystem? Soll der amerikanische Standard für das Requirements Engineering (/1/) die Richtschnur für solch Expertensystem sein?

Die Notwendigkeit von MORE

1. Allzweck-Methoden sind ebenso wenig angebracht, wie Allzweckphrasen. Das vielfältige Produktspektrum erfordert viele problemadäquate Techniken, d. h. auf die jeweilige Software-Produktklasse abgestimmte Methoden und Hilfsmittel. Signifikante Unterschiede bestehen nicht ausschließlich im Automationsfeld, beispielsweise zwischen den numerischen Problemen des Lösen von Differentialgleichungen und den

transaktionsorientierten Problemen eines Reservierungssystems. Zusätzlich sind zumindest die Unterschiede bei der Produktkomplexität (Produktgröße, Produktarchitektur), bei den Produktinstanzen (Unikat, Massenprodukt) und beim Benutzermodell (Benutzerkenntnisse, Benutzungshäufigkeit) mit einzu-beziehen.

2. Ein derartiges, allgemein anerkanntes Klassifikationsschema fehlt (/3/). Somit können die impliziten Anwendungsrestriktionen bei den einzelnen Methoden nicht anhand einer Produktklassenangabe leicht offengelegt werden. Darüber hinaus bleibt im Unklaren, welche Methoden untereinander konkurrieren. Ist beispielsweise HIPO in der Produktklasse X erfolgreicher als das PSL/PSA-Modell?

3. Unterschiedliche Produktklassen betonen unterschiedliche Anforderungsarten. Mal ist der Erstellungsprozeß dominant, mal das Produkt selbst. Benötigt werden sowohl sozialwissenschaftlich orientierte Methoden, als auch ingenieurmäßige Vorgehensweisen. Kurz: Requirements Engineering bedarf keiner Einheitsmethode, sondern Methoden (Plural!), angepaßt an unterschiedliche Produktklassen. Dieser Notwendigkeit versucht der Ansatz, der an der Hochschule Bremerhaven entwickelt wird (Leitmotto: **MORE**, Means Of Requirements Engineering), Rechnung zu tragen (/6/).

Anmerkungen zur Argumentation

Der Vorschlag, unscharf formulierte Anforderungen zu integrieren, setzt voraus:

- Ein Software-Produkt aus einer Produktklasse, bei der ein Gestaltungsfreiraum für den Systemkonstrukteur angebracht ist. Bei welchen Produktklassen dies der Fall ist, wird hier nicht weiter erörtert. (Für ein Praxisbeispiel/4/)
- Vorgaben, bei denen sich die Unschärfe auf Anforderungen bezieht, also nicht auf beliebige Aussagen über das Produkt und seinen Erstellungsprozeß.

Zunächst wird die Einschränkung auf Anforderungen dargelegt, d. h. es wer-

den Anforderungen an Anforderungen aufgestellt. Dabei genügt der Hinweis nicht, daß es sich um eine Aussage handelt, die in einer Leistungsbeschreibung steht. In der Praxis enthalten sogenannte Leistungsbeschreibungen auch Aussagen zu Rechten und Pflichten zwischen den Beteiligten (/17/). Betrachtet werden hier ausschließlich Aussagen, die Software-Produkt-Eigenschaften und -Merkmale definieren und sich dabei auf die Erfüllung von Erfordernissen beziehen. Den Schwerpunkt der Argumentation bilden Möglichkeiten zur Handhabung der Unschärfe bei einem gewollten Gestaltungsfreiraum. Für die Interpretation der unscharf formulierten Anforderungen werden funktional- und attributiv-geprägte Ansätze skizziert. Empfohlen wird das Aufstellen von charakteristischen Zugehörigkeitsfunktionen nach der Theorie der *fuzzy sets*. Ein Beispiel aus dem Bereich der nicht strikt-geregelten Verwaltungsverfahren zeigt, daß eine Kompromißfindung bei konkurrierenden Anforderungen mittels Zugehörigkeitsfunktionen transparent und nachvollziehbar wird.

Anforderungen an Anforderungen

1. Im Bereich Softwareentwicklung ist für die Anforderungen folgende Definition gebräuchlich:

Anforderungen sind Aussagen über zu erfüllende Leistungen eines Gegenstandes sowie dessen qualitative und/oder quantitative Eigenschaften (/9/).

Damit bleiben folgende Aspekte unerwähnt:

- Ist jede Leistung, jede Eigenschaft mittels einer Aussage im voraus zu definieren? Wann ist eine Anforderung erforderlich?

Formuliere Anforderung (A)	
Formuliere duldbares Vollzugsdefizit (EPSILON)	
Stelle (Aktions-)Plan (P) auf	
Vollziehe P	
Stelle Ist-Verhalten bezogen auf A fest	
Bestimme Soll-Ist-Abweichung (DELTA)	
until	DELTA <= EPSILON

Abb. 1 Paradigma für Anforderungen

– Ist eine Aussage nicht eine Lösungsbeschreibung? Wird überhaupt *Etwas* gefordert oder wird dem System-Konstrukteur eine Lösung genannt?

2. Hier sei daher *Anforderung* auf ihren Kern, nämlich auf eine Forderung im Sinne einer notwendigen und potentiell erfüllbaren Vorgabe reduziert. Bedeutsam ist die Betonung auf *Vorgabe* und deren Abgrenzung zur Lösungsbeschreibung. Dies entspricht auch der herrschenden Meinung:

„The SRS (:= Software Requirements Specification) should not describe any design, verification, or project management details, except for required design constraints.“ (/1/).

Eingrenzung von Anforderungen auf Vorgaben

1. Wie häufig im Leben, stimmt die These „Viel hilft Viel“ auch hier nicht. Nicht möglichst viele Aussagen über zu erfüllende Leistungen sind hilfreich, sondern die Nennung der gestaltungsrelevanten Aussagen. Es geht um Aussagen, die zwingend erforderlich sind, damit das Verhalten des (Gesamt-)Produktes und/oder eines Teilproduktes dem *Gewollten* entspricht. Pointiert formuliert:

Kriterium für Vorgabe (V):

Eine Aussage ist dann eine Vorgabe (V), wenn ohne ihre Nennung und Realisierung das spätere Produktverhalten in diesem Punkt negativ beurteilt werden müßte.

2. Die Konzentration auf gestaltungsrelevante Aussagen schützt zumindest vor umfangreichen Anforderungsdokumentationen mit vielen leeren Worthülsen. Die Nagelprobe „Ist die Aussage gestaltungsrelevant?“ erfährt mit der Produktklassenangabe praktische Bedeutung. Was beispielsweise in der Produktklasse X explizit als Anforderung zu formulieren ist, entfällt in der Produktklasse Y, da dort die Forderung allgemeine Erkenntnis ist; d. h. bei Y gehört sie zum Stand der Technik und ist vom sachkundigen *Schuldner* zu berücksichtigen, wenn dieser nicht grob fahrlässig handeln will.

Spannungsfeld: Anforderung und utopischer Wunsch

1. Eine Anforderung im Sinne einer Vorgabe bedingt, daß sie potentiell erfüllbar ist. Utopische Wünsche sind daher keine Anforderungen. Gehen damit nicht Impulse für Innovation verloren? Ja. Trotzdem sei hier bewußt das Feld der Forschung von dem der planmäßigen Applikation von erprobten Techniken abgegrenzt. Utopisch(e) (erscheinende) Anforderungen sind Themen für das Experimentieren, für Softwaretechnik-Labore. Ihre Modellierung ist weitgehend heuristisch geprägt und unterscheidet sich von einer ingenieurmäßigen Handhabung.

2. Gegenüber einem utopischen Wunsch verbindet eine Anforderung das Wünschenswerte mit dem Machbaren.

Anforderung: =

f (Wünschenswerte, Machbare)

Der Aspekt der potentiellen Realisierbarkeit wird noch verstärkt durch die zusätzliche Forderung, daß zu einer Anforderung stets die geduldete Vollzugsabweichung zu verdeutlichen ist. Das Struktogramm der Abb. 1 stellt diese Realisierbarkeitsforderung dar.

Für eine Anforderung muß ein (Aktions-)Plan (P) aufstellbar sein, dessen ordnungsgemäßer Vollzug zu einer Abweichung DELTA führt, die kleiner der vorgegebenen Toleranzschwelle EPSILON ist. Dabei kann P durchaus erst nach mehreren Schritten iterativ erstellbar sein. Wichtig ist, daß die Erfüllbarkeit der Anforderungen innerhalb der geduldeten Abweichung möglich ist, anders formuliert: Das Struktogramm (Abb. 1) führt nicht zur Endlosschleife.

Spannungsfeld: Anforderung und nicht falsifizierbare Aussage

1. Das objektive Feststellen der Erfüllung einer Anforderung unabhängig von Raum, Zeit und der Person des Feststellers ist erstrebenswert. Formuliert im skizzierten Paradigma für Anforderungen wäre daher Ziel, daß „DELTA <= EPSILON“ mittels eines Meßvorganges entscheidbar ist. Diese Forderung schließt aber praktisch das

ET-VORGABE-CHARAKTER		R1	R2	R3	R4
B1	Klarheit über Ziele	hoch	hoch	gering	gering
B2	Kenntnisse über Produktklasse	hoch	gering	hoch	gering
A1	Lösung wird beschrieben		X		
A2	Unscharf formulierte Anforderungen beschreiben Lösungsraum				X
A3	Präzis formulierte Anforderungen beschreiben Lösungsraum			X	
A4	CALL ET-ZUSAMMENARBEIT	X			

Arbeiten mit unscharf formulierten Anforderungen aus. Um die Unschärfe einzubeziehen, wird nur gefordert, daß die Behauptung: „Anforderung ist erfüllt“ (r) berechtigter ist als ihre Negation (¬r), also die Behauptung: „Anforderung ist nicht erfüllt“.

2. Diese Abschwächung birgt die Gefahr, daß Anforderungen zu allgemeinen und damit letztlich inhaltsleeren Aussagen entarten, welche mangels konkreten Gehalts auch nicht widerlegbar (falsifizierbar) sind. Anforderungen ohne gestaltungsrelevanten Inhalt fallen jedoch durch das Raster der Vorgabe-Bedingung. Ein Schutz vor allgemeinen, meist philosophisch geprägten Aussagen, wie zum Beispiel „Das System soll den Sinn der Arbeit erkennen lassen.“ wird dadurch erreicht. Daher stellt sich nicht die Frage, ob bei solchen „Allgemeinplätzen“ es eher gelingt, die Erfülltheese oder die Nichterfülltheese zu widerlegen.

Vorgabe statt Lösungsbeschreibung

1. Eine Anforderung muß gestaltungsrelevant sein und ist vor der Konstruktion (oder der Beschaffung) des Produktes zu fixieren. Definieren soll die Aussage einen Lösungsraum (alternative Realisierungsmöglichkeiten), nicht jedoch die Lösung selbst. Diese Leitidee geht davon aus, daß der Prozeß der Lösungsfindung in zwei Abschnitte zerfällt: – eine Vorbereitungsphase und – eine Phase der Konstruktions-Entscheidungen. Nachdem alle Anforderungen gefunden sind – und verstanden

Tab. 1 Zu erwartender Charakter der Vorgabe

werden –, nimmt man Abstand vom erarbeiteten „Wunschbild“, läßt es auf sich wirken und fällt dann die Konstruktions-Entscheidungen.

2. Diese idealisierte Vorstellung fußt auf der klassischen Entscheidungstheorie (/13/). Sie unterstellt die kreative Kraft, ohne Kenntnisse des zu konstruierenden Produktes die notwendigen gestaltungsrelevanten Aussagen für dieses vorab zu finden. Sicherlich ist die Idealisierung nur für bestimmte Produktklassen tragfähig. Hilfreich ist diese Zweiteilung jedoch, um die Perspektive des Fordernden und den Handlungsfreiraum für den Schuldner herauszustellen.

Tab. 2 Unscharf fomulierte Anforderungen zur Verkürzung der Dokumentation

ET-ZUSAMMENARBEIT		R1	R2
B1	„Konsens“ zwischen den Auffassungen der Fordernden und des Schuldners	J	N
A1	unscharf formulierte Anforderungen beschreiben Lösung	X	
A2	Präzis formulierte Anforderungen beschreiben Lösung		X

Approximationsansatz [Kurzbezeichnung des Approximationsmittels A]	Erläuterung	Interpretationsausrichtung
Ersatz durch einen oder mehrere meßbare Grenzwerte [A(G)]	Die unscharf formulierte Anforderung wird als Forderung, einen oder mehrere Grenzwerte einzuhalten, interpretiert. Z. B. statt „angemessene Antwortzeit“ tritt „Antwortzeit <= Sekunden“. Die Erfüllung der Ersatz-Anforderung ist meßbar, entweder liegt das Konstruktions-Ergebnis unter oder über der Grenze.	funktional
Ersatz durch eine oder mehrere Zugehörigkeits-Funktionen [A(Ersatz-F)]	An die Stelle eines Grenzwertes tritt eine Ersatzfunktion, die den vermuteten Zugehörigkeitsgrad diskreter Werte (mögliche Lösungen) im Hinblick auf die Abdeckung der Forderung quantitativ darstellt.	funktional
Beibehaltung von Unschärfe [A(U)]	Falls notwendig, wird die unscharf formulierte Anforderung durch mehrere (einfacher zu vollziehende) Anforderungen ersetzt, die zusammen die gewollte Eigenschaft detaillierter beschreiben. Damit bleiben unscharf formulierte Anforderungen die Ausgangsbasis für die zu fällenden Konstruktions-Entscheidungen. Z. B. statt „Benutzerfreundlichkeit“ tritt „Erlernbarkeit, Komfort, Flexibilität etc.“	attributiv

Aspekt	Interpretation		
	A(G)	A(Ersatz-F)	A(U)
Aufwand zur Erarbeitung einer A(δ), mit δ: = G, Ersatz-F, U	geringer als bei A(Ersatz-F), da nur ein Wert zu fixieren ist	aufwendig, da eine ausreichende Anzahl diskreter Werte zu bestimmen ist	geringer als bei A(G), da die Definition der Meßdimension entfällt
Anwendbarkeit	begrenzt (nur bei ausreichender Konkretisierung ist eine geeignete Maßeinheit angebbar)		quasi unbegrenzt, da neue Wortschöpfungen möglich
Feststellbarkeit der Erfüllung von A(δ)	sehr gut (Meßvorgang)		eingeschränkt; Abstützung auf Vergleichsprodukte der Produktklasse erwünscht
Übereinstimmung von A(δ) mit der Aussage der unscharf formulierten Anforderung	nur punktuell; Verkürzung der Aussage auf eine Meßdimension		möglich, aber kaum beweisbar

Perspektiven des Fordernden

1. Das Leitbild verlangt: Der Fordernde (Autor einer Anforderung) hat den Lösungsraum zu definieren, nicht die Lösung (das Produkt). Die Lösung ist ihm unbekannt und soll es (zunächst) auch bleiben. Wie findet er seine aufzustellenden Anforderungen? Er benötigt eine genügende Anzahl sogenannter Stützpunkte des Wissens (/18/) in dem betroffenen Fachgebiet. Diese können zum Beispiel Tatsachen oder Erfahrungen sein, die er selbst gemacht hat, oder die von anderen gemacht worden sind. Mittels dieser Stützpunkte des Wissens verschafft er sich Klarheit über seine Ziele und erarbeitet sich die Kenntnisse über den Lösungsraum, d. h. über realisierbare Lösungen in der entsprechenden Produktklasse.

2. Annehmbar ist als Arbeitsthese, daß abhängig von der erreichten Zielklarheit und den Produktklassen-Kenntnissen der Fordernde entweder primär den Lösungsraum oder das Produkt selbst beschreibt. In wieweit dabei unscharf formulierte Anforderungen dominieren, hängt davon ab, ob die Unschärfe bewußt als Mittel zur Vereinfachung der Anforderungsdokumentation eingesetzt wird, oder aus der „Unwissenheit“ her resultiert. Die Entscheidungstabellen ET-VORGABE-CHARAKTER (Tab. 1) und ET-ZUSAMMENARBEIT (Tab. 2) sollen diese Arbeitsthese darstellen.

Gestaltungsfreiraum für den „Schuldner“

1. Wird nicht die Lösung genannt (Regeln R1 und R2 in ET-Vorgabe-Charakter, Tab. 1), sondern der Lösungsraum (R3 und R4), dann kann der Schuldner seine eigenen Vorstellungen einbringen. Seine Gestaltungsmöglichkeiten bestehen primär: – in der Interpretation der Anforderungen, – in der Ausfüllung offener Punkte, – in der Kompromißfindung zwischen konkurrierenden Anforderungen

Tab. 3 Möglichkeiten der Approximation einer unscharf formulierten Anforderung
Tab. 4 Bewertungskriterien zur Interpretationsausrichtung

– und in der Auflösung von Widersprüchen.

2. Es wurde gefordert, daß eine Anforderung prinzipiell erfüllbar sein muß. Ist diese Voraussetzung zum Beispiel für die beiden Anforderungen X und Y erfüllt, muß sie nicht unbedingt für ihre Kombination zutreffen. X kann in Widerspruch oder zumindest in Konkurrenz zu Y stehen oder umgekehrt.

3. Abhängig von der Produktklasse und dem Inhalt der Anforderung verlagert sich die Widerspruchsfrage bzw. die Kompromißfindung zwischen X und Y mehr oder weniger in die Konstruktionsphase. Erst beim Versuch des System-Konstrukteurs, Entscheidungen zu fällen, – also „nach dem Wirken lassen des Wunschbildes“ –, werden das Widerspruchsproblem oder die Konkurrenzsituation deutlich. Die Rückkopplung jedes X-Y-Problems auf den Fordernden ist in der Praxis begrenzt. Nicht eine Überarbeitung der Anforderungen durch den Fordernden, sondern die Konstruktionsentscheidungen bestimmen dann die Lösung (das Produkt). Die prägende „Macherrolle“ fällt damit zunehmend an den System-Konstrukteur (/5/).

Modellierung der Unschärfe bei Gestaltungsfreiraum

1. Besteht wie bisher dargelegt ein gewollter Gestaltungsfreiraum und sind die Anforderungen an Anforderungen erfüllt, dann enthält die Menge der formulierten Anforderungen einer Betrachtungseinheit naturgemäß zwei Grundtypen von Anforderungen:

a) Typ **meßbar**

Anforderung, die präzise und eindeutig ist. Ihre Interpretation und Erfüllung sind unstrittig. $\Delta \leq \epsilon$ ist durch einen Meßvorgang entscheidbar.

b) Typ **interpretierbar**

Anforderung, die unscharf formuliert ist. Ihre Interpretation ist subjektiv. Die Feststellung ihrer Erfüllung ist nicht offensichtlich direkt durch einen Meßvorgang (im engeren Sinne) entscheidbar.

2. Die **schöpferische** Modellierung der

Anforderungen, insbesondere vom Typ **interpretierbar**, benötigt eine Richtschnur (guidelines) für die zu vollziehenden Aktionsschritte. Eine solche Handlungsempfehlung sollte umfassen (/11/):

– ein Arbeitssystem mit Planungsrichtlinien, Entwicklungsrichtlinien und Arbeitstechniken,
– Dokumentationsrichtlinien,
– und Organisationsregelungen.
Die folgenden Erörterungen konzentrieren sich auf den Typ **interpretierbar** und den Aspekt Arbeitstechnik.

Handlungsalternativen für unscharf formulierte Anforderungen

1. Die Interpretation einer Anforderung ist eine **Auslegung** und **Deutung** mit dem Ziel, das Gewollte des Fordernden als Basis für Konstruktions-Entscheidungen herauszuarbeiten. Als Vorgehensweise bieten sich für die unscharf formulierten Anforderungen drei Alternativen an:

– Approximation der Unschärfe durch **meßbare Größen**

– Approximation der Unschärfe durch **charakteristische Zugehörigkeitsfunktionen** nach dem Konzept der **fuzzy sets** (/14, 16/). Die Ersatzfunktion $\alpha = f(x)$ bildet, bezogen auf einen quantifizierbaren Aspekt x, für mögliche Lösungen (diskrete x-Werte) die **Zugehörigkeit** zur Anforderung ab. Anders formuliert, die charakteristische Zugehörigkeitsfunktion stellt den Grad der Mitgliedschaft bzw. Nichtmitgliedschaft zur Klasse **Interpretation entspricht unscharf formulierter Anforderung** dar.

– Approximation der Unschärfe durch Formulierung von **neuen, ebenfalls unscharf formulierten Anforderungen**, d. h. Interpretation der ursprünglichen Anforderung durch mehrere unscharf formulierte Anforderungen, die zusammen den Inhalt der ursprünglichen Anforderung abbilden. Dabei erscheint die Interpretation der neuen Anforderungen weniger problematisch zu sein, als die Interpretation der ursprünglichen.

2. Gemäß dieser Alternativen können die Approximationsmittel für die Interpretation einer unscharf formulierten Anforderung klassifiziert werden (Tab. 3).

3. Die Handlungsalternativen in Tab. 3 verdeutlichen zwei Interpretationsrichtungen: Zum einen das Streben, die Anforderung in einem mathematischen Ausdruck (einer Funktion) abzubilden, bevor die korrespondierenden Konstruktions-Entscheidungen zu treffen sind. D. h. die Interpretation der Anforderung wird als Definition geeigneter Grenzwerte bzw. charakteristischer Zugehörigkeitsfunktionen aufgefaßt (Fälle A(G) und A(Ersatz-F)). Zum anderen soll direkt aus der Unschärfe heraus erkannt werden, ob eine Konstruktionsalternative die geforderten Produkteigenschaften hat oder nicht (Fall A(Attributiv)).

4. Im ersten Fall ist die Argumentation über eine Konstruktions-Entscheidung geprägt durch die funktionale Perspektive. Zum Beispiel werden die Requirements-Engineering-Dokumente dann primär mathematische Ausdrücke ausweisen. Im zweiten Fall stützt sich die Argumentation auf eine Menge von Fachbegriffen, die Eigenschaften verdeutlichen sollen. Kennzeichnend für die Dokumentation sind dann primär nicht-formalisierte Texte. Entsprechend unterscheidbar ist eine Approximation mittels funktional-geprägter Vorgaben von einer Approximation mittels attributiv-geprägter Vorgaben.

Transformation in funktional- und attributiv-geprägte Vorgaben

1. Es stellt sich die Frage, wann ist welcher Approximationsansatz sinnvoll? Wann ist eine funktional-geprägte Interpretation geboten? Wann sind attributiv-geprägte Vorgaben nützlich? In Tab. 4 sind vier Bewertungskriterien dazu dokumentiert.

2. Der entscheidende Vorteil des Approximationsmittels A(Ersatz-F) wird deutlich, wenn nicht eine unscharf formulierte Anforderung isoliert zu interpretieren ist (wie Tab. 4 annimmt), sondern eine Betrachtungseinheit mit mehreren konkurrierenden Anforderungen. Bei Konkurrenz beispielsweise von X und Y kann A(G) wenig helfen. Entweder man entscheidet sich für die Erfüllung von A(G) abgeleitet aus X oder Y. Der

Kompromiß zwischen X und Y, gestützt auf gelungene Approximationen der beiden unscharf formulierten Anforderungen, wird so kaum erkannt. Die Ab-

hängigkeit zwischen X und Y ist anhand von zwei Grenzwerten nicht ausreichend erfaßbar. Erst auf der Basis von A(Ersatz-F) sowohl für X wie für Y

kann die Modellierung (Kompromißfindung) offengelegt werden.

Aufstellen adäquater Ersatzfunktionen

1. Typisch für eine unscharf formulierte Anforderung sind Zusätze zur (Kern-) Aussage wie zum Beispiel groß, gut, angemessen, laufend, sicher, zeitgerecht usw. Erfahrungsgemäß fallen einem Experten der entsprechenden Produktklasse ad hoc Lösungen ein, die diesen Zusatz unterschiedlich ausfüllen. Startimpuls für die Ermittlung einer adäquaten Ersatzfunktion bilden diese ersten, Einfälle. Eine empfehlenswerte Vorgehensweise dokumentiert folgender Aktionsplan:

Schritt 1: Ad hoc Ideen analysieren

Die unscharf formulierte Anforderung weckt Assoziationen, die mögliche (Konstruktions-)Lösungen (L) in das Blickfeld rücken. Aus diesen Lösungen ist ein dominierender, quantifizierbarer Aspekt herauszuarbeiten. Gibt es mehr als einen solchen Aspekt, sind eine entsprechende Anzahl von Ersatzfunktionen nach dem folgenden Aktionsplan auszustellen. Ist kein dominanter Aspekt erkennbar, sind die Approximationsmittel A(G) und A(U) zu prüfen. Das Aufstellen einer adäquaten Ersatzfunktion ist zunächst eine Suche nach einer tragfähigen, quantifizierbaren Größe.

Schritt 2: Definieren von Extremwerten der Interpretation

Die Lösungen werden (bezogen auf den gemeinsamen Aspekt) solange modifiziert, bis sich die Extrema L_{unter} und $L_{\text{über}}$ heraus kristallisieren (siehe Abb. 2).

Schritt 3: Generieren von Alternativen

Die beiden Extremwerte L_{unter} und $L_{\text{über}}$ haben die Aufgabe eines Ideenlieferanten („Katalysators“) bei der Erstellung alternativer Lösungen, deren Approximation an die Anforderung „besser“ ist. Die Abwandlungen von $L_{\text{über}}$ in Richtung von L_{unter} und

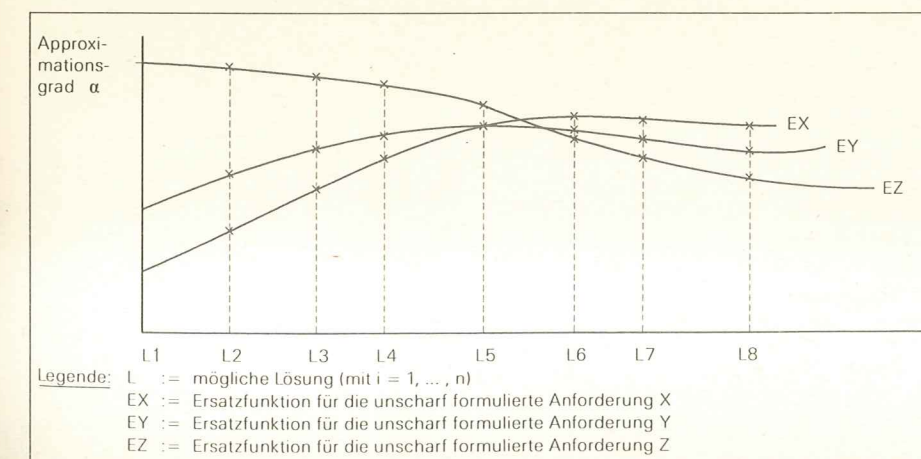
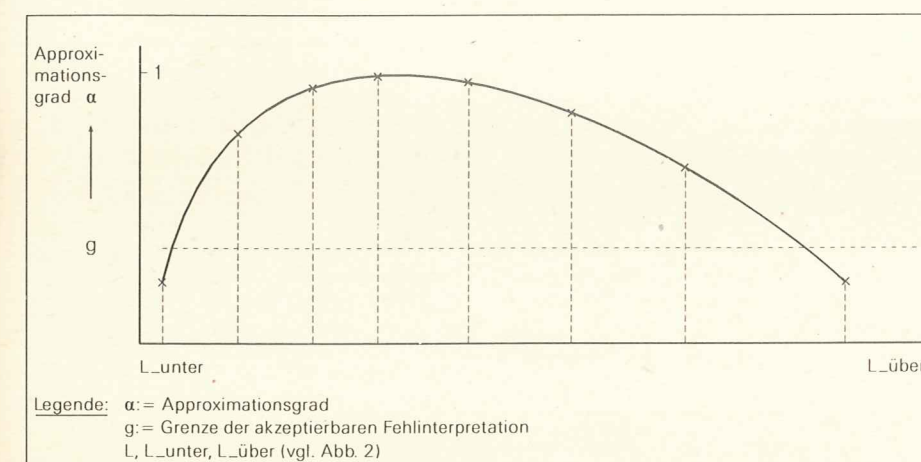
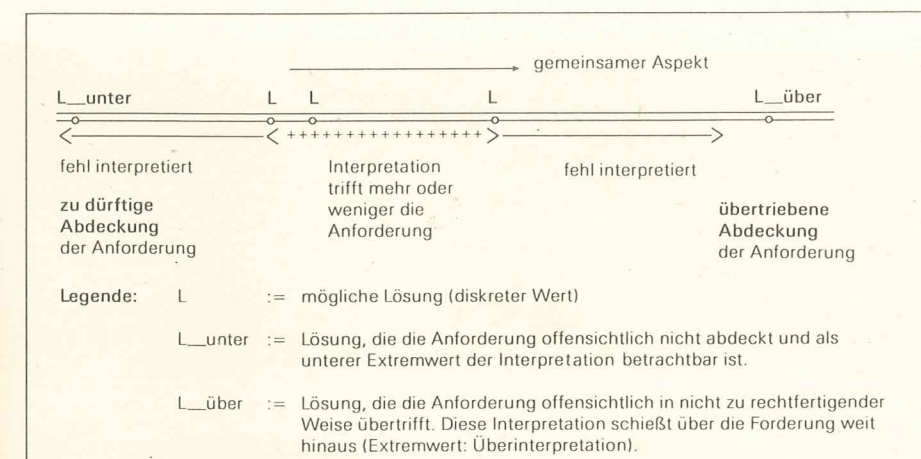


Abb. 2 Eingrenzung des Interpretationsintervalls durch Definition von Extremwerten

Abb. 3 Skizze einer Ersatzfunktion

Abb. 4 Skizze einer Konkurrenzsituation

umgekehrt L unter in Richtung von L über unterstützen den kreativen Prozeß. Da L unter und L über sich auf einen gemeinsamen Aspekt, eine quantitativ formulierbare Größe abstützen, entspricht die Alternativensuche dem Bestimmen realisierbarer Zwischenwerte.

Schritt 4: Bewertung

Jede machbare Lösung zwischen L unter und L über wird im Hinblick auf ihre Übereinstimmung mit der Anforderung bewertet. Um den Grad der Approximation darzustellen, wird das Intervall $[0,1]$ der reellen Zahlen verwendet (vgl. Abb. 3). Approximationsgrad $\alpha=1$ bedeutet: Die unscharf formulierte Anforderung wird durch die quantitative Aussage der Lösung L exakt im Sinne des Fordernden interpretiert. Anforderung und Interpretation stimmen bei $\alpha=1$ überein. Die unscharf formulierte Anforderung kann durch die Aussage $L(\alpha=1)$ ersetzt werden. (Hinweis: $L(\alpha=1)$ ist innerhalb der duldbaren Abweichung zu realisieren, damit die unscharf formulierte Anforderung erfüllt ist.) Ein Approximationsgrad $\alpha < 1$ bringt zum Ausdruck, daß die Aussage von $L(\alpha < 1)$ nicht völlig zur Klasse Interpretation entspricht unscharf formulierter Anforderung gerechnet werden kann. Je kleiner der α -Wert ist, umso weniger deckt sich die Interpretation, dargestellt durch die quantitative Aussage von L, mit der unscharf formulierten Anforderung.

Schritt 5: Streichen der „Fehlinterpretation“

Durch die Festlegung einer α -Schranke für den minimal akzeptierbaren Approximationsgrad werden die „Fehlinterpretationen“ der unscharf formulierten Anforderung von der weiteren Betrachtung ausgeschlossen. Die Abbildung 3 skizziert eine so erarbeitete Ersatzfunktion.

2. Die Quantifizierungsproblematik ist offensichtlich. Wie ist im Einzelfall entscheidbar, ob $L(\alpha=0,5)$ oder $L(\alpha=0,8)$ anzunehmen ist? Milling meint, daß die Bestimmung der Werte in der Praxis häufig weniger schwierig ist, als die Festlegung eines Grenzwertes im Sinne der Approximation mittels $A(G)$ ($/12/$).

Kann die Bewertungsaufgabe nicht an den Fordernden zurück verwiesen werden, dann ist die Qualität der Bewertung davon abhängig, ob es dem System Konstrukteur gelingt, das „Gewollte“ zu erraten. Dazu ist ein Mindestmaß an Übereinstimmung erforderlich.

Kompromißfindung bei Konkurrenz

1. Sind Ersatzfunktionen für die unscharf formulierten Anforderungen einer Betrachtungseinheit bestimmt, dann ist jeweils festzulegen, welche Interpretation (welches L einer Ersatzfunktion) zu realisieren ist. Zunächst werden bei allen Ersatzfunktionen die maximalen α -Werte ausgewählt. Zu prüfen ist, ob eine Realisierung der zugehörigen Lösungen zu Konflikten führen würde. Ist dies der Fall, ist eine Kompromißfindung auf der Basis der betroffenen Ersatzfunktionen zu versuchen. Aus praktischer Sicht sind zwei Konfliktfälle unterscheidbar:

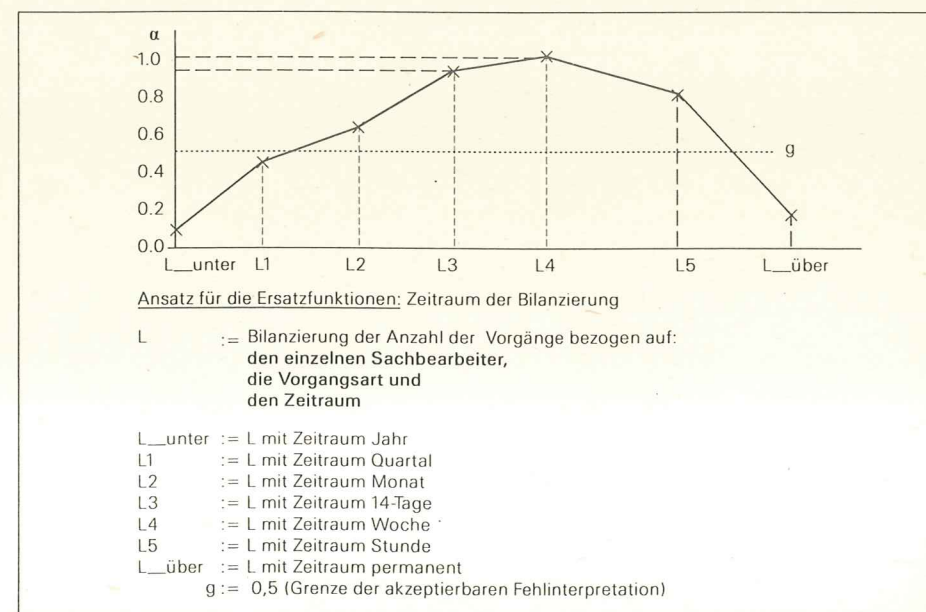
Fall 1: Die betroffenen Ersatzfunktionen ($\alpha=f(x)$) stützen sich auf die gleichen x-Werte (Lösungsalternativen) ab, wobei die Inkaufnahme eines kleineren α -Wertes bei einer Ersatzfunktion zu einem größeren α -Wert bei mindestens ei-

ner anderen führt. Abb. 4 skizziert eine solche Situation.

Ohne Zuhilfenahme zusätzlicher Prioritätsangaben für die einzelnen Anforderungen, deren Ersatzfunktionen zum Beispiel Abb. 4 zeigt, ist eine Kompromißfindung nicht ermittelbar. Die Ersatzfunktion repräsentiert den Approximationsgrad an die unscharf formulierte Anforderung, nicht das Gewicht der Anforderung. Prioritätsangaben lassen sich jedoch einfach einbauen, in dem die einzelnen x-Werte mit einem Gewichtungsfaktor multipliziert werden. Die „optimale“ Lösung ist dann anhand der maximalen Summe der gewichteten x-Werte auswählbar. Die Ersatzfunktionen sind daher Basis für die Offenlegung und Begründung des ermittelten Kompromisses.

Fall 2: Die betroffenen Ersatzfunktionen stützen sich nicht auf die gleichen α -Werte (Lösungsalternativen) ab. Entweder können die betroffenen Ersatzfunktionen durch Neubearbeitung auf eine gemeinsame α -Werte-Basis gebracht und damit auf den Fall 1 zurückgeführt werden, oder es sind zunächst ihre unscharf formulierten Anforderun-

Abb. 5 Ersatzfunktion für Anforderung X1 (Ist-Bilanzierung)



gen im Hinblick auf die Konfliktlösung neu zu formulieren, ehe (gegenenfalls) eine Rückführung auf Fall 1 erfolgen kann.

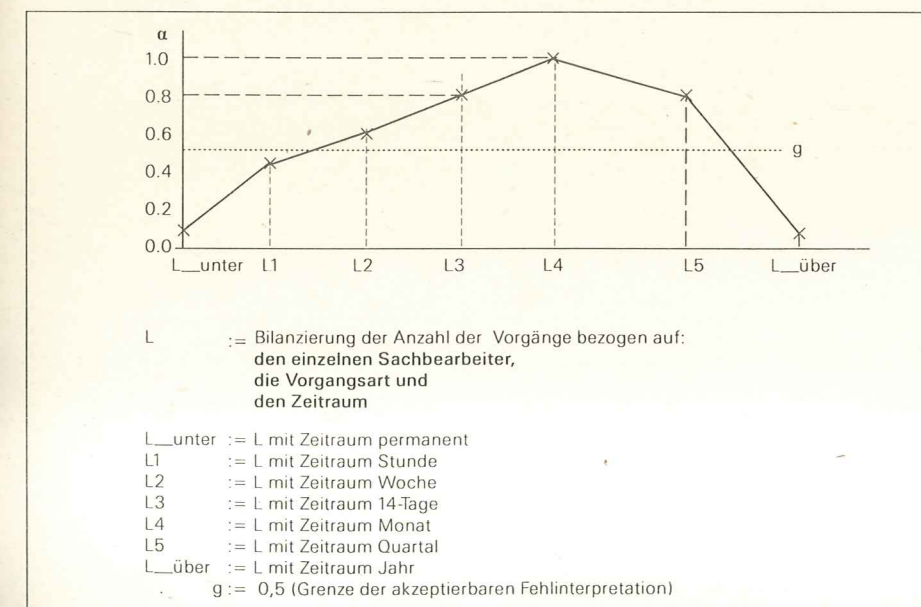
2. Die Möglichkeiten für die Kompromißfindung innerhalb des definierten Interpretationsintervalls sind begrenzt, denn das Ausmaß der Unschärfe der ursprünglichen Anforderung darf nicht beliebig sein, wenn diese den geforderten Charakter einer gestaltungsrelevanten Vorgabe nicht verlieren will.

3. Beispiel: Ausreichende Managementunterstützung kontra Schutz vor permanenter Leistungskontrolle

Im Rahmen eines Projektes zur Automation von Verwaltungsvorgängen im Bereich des Sozialwesens (Sozialamt der Seestadt Bremerhaven, Abteilung 2) formulierten Verwaltungsführung und Personalrat ein ganzes Bündel von Anforderungen, viele davon waren unscharf ($/7/$). Zum Beispiele folgende Anforderungen:

X: = ausreichende Managementunterstützung

Abb. 6 Ersatzfunktion für die Anforderung Y (Schutz vor Kontrolle) (für die Sachbearbeiter an den Bildschirmgeräten)



Y: = Schutz vor permanenter Leistungskontrolle

Zunächst ist X durch X1, X2 und X3 (Approximation gemäß $A(U)$) interpretierbar:

X1: = ausreichende Bilanzierung des Ist-Geschehens im Sozialamt

(Darlegung der vollzogenen Verwaltungsvorgänge)

X2: = ausreichende Darstellung der Ergebnisse von vergleichbaren Sozialämtern

X3: = ausreichende Darlegung von sogenannten „Wenn ..., dann ...“-Situationen.

Offensichtlich konkurriert X1 mit Y. Für beide Anforderungen zeigen die Abb. 5 und 6 mögliche Ersatzfunktionen. Unterstellt der Konstrukteur einen Gewichtungsfaktor von 2 für Y gegenüber X1, dann ist seine Kompromißlösung „L mit Zeitraum Monat“ (gewichtete α -Summe = 2,6). Nimmt er für Y das gleiche Gewicht an wie für X1, dann ist seine Kompromißlösung „L mit Zeitraum 14 Tage“ (α -Summe = 1,7).

Resümee und Ausblick

1. Die Approximation durch die charakteristische Zugehörigkeitsfunktion ist keine Allzweckmethode. Auch die un-

scharf formulierten Aussagen haben zunächst die Anforderungen an Anforderungen zu erfüllen. Zusätzlich muß es sich um ein Software-Produkt einer Produktklasse handeln, bei der der Fordernde dem Konstrukteur einen Gestaltungsfreiraum lassen kann und will. Sind diese Voraussetzungen gegeben, dann kann zur Interpretation der Unschärfe, das Aufstellen adäquater Ersatzfunktionen hilfreich sein. Zusammenfassend sind zwei Vorteile dieses Approximationsmittels hervorzuheben: **Vorteil: Offenlegung der Interpretation** Das Approximationsmittel charakteristische Zugehörigkeitsfunktion legt die Interpretation der Unschärfe offen. Die subjektiven Annahmen werden für Dritte nachvollziehbar und damit beurteilbar.

Vorteil: Unterstützung der Kompromißfindung

Bei konkurrierenden Anforderungen zeigen die betroffenen Ersatzfunktionen, welche Interpretation der Unschärfe (unter Berücksichtigung von Prioritätsangaben) als Kompromißlösungen in Betracht zu ziehen sind.

2. Ist die offengelegte Interpretation „gut“? Die Antwort auf diese Qualitätsfrage verlangt einen Maßstab. In Zukunft gilt es, Kriterien für die Festlegung von Produktklassen und Referenzprodukten zu entwickeln. Die Interpretation der Unschärfe muß sich am erreichten Stand der Technik messen lassen, wenn der Anspruch erhoben wird, „gelungen“ zu sein.

Literatur

- /1/ IEEE Std 830-1984 American National Standards Institute / Institute of Electrical and Electronics Engineers; IEEE Guide to Software Requirements Specifications, New York, 1984.
- /2/ Helmut Bender, Richard Fuhrmann, Hans-Ulrich Kittel, Bernhard Menze, John-Edgar Müller, Detlev Nadolny: Software Engineering in der Praxis – Das Bertelsmann-Modell. München, 1983.
- /3/ Fevzi Belli, Hinrich Bonin: Qualitätsvorgaben im Hinblick auf Softwarefehler, in Computer und Recht, 3 (1987) 1, S. 46-57.
- /4/ Hinrich Bonin: Planung, Beeinflussung und Erkennen von Auswirkungen komplexer DV-Vorhaben der Verwaltungsautomation. Diss. Hochschule für Verwaltungswissenschaften Speyer 1985 (publiziert als Band 3 der Schriftenreihe Verwaltungsinformatik, Heidelberg 1988).
- /5/ Hinrich Bonin: Die „Macherrolle“ bei Infor-

Datensicherheit in Datenbanken – Einflüsse menschlicher Faktoren

Dr. Waltraud Gerhardt
Universität Rostock (DDR)

mationssystemen: Transfer gewollter Eigenschaften in die Wirklichkeit technischer Einrichtungen (Einnige Anmerkungen zum Requirements Engineering), in: C. Böhrer, H. Klages, H. Reinermann, H. Siedentopf (Hrsg.): Herausforderungen an die Innovationskraft der Verwaltung, Verwaltungswissenschaftliche Arbeitstagung vom 8. bis 10. 10. 86 in Speyer; Opladen, 1978, S. 297–319.

/6/ Hinrich Bonin; MORE – Means of Requirements Engineering, Materialien zur Vorlesung Sommersemester 87, Arbeitsberichte des Fachbereichs 2 der Hochschule Bremerhaven, 1987, Heft 3 ISSN 0176-8158.

/7/ Abschlußbericht der Projektgruppe EPIS (Einsatz und Perspektiven von Informations- & Kommunikationstechniken im Verwaltungsbereich Sozialwesen). Gutachten der Hochschule Bremerhaven – Studiengang Systemanalyse – für den Magistrat der Stadt Bremerhaven, Januar 1987.

/8/ Christiane Floyd, Keil-Slawik, Pasch, Reisin, Schmidt: Einführung in Software Engineering. Manuskript zur Vorlesung WS 86/87, Technische Universität Berlin, Institut für Angewandte Informatik, Berlin, 1986.

/9/ Wolfgang Hesse, Hans Keutgen, Alfred L. Luft, H. Dieter Rombach: Ein Begriffssystem für die Softwaretechnik – Vorschlag zur Terminologie. (Arbeitskreis „Begriffsbestimmung“ der Fachgruppe „Software Engineering“ im FB 2 der GI), in: Informatik-Spektrum 7/1984, S. 200–213.

/10/ Harry Katzan: Methodischer Softwareentwurf – Eine Einführung in die HIPO-Technik. Köln-Braunsfeld, 1980.

/11/ Kooperationsausschuß ADV Bund / Länder / Kommunalbereich (Hrsg.): Rahmenrichtlinien für die Gestaltung von ADV-Verfahren in der öffentlichen Verwaltung, Teil 1: Arbeitssystem, Oktober 1981; Teil 2: Dokumentationsrichtlinien, Oktober 1981 und Teil 3: Organisationsregelungen, Mai 1983; zu beziehen beim LDS Nordrhein-Westfalen, Postfach 1105, D-4000 Düsseldorf 1.

/12/ Peter Milling: Entscheidungen bei unscharfen Prämissen – Betriebswirtschaftliche Aspekte der Theorie der unscharfen Mengen, in: ZfB, 52 (1982) 8, S. 716–734.

/13/ Horst W. J. Rittel: Urteilsbildung und Urteilsrechtfertigung. Vortragsmanuskript zur Tagung „Rechtliche Innovationen durch richterliche Entscheidungen“, TH Darmstadt, 17. – 20. 02. 1976, S. 1–29.

/14/ W. Rödder, H. J. Zimmermann: Analyse, Beschreibung und Optimierung von unscharf formulierten Problemen, in: Zeitschrift für Operations Research, Band 21, 1977, S. 1–18.

/15/ Daniel Teichroew, Ernest A. Hershey III: PSL/PSA: A Computer-Aided Technique for Structured Documentation and Analysis of Information Processing Systems, in: IEEE Transactions of Software Engineering, Vol. SE-3, No. 1, January 1977, pp. 41–48.

/16/ L. A. Zadeh: Fuzzy Sets, in: Information and Control 8/1965, S. 338–353.

/17/ Christoph Zahrnt: VOC, Verdingungsordnung für Computerleistungen, Teil 1, 2. verbesserte Auflage, München, 1982.

/18/ Fritz Zwicky: Entdecken, Erfinden, Forschen im Morphologischen Weltbild, München Zürich, 1966.

Datensicherheit in Datenbanksystemen als Qualitätsmerkmal

Datenbanksysteme (DBS) sind für flexible Anwendungen bestimmt und ihre Datenbasis ist für einen langen Nutzungszeitraum ausgelegt. Von solchen Eigenschaften des DBS wie Flexibilität, Nutzerfreundlichkeit, Effizienz, Sicherheit hängt nicht nur die unmittelbare Arbeit mit dem DBS selbst ab, sondern auch der möglichst störungsarme Ablauf nachfolgender Prozesse, in denen mit dem aus dem DBS gewonnenen Informationen weitergearbeitet wird. Diese Abhängigkeit wird umso schwieriger, je höher der Automatisierungsgrad der Informationsverarbeitung ist. Mit anderen Worten, auf der Grundlage der im DBS gespeicherten Daten sollen in der Regel über einen langen Zeitraum Informationen ableitbar sein, die ihrerseits Grundlagen weiterer Informationsprozesse, Entscheidungsprozesse, Inputs für Berechnungen usw. sein können. An solche Informationen müssen bestimmte qualitative Anforderungen gestellt werden, um Fehlinformationen bzw. Schäden und Störungen in den auf ihnen basierenden Prozessen einzuschränken. Unter diesen qualitativen Anforderungen lassen sich solche spezifizieren, die unter dem Begriff der Sicherheit subsummiert werden können. An dieser Stelle wird ein Problem deutlich. Wir sprechen auf der einen Seite von Informationsprozessen und auf der anderen Seite von Datensicherheit. Hier soll keine Diskussion der Grenze zwischen Information und Daten bzw. der Frage, ob es überhaupt eine Abgrenzung gibt und wo diese zu erfolgen hat, angefangen werden. Es soll vielmehr darauf hingewiesen werden, daß es hier eigentlich um Informationssicherheit geht, zu deren Gewährleistung aber die Sicherheit der im DBS gespeicherten Daten beiträgt. In engem Zusammenhang mit der Informationssicherheit steht auf der anderen Seite die Sicherheit der nachfolgenden Prozesse, gekennzeichnet durch den Begriff **Safety**. Offensichtlich unterliegen Sicherheitsprobleme in automatisierten Informationssystemen komplexen Wechselwir-

kungen zwischen der Verursacherebene einer Aktion, den verschiedenen Ebenen ihres negativen Wirkens, den Wirkungen anderer Aktionen, der Bedeutung der betroffenen Informationen im Kontext des Informationssystems, den Interpretationsmöglichkeiten des betreffenden Nutzers, usw.

Wenn bewußt zwischen Safety, Informationssicherheit und Datensicherheit unterschieden wird, um die verschiedenen Bezugsebenen deutlich zu machen, muß jedoch immer ihre Abhängigkeit deutlich gemacht werden. Das muß sich auch in der Charakterisierung des jeweiligen Gegenstandes niederschlagen. Die qualitativen Anforderungen, die mit den Begriffen Informationssicherheit und Datensicherheit verbunden sind, müssen die gleichen sein. Ein Unterschied darf lediglich in der Bezugsebene gemacht werden, die zum einen die gewonnene Information ist und zum anderen ihre Basis – die gespeicherten Daten – betrifft. Konsequenterweise müßten neben den Daten auch die Rechen-technik und die Software mit ihren spezifischen Sicherheitsproblemen untersucht und einbezogen werden.

Es ist eine Aufgabe zukünftiger Forschungen zur Sicherheitsproblematik, die Komplexität von Sicherheit stärker als bisher zu beachten.

Wir fassen den Gegenstand von Datensicherheit in DBS sehr weit, was mit der Zweckbestimmung von DBS zu begründen ist. Er sei durch folgende Begriffe umrissen:

Richtigkeit:

Sichern von:

– semantischer Widerspruchsfreiheit zwischen Miniwelt und konzeptuellem Schema

– widerspruchsfreier Transformation des konzeptuellen Schemas in das interne Schema und die externen Schemata

– Aktualität des „Informationsgehaltes“

– Datenintegrität

– Operationale Integrität

Verfügbarkeit:

Schutz vor Verlust und Zerstörung der Daten (u. a. Recovery, Synchronisation von Zugriffen)

Zugriffsschutz:

• Schutz vor unbefugter

– Kenntnisnahme von Daten

– Manipulation von Daten

– Nutzung von Daten

• Schutz vor unbefugtem Vorenthalten von Daten.

Zu betonen ist, daß Datensicherheit bezogen auf ein DBS nur dann zu gewährleisten ist, wenn Sicherheitsanforderungen in allen Phasen des Lebenszyklus eines DBS, beginnend beim Entwurfsprozeß sowie in der Architektur und in der Arbeitsweise seiner Komponenten gebührend berücksichtigt werden. Wichtig ist festzulegen, welche Komponenten einerseits des Informationssystems und andererseits des gesamten Rechnersystems miteinbezogen werden müssen. Z. B. ist im letzteren die Umgehbarkeit der Zugriffskontrolle des DBS über das Betriebssystem nicht zu verhindern, wenn das DBS für sich allein betrachtet wird. Eine gegenseitige Umgehbarkeit ist erst einzuschränken, wenn Betriebssystem und DBS und gegebenenfalls noch Hardware- und Netzkomponenten als Einheit behandelt werden.

Weiter zu betonen ist der Zusammenhang zwischen Flexibilität und Sicherheit eines DBS. Ein DBS muß hinreichende Flexibilität bieten und zwar sowohl hinsichtlich Veränderungen im Informationsbedarf (z. B. neu hinzukommende Anwendungen) als auch hinsichtlich Veränderungen im Datenbankverwaltungssystem (z. B. neue Version der Software). Solche Veränderungen dürfen die Sicherheit der Daten nicht beeinträchtigen.

Weiter wesentlich ist der Zusammenhang zwischen Nutzerfreundlichkeit und Effizienz sowie Datensicherheit. Es ist sicher leicht einzusehen, daß trotz Entwicklung und Einsatz neuer, schneller Kontroll- und Prüfmethode, neuer Zugriffsverfahren und Suchalgorithmen usw., Schutz- und Sicherungsmaßnahmen zusätzliche Operationen auf dem DBS erfordern und damit mehr Zeit verbrauchen, als ohne ihre Ausführung benötigt würde. Die Verlängerung der

Antwortzeit des DBS auf eine Anfrage oder der Ausführungszeit einer Manipulationsoperation kann klein gehalten werden; es ist aber zur Zeit kaum denkbar, daß sie durch Prüf- und Kontrolloperationen nicht auftritt.

Betrachtet man zu einseitig nur Reaktionszeiten als Maß für Effizienz und sogar für Nutzerfreundlichkeit, dann werden diese beiden Qualitätsmerkmale für DBS tatsächlich durch das Qualitätsmerkmal Datensicherheit beeinträchtigt. Eine solche einseitige Betrachtungsweise ist in der Praxis leider nicht selten anzutreffen. Vergessen wird dabei das Wechselverhältnis dieser Größen.

Ein effizientes DBS, in dessen sehr schnellen Antworten fehlerhafte Daten enthalten sind, oder das die zwar schnelle, aber unbefugte Manipulation von Daten zuläßt, kann nicht als ein qualitativ gutes DBS bezeichnet werden. Das was ein qualitativ gutes DBS ist, und zwar unter Einschluss von Datensicherheit, muß durch eine Polyoptimierung bestimmt werden, in der auch die Stellung des Qualitätsmerkmals Effizienz relativiert werden muß. Analoges trifft für die Nutzerfreundlichkeit zu. Gerade die Nutzerfreundlichkeit wird von Aspekten der Datensicherheit erheblich berührt. Nutzerfreundlichkeit ist unseres Erachtens nicht nur Schnelligkeit einer Reaktion, Übersichtlichkeit der Darstellung u. ä., sondern auch Befriedigung von gerechtfertigten Informationsbedürfnissen, was ohne Gewährleistung von Datensicherheit nicht mehr zu garantieren sein wird.

Zur Gewährleistung von Datensicherheit existiert eine Reihe von Methoden. Wir beschäftigen uns in erster Linie mit dem Zugriffsschutz, was wie folgt begründet werden soll:

– Datenbanken werden benutzt, um Informationen über eine den Anwendungsbereich betreffende Miniwelt abzuheben. Dazu ist der Zugriff zu den gespeicherten Daten erforderlich.

– Ein großer Teil der Sicherheitsprobleme entsteht erst mit dem Zugriff zu Daten.

– Über Zugriffsschutz lassen sich auch

andere Sicherheitsprobleme zumindest teilweise mit lösen (z. B. das unbewußte Löschen oder Verfälschen von Daten aus Unkenntnis oder Fahrlässigkeit in den nicht zugreifbaren Datenbereichen).

– Zum Teil können die gleichen Mechanismen zum Lösen verschiedener Sicherheitsprobleme genutzt werden (z. B. Mechanismen zum Durchsetzen logischer Zugriffsbedingungen und zum Durchsetzen semantischer Integritätsbedingungen).

Zugriffsschutz für Datenbanken aus der Sicht von Informationssystemen

Für klassische Datenbank Anwendungen existieren bewährte Zugriffsschutzmethoden einschließlich guter formaler Autorisationsmodelle. Mit einer zunehmend komplexeren Einbeziehung von Datenbanksystemen in automatisierte Informationssysteme können jedoch diese bewährten Methoden allein nicht genügen, da sie zu sehr nur auf die Belange des DBS selbst zugeschnitten sind. Es ist nur begrenzt möglich, mit ihnen den Übergang von Datensicherheit zu Informationssicherheit zu vollziehen. Dieser Übergang kann nur in dem Maße erfolgen, wie automatisierte Informationssysteme entstehen und geeignete Methoden und Mechanismen zur Modellierung, Prüfung und Durchsetzung von Sicherheitserfordernissen in solchen Informationssystemen verfügbar gemacht werden und ihre Notwendigkeit akzeptiert wird.

Aus dieser Sicht ist es unserer Auffassung nach nicht mehr vertretbar, als Ausgangspunkt für Zugriffsschutzmethoden die Vergabe bestimmter Berechtigungen an einen Nutzer zu wählen. Eine Berechtigung gibt an, welches Subjekt (hier der Nutzer) welche Aktion (Operation, Transaktion) auf welchem Schutzobjekt veranlassen darf. Für relationale DBS können Schutzobjekte u. a. sein:

– eine Relation (vorstellbar als Tabelle),
– ein Attribut (Spalte der Tabelle),
– ein Tupel (Zeile der Tabelle),
– ein Attributwert (Inhalt eines Daten-

feldes, Schnittpunkt von Spalte und Zeile),
 – jeweils mehrere der oben genannten Objekte,
 – Ausschnitte aus einer Relation (Kombination mehrerer Tupel, Attribute oder Attributwerte),
 – Kombination von Ausschnitten aus mehreren Relationen.

Über verschiedene Formen funktionaler Abhängigkeiten der Attribute der im DBS beschriebenen Objekte (Entities) und damit logischer Beziehungen zwischen verschiedenen Ausschnitten aus Relationen, kann durch Kombination verschiedener solcher Schutzobjekte Information gewonnen werden, die bei isolierter Betrachtung jedes einzelnen Schutzobjektes nicht erreichbar ist. Wird der Zugriffsschutz in einem Informationssystem ausschließlich über die Vergabe solcher diskreter Berechtigungen – und zwar die Vergabe jeder einzelnen Berechtigung unabhängig von den bereits vergebenen – realisiert, wird die Übersicht darüber verlorengehen,
 – ob ein bestimmter Nutzer alle die Informationen, die er zur Ausübung seiner Funktion z. B. im Arbeitsprozeß benötigt, auch tatsächlich erhält bzw. ob er alle die Manipulationen im Informationssystem ausführen kann, die zur Ausübung seiner Funktion notwendig sind,

– ob dieser Nutzer keine darüber hinausgehenden Informationen erhält bzw. manipulieren kann. (Wenn ein Nutzer nur Manipulationen ausführt, die an das Agieren z. B. in seiner arbeitsmäßigen Funktion gebunden sind, kann er auch nicht aus Unkenntnis oder Fahrlässigkeit weitere Daten verfälschen oder löschen oder die berechtigten Interessen anderer Nutzer verletzen.)

Diese Übersicht ist aber unseres Erachtens in einem Informationssystem erforderlich und muß auch der Ausgangspunkt für den Zugriffsschutz sein. Woher soll man aber diese Übersicht in einem rechnerunterstützten Informationssystem nehmen? Wir meinen, man muß dazu von der Stellung des Nutzers zum Informationssystem ausgehen. Ein Nutzer ist an einem Informationssystem

in einer oder mehreren ganz bestimmten Rolle/Rollen beteiligt. Z. B. sind an einem Klinikinformationssystem Nutzer als Patienten, Ärzte, Schwestern, Verwaltungskräfte usw. beteiligt. Diese Rollen charakterisieren ihre soziale, organisatorische oder funktionale Stellung in der Klinik als der im Klinikinformationssystem modellierten Miniwelt. An diese Stellung sind bestimmte Rechte und Pflichten gebunden, die den Informationsfluß in der Miniwelt bestimmen. Hiermit liegt offensichtlich eine Möglichkeit auf der Hand, an eine Rolle eine bestimmte Beteiligung am Informationsfluß zu binden, die Ausdruck für geregelte Informationsbeziehungen ist und die nicht künstlich in das Informationssystem hineininterpretiert werden muß. In diese geregelten Informationsbeziehungen eingeschlossen sind sowohl die horizontalen Informationsflüsse auf der Ebene des Informationssystems zwischen den Inhabern verschiedener Rollen als auch vertikale Informationsflüsse zwischen Informationssystem und DBS als der Quelle der zu schützenden Information.

Wir wollen den Zugriffsschutz als Methode zum Durchsetzen der für die Miniwelt geltenden geregelten Informationsbeziehungen im Informationssystem und von diesem transformiert in das DBS entwickeln.

Wenn wir im Zugriffsschutz die gegebene Beteiligung des Nutzers am Informationsfluß entsprechend seiner im gesellschaftlichen Kontext zu spielenden Rollen als Grundlage für die später folgende Ableitung von Berechtigungen z. B. zum Lesen und Schreiben auf einem DBS wählen, glauben wir einer wichtigen Forderung aus der Sicht der Human Factors näher zu kommen. Gemeint ist hier die Forderung, daß Menschen nicht an gefundene Situationen innerhalb eines rechnerunterstützten Informationssystems angepaßt werden sollen. Vielmehr soll die Gestaltung des Informationssystems so erfolgen, daß sich Situationen an den Menschen anpassen. Im hier zu diskutierenden Kontext ist eine Situation mit einer Rolle

und der Beteiligung ihrer Inhaber am Informationsfluß vergleichbar. Es ist anzunehmen, daß die Akzeptanz durch die Nutzer größer sein wird, wenn sich ihre Berechtigungen aus solchen Rollen ableiten, die z. B. ihrer gewohnten Einordnung in die Arbeitsumwelt entsprechen.

Grundlage unserer Überlegungen ist der folgende Sachverhalt:

Eine Miniwelt umfaßt die im Kontext der Datenbank Anwendung interessierenden Entities, ihre Eigenschaften und Beziehungen. Ein Ziel der Datenbank Anwendung besteht darin, auf der Grundlage der gespeicherten Daten richtige Aussagen über die Miniwelt treffen zu können. Um diese zu ermöglichen, muß das konzeptuelle Schema des DBS ein Modell der Miniwelt sein. Auf die zu stellenden Forderungen an das Modell und den Abbildungsprozeß sei hier nicht eingegangen. Wir vermerken lediglich, daß der konzeptuelle Entwurfprozeß ein Modellierungsprozeß ist, für den Werkzeuge in Form von Datenmodellen zur Verfügung stehen. Ein gut bekanntes Datenmodell für diese Ebene der Abbildung ist das Entity-Relationship-Modell (ERM).

Die in diesem Modellierungsprozeß benutzten Grundbegriffe sollen in Beziehung gebracht werden zu Grundbegriffen des Zugriffsschutzes, den Begriffen Subjekt, Schutzobjekt und Aktion, mit denen Berechtigungen ausgedrückt werden.

Diese Beziehung muß hergestellt werden, da der Zugriffsschutzmechanismus letztendlich mittels einer nachweisbaren Berechtigung entscheidet, ob der Zugriff gestattet, abgewiesen oder modifiziert wird.

Die Herstellbarkeit der Beziehungen zwischen den o. g. Begriffen bedarf unseres Erachtens einer Begründung.

Bisher haben wir die Miniwelt aus rein fachlicher, anwendungsbezogener Sicht betrachtet. Die Originale der Komponenten des konzeptuellen Schemas sind Komponenten dieser Miniwelt. Es gibt z. B. die Menge der Patienten, die Menge der Ärzte, die Menge der Schwestern in der Miniwelt, und im konzeptu-

ellen Schema gibt es die Entitätsmenge Patient, die Entitätsmenge Arzt, die Entitätsmenge Schwester. Weiter gibt es Relationshipmengen, Attribute, Schlüsselattribute zur Identifikation der einzelnen Entities im konzeptuellen Schema als Abbildungen von Beziehungen und Eigenschaften usw. in der Miniwelt.

Wenn es um Berechtigungen geht, müssen wir unsere Sicht auf die Miniwelt jedoch erweitern.

Sobald es für Informationen über die Originale Sicherheitserfordernisse gibt, wird in der Miniwelt der Zugriff zu diesen Informationen geregelt. Ein Arzt kann beispielsweise nur Informationen eines Patienten lesen und schreiben, den er selbst behandelt. Er kann nur Informationen über diesen Patienten an einen anderen Arzt weitergeben, wenn dieser den Patienten weiterbehandelt. Wenn ein anderer Arzt gewisse Informationen benötigt, um sie wissenschaftlich auswerten zu können, müssen sie vom behandelnden Arzt von ihren identifizierenden Merkmalen (z. B. Name) befreit werden.

In der Miniwelt werden Berechtigungen erteilt, die Aussagen darüber liefern, welche Personen in welcher Art und Weise mit den Informationen über die Objekte und deren Beziehungen untereinander umgehen dürfen. Solche Berechtigungen sollen Informationsflußregelungen erzeugen und sie beruhen auf Aussagen über informelle Prozesse zum Basisprozeß. Der Basisprozeß ist z. B. die medizinische Behandlung eines Patienten in einer Klinik und die damit verbundenen Verwaltungsprozesse.

Der geregelte Informationsfluß ist als Gegenstand einer Meta-Miniwelt denkbar, in der für bestimmte Entities, die in den Begriffen des Zugriffsschutzes als Subjekte agieren, die Beteiligung am Informationsfluß aufgrund ihrer spezifischen Funktion im Basisprozeß (ihrer Rolle) festgelegt ist.

Die Meta-Miniwelt gilt es ebenso auf ein konzeptuelles Schema abzubilden. Diese stellt ein konzeptuelles Meta-Schema zum konzeptuellen Schema des DBS dar.

Für den erforderlichen Abbildungspro-

zeß sind solche Datenmodelle wie das ERM in den bekannten Ausprägungen nicht geeignet. Wir können jedoch zeigen, daß das ERM so erweitert werden kann, daß die oben geforderte Datenmodellierung möglich wird /2/.

Bisher haben wir die Beziehung zwischen bestimmten Entitätsmengen und Subjekten hergestellt. Es läßt sich offensichtlich leicht einsehen, daß die Schutzobjekte von jenen Entitätsmengen bzw. Teilmengen davon gebildet werden, für die ein Sicherheitserfordernis in der Miniwelt besteht. Die Aktionen sind Komponenten der DDL (Data Definition Language) oder DML (Data Manipulation Language) und zwar sowohl elementare Komponenten (Kommandos) als auch zusammengesetzte (Transaktionen, Programme).

Da der Rollenbegriff an dieselbe Art und Weise der Beteiligung am Informationsfluß gebunden ist, soll die Beschreibung der Art und Weise der Beteiligung am Informationsfluß in der Entwurfsphase stets für eine Rolle formuliert werden. Dafür führen wir den Begriff des Informationsrahmens ein.

Ein Informationsrahmen beschreibt auf einer konzeptuellen Meta-Ebene, also mit den dort zur Verfügung stehenden Begriffen:

– welche Informationen aus dem Informationssystem ein Inhaber einer Rolle zur Kenntnis nehmen bzw. in welcher Art und Weise manipulieren bzw. nutzen muß,
 – mit welchen anderen Rollen ein Inhaber der betreffenden Rolle in Verbindung treten darf,
 – welche Aktionen auf welchen Schutzobjekten explizit verboten werden.

Da wir zulassen, daß ein Nutzer in mehreren Rollen agieren darf, kann es zu unvorhersehbaren, ungünstigen Konstellationen aus der Kombination der beteiligten Informationsrahmen kommen. Deshalb können in die Informationsrahmen explizite Verbote aufgenommen werden, die jedoch nur für spezifische, besonders sensible Schutzobjekte ausgesprochen werden sollten. Der überwiegende Anteil der Konflikte,

die sich aus der Kombination mehrerer Informationsrahmen ergeben können, sollte jedoch durch eine rechnerunterstützte Konfliktprüfung behoben werden. Diese muß auf der Basis festgelegter Ableitungs- und Prioritätsregeln arbeiten, so z. B.

– Ein Verbot hat immer Priorität vor einer Erlaubnis.
 – Bei mehreren, sich überlappenden Verboten gilt immer die stärkste Einschränkung.

Aus den in der Entwurfsphase des Datenbanksystems entworfenen Rollen-Informationsrahmen werden durch die Zugriffskontrollkomponente die nutzerbezogenen Informationsrahmen berechnet. Das ist aber erst dann möglich, wenn mit der Nutzereintragung die notwendige Rollenzugehörigkeit festgestellt wird. Das wird in der Regel eine Aktivität des Sicherheitsadministrators sein und in der Betriebsphase erfolgen. Die nutzerbezogenen Informationsrahmen werden beim Login des Nutzers für die Zugriffskontrolle bereitgestellt.

Mit den zwei Arten von Informationsrahmen können wir modellieren:

– welche Informationen eine Rolle zur Ausübung ihrer spezifischen Funktion zur Kenntnis nehmen bzw. in welcher Art und Weise manipulieren oder nutzen muß
 – und welche Informationen ein ganz bestimmter Nutzer im existierenden Informationssystem zur Kenntnis nehmen bzw. in welcher Art und Weise manipulieren oder nutzen darf.

Aus dem nutzerbezogenen Informationsrahmen werden in der Zugriffskontrollkomponente während der Arbeit des Nutzers die Berechtigungen abgeleitet. Es muß dazu berechnet werden, ob eine ganz bestimmte Aktion auf einem bestimmten Schutzobjekt im Informationsrahmen des betreffenden Nutzers liegt oder nicht. Liegt sie nicht im Informationsrahmen, existiert keine Berechtigung.

Um die beschriebene Arbeitsweise im Zugriffsschutz umsetzen zu können, müssen folgende Arbeitsmittel geschaffen werden:

Probleme einer Technikbewertung

Prof. Dr. Werner Strombach
Universität Dortmund (BRD)

1. Werkzeuge für den Sicherheitsadministrator:

– rechnerunterstütztes Entwurfssystem für das konzeptuelle Meta-Schema (grafisches und formales System)

– Utilities zum Prüfen von Konfliktfreiheit

• im Informationsrahmen einer Rolle und im nutzerbezogenen Informationsrahmen

• in der praktischen Arbeit des Nutzers mit dem Informationssystem

2. Transformationsmechanismen

– zur Ableitung der nutzerbezogenen Informationsrahmen aus den Rollen-Informationsrahmen

– zur Vermittlung zwischen Informationsrahmen und den auf den Ebenen des DBS vorhandenen logischen und physischen Objekten zum Ableiten der Berechtigungen auf der Basis der nutzerbezogenen Informationsrahmen

3. Mechanismen, mit denen die Berechtigungen während der Arbeit des Nutzers auf dem DBS durchgesetzt werden

4. Effiziente Zugriffsverfahren und Speicherstrukturen zu den für die Informationsrahmen und alle anderen für den Zugriffsschutz erforderlichen Daten

5. Effiziente Zugriffsverfahren und Speicherstrukturen für das zu schützende DBS aus der Sicht des Zugriffsschutzes (z. B. Clusterbildung von Daten, die einem Informationsrahmen zuzordnen sind)

6. Schaffen von Schnittstellen zu Netzen und Kommunikationssystemen.

Literatur

/1/ Biskup, J.: Protection of Privacy and Confidentiality in Medical Information Systems: Problems and Guidelines. Hildesheimer Informatik-Berichte, Heft 5/1989

/2/ Gerhardt, W.: Datensicherheit in Datenbanksystemen – Methoden und Trends. Rostocker Informatik-Berichte, Heft 10 (1990), im Druck

Wir leben in einer aufregenden Zeit. Das ist nicht politisch gemeint, obwohl auch die Politik davon nicht unberührt bleiben kann. Wir leben in einer aufregenden Zeit, zunächst einmal was den Stand von Naturwissenschaft und Technik angeht. Die Physik des Subatomaren hat heute eine Ebene erreicht, bei der man fragen muß, ob sie nicht die Grenze des materiell-experimentell überhaupt Zugänglichen darstellt. Die Thermodynamik hat mit dem Aufweis sich unter bestimmten Versuchsbedingungen selbst organisierender und sprunghaft verändernder Strukturen Modelle zur Erklärung biologischer Systeme und einer nicht-linearen Evolution bereitgestellt. Biologie und Biochemie haben durch Entschlüsselung des genetischen Codes Einblicke in die Informationsprozesse der organismischen Ontogenese und Phylogenese sowie ihre mögliche Steuerung erhalten. Informatik und Informationstechnologie bilden Bewußtseinsprozesse auf Computerprogramme ab, entlasten mittels der Robotertechnik den Menschen von ihm gefährdenden bzw. ihn über- oder unterfordernden Tätigkeiten und der Schritt zum neuronalen Computer, der gehirnähnliche Leistungen vollbringen kann, scheint immer näher zu rücken.

Daß man ein technisches Gerät zum Schaden anderer mißbrauchen kann, daß man mit einem Hammer eine Hütte bauen oder einen Menschen erschlagen kann, das wußte man schon immer. Daß aber auch der gutwillige und für ihre eigentlichen Zwecke legitime Einsatz von Technik das Risiko des Zuviel impliziert, daß vernetzte Systemzusammenhänge dazu führten, daß Handelnde und Betroffene nicht mehr in einem räumlichen oder zeitlichen Zusammenhang zu stehen brauchen und von daher die Gefahr einer Verletzung der Angemessenheit und der Zumutbarkeit von ungewollten, aber oft unvermeidbaren Nebenfolgen besteht, das ist ein Ergebnis unserer Tage. Nie zuvor hatte der Mensch die Macht, alles Leben in einem ökologischen Teilsystem oder global zu vernichten, Erbgut zu verändern, den Menschen selbst zu beeinflussen

und zu kontrollieren. Nie zuvor ist ein weltweiter ökonomischer (und politischer) Konkurrenzkampf auf technischer Grundlage so hemmungslos ausgetragen worden. Und wenn, wie z. B. in der Umweltproblematik, erst kumulierende Effekte sich zur Schädlichkeit aufsummieren und einen toxischen Schwellenwert überschreiten, dann greift auch das Verursacherprinzip in Fragen der Verantwortlichkeit nicht mehr /6/.

Daß die Gesinnungsethik nicht mehr ausreicht, jene Ethik, die sich auf die gute Absicht, auf den guten Willen gründet, ist klar. Gute Gesinnung, sagt Hans Sachsse, mag dem einzelnen das Himmelreich garantieren, aber für menschliche Kooperation ist sie nicht hinreichend. Heute aber wird sogar die individualistische Verantwortungsethik in Frage gestellt. Nach traditioneller Auffassung hieß Verantwortung stets kausale Zurechnung begangener Taten. Und nie wurde jemand rechtlich oder moralisch belangt für eine Handlung, die er nach anerkanntem Wissensstand und geltendem Recht ordnungsgemäß ausgeführt hat. Anders der erweiterte Verantwortungsbegriff, der einerseits das heute in Forschung und Produktion vorherrschende kollektive Handeln einbezieht, andererseits aber auch die Sache betrifft, die auf unser Handeln Anspruch erhebt, so z. B. die relative Unversehrtheit nicht-menschlicher Wesen. Dabei vollzieht sich der Übergang von einer Verursacherverantwortung zur sogenannten Hergerverantwortung /4/, die (colere = pflegen) sprachgeschichtlich die Wurzel unseres Kulturbegriffs bildet.

Freilich, die idyllische Annahme, zu einer alternativen Lebenswelt zu kommen, ist unrealistisch. Wir brauchen und wollen die moderne Technik und ihre Weiterentwicklung zur Aufrechterhaltung eines allgemeinen Wohlstands- und Gesundheitsniveaus, zur Deckung unserer Ansprüche auf Versorgung mit Nahrung, Energie, Information und öffentlichen Dienstleistungen, und wir brauchen noch sehr viel mehr Technik, allein aus humanitären Gründen, um

die katastrophalen Konsequenzen der drohenden weltweiten Überbevölkerung zu mildern. Denn während auf der einen Seite für die meisten Menschen in der Dritten Welt eine hohe Kinderzahl angesichts der strukturellen Gegebenheiten individuell die günstigste Lösung darstellt, blockieren auf der Seite der westlichen Industrienationen, die diesen circulus durchbrechen könnten, ethische und religiöse Bedenken die erforderlichen Schritte /7/. Der unerträgliche Anpassungsmechanismus zwischen der Zahl der Menschen und den Ressourcen dieser Erde in Form eines millionenfachen Verhungerns wäre ein Hohn auf die technisch-wissenschaftliche Zivilisationsgesellschaft des 20. und 21. Jahrhunderts.

Hier zeigt sich die Notwendigkeit eines Brückenschlages von Naturwissenschaft und Technik zu Anthropologie und Ethik. Hier zeigt sich, daß Naturwissenschaft und Technik als Formen menschlichen Handelns den Menschen nicht ausklammern können, weder was die erkenntnistheoretischen Voraussetzungen angeht, noch was die Auswirkungen, ihre *pragmatische Dimension* angeht. Die „zwei Kulturen“, von denen C. P. Snow meinte, daß sie sich nicht mehr verständigen könnten, sind wieder auf dem Weg zueinander. Dem analytischen Denken tritt wieder das ganzheitliche an die Seite, dem quantitativen das qualitative, dem Erklären das Verstehen, der Rationalität die Intuition. Ein neues Wertbewußtsein zeigt sich im Hinblick auf die Natur. Das Weltbild der Physik wird erweitert durch ein Weltbild der Physis /12/, und physis ist die Natur, aber auch das Geschöpf, das Gewordene, das lange Zeit im Schatten des Interesses am *Gemachten*, an Produktion und Produkt stand. Dies alles verweist auf eine enge Verbundenheit von Natur und Kultur, von Theorie und Praxis, von Erkennen und Handeln und berührt zutiefst auch die human factors von Technik im allgemeinen und von Informationstechnik im besonderen, die das Thema dieser Tagung sind. Alles menschliche Handeln ist ethisch bewertbar und damit beurteilbar nach

unseren Vorstellungen von gut und böse, wobei sich der eine auf die sogenannte Goldene Regel bezieht „Was Du nicht willst, das man Dir tu“, das fügen auch keinem anderen zu“, ein zweiter legt seinem Handeln die zehn biblischen Gebote zu Grunde, ein dritter befragt sein Gewissen und ein vierter stellt sein Handeln in den Dienst einer Idee, religiöser, humanistischer, sozialistischer oder sonstiger Art. Ethik – als philosophische Disziplin – soll die herrschende Moral, die in diesen Maximen zum Ausdruck kommt, kritisch untersuchen und Grundsätze des guten und gerechten Handelns aufstellen und rechtfertigen. Ob ein Handeln gut und gerecht ist, beurteilt sich im Hinblick auf die in der Gesellschaft anerkannten Werte. Die Geistesgeschichte hat unterschiedliche Ethiken mit unterschiedlichen Wertungsmodalitäten hervorgebracht. Ein im Hinblick auf die Wissenschafts- und Technikfolgen in unserer Zeit oft diskutiertes Ethiksystem geht auf Jeremy Bentham zurück, der das Prinzip vertrat: das größtmögliche Glück für die größtmögliche Zahl; eine gute Idee des frühen Liberalismus, die zeitlich sowohl in der Nähe der französischen Revolution als auch von Jeffersons Erklärung des Rechts der Menschen auf Leben, Freiheit und Streben nach Glück liegt. Heute sagt man: Handle so, daß die Folgen Deiner Handlung – oder Deines Unterlassens – für das Wohlergehen aller Betroffenen optimal sind.

Handelnwollen ist neben dem Erkennenwollen der pragmatische und keineswegs geringer zu achtende Aspekt unseres bewußten Wollens, so wie schon Goethe dem Faustischen „daß ich erkenne, was die Welt im Innersten zusammenhält“ gegenüberstellte „im Anfang war die Tat“. Der Mensch ist Tatmensch, ist Konstrukteur. Er gestaltet das Gemeinwesen, gibt Ordnungen, Prinzipien, Normen vor, betreut den Mitmenschen medizinisch, psychologisch, theologisch, agiert ökonomisch, juristisch, politisch, handelt in der Natur durch technisches und ästhetisches Gestalten und vollzieht Setzungen im

Idealen, so z. B. wissenschaftliche, ethische, musische Schöpfungen und begründet damit Kulturen und Traditionen.

Ein spezieller Fall menschlichen Handelns ist technisches Handeln. Ziele technischen Handelns können sein:

– technische, wie z. B. Funktionsfähigkeit, Wirkungsgrad,
– wirtschaftliche, wie Sparsamkeit, Wachstumsförderung, und schließlich
– soziale, wie Gesundheitsförderung, Umweltschonung, Arbeitserleichterung usw.

Technisches Handeln wird insbesondere dort ethisch relevant, wo die Ziele und Zwecke auf Innovation und Neuerung gehen, wo Entdecken, Erfinden und Herstellen bisher nicht vorhandener oder nicht so vorhandener Geräte und Prozesse eine Rolle spielen. Diese Handlungen stehen weitgehend unter der Idee des technischen Fortschritts.

Im Begriff des technischen Fortschritts sieht Werner Koenne /5/ das typische Merkmal moderner Technik: sie sei geprägt von einer methodisch erzeugten permanenten Entwicklung und einer ständigen Verbesserung technischer Möglichkeiten. Sie sei nicht beschränkt auf das Fortführen einer schon bekannten Produktion oder Produktionsweise – wie z. B. ein mittelalterlicher Handwerker auf die Produktion von Schuhen – sie zielt auf die Erzeugung neuer Erzeugungsmöglichkeiten. Als Beispiel führt Koenne den Bau eines Donaukraftwerkes an: „Zunächst scheint es sich um die bloße Wiederholung – in Grenzen natürlich – einer bekannten technischen Fähigkeit zu handeln, – halt noch ein weiteres Paar Schuhe. Das stimmt aber bei näherem Hinsehen nicht. Ein neues Donaukraftwerk setzt eine einmalige, neue, innovative Wirklichkeit durch Bereitstellung potentiell neuer Möglichkeiten von technischen Innovationen. Es stellt einen innovativen Schritt in eine Welt neuer Möglichkeit dar. Die schwierige folgenethische Frage ist: ‚Was sind die kausalen Folgen einer solchen Innovation und wie sind sie zu bewerten?‘“ Darin gründet, so Koenne, die Angst vieler Menschen,

darin gründet aber auch ein Aspekt menschlicher Freiheit.

Vor 100 Jahren prophezeite Werner von Siemens, die Naturwissenschaften werden die Menschen „moralischen und materiellen Zuständen zuführen, die besser sind, als sie je waren“, weil die Machtfülle der Wissenschaft die Menschheit „auf eine höhere Stufe des Daseins erhebt“. Das kann man so allgemein wohl nicht aufrechterhalten. Man kann darüber streiten, ob die Menschen glücklicher geworden sind, moralischer sind sie sicher nicht. Und daß technischer Fortschritt allein noch keinen Sinn stiften und keine Werte setzen kann, scheint auch klar zu sein. Soll Fortschritt dem Menschen dienen, seine Lebenschancen erweitern, so muß er verantwortbar sein vor Instanzen, die außerhalb von Naturwissenschaft und Technik angesiedelt sind. Das soll nicht heißen, daß dies unbeeinflusst vom Stand der Wissenschaft und der Technik geschehe. Jedes Wertesystem ist auch Ausdruck seiner Zeit. Der Wissensstand beeinflusst einen über längere Zeiträume feststellbaren Wertewandel, der sich in Änderungen der Präferenzordnung und der Interpretation der Werte zeigt; die Technik schafft auch die Voraussetzungen, um Werte zu realisieren, die ohne sie unrealisierbar wären, sie ist also ein in unterschiedlicher Weise interpretierbares Angebot, das auch einen Freiheitsspielraum für Neuorientierungen enthält /8/. Aber: Werte setzen und Präferenzen festlegen, Entscheidungen treffen und Konsequenzen abwägen, ist Ausdruck menschlichen Selbstverständnisses und geschieht von einem geistigen Standort aus, der außerhalb des kybernetischen Kreises von Wissenschaft, Technik und Wirtschaft liegt, so nützlich dieser auch sein mag. Und wenn wir auch einräumen, daß die Entwicklung hinzuführt zu einer Technik, die man als künstliche Intelligenz bezeichnet, künstliche Verantwortung wird es nicht geben /2/, denn an einen Roboter appelliert man nicht, man zieht höchstens neue Drähte ein oder programmiert ihn um /3/.

Verantwortung ist ein besonderes Pro-

blem ethischer Diskussionen im Zusammenhang mit Technik und der Verantwortung des Ingenieurs, so z. B. auch, wenn man an die schwierige Verantwortungszuweisung zwischen Entwickler (Hersteller) und Anwender speziell bei multifunktionalen Produkten denkt. Der Begriff Verantwortung ist ein Pendant zu *Freiheit* und tritt heute oft an die Stelle von *Pflicht*. Denn der Begriff *Pflicht* hat meistens etwas Reglementierendes und Zwanghaftes an sich, während *Verantwortung* geradezu ein Appell an die freie Persönlichkeit ist: je mehr Verantwortung, desto mehr Freiheit.

In logischer Sicht ist der Begriff Verantwortung kein einfaches Prädikat, sondern eine mindestens dreistellige (triadische) Relation: ein *x* ist verantwortlich für ein *y* gegenüber einem *z*. Verantwortung ist also bezogen auf eine Instanz, z. B. auf Gott, den Staat oder das eigene Gewissen. Und da Unsicherheit besteht hinsichtlich des zugrunde zu legenden Wertesystems, von Mensch zu Mensch und von Gesellschaft zu Gesellschaft, so besteht auch Unsicherheit hinsichtlich richtigen ethischen Handelns. In diesem Sinne sagt man von unserer Zeit, sie habe perfekte Mittel, aber verworrene Ziele. Denn gerade in der fundamentalen Frage nach dem eigentlich Erstrebenswerten gehen die Meinungen – im Detail jedenfalls – weit auseinander.

Aber gerät damit nicht auch das Postulat der Verantwortung in ein Zwielicht? Setzt Verantwortung nicht zumindest erst einmal Einvernehmen über das Gewollte voraus, Konsens hinsichtlich anerkannter Ziele und Werte? Der VDI-Ausschuß „Technikbewertung“ kennt das Problem und gibt vier Schritte vor:

1. Analyse des Standes der Technik und ihrer Entwicklungsmöglichkeiten,
2. Abschätzung unmittelbarer und mittelbarer technischer, wirtschaftlicher, gesundheitlicher, ökologischer, humaner, sozialer und anderer Folgen dieser Technik und möglicher Alternativen,
3. Beurteilung dieser Folgen aufgrund definierter Ziele und Werte,
4. Herleitung von Handlungs- und Gestaltungsmöglichkeiten.

Von diesen Aufgaben sind lediglich die Analyse des Standes der Technik und – in gewissen Grenzen – die Abschätzung von Entwicklungsmöglichkeiten und technischen Folgen im engeren Sinne Sache des Ingenieurs. Hinsichtlich wirtschaftlicher, gesundheitlicher, ökologischer, humaner und sozialer Folgen sowie deren Beurteilung und Wertung werden andere – für Uneinigkeit – sorgen. Der Experte kann lediglich sagen: Wenn Du *A₁* willst, dann mußt Du auch *A₂*, *A₃* und *A₄* in Kauf nehmen, und wenn Du *B₁* willst, dann mußt Du *B₂*, *B₃* und *B₄* in Kauf nehmen. Ob ich aber *A₁* oder *B₁* will und ob es verantwortbar ist – wem gegenüber auch immer –, die Risiken der Folgen einzugehen, diese Entscheidung kann mir kein noch so tüchtiger Ingenieur abnehmen, und sie ist ja auch keine technische Frage. Insofern hat Hermann Lübbe recht, wenn er fragt, ob man vom Ingenieur verlangen kann, auch noch Experte für Orientierungs- und Zielfindungskrisen zu sein.

Diese Probleme sind bei den Diskussionen um Aufgaben und Möglichkeiten einer Technikbewertung besonders hervorgetreten. Diese verfolge doch das Ziel, sagt Friedrich Rapp, durch Diskussion verschiedener Alternativen und Formulierung geeigneter Szenarios und Modellvorstellungen über geordnete Gesichtspunkte zur Geltung zu bringen, denn angesichts der möglichen Aufsummierung von für sich allein genommen vergleichsweise geringen Wirkungen zu weitreichenden und schwerwiegenden Resultaten reichen Funktionserfüllung und wirtschaftliche Nutzenerwartung als Beurteilungskriterien nicht aus. Mit der Technikbewertung konkurrieren andere soziale Systeme (Wirtschaft, Politik, wissenschaftliche Forschung und technische Entwicklung, Medien, Erziehungs- und Bildungssysteme), denn sie alle sind an der Beurteilung und Entscheidung über technische Innovationen mitbeteiligt. Zur Verhinderung von Machtmißbrauch sind nach Rapp institutionell verankerte Kontrollen und Gegeninstanzen erforderlich. Technische Gebilde und Verfahren stehen in mannigfachen Systemzusammen-

hängen mit anderen technischen Gegebenheiten, mit der natürlichen Umwelt, mit einzelnen Menschen, sozialen Gruppen und der Gesellschaft insgesamt. Die Technik darf daher nicht als Selbstzweck, sondern muß immer als Mittel zur Erreichung irgendwelcher Ziele betrachtet werden.

Es besteht die schwierige Aufgabe, das soziale Zusammenleben in einer durch Technik geprägten Gesellschaft so zu organisieren, daß die Handlungsfreiheit der einzelnen möglichst wenig eingeschränkt, andererseits aber auch ein notwendiges Maß an *Ordnung*, *Stabilität* und *Regelmäßigkeit* gewährleistet wird. Dies ist nur erreichbar, wenn es in der Gesellschaft eine *Mindestübereinstimmung* über allgemeine Werte gibt; dazu gehört z. B. die *Gerechtigkeit*, die auch bei der Verteilung und Nutzung technischer Güter zu beachten ist. Bei aller Auslegungsbedürftigkeit spielen dafür die Grundsätze der Verfassung eine wichtige Rolle.

Technikpolitische Entscheidungen sind nicht nur Sache der *Experten*; allen Bürgern kommt daran eine Beteiligung zu, allerdings eingeschränkt durch die wirtschaftliche und gesellschaftliche Arbeitsteilung und durch die Delegation politischer Verantwortung. Technikpolitische Maßnahmen müssen dem Ziel der Beherrschbarkeit der Technik verpflichtet sein, das heißt, Technik darf sich nicht unkontrolliert und quasi eigengesetzlich entwickeln. Kontrolle der Technik, was häufig heißt: ihrer Hersteller, Betreiber und Anwender, kann aber in einer hoch differenzierten und arbeitsteiligen Gesellschaft nur bis zu einem gewissen Grad ausgeübt werden; ebenso wichtig wie die Kontrolle ist die komplementäre Forderung nach Vertrauen in technisch, wirtschaftlich und politisch Handelnde und Entscheidende.

Insgesamt sehen wir hinsichtlich einer effektiven Technikbewertung zur Zeit noch folgende ungelöste oder unvollständig gelöste Probleme:

- die Unterschiedlichkeit der Wertesysteme von Mensch zu Mensch und von Gesellschaft zu Gesellschaft;
- die unterschiedlichen Auffassungen

hinsichtlich eines noch zumutbaren Grenzwertes im Verhältnis von Gewolltem zu Ungewolltem;

- die Schwierigkeit, soziale und ähnliche Faktoren zu quantifizieren;
- die begrenzten Möglichkeiten, Technikfolgen hinreichend exakt abzuschätzen;

– die Notwendigkeit einer komplizierten Überwachungsbürokratie verbunden mit voraussichtlich zu erwartenden zahllosen Rechtsstreitigkeiten;

- der weltweite ökonomische Konkurrenzkampf, der jede Seite zu legitimieren scheint, zu „machen, was machbar ist, und machbar zu machen, was es noch nicht ist“, wie man in Abwandlung eines Satzes von Galilei sagt. Damit werden oft irreversible Fakten geschaffen. Der „point of no return“, so sagt Josef Weizenbaum, ist überschritten.

Lassen Sie mich abschließend, und um noch einmal speziell auf die Informationstechnologie einzugehen, aus einer Presseerklärung des Bundesministers für Forschung und Technologie der Bundesrepublik Deutschland vom 1. 6. 89 zitieren: „Die technische Entwicklung in der Informationstechnik gewinnt an Dynamik. An der Spitze steht die Entwicklung der Methoden der Künstlichen Intelligenz (KI), insbesondere der Expertensysteme, die in Zukunft den qualitativen Sprung von der Daten- zur Wissensverarbeitung ermöglichen sollen. In der Bundesrepublik sind nach einschlägigen Schätzungen etwa 1 000 Expertensysteme derzeit in Entwicklung, 200 sind fertiggestellt, allerdings erst 25 bis 30 im praktischen Einsatz. Angesichts des hohen Veränderungspotentials dieser Technologie ist es unerlässlich, frühzeitig Technikfolgenabschätzung zu betreiben und nüttern die zukünftigen Chancen und Risiken dieser Technologie zu erörtern. Dieses ist eine originäre Aufgabe für die technisch-wissenschaftlichen Vereinigungen und Fachgesellschaften der Informationstechnik, die im Bereich Technikfolgenabschätzung bereits gearbeitet haben oder die sich mit neuen Aufgaben engagieren werden...

Die Diskussion um den Einsatz von Ex-

pertensystemen wird derzeit von folgenden Fragen geprägt:

- Wie sieht die Verantwortungsstruktur aus bei einer neuen Rollenverteilung zwischen Mensch und Maschine, bei der Expertensysteme beteiligt sind?

– Ist mit einer Aushöhlung, einem Verlust von Erfahrung und Fachwissen der Menschen am Arbeitsplatz zu rechnen? Wie kann neues Fachwissen heranwachsen, wenn die erforderlichen Erfahrungsumfelder durch Expertensysteme automatisiert sind?

– Stehen im Rahmen unserer Rechtsordnung geeignete Instrumente zur Verfügung, um z. B. Haftungsfragen beim Einsatz von Expertensystemen angemessen zu regeln?

– Führt der Einsatz von Expertensystemen z. B. bei der medizinischen Beratung zu einer Entfremdung zwischen Arzt und Patient?

– In welchem Umfang sind die in Expertensystemen benutzten Modelle der Künstlichen Intelligenz geeignet, Anteile der menschlichen Kreativität und Intelligenz abzubilden?

Die Technikfolgendebeate innerhalb der technisch-wissenschaftlichen Vereinigungen wird vom Bundesminister für Forschung und Technologie unterstützt. Darüber hinaus werden Forschungsarbeiten gefördert, in denen diese Fragen behandelt werden“.

Die Verfahren der Künstlichen Intelligenz, Bildverarbeitung, Sprachverarbeitung, Robotertechnik, Deduktionsverfahren und Expertensysteme gehen implizit oder explizit davon aus, daß wesentliche Funktionen menschlicher, natürlicher Intelligenz von Systemen der Informationstechnik simuliert und später übernommen werden können. Es ist aber heute durchaus nicht deutlich, was natürliche, menschliche Intelligenz insgesamt bedeutet. Schon allein insofern kann auch nicht klar sein, was die tatsächliche Funktion der Künstlichen Intelligenz in Zukunft sein wird.

Künstliche-Intelligenz-Forschung befaßt sich aber auch mit der Konstruktion von informationsverarbeitenden Systemen, die kognitive Leistungen erbringen, um die theoretisch entwickel-

Automatische Anpassung an den kognitiven Stil des Benutzers

Prof. Dr. Milos Lansky
Universität Paderborn (BRD)

ten Konzepte und Techniken nutzbringend einzusetzen: Auf informationsverarbeitenden Maschinen werden Eigenschaften menschlicher Intelligenz, etwa Schlußfolgerungsfähigkeiten, übertragen, um dadurch geistige Tätigkeiten des Menschen zu unterstützen, zu verstärken oder gar teilweise zu entlasten. Im Rahmen Sprachverarbeitung geht man von der symbolischen Darstellung und Verarbeitung von Sprache aus. Bei den Deduktionsverfahren setzt man voraus, daß Wissensverarbeitung grundsätzlich formalen logischen Verfahren folgt, die die symbolischen Sprachdarstellungen verknüpft. Im Rahmen der Expertensystemtechnik versucht man diese Wissensverarbeitung praktisch zu nutzen. Insgesamt bezieht sich die Künstliche Intelligenz auf den kognitiven Bereich der *Intelligenz*, was aber für reale menschliche Intelligenz nicht erschöpfend ist.

Literatur

- /1/ Böckle, F.: Fortschritt wohin? Information Philosophie 4/1985
- /2/ Cremers, A. B.: Der Informationsbegriff in der Informatik. Forschungsbericht 160/1983, Abt. Informatik der Universität Dortmund
- /3/ Eccles, J. C. und Robinson, D. N.: Das Wunder des Menschseins – Gehirn und Geist. München Zürich 1985
- /4/ Jonas, H.: Das Prinzip Verantwortung, Frankfurt/M. 1979
- /5/ Koenne, W.: Technik und Ethik. Österreichische Ingenieur- und Architekten-Zeitschrift 6/1989
- /6/ Lenk, H. und Rophol, G.: Technik und Ethik. Stuttgart 1987
- /7/ Radermacher, F. J.: Der Weg in die Informationsgesellschaft. in: Henn, R. (Hrsg.): Technologie, Wachstum und Beschäftigung, Berlin-Heidelberg 1987
- /8/ Rapp, F.: Die Möglichkeiten der Technikbewertung. in: Rapp, F. und Durbin, P. T.: Technikphilosophie in der Diskussion, Braunschweig/Wiesbaden 1982
- /9/ Strombach, W.: Was kann ich wissen – was soll ich tun? Kantische Fragen in unserer Zeit. grkg/Humankybernetik 3/1989
- /10/ VDI/DVE-Technologiezentrum Informationstechnik GmbH: Informationen zur Technikfolgenabschätzung der Informationstechnik. 1/1989
- /11/ Verein Deutscher Ingenieure: Richtlinienentwurf „Empfehlungen zur Technikbewertung“. Düsseldorf 1987
- /12/ Zimmerlin, W. Ch.: Technik als Natur des westlichen Geistes. Information Philosophie 5/1988.

Eines der Grundprobleme der Human-Factors-Bewegung besteht darin, dem Typ des Benutzers und dem Typ der Aufgabe einen (optimalen) Entwurf der Metakommunikation zuzuordnen /2/. Zur Bestimmung des Typs des Benutzers gehören insbesondere die Persönlichkeitsfaktoren (Introversion/ Extroversion, Angst vor dem Versagen, Perzeption eigener Kompetenz) und sogenannte kognitive Stile (Feldabhängigkeit, Impulsivität/Reflektivität, Operations/Verständnis Lernen). In unserer Untersuchung wollen wir uns nur mit den Timing-Strategien beschäftigen, die im weiten Sinn vielleicht den kognitiven Stilen zugeordnet werden können. Unter Strategie versteht man die Fertigkeit der Organisation oder Planung von Tätigkeiten. Als Timing wird die Regelung der Zeit oder Geschwindigkeit zum Ziel der effektivsten Durchführung einer Tätigkeit verstanden. Unsere Timing-Strategien beziehen sich auf die Inanspruchnahme von Hilfen bei der Interaktion des Benutzers mit dem Rechner. Vom Typ der Aufgabe wird dabei abstrahiert.

Im ersten Kapitel geht es um die Beschreibung und um den Bericht über empirische Untersuchungen der Timing-Strategien. Dieser Teil ist im Wesentlichen eine Kurzfassung von /4/ bzw. /5/. Im zweiten Kapitel wird ein neues Vorhersagemodell vorgestellt. Im dritten Kapitel werden einige Möglichkeiten der entsprechenden Metakommunikation angedeutet.

Timing-Strategien

Rahmenbedingungen

Der vorliegende Bericht präsentiert stichwortartig vorläufige Ergebnisse einer Projektkooperation zwischen der *Software-Ergonomie-Gruppe* am wissenschaftlichen Zentrum der IBM-Deutschland in Heidelberg (WZH) und der *Arbeitsgruppe Bildungsinformatik* (AGBI) am Fachbereich 17 (Mathematik/Informatik) der Universität Paderborn.

Im Rahmen ihrer Untersuchungen im Bereich *Metakommunikation* (Entwicklung mentaler Modelle und kognitiver

Stile /1/) führte die Heidelberger Gruppe ein Experiment mit dem Ziel der Beobachtung und Auswertung von Benutzerverhalten bei der Bearbeitung ausgewählter Aufgaben mit Hilfe des Texteditors ICON (ausgestattet mit integriertem Helpsystem) durch. Die Ergebnissdaten eines Versuchs mit einer Kontrollgruppe (40 Studenten der Universität Heidelberg) dienten der AGBI als Basis für einen ersten Auswertungsversuch.

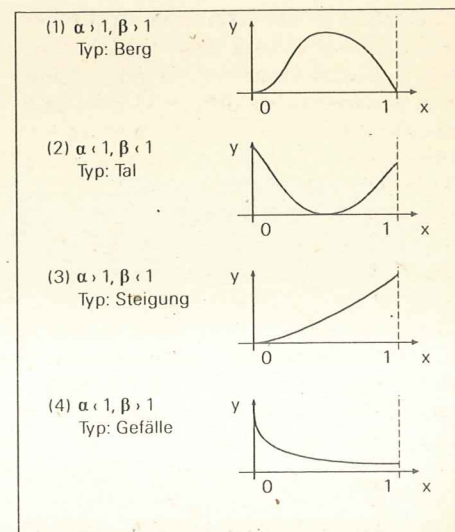
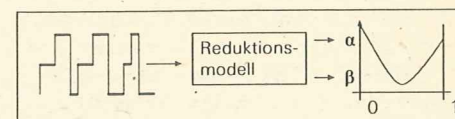
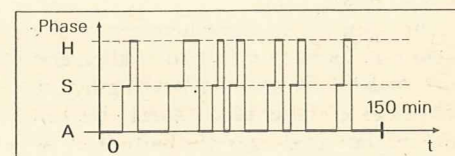
Hypothese/Zielsetzung

Eine erste Annahme bezüglich der Timing-Strategien von Problemlösern (timing = das Einteilen von Zeit oder Geschwindigkeit zum Zwecke des Erreichens einer größtmöglichen Leistung)

Abb. 1 Bearbeitungsabläufe in Zeitprofilen

Abb. 2 Transformation der Zeitprofile in Kurvenläufe

Abb. 3 Benutzertypen



Hypothese	Reduktionsmodell	Statistik	Literatur
Action-Type	~ Berg-Typ	~ koagulativer Typ	~ impulsiver Typ
Deliberate-Type	~ Tal-Typ	~ dispersiver Typ	~ reflexiver Typ

bestand in einer Klassifizierung in die beiden (Extrem-)Typen *Action-Type* (hastig, aufgeregt, nicht allzuweit vorausdenkend) und *Deliberate-Type* (langsam, bedächtig, sorgfältig überlegend). Sollte es gelingen, den Standort eines Problemlösers zwischen diesen beiden Extrema während seiner Arbeit mit dem Texteditor zu bestimmen, könnten die vom Benutzer gewünschten Helps seinem Typ entsprechend angeboten werden.

Damit sind bereits die Ziele unserer Forschungsarbeit umrissen:

- Einschätzung eines Textsystem-Benutzers bezüglich seiner Timing-Strategie (während der Arbeit am System)
- Anpassung der Helps an den jeweiligen Strategie-Typ.

Experiment

Die Aufgabe der 40 Studenten der Kontrollgruppe bestand darin, einen vorgegebenen (fehlerhaften) und bereits abgespeicherten Text mit Hilfe eines Texteditors zu bearbeiten (d. h. an den als fehlerhaft markierten Textstellen zu korrigieren). Dafür war eine Bearbeitungsdauer von maximal 150 Minuten vorgesehen. Die Bearbeitungsabläufe der Studenten wurden automatisch in Form von Zeitprofilen protokolliert (Abb. 1). Interpretation: während des Problemlösens befindet sich der Proband jeweils in einer der folgenden Phasen:

- 1) A-Phase (A = Arbeit): er korrigiert den fehlerhaften Text
- 2) H-Phase (H = Help): er läßt sich vom System unterstützen
- 3) S-Phase (Überlegungsphase): diese Phase tritt auf am Übergang zwischen A- und H-Phase und repräsentiert die Zeitspanne von einer Benutzer-Eingabe in der A-Phase bis zum Benutzer-Aufruf eines Helps.

Auswertung

Die bisherige Auswertung der Zeitpro-

Tab. 1 mögliche Typklassifikationen

file aus dem Erstversuch erfolgte in drei Schritten, die nachfolgend beschrieben werden:

Das Reduktionsmodell

Das von Lánský eingeführte Reduktionsmodell /4/ erlaubt eine Überführung der aus dem Experiment stammenden Zeitprofile in die Parameter α und β der Betaverteilung mit der Dichte

$$y = f(x) = \frac{x^{\alpha-1} (1-x)^{\beta-1}}{B(\alpha, \beta)}$$

in $[0, 1]$, $f(x) = 0$ sonst,

wobei

$$B(\alpha, \beta) = \int_0^1 x^{\alpha-1} (1-x)^{\beta-1} dx$$

als Euler's Integral 1. Art verwendet wird.

Das Zeitintervall der jeweiligen Sitzung wird auf das Intervall $[0, 1] \subset \mathbb{R}$ normiert; x hat somit die Bedeutung dieser normierten Zeit.

Mit Hilfe dieser mathematischen Methode gelingt die Transformation der Zeitprofile in Kurvenläufe (Abb. 2). Für die Verlaufsanalyse (Kurvenverlauf) sind die Parameterwerte für α und β maßgeblich. Entsprechend den vier verschiedenen Ausprägungen für α und β werden vier verschiedene Typen von Benutzern eingeführt (Abb. 3).

Statistische Auswertung

Die dem Reduktionsmodell folgende statistische Auswertung des Experiments umfaßte eine Korrelations- und eine Faktorenanalyse. Die Faktorenanalyse konnte einerseits die in der Korrelationsanalyse erkennbaren Zusammenhänge verschiedener Parameter erhärten, andererseits waren im wesentlichen zwei Faktoren erkennbar, wodurch eine Klassifikation der Benutzer in **koagulat** bzw. **dispersiv** erfolgte.

Zusammenfassende Klassifikation

In der Literatur findet man nach Muylwijk /2/ die Typen impulsiv, reflexiv, wobei der impulsive Typ dadurch charakterisiert ist, daß er während des Problemlösens viele Fehler macht (hauptsächlich bedingt durch das Ziehen vor-eiliger Schlüsse), wohingegen der reflexive Typ Alternativen vor jeder Aktion überlegt.

Ausgehend von der anfangs beschriebenen Hypothese ergeben sich nunmehr die Entsprechungen in den bisher vorgestellten möglichen Typklassifikationen nach Tab. 1.

Das Vorhersagemodell

Es seien z. B.

L8 is [365 105 155 71 194 58 ..]

L30 is [94 38 125 64 43 59 ..]

die Zeitprotokolle der Versuchspersonen 8 und 30, wobei die Eintragungen in die Listen

Ln is [a1 s1 h1 a1 s2 h2 ..]

für die Versuchsperson n im Zyklus $j = 1, 2, \dots$ folgende Bedeutung haben:

aj = Dauer der Arbeitsphase

sj = Dauer der Überlegungsphase

hg = Dauer der Hilfsphase

(alle Werte in Sekunden). Die Zyklusdauer t_j berechnet man dann nach der Formel

$$t_j = a_j + s_j + h_j.$$

Führt man die kumulativen Variablen T_i und H_i mit den Formeln

$$T_i = t_1 + \dots + t_i; H_i = h_1 + \dots + h_i$$

ein, kann man für $j = 1 \dots i$ zwei Hilfsvariable t_{ji} , δ_{ji} definieren mit

$$t_{ji} = h_j / H_i; \delta_{ji} = [T_j - (h_j/2)] / T_i.$$

Den Mittelwert μ_i und die Abweichung σ_i im Zyklus i berechnet man nach den Formeln

$$\mu_i = \sum_{j=1}^i \delta_{ji} \cdot t_{ji}; \sigma_i = \sqrt{\sum_{j=1}^i \delta_{ji} \cdot [t_{ji} - \mu_i]^2 \cdot t_{ji}}$$

Mit Hilfe von

$$F_i = i / T_i$$

wir dann eine Entscheidungsvariable K_i mit

$$K_i = F_i \cdot \sigma_i \cdot 100^2$$

Einfluß der objektorientierten Programmierung auf Softwaresysteme

Prof. Dr. Reinhold Schönefeld
Technische Hochschule Ilmenau (DDR)

Was ist objektorientierte Programmierung?

Die objektorientierte Programmierung verändert wesentlich die Phasen des Entwurfs und der Implementierung von Software, indem eine völlig andere Strukturierung eines Programms gegenüber herkömmlichen Vorgehensweisen entsteht.

Herkömmliche Vorgehensweisen strukturieren ein Programm durch
– funktionelle Abstraktion in Form von Subroutinen und Prozeduren oder durch

– Datenabstraktion in Form von Datenkapseln und abstrakten Datentypen.

Objektorientierte Programme sind durch Klassen und daraus abgeleitete Objekte als Programmeinheiten gekennzeichnet, die durch ein Vererbungsprinzip zwischen den Klassen den Aufbau einer Klassenhierarchie erlauben. Außerdem ist durch ein Polymorphismusprinzip die Benutzung von Objekten möglich, deren Klasse zum Zeitpunkt der Compilierung noch nicht bekannt ist, wodurch eine *typunabhängige* Software entsteht, die überdies leicht erweiterbar ist.

Kurz formuliert handelt es sich um eine Evolution der Abstraktionsmechanismen von der Subroutine bis zum Objekt, die mit ihren Vor- und Nachteilen grob skizziert werden sollen, um die Vorzüge der objektorientierten Programmierung voll zu erfassen.

Das **Subroutinekonzept** bietet eine erste Abstraktionsstufe, indem die konkrete Anweisungsfolge der Subroutine beim Aufruf nicht in Erscheinung tritt. Dieses einfache Konzept ist z. B. in COBOL und BASIC realisiert. Die Nachteile sind:

- Eine dürftige funktionelle Abstraktion, besonders da kein Parametermechanismus existiert.
- Die Verbindungsstruktur zwischen Hauptprogramm und Subroutine ist nur durch eine genaue Analyse der Subroutine erkennbar, da externe Datenobjekte verwendet werden müssen.
- Das Nichtvorhandensein von lokalen Arbeitsvariablen provoziert schwer

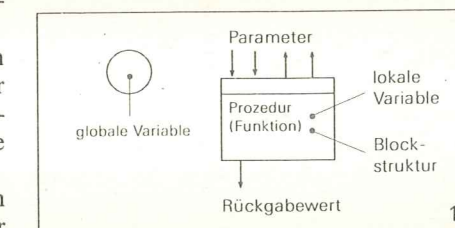
identifizierbare Fehler durch Nebeneffekte.
– Mehrstufige Subroutinaufrufe verkomplizieren die Probleme.

Das **Prozedurkonzept** ist ein echter Schritt in Richtung einer Abstraktion bei der Problemlösung in Form von Software (Abb. 1). Eine Prozedur (Funktion) realisiert eine bestimmte Funktionalität, sie verkehrt mit der Umgebung über Parameter und Rückgabewerte. Sie hat lokale Arbeitsvariable und benutzt den Mechanismus der Blockstruktur. PASCAL und C sind z. B. Sprachen, in denen das Prozedurkonzept realisiert ist. PASCAL kennt keine statischen Variablen wie C und muß einen Prozedurstatus in externen Variablen aufbewahren. C erlaubt keine Verschachtelung von Prozeduren.

Die Nachteile des Prozedurkonzeptes sind:

- Sämtliche Außenbeziehungen einer Prozedur sind nicht aus der Prozedurschnittstelle (Prozedurname und Parameterliste) eindeutig ersichtlich (externe Variable nicht sichtbar).
 - Ein fehlerhafter Zugriff auf externe Variable bei unterlassener Deklaration einer lokalen Variablen ist durch keine syntaktisch-semantischen Grenzen unterbunden.
 - Eine Datenkapselung ist mit dem Prozedurkonzept nicht möglich.
 - Größere Applikationen (z. B. Grafiksysteme, Kommunikationssoftware, Informationssysteme) sind auf Basis des Prozedurkonzeptes selten direkt wiederverwendbar.
- Die typische Entwurfsstrategie bei Anwendung des Prozedurkonzeptes ist die funktionelle Dekomposition (top-down-Entwurf). Sie sichert keine Lokalität der Daten.

Abb. 1 Prozedurkonzept



Das **Konzept der Datenkapseln** bietet einen neuen Abstraktionsmechanismus, indem Datenobjekte und dazugehörige Prozeduren bzw. Funktionen zu einer Programmeinheit, der Datenkapsel, zusammengefaßt werden (Abb. 2). Nur die in der Kapsel befindlichen Prozeduren (Funktionen) können auf die Datenobjekte wie üblich zugreifen. Außerhalb befindliche Prozeduren (Funktionen) können nicht mehr direkt auf die Datenobjekte zugreifen, sondern nur über die in der Kapsel befindlichen Prozeduren (Funktionen), indem diese von den äußeren aufgerufen werden. Die Datenobjekte sind dadurch abgekapselt oder abgeschirmt. Sie erscheinen nach außen in verallgemeinerter Form, deshalb wird dieser Abstraktionsmechanismus auch Datenabstraktion genannt.

Zum Abstraktionsmechanismus der Datenkapsel gehört, daß die Schnittstelle der Kapsel durch alle Schnittstellen der Prozeduren (Funktionen) eindeutig sichtbar gebildet wird, auf die von außerhalb der Kapsel zugegriffen werden kann. Es gehört weiterhin dazu, daß die Implementation der Datenkapsel von der Schnittstelle separiert erfolgt. Die Implementation enthält die Deklaration aller Datenobjekte und -typen sowie den Code aller Prozeduren (Funktionen). Die Datenobjekte behalten ihren Wert auch nach Beendigung des Zugriffs durch eine Kapselprozedur. Eine Kapsel hat somit einen Status.

MODULA und ADA sind z. B. Sprachen, in denen das Konzept der Datenkapseln realisiert ist. In MODULA wird die Schnittstelle der Datenkapseln als DEFINITIONMODULE separiert vom IMPLEMENTATIONMODULE. In ADA wird die Kapsel als PACKAGE bezeichnet.

Die Nachteile des Konzeptes der Datenkapseln sind:

- Datenkapseln sind als einmalige statische Programmeinheiten definiert und nicht als Typ (Muster), von dem mehrere Exemplare instantiiert werden könnten.
- Generische Datenkapseln wären wünschenswert.

?TAB :LB person					
i	Ti	Fi	SIGi	Ki	type
1	10,42	0,16	0	0	ACT
2	15,8	0,21	17,44	3,68	ACT
3	21,57	0,23	14,98	3,47	ACT
4	27,7	0,24	13,49	3,25	ACT
5	30,55	0,27	21,32	5,82	ACT
6	32,33	0,31	20,46	6,33	ACT

?TAB :L30 person					
i	Ti	Fi	SIGi	Ki	type
1	4,28	0,39	0	0	ACT
2	7,05	0,47	21,96	10,38	DLB
3	12,43	0,4	29,76	11,97	DLB
4	18,55	0,36	29,1	10,46	DLB
5	22,42	0,37	31,91	11,86	DLB
6	23,77	0,42	30,25	12,73	DLB

Abb. 4 Tabellen für die Versuchspersonen

eingeführt, mit deren Hilfe in jedem Zyklus die Zuordnung zu dem jeweiligen Typ ACT oder DLB nach folgender Formel hergestellt wird:

ACT falls $K_i < 6,5$
DLB falls $K_i \geq 6,5$

Die Vorhersage kann bereits nach dem im dritten Zyklus ermittelten Typ geschätzt werden. Der Computer berechnet nach diesem Modell für jeden Benutzer n die Tabelle für i , T_i/Min , $F_i \cdot 100 \text{ Min}$, $SIG_i \cdot 100$, $K_i \text{ Min}$, type .

Als Beispiel werden hier die Tabellen für die Versuchspersonen 8 und 30 bis zum sechsten Zyklus angeführt, die die Gültigkeit der Vorhersage exemplarisch belegen (Abb. 4).

Zum Entwurf von Hilfen

Die oben angedeutete Hypothese über die Möglichkeit der Vorhersage der Timing-Strategie kann im Zusammenhang mit dem Reduktionsmodell z. Z. nur als schwach betrachtet werden, da die Existenz der Strategien nur bei ca. $2/3$ der Teilnehmer statistisch nachgewiesen werden konnte (die anderen haben im Sinne des 2. Faktors keine ausgeprägte Strategie) und der deduktive Zusammenhang zwischen dem Reduktions- und dem Vorhersagemodell vereinfacht wurde, damit die Berechnung ohne gro-

ßen numerischen Aufwand und schnell ausgeführt werden kann. Mit einer Verschärfung der Hypothese kann erst nach der Auswertung der Daten aus der Experimentgruppe gerechnet werden. Erst nach dem Abschluß dieser Untersuchungen kann sinnvoll mit einer empirischen Überprüfung der Konstruktionsentwürfe von Hilfen begonnen werden.

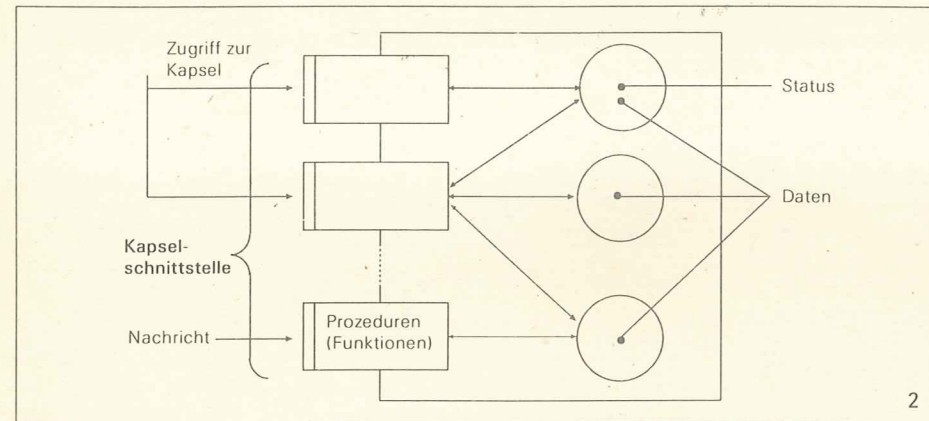
Aus diesem Grund beschränken wir uns hier auf einige Bemerkungen zu diesem Thema. Anforderungen an die Typen von Hilfen können aus Analogien zu dem Begriffspaar ACTION/DELIBERATE gewonnen werden. Eine andere Verwandtschaft besteht zum Begriffspaar Impulsivität/Reflexivität von Kagan (1966), siehe /2/ und /3/. Die von G. Pask in seiner Konversationstheorie eingeführte Unterscheidung zwischen Serialisten und Holisten, die sich auf das Begriffspaar Operation/Comprehension stützt, hat sich bei unserer Untersuchung als unabhängig von den Timing-Strategien erwiesen. Die Paskschen Stile bestimmen zusammen mit dem IQ erst den dritten Faktor mit ca. 17 Prozent und sind somit eher komplementär zu den Timing-Strategien (die ersten drei Faktoren belegen somit

über 80 Prozent des gesamten Feldes). Aus der Unabhängigkeit dieser Faktoren kann allerdings nicht auf die Unabhängigkeit der Metakommunikation geschlossen werden. Somit ist durchaus denkbar, daß die Erfahrungen betreffend Erstellung von Materialien für Operation/Comprehension Typen sich auf den Entwurf von Fragen für ACTION/DELIBERATE Typen (wenigstens teilweise) übertragen lassen.

Grundsätzlich sind wir der Meinung, daß zu jedem Abschnitt des Lösungsweges einer Aufgabe zwei Typen von Hilfen entwickelt werden sollen, für den ACTION Typ eher punktuelle, für den DELIBERATE Typ eher kontextuelle Ansätze für solche Konstruktionen wurden in /3/ beschrieben. Den durch das Vorhersagemodell geschätzten Typen werden als *default helps* die dem Typ entsprechenden Hilfen angeboten. Den nicht ausgeprägten Typen, bei denen das Vorhersagemodell keine sichere Prognose liefert, können die Hilfen abwechslungsweise aus beiden Gruppen bzw. mit random generator angeboten werden. In jedem Fall sollen jedem Benutzer auf Wunsch beide Typen von Hilfen zur Verfügung stehen. Zu diesem Zweck muß am Anfang der Arbeit eine allgemein verständliche Erläuterung der Hilfetypen sowie der Zugriff zu ihnen dem Benutzer in geeigneter Weise bekanntgegeben werden.

Literatur

- /1/ Tauber, M. J. et al.: Softwareergonomie – Ein Überblick, 1983 Heidelberg, IBM Scientific Center
- /2/ Veer, G. C. van; Tauber, M. J.; Waern, Y.; Muylwijk, B. van: On the interaction between system and user characteristics. in: Behavior and Information Technology 1985, Vol. 4, No. 4
- /3/ Muylwijk, B. van et al.: On the implications of user variability in open systems. An overview of the little we know and the lot we have to find out. in: Behavior and Information Technology, 1983, 3
- /4/ Lansky, M./Lehner, L.: Erstellung eines Reduktionsmodells und Auswertung von Prozeßdaten bei Mensch-Maschine-Kommunikation. Universität Paderborn, 1985
- /5/ Lansky, M./Lehner, L.: Timing-Strategien bei der interaktiven Arbeit mit einem Help-System. In: Paderborner Arbeitspapiere Nr 70, Universität Paderborn und Institut für Kybernetik Paderborn, 1986



Das Konzept der abstrakten Datentypen (ADT) erweitert das Konzept der Datenkapseln, indem ein ADT, wie der Name sagt, ein Typ ist, von dem eine Reihe von Instanzen abgeleitet werden können. Jede einzelne Instanz ist somit eine Datenkapsel mit ihren eigenen Datenstrukturen und teilt sich gemeinsam die Prozeduren und Funktionen des ADT mit den anderen Instanzen.

Die Implementation eines ADT in einer Programmiersprache wird in den meisten Sprachen als **Klasse** bezeichnet (Abb. 3). Beispiele für Sprachen mit einem Klassenkonzept sind SMALLTALK oder C++ (Abb. 4). Das Klassenkonzept hat neben dem Prinzip der Datenabstraktion jedoch noch das Vererbungsprinzip und das Prinzip des Polymorphismus zum Inhalt. Solange von ADT gesprochen wird, ist nur an die Datenabstraktion gedacht. Mit ADA sind z. B. noch ADT's zu bilden, jedoch ist damit keine Vererbung zwischen den Klassen auszudrücken. Von der Klasse als Implementation eines ADT sind dann Instanzen herzuleiten, die als **Objekte** bezeichnet werden. Diese so gewählte Bezeichnung rührt einmal davon her, daß ein Objekt der realen Welt in ein solches Objekt eines Programmes abgebildet werden kann. Es kann aber auch so erklärt werden, daß von einem abstrakten Datentyp ein konkretes Datenobjekt hergeleitet werden kann, was als Speicherobjekt vorhanden ist. Es wird dann kurz Objekt genannt.

Eine weitere Qualifizierung der Ab-

Abb. 2 Konzept der Datenkapselung (Datenabstraktion)

straktion wird durch das **Vererbungsprinzip** zwischen den Klassen erreicht, wodurch **Klassenhierarchien** aufbaubar sind (Abb. 5). Eine Klasse (Oberklasse) kann an eine andere Klasse (Unterklasse) ihre Datenstrukturen und Prozeduren (Funktionen) vererben, so daß sie in der Unterklasse nicht noch einmal aufgeführt werden müssen. In der Unterklasse können selbst Datenstrukturen und Prozeduren (Funktionen) definiert werden und es können sogar ererbte Prozeduren (Funktionen) modifiziert werden. Von der Unterklasse abgeleitete Objekte enthalten dann den kombinierten Code aus Unter- und Oberklasse (Abb. 6).

Die Gestaltung der Klassenhierarchie erfolgt dabei nach dem **Generalisierungsprinzip**, d. h. die Oberklasse enthält jeweils die für alle Unterklassen gültigen Datenstrukturen und Prozeduren. In den Unterklassen wird das Spezifische der Klassen zum Ausdruck gebracht (Abb. 7).

Ein Programm auf der Basis von Objekten (Klassen) besteht aus der Aktivierung der erforderlichen Objekte analog einem Prozeduraufruf. Diese Aktivierung heißt *Senden einer Nachricht* an das Objekt und besteht aus dem Namen des Objektes und dem Aufruf einer zum Objekt gehörenden Prozedur (Funktion). Ist die in einer Nachricht enthaltene Prozedur (Funktion) der Klasse

des Objektes unbekannt, so wird die Nachricht an die Oberklasse weitergeleitet. Das geschieht solange, bis sie akzeptiert wird oder eine Fehlermeldung auslöst, wenn sie auch nicht in der Wurzelklasse beantwortet werden kann.

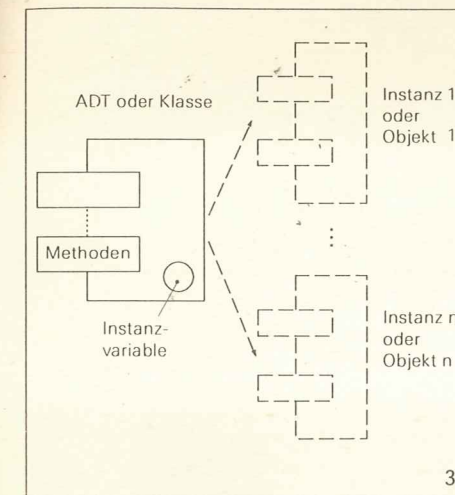
Die Datenstrukturen einer Klasse werden in Anlehnung an SMALLTALK häufig als **Instanzvariable** und die Prozeduren (Funktionen) als **Methoden** bezeichnet.

Ähnlich wie die gewöhnlichen Variablen im Deklarationsteil eines Programmes statisch an einen bestimmten Typ gebunden werden, werden in der Regel auch die Methoden über ihre Objekte statisch an die Klassen gebunden. Diese statischen Bindungen werden zur Übersetzungszeit hergestellt. Es gibt jedoch, bedingt durch das Vererben, auch die Möglichkeit, diesen Bindungsprozeß erst zur Laufzeit abzuwickeln, ihn also dynamisch zu gestalten. Damit wird das Binden einer Methode über das Objekt an eine Klasse erst spät erfolgen. Dieses dynamische Binden schafft Flexibilität, indem ein universelles Programm, auch **polymorphes Programm** genannt, geschrieben werden kann, was klassen- oder typunabhängig ist. Mit anderen Worten, solche polymorphen Programme benutzen Objekte, deren Typ (Klasse) beliebig sein kann. Weitere eingeführte Klassen verändern die bisherigen Klassen und das polymorphe Programm nicht. Damit ist eine leichte Erweiterbarkeit von Software prinzipiell vorbereitet (Abb. 8).

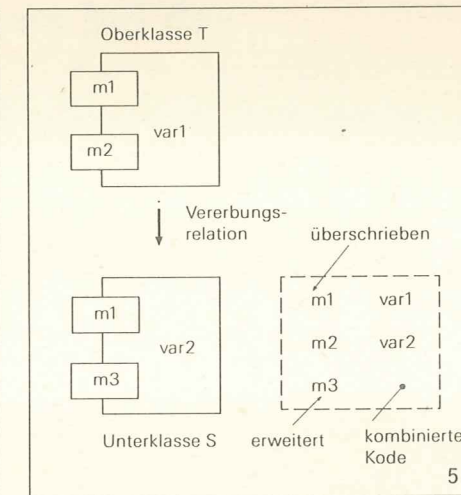
Auf die Frage „Was ist objektorientierte Programmierung?“ lautet die Antwort: *Es ist die kombinierte Anwendung der Prinzipien der Datenabstraktion, der Vererbung und des Polymorphismus.*

Was ist neu beim objektorientierten Entwurf?

Beim prozedurorientierten Entwurf werden die Entwurfsentscheidungen gemäß dem Steuerfluß des Algorithmus gefällt, d. h. eine zusammenfassbare Teillösung wird in einer Prozedur (Funktion) ausgedrückt. Soll ein Programm objektorientiert entworfen werden, so geht man von den Objekten und ihren Inter-



3



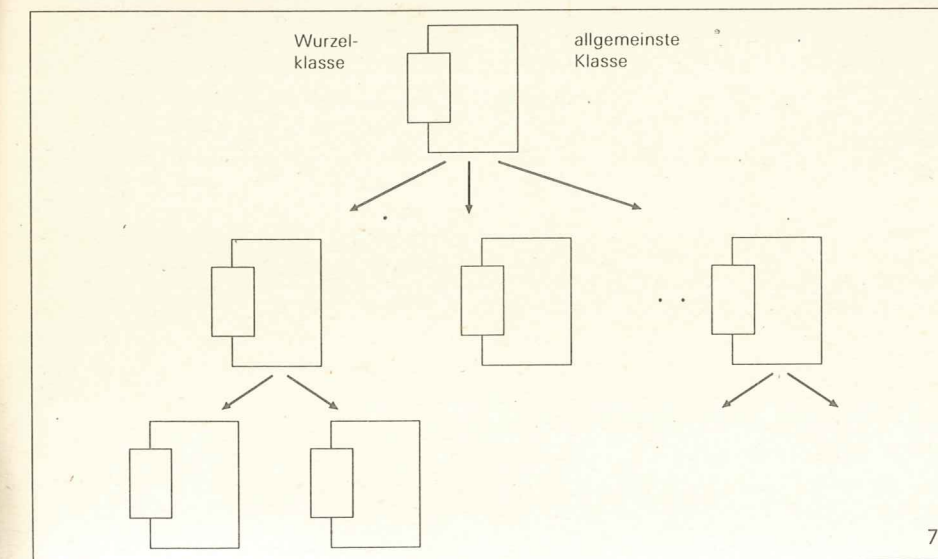
5

```
class person
{
    char name [20]; /* Datenstruktur */
public: /* Schlüsselwort zur Abgrenzung */
    /* der Schnittstelle */
    ersetze (char *n); /* Funktion */
    drucke ( ); /* der Schnittstelle */
};
/* Implementation der Funktionen */
person :: ersetze (char *n)
{
    int i;
    for(i=0; i<19 & n[i]; i++)
        name[i] = n[i];
    name[i] = 0;
};
person::drucke ( )
{ /* Ausgabefunktion */ }
```

4

```
class angestellter: public person
/* angestellter ist Unterklasse von person */
{
    int pnr; /* Personalnummer */
public:
    setze (int z);
};
int angestellter::setze (int z)
{ return pnr = z; }
/* Ein Programm benutzt Objekt a */
main ( )
{
    angestellter a; /* Objekterzeugung */
    a.ersetze ("Otto"); /* Nachricht an a */
    a.setze (123);
    a.drucke ( );
};
```

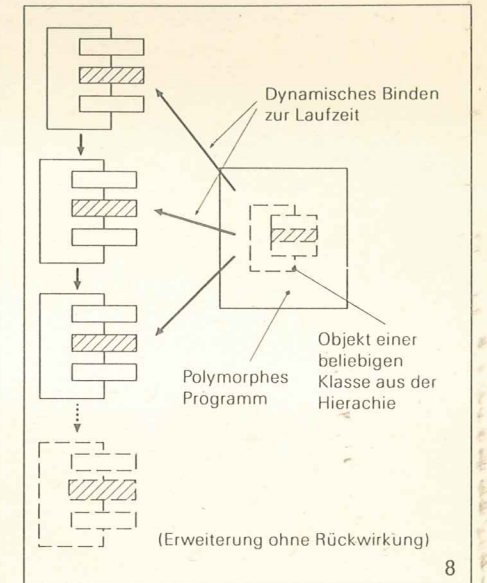
6



7

aktionen eines Modells der realen Welt aus und bildet diese **Modellobjekte** unmittelbar als **Softwareobjekte** ab. Die Interaktionen werden dann durch den Nachrichtenaustausch zwischen den Objekten widerspiegelt.

Der objektorientierte Entwurf stellt sich für mittlere und größere Probleme durch einen **Anfangsentwurf** und eine anschließende **funktionelle Verfeinerung** sowie eine **Objektverfeinerung** dar. Der **Anfangsentwurf** sieht etwa wie folgt aus:



8

Abb. 3 Klassenkonzept

Abb. 4 Beispiel einer Klassendeklaration

Abb. 5 Vererbungsprinzip

Abb. 6 Vererbung und Anwendung eines Objekts in C++

Abb. 7 Klassenhierarchie (einfache Vererbung)

Abb. 8 Polymorphismus (Dynamisches Binden)

- Analysiere die Problemspezifikation
- Entwickle eine informale Lösungsstrategie
- Formalisiere diese Strategie durch
 - Identifikation von Objekten (Klassen) und ihren Attributen,
 - Identifikation der Operationen (Prozeduren/Funktionen) mit jedem Objekt und die durch jedes Objekt ausgelöst werden,
 - Festlegen der Schnittstellen jedes Objektes,
 - Implementation der Operationen jedes Objektes.

Für kleine Probleme kann der Anfangsentwurf in der angeführten Weise ausreichend sein. Bei größeren Problemstellungen sind in der Regel aus den Interaktionen im Modell bestimmte Operationen übrig, die zunächst keinem Objekt (Klasse) zugeordnet werden können. Diese Operationen werden dann anschließend **funktionell** solange **verfeinert**, bis jede Operation in der Lösungsstrategie durch eine Operation (Prozedur/Funktion) eines kreierte Objektes gegeben ist. Details sind in /1/ ausgeführt. Somit sind alle Objekte des Problemraumes identifiziert, die zur Lösung (Simulation) des Problems erforderlich sind. Diese Menge soll mit

PROM (Problem Raum Objekt Menge) bezeichnet werden.

Bei der Implementation der Objekte der PROM können weitere Objekte und dazugehörige Operationen entdeckt werden, die eine Verfeinerung der Objekte der PROM bedeuten. Die zusätzlichen Objekte werden in Objekte der PROM eingeschachtelt und brauchen von außen nicht unbedingt sichtbar zu sein. Ausführlicher ist die Objektverfeinerung in /1/ beschrieben. Sind alle Objekte verfeinert, ist der objektorientierte Entwurf abgeschlossen.

Der bisher geschilderte Entwurf zeigt eine Strategie, die ausschließlich neue Objekte (Klassen) definiert. Praktisch wird beim Entwerfen auch auf bestehende Klassen aus der Klassenbibliothek zurückzugreifen sein. Am günstigsten ist es, wenn für einen Problemkreis bereits ein Problemlösungsrahmen in Form einer Teilhierarchie von Klassen existiert (application framework), die nur noch durch problemtypische Klassen ergänzt werden muß, um den Entwurf zu vervollständigen.

Wie beeinflusst die objektorientierte Softwareentwicklung die Projektverwaltung?

Grundsätzlich bleibt die Projektverwaltung auf das Phasenmodell zugeschnitten. Geht man davon aus, daß in der Spezifikationsphase einerseits das Problem eindeutig und möglichst formal beschrieben werden soll, daß aber andererseits auch schon konkrete Realisierungsvorgaben herausgearbeitet werden können, so beeinflusst die objektorientierte Vorgehensweise natürlich auch die Spezifikationsphase. Den wesentlichen Einfluß hat sie jedoch auf die Entwurfsphase und die Implementationsphase, wie die Ausführungen im vorhergehenden Kapitel zeigten.

Vorteile der objektorientierten Softwareentwicklung vom Standpunkt der Projektverwaltung sind etwa:

- Eindeutigere Trennung zwischen Entwurf und Implementation, indem in den Klassen die Schnittstelleninformationen für den Entwurf ausreichen.
- Besserer Einsatz der Mitarbeiter ent-

sprechend ihren Fähigkeiten – hochqualifizierte Mitarbeiter nur für den Entwurf.

– Saubere Arbeitsteilung im Entwicklungsprozeß, möglich durch Rückwirkungsfreiheit der Klassen untereinander.

– Programmodifikationen sind leichter zu beherrschen, da Änderungen innerhalb von Klassen auf die Klasse beschränkt bleiben und Ergänzungen in polymorphen Programmen ohne Auswirkungen auf bereits bestehende Programmteile sind.

– Begünstigung der schnellen Prototypentwicklung durch rückwirkungsfreies Ersetzen verschiedener Versionen.

– Unterstützung der Portabilität von Programmen durch Konzentration der rechnerabhängigen Details in bestimmten Klassen.

– Aufbau von auf das Anwendungsgebiet zugeschnittenen Klassenhierarchien (Halbfabrikate-Lager), die durch Unterklassen zu vollständigen Programmen ergänzt werden können.

Durch die objektorientierte Softwareentwicklung ist ein Übergang von der handwerklichen Einzelfertigung von Programmen zur industriellen baukastenorientierten Softwarefertigung ermöglicht. Voraussetzung dafür ist ein Umdenken im Entwurf und in der Implementation. Dazu sind objektorientierte Entwicklungsumgebungen mit entsprechenden Sprachen (SMALL-TALK, C++, Turbo-PASCAL 5.5, CLOS u. a.) und grafikgestützten Nutzerschnittstellen erforderlich.

Literatur

/1/ Jalote, P.: Functional Refinement and Nested Objects for Object-Oriented Design. IEEE Trans. on Software Engineering, Vol 15. No. 3, March 1989

/2/ Marty, R.: Von der Subroutinetechnik zu Klassenhierarchien – Eine schrittweise Hinführung zu objektorientierter Programmierung. Mitteilung Nr. 88.04 aus dem Inst. für Informatik der Universität Zürich, Mai 1988

aspekte-vorschau 4/90

Moderne Softwaretechnologie-Konzepte

In edv-aspekte 4/90 stellen wir Softwaretechnologie-Konzepte und Implementierungen vor. So erscheinen Beiträge zu Themen wie

- Ansätze für den objektorientierten Entwurf von Betriebssystemen
- Objektorientierte Programmierung mit TurboPASCAL 5.5
- Softwaretechnik mit Modula-2
- DCP-SOFT – zukunftsorientierte Benutzeroberfläche
- Prinzipien und Wirkungsweise des Expertensystems SOT und erste Anwendungserfahrungen
- Auf dem Weg zur automatischen Softwareproduktion
- Wissensbasierte Informationsverarbeitung und Softwaretechnologie
- Beitrag der Logischen Programmierung zur Softwaretechnologie
- Ein Expertensystem zur wissensbasierten Programmkonstruktion
- Programmierung verlässlicher Systeme
- Aspekte des Software-Testens

Bieten zum Verkauf zum Zeitwert:
Kassettenmagnetbandeinheiten
K-5221.12 inklusive Anschlußsteuerungen
Kombinat GH WtB Erfurt
Bereich Wiss. und Technik
Thälmannstr. 58
PSF 715
Erfurt, 5024

Menschliche Faktoren bei der Validierung von Expertensystemen

Prof. Dr. Jaak Tepandi
Technische Universität Tallinn (UdSSR)

Expertensysteme können kosteneffektiv sein für schlecht strukturierte, nicht formalisierte und sich entwickelnde Aufgaben, die beurteilende und analytische Fähigkeiten erfordern. Die Entwicklung und Auslieferung solcher Systeme setzen eine regelmäßige und intensive Wechselwirkung zwischen den Nutzern und dem Entwicklerteam voraus. Deshalb ist die Rolle des menschlichen Faktors bei der Entwicklung von Expertensystemen sehr bedeutsam. Wir machen generelle Bemerkungen über menschliche Faktoren bei der Entwicklung von Expertensystemen, charakterisieren die Interessen der Expertensystemnutzer, geben einen Überblick über die Validierung von Expertensystemen, untersuchen die Aufgaben der wichtigsten Rollen bei der Validierung von Expertensystemen und studieren die optimale Struktur der menschlichen Begriffe für Wissensbasen von Expertensystemen.

Menschliche Faktoren bei Expertensystemen: Allgemeine Bemerkungen

Expertensysteme (ES) und ihre Entwicklungsprozesse können von verschiedenen Standpunkten aus betrachtet werden. Dies können sein die Standpunkte der Nutzer, der Wissensingenieure, der Vertreter der Künstlichen Intelligenz und der Offiziellen der Abteilungen für Leitungs- und Informationssysteme (MIS). Auf die Fragen nach der Rolle der menschlichen Faktoren bei der ES-Entwicklung würden sie alle unterschiedliche Antworten geben. Wir wollen uns hier konzentrieren auf die Sichten der beiden ersten Gruppen.

Zuerst wollen wir uns fragen, was ein Nutzer von einem ES im Vergleich mit traditioneller Software, d. h. Datenbanksystemen, Abrechnungssoftware, Berechnungsprogrammen usw. erhält. Ein ES muß für bedeutsame Probleme Lösungen liefern auf dem Niveau eines Experten, was jedoch noch nicht ausreicht. Einem Experten gleich muß es in der Lage sein, seine Beweisführung zu erklären und seine Schlußfolgerungen zu rechtfertigen. Weiterhin sollten die Probleme, die durch ein ES gelöst werden, heuristisches Wissen erfordern und

das System sollte in der Lage sein, verschiedene Typen von Wissen darzustellen, zu manipulieren und zu aktualisieren, d. h. konzeptuelles, strukturelles, prozedurales und Tatsachenwissen. Im Gegensatz dazu erlauben Datenbasissysteme eine leichte Manipulation von Faktenwissen. Aber die Aktualisierung von konzeptuellem und strukturellem Wissen, das in ein Datenbasisschema eingebettet ist, erfordert die Restrukturierung der Datenbasis. Dies ist sehr teuer und wird deshalb sehr selten ausgeführt. Die in einer höheren Programmiersprache geschriebenen Anwendungsprogramme machen meist von prozeduralem Wissen Gebrauch usw. Daher ist eines der bedeutendsten Merkmale von Expertensystemen ihre Fähigkeit, mehr Typen von Wissen zu nutzen, als dies in konventionellen Programmen geschieht.

Dies führt uns zu der Frage, ob diese Wissenstypen alle Arten des menschlichen Denkens ausschöpfen, d. h. ob diese Systeme menschliches Denken darstellen. Es hat bereits verschiedene Antworten auf diese Frage gegeben. Mittlerweile aber ist es klar, daß ES nicht so schließen wie es Menschen tun. Mehr noch, es gibt Eigenschaften des menschlichen Gehirns, z. B. die schöpferische Einbildungskraft und die unmittelbare Erkenntnis, die bis heute noch nicht erforscht sind. Natürlich, in Expertensystemen sind sie nicht implementiert. Aus diesem Grunde gab es Diskussionen über die Krise dieser Systeme. Wir teilen die pragmatische Sicht auf diese Entwicklung, konzentrieren uns auf die Ergebnisse der Anwendungen und nicht auf Ähnlichkeiten der ES mit dem Menschen. Von diesem Standpunkt aus kann folgender Vergleich gemacht werden. Autos haben keine Beine wie die Menschen und doch ist dies kein Grund, über die Krise in der Autoindustrie zu sprechen, obgleich es Krisen aus anderen Gründen geben kann. Solange die Expertensysteme bedeutsame Aufgaben effizient lösen, hat es daher keinen Sinn, über ihre Krisen zu sprechen.

Schließlich betrachten wir folgende Frage, die bedeutsam ist vom Stand-

punkt der menschlichen Faktoren: Sind Expertensysteme autonom oder am Menschen orientiert? Traditionell sieht man ES als hochgradig interaktiv an. Diese Sicht wird gestützt durch die Forderung nach der Transparenz dieser Systeme (d. h. sie müssen fähig sein, ihre Beweisführung zu erklären). Jedoch, dabei müssen wir die Unterschiede zwischen ES-Shell und den Expertensystemen selbst im Auge behalten, ebenso wie den entsprechenden Unterschied zwischen der Entwicklung der Systeme und ihrer routinemäßigen Nutzung. Die Shells waren soweit in der Tat hochgradig interaktiv. Diese Situation kann sich ändern mit zunehmender Reife der Werkzeuge zur automatisierten Wissenserfassung, aber es ist nicht wahrscheinlich, daß dies in naher Zukunft geschieht. Außerdem scheint der Prozeß der Validierung der Expertensysteme die Einbeziehung des Menschen zu erfordern, um die Ziele und die Kriterien für diese Validierung anzugeben als auch für die Bewertung der Resultate. Diese Situation wird sich nicht ändern solange ES durch und für den Menschen geschaffen werden. Andererseits kann ein Expertensystem auch für eine gewisse Zeit ohne menschliche Einwirkung funktionieren, so z. B. in einem autonomen mobilen Roboter. So darf gesagt werden, daß während im allgemeinen ES einen höheren Grad an Mensch-Computer-Interaktion erfordern als traditionelle Software, so existieren doch beide Extreme: eingebettete Expertensysteme, die autonom arbeiten können, als auch hochgradig interaktive medizinische und juristische Expertensysteme. Natürlich, die Modifikation eines autonomen ES ist wieder eine Aufgabe eines Menschen als Spezialisten.

Woran sind die Nutzer von Expertensystemen tatsächlich interessiert?

Während der zweiten Sitzung der Gesellschaft zur Leitung der Ressourcen und Technologien der Künstlichen Intelligenz auf dem Gebiete des Finanzwesens in New York wurden die Ergebnisse einer Umfrage über die bedeutendsten Themen der Künstlichen Intel-

lizenzen angekündigt /11/. Diese Resultate zeigen die folgenden zehn Problemfelder auf, die von größtem Interesse für die Endnutzer von Expertensystemen sind.

Von äußerstem Interesse ist die Verbindung von Expertensystemen mit der jeweils existierenden Informationsverarbeitungsumgebung. Von großem Interesse sind auch die Werkzeuge. Zur Zeit sind Dutzende von Shells auf dem Markt verfügbar. Die Endnutzer haben weder die Zeit noch den Hintergrund, um die auszuwählen, die für ihre Anwendung am besten geeignet sind.

Das dritthäufigst erwähnte Problem ist die richtige Einschätzung von strategischen Anwendungen der Künstlichen Intelligenz bzw. Expertensystemen. In der Tat, wenn eine Aufgabe mittels konventioneller Software gelöst werden kann, dann ist eine Lösung mit Hilfe von ES teurer. Daher ist es bedeutsam, solche profitablen Anwendungen zu finden, die ES-Methoden erfordern.

Die Rechtfertigung der Kosten für die Einführung eines ES war das nächste bedeutende Problem. Ihrer Natur nach sind die Aufgaben, die durch Expertensysteme gelöst werden, kompliziert und Leistungsmessungsverfahren für ES wurden noch nicht eingerichtet /12/. Daher teilen die Unternehmen ihre Erfahrungen auf dem von vielen Konkurrenten umworbenen Gebiete der Anwendung von ES nicht gern mit. Die folgenden Themen sind in der Liste der Nutzerinteressen ebenfalls sehr weit vorn einzuordnen:

- der Prozeß der Einführung eines Expertensystems in eine Organisation
- der Einsatz von ES, um existierende Anwendungen der Informationsverarbeitung zu verbessern
- die Nutzung verteilter Expertensysteme
- der Gebrauch von solchen Systemen in Verbindung mit vorhandenen Finanzsystemen
- rechnergestützte Softwaretechnologie und
- die Beziehung zwischen Künstlicher Intelligenz und der Organisation von Leitungs- und Informationssystemen (MIS).

Schließlich scheint die Entwicklung von Expertensystemen vorrangig in der Verantwortung von technisch hoch qualifizierten Mitarbeitern zu liegen, denen oft die Orientierung auf die Endnutzer und die Geschäftserfahrung fehlen. Diese Situation ähnelt der Situation auf dem Gebiet der konventionellen Programmierung in der jüngsten Vergangenheit und der Gegenwart. Veränderungen können erst in nächster Zukunft erwartet werden.

Die wichtigsten Rollen bei der ES-Validierung

Das Ziel der Validierung besteht in der Prüfung, ob das System den anfänglichen Zielvorstellungen entspricht (haben wir ein wahrheitsgetreues System erstellt?). Diesem steht ein Bestätigungsnachweis (Verifikation) gegenüber, der beweist, daß die Anforderungen einer vorausgehenden Entwicklungsphase exakt in Methoden und/oder Programme der nächsten Phase übersetzt wurden. Zum Beispiel kann man nachweisen, daß die Systemgestaltung ihrer Spezifikation entspricht. Der Prozeß der Verifikation kann ebenfalls den Beweis enthalten, daß die Wissensbasis einige formale Kriterien einer guten Gestaltung erfüllt, solche wie die Konsistenz oder die Vollständigkeit /3, 4, 5, 6, 13/. Der Validierungsprozeß schließt ein die Planung, Testung, Sammlung von Testergebnissen und die Bewertung. Während der Planungsphase müssen folgende Probleme gelöst werden: Wie ist das Expertenniveau zu spezifizieren? Was und wann ist zu validieren? Wer nimmt die Validierung vor? Welche Art der Testung wird die günstigste sein? Wie erfolgt die Pflege der Testdaten und die Sammlung der Resultate? Wie hoch sind die akzeptablen Validierungskosten? Die Testphase enthält Entscheidungen über die Anzahl von Testkriterien, Verfahren und Personen, die verantwortlich sind für eine sorgfältige Ausarbeitung richtiger Antworten für die einzelnen Testfälle und für Methoden, die systematische Abweichungen der Daten von Experten vermeiden und sich mit kontroversen Entscheidungen mehrerer Experten befassen.

Die Testresultate müssen in den letzten beiden Phasen der Validierung gesammelt und analysiert werden.

Es gibt verschiedene Gruppen von Methoden, die für die Validierung von ES genutzt werden können:

- manuelle Methoden für eine frühzeitige Fehlererkennung in der Wissensbasis. Einige Beispiele sind: Codeuntersuchung, manuelle Ablaufverfolgung (Szenarien) der ES/Nutzer-Wechselwirkungen;

- Expertenmethoden, welche die vom ES vorgeschlagenen Lösungen untersuchen. Einige Beispiele: Diskussion der Testlösungen mit den Experten und den Nutzern, eine „Gentlemen-Sammlung“ von Testen auf dem ES-Gebiet, Vergleich von ES-Resultaten mit den Lösungen von Experten, Turing Tests, Empfindlichkeitsanalysen, visuelle Analysen der Wechselwirkungen zwischen ES/Nutzer usw.;

- die *white-box*-Methoden für die Auswahl von Tests, die auf dem Inhalt der Wissensbasis basieren, z. B. Regeln, Objekte usw.;

- die *black-box*-Methoden für die Testgeneration, die auf der Problembeschreibung und nicht auf dem Programmtext basieren;

- verschiedene Testaktivitäten, wie Zufallstest, Teilsystemtests, Integrationstests, Feldversuche;

- statistische Methoden zur Analyse der Validierungsergebnisse, der Voraussage der Fehlerrate des ES und der Bewertung des Systems.

In /1/ werden folgende Schlüsselrollen der ES-Entwicklung betrachtet: der Champion, der Sponsor, der Programmverwalter, das technische Team, die Experten und die Nutzer. Das technische Team setzt sich zusammen vor allem aus dem Wissensingenieur(en) und dem Systemingenieur(en). Die meisten dieser Rollen beruhen auf dem Vertrauen in das System und seine Möglichkeiten und deshalb auf konstruktivem, synthetischem und optimistischem Gedankengut (Meinungen). Um ein System erfolgreich zu validieren und seinen Erfolg in die reale Umgebung zu übertragen, ist es nützlich, einen Menschen des Typs „ungläubiger Thomas“ zu haben, der

destruktiv und von analysierender Einstellung gegenüber ES ist. Diese Attribute dürfen auch für Systementwickler charakteristisch sein, aber auch für eine *dritte Gruppe* - Person/Organisation, welche die Validierung ausführen. Zum Beispiel berichteten Barker und O'Connor /1/, daß die Subgruppe zur funktionalen Qualitätssicherung der Mitglieder der Entwicklungsgruppe des Rechner-Konfigurations-Systems der Firma DEC umfaßt.

Im folgenden werden wir die Aufgaben und die Verantwortlichkeiten der oben erwähnten Rollen bei der ES-Validierung untersuchen. Wir versuchen also vorherzusagen, wer von den Hauptpersonen die nötige Geisteshaltung für die Validierung haben kann.

Der Champion ist begeistert vom System und dessen Zukunft. Obwohl er (sie) die Bedeutung der Validierung erkennen kann, ist es wahrscheinlich, daß er (sie) dafür sorgen wird, die Stärken des Systems hervorzuheben und die Schwachstellen zu ignorieren. Die Rolle des Champion bei der Validierung besteht darin, die Bedeutung der Validierung zu erkennen, bei der Planung des Validierungsprozesses zu helfen und nicht unbedingt die Implementierung einer fehlerhaften Systemversion zu verlangen. Der Champion, wie auch alle anderen Mitglieder des Entwicklungsteams müssen die iterative und sich verändernde Art des ES-Lebenszyklus kennen. Dies schließt auch das Verständnis dafür ein, daß eine unzureichende Qualität der ersten Version eines ES nicht einen Projektfehler anzeigt, sondern ein normales Phänomen einer Entwicklung ist, die auf Prototyping basiert.

Der Sponsor ist an einer realen Problemlösung interessiert. Er (sie) hat keine Zeit an der Entwicklung teilzunehmen, sollte jedoch verlangen, daß die Validierungsaktivitäten richtig ausgeführt werden.

Der Programmverwalter ist für die Planung und Beaufsichtigung des Validierungsprozesses verantwortlich und für die Schnittstellen zwischen den Mitgliedern des Entwicklerteams. Er (sie) ist für die Validierung als Ganzes verantwortlich, aber führt sie nicht aus.

Die übrigen nehmen aktiv teil an allen Phasen des Validierungsprozesses. Wir wollen nur einige spezifische Funktionen erwähnen. Der Wissensingenieur ist für die Verifikation (Bestätigung) der Wissensbasis verantwortlich und die *White-box*-Testauswahl. Er (sie) nutzt unterschiedliche Interviewtechniken, um eine „Gentlemen-collection“ von Tests für dieses Gebiet zu erstellen. Der Ingenieur, der das Softwaresystem integriert, führt Teilsystemtests durch und organisiert die Integration und die Feldtests. Die Experten stellen Tests auf der Grundlage von Problemlösungen bereit und bewerten die Beweisführung, die Schlußfolgerungen und die Erklärungsfähigkeit des ES.

Die Nutzer schließlich müssen die Funktionalität (Funktionsfähigkeit), die Qualität und die Nutzerfreundlichkeit des Systems bewerten. Es ist ebenfalls bedeutend, daß sie die Veränderungen in der Organisation und in ihrer Arbeit vorhersehen, die durch die Einbeziehung des Systems erfolgen, so daß die potentiellen Effekte des Projektes auch bewertet werden können.

Die optimale Struktur von Begriffen in der Wissensbasis von Expertensystemen

Wie Hayes-Roth /2/ aufzeigte, sind ein eleganter Entwurf der Wissensbasis, die Modularität und die Schnittstellengestaltung wesentliche Faktoren, die die Qualität des wissensbasierten Systems beeinflussen. Sie begünstigen einen inkrementellen Zuwachs des Wissens, eine Lokalisation der wesentlichsten Angelegenheiten und eine effektive Wechselwirkung mit dem System, ebenso zwischen den Teilsystemen. Es gibt viele Wege, diese Ziele zu erreichen. Wir haben einen von ihnen in /12/ untersucht, indem wir ein Experiment betrafte die optimalen Strukturierung von Begriffen der Wissensbasis von ES durchführten. Wir werden nun kurz die Motivation, das zugrunde gelegte Modell, die Methode und die Ergebnisse beschreiben.

Die Motivation für das Experiment war der Glaube, daß die Struktur der

menschlichen Begriffe, das Ergebnis einer tausendjährigen Entwicklung,

1. optimal ist für das Verstehen der Welt, der Wechselwirkung mit ihr und ihrer Veränderung und

2. optimal ist für die Mensch-Computer Schnittstelle. Das Verständnis der charakteristischen Merkmale dieser Struktur könnte daher vorteilhaft sein für die Gestaltung eines jeden Computersystems. Im Einzelnen wurde von der Studie erwartet, daß sie nützlich ist für Expertensysteme und für die objektorientierte Programmierung.

Das Modell, das unserer Studie zugrunde gelegt wurde, besteht darin, daß die Begriffe Slots haben, die die Beziehungen zu anderen Begriffen spezifizieren (z. B. /7, 12/). In einer anderen Terminologie können die Begriffe Frames oder Objektklassen sein, die Slots dann Rollen oder Attribute.

Unsere Methode basierte auf der Annahme, daß die erklärenden Wörterbücher dem menschlichen Nutzer gut verständliche und komfortable Definitionen geben. So nutzten wir /8/ und /10/ als unsere Quellen für Begriffsdefinitionen. Zwanzig Begriffe wurden willkürlich aus beiden Wörterbüchern ausgewählt. Für jeden Begriff untersuchten wir seinen „ist-ein“-Begriff (wenn einer vorhanden war), ebenso andere in Beziehung stehende Begriffe. Für all diese Begriffe wurden die Frames erstellt, die als Basis für die Untersuchungen der Beziehungen zwischen den Begriffen dienten.

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, daß neue Begriffe am häufigsten gebildet werden durch die Hinzufügung eines neuen Slots mit einem neuen Wert zum „ist-ein“-Begriff gebildet werden. Weniger häufig wird ein freier Slot eines „ist-ein“-Begriffes gefüllt. Der Austausch eines Wertes, Heuristiken (um z. B. *Teile übereinstimmend zu machen*) und Definitionen ohne eine „ist-ein“-Begriff wurden selten genutzt. In den meisten Definitionen spielen die Beispiele eine bedeutende Rolle, da sie neue Begriffe veranschaulichen oder (nicht so oft) die Festlegung eines neuen Wertes oder eines Grundbegriffes. Diese Studie zeigte auch, daß die „ist-

ein"-Hierarchien nicht ausreichen, um die menschliche Begriffsstruktur darzustellen. Für diesen Zweck scheinen „ist-ein“-Graphen besser geeignet zu sein. Die Häufigkeit der Nutzung verschiedener Begriffsbildungsmethoden war in beiden Sprachen sehr ähnlich, was somit erlaubt, den allgemeingültigen Charakter von diesen Begriffsbildungsmechanismen für diese Sprachen vorzuschlagen.

Literatur:
 /1/ Barker, V. E. and D. E. O'Connor: Expert Systems for Configuration at Digital: XCON and Beyond. CACM, 32, No. 3, (1989)
 /2/ Hayes-Roth, F.: Towards Benchmarks for Knowledge Systems and Their Implications for Data Engineering. Knowledge and Data Engineering, 1, No. 1, (1989)
 /3/ Gaschnig, J., P. Klahr, H. Pople, E. Shortliffe, and A. Terry: Evaluation of Expert Systems: Issues and Case Studies. In F. Hayes-Roth, D. A. Waterman, and D. B. Lenat (Eds.), Building Expert Systems. Addison-Wesley, Reading, MA, (1983)
 /4/ EWICS TC7: Techniques for Verification and Validation of Safety-Related Software. Computers & Standards, 4, Nr. 2, (1986)
 /5/ Green, C. J. R., and M. M. Keyes: Verification and Validation of Expert Systems. In Proc. Western Conf. on Expert Systems. IEEE Computer Society Press, (1987)
 /6/ O'Keefe, R. M., O. Balzi, and E. P. Smith: Validating Expert System Performance. IEEE Expert, 2, No. 4, (1987)
 /7/ Lenat, D. B.: Theory Formation by Heuristic Search. Artificial Intelligence, 21, (1983)
 /8/ Oxford: Oxford Advanced Learner's Dictionary of Current English, Oxford University Press, (1980)
 /9/ Roussopoulos, N.: CSDL: A Conceptual Schema Definition Language for the Design of Data Base Applications. IEEE Transactions on Software Engineering, SE-5, No. 5, (1979)
 /10/ Russian: Russian Dictionary. In 4 Bänden A. P. Jevgenyeva (Hg.). State Publishing House of Foreign and National Languages Dictionaries, Moscow, 1957-1961, Bd. 1, 2, 3, 4, (1957)
 /11/ Szuprowicz, B. O.: What Are AI Users Really Interested In? Irish Computer, March 1988, (1988)
 /12/ Tempand, J.: Concept Definition for an Information System End-User. Proc. Tallinn Technical University, 645, 3-16 (in Russisch), (1987)
 /13/ Tepand, J.: The Generation of Test Date for Rule-Based Expert systems. In Proc. 10th Int. Symp. Algorithms '89, April 17-21, 1989, Vysoke Tatry. Bratislava, (1989)

Stellenangebot

Stelle: Abteilungsleiter „Geometrische Modelle“ im Bereich Produktdaten

zu besetzen ab: 1. 9. 1990
(spätestens 1. 1. 1991)

Aufgaben: Führung einer Abteilung mit den inhaltlichen Schwerpunkten
 – Geometriespeicher, Geometriedatenbanken
 – geometrische Algorithmen
 – geometrisch technische Modelle
 – Schnittstellen
 und ausgewählte persönliche Forschungsarbeit

Voraussetzungen: Mehrjährige Forschungsarbeit auf dem Gebiet der Computergeometrie, Kenntnisse der Datenverwaltungs- oder Datenbanktechnik, Erfahrung mit modernen Rechnern und Programmierumgebungen, Erfahrungen bei der Anleitung von Studenten oder Mitarbeitern; Promotion B ist willkommen, Promotion A ist Bedingung.

Gehalt: ist entsprechend den zu erwartenden Neuregelungen festzulegen

Wohnung: Das Institut bzw. die Akademie kann keine Unterstützung bei der ggf. erforderlichen Wohnraumbeschaffung geben.

Interessenten richten ihre Bewerbung bis spätestens 15. 11. 1990 mit Angabe der bisherigen Tätigkeiten und Veröffentlichungen an den Bereichsleiter, **Herrn Prof. Dr. D. Richter**, der bei Bedarf auch für weitere Informationen zur Verfügung steht.
AdW der DDR, Institut für Informatik und Rechentechnik
 Rudower Chaussee 5, Berlin, 1199
 Tel.: 67 40

Lohnprojekt gesucht!

Mittelgroßer Chemiebetrieb sucht Lohnprojekt, welches auf SKR-Anlage (CM 1420) gerechnet werden kann. Die Datenerfassung sollte dezentral erfolgen (aber nicht Bedingung).

Telefon. oder schriftl. Nachnutzungsangebote an:

Fotochemische Werke Berlin
 Abt. ORZ
 Friedrichshagener Str. 9
 Berlin
 1170
 Tel. 6 57 82 15/6 57 82 14

Bieten zum Tausch

P 8000 – Grundgerät
 mit 50 MByte Festplatte
 3 Terminals, 1 Drucker K 6313

gegen
2 AC 7150 mit Drucker und Festplatte
 mit Wertausgleich.

Chemieausrüstungen
 Hugo-Launicke-Str. 17
 Magdeburg
 3035

Infolge Typenbereinigung

bieten wir einen **AC 7100 (Zeitwert)**
 zum Tausch gegen
PC 1715 oder AC 7150

Kabelwerk Lausitz

im Kombinat KWO Berlin
 „Wilhelm Pieck“
 Abt. LO
 Straße der Republik 97
 Niederoderwitz
 8808
 Tel.: Niederoderwitz 74 42,
 App. 73/60

SOFTWARE/HARDWARE

Sie haben Probleme? Wir haben die Lösungen!

Wir sind seit 5 Jahren ein Unternehmen mit folgenden Spezialgebieten:

- Mikroprozessorgesteuerte Meßtechnik
- Auswertung und Weiterverarbeitung in der elektronischen Wägetechnik
- Programmierung von SPS-Anlagen (z. B. Siemens S 5)
- Software für PC
- Schnittstellenkonvertierung auf Mikroprozessorbasis

Unsere Vertretung in der DDR:
Ingenieurbüro R. Gehre
 Lessingstr. 8
 PF 6-16
 Sömmerda, 5230

Verkaufen

- 1 Plotter K 6418
- 1 Grafisches Tablett VG 2
- 2 Rastersichtgeräte K 8917 mit Tastatur
- 1 Digitalisiergerät HDG K 6401
- 1 Seriendrucker daro 1156

Verkehrs- und Tiefbaukombinat

Frankfurt/Oder
 BT Komplexe Vorbereitung
 Bötzeestraße 1-19
Eggersdorf, 1275
 (Tel.: Strausberg 42 42 19)

Wir bieten zum Zeitwert

- 1 ABM CM 5001
- 1 Kabel KO 561.42
- Anschlußsteuerung für MB – Gerät für K 1630
- 1 SD 1152
- 1 SD 1157
- Lochbandrollen 25,4 mm, farbig

Seefahrtsamt der DDR

Abt. Informationsverarbeitung
 Patriotischer Weg 120
 Rostock
 2500

Ihr Partner in Sachen Computerliteratur bietet an!

Franke: Einführung in die Mikrorechentechnik

Verlag Technik Berlin, Broschur 135 S., 14,- DM
 Das Einsteigerhandbuch für Computerneulinge, bestens als Begleitmaterial für Anfängerschulungen geeignet

Gutser: Das kann der Mikrocomputer

Urania-Verlag Leipzig Jena Berlin, Broschur 125 S., 7,50 DM

Das kleine Einsteigerbuch für Autodidakten

Textverarbeitung mit Personalcomputern

Verlag Die Wirtschaft Berlin GmbH, Broschur 175 S., 11,- DM

Textverarbeitung mit TP – übersichtlich und leicht verständlich. Dazu natürlich Kombo-Druck für die individuelle Gestaltung von Serienbriefen, d. h. professionelle Textgestaltung auch für Neulinge am Computer

Heblik: Wissenspeicher BASIC

Verlag Volk und Wissen Berlin, Broschur 305 S., 13,70 DM

BASIC kompakt für Einsteiger und Fortgeschrittene. Ein MÜB für ernsthafte BASIC-Programmierung. Statten Sie auch Ihre Computerkabinette mit Klassensätzen aus

Personalcomputer EC 1834

Verlag Die Wirtschaft Berlin GmbH, Broschur 350 S., 22,- DM

Das komplette Handbuch für den XT-kompatiblen von Robotron. Enthält neben der Hardwarebeschreibung und Hinweisen zu den verfügbaren Softwaretools und Programmiersprachen das große Kapitel über DCP. Das Handbuch sollte daher stets griffbereit am Rechner liegen

Grafik: dBASEIII

Verlag Technik Berlin, Broschur 240 S., 24,- DM
 Interaktives Arbeiten und professionelles Programmieren in dBASEIII, Konvertierung von dBASEII-Programmen, Compilieren von dBASEIII-Programmen. Mit einem Anhang dBASEIII Plus

Polze: UNIX – Werkzeuge zur Programmierentwicklung

Verlag Technik Berlin, Broschur 240 S., 24,- DM

Aus dem Inhalt: Dateiverwaltungssystem, Kommandointerpreter Bourne-Shell und C-Shell, technologisches Werkzeug make, Die Programmgeneratoren yacc und lex

Schiemangk: MODULA-2

Verlag Technik Berlin, Broschur 240 S., 24,- DM
 Sprachumfang und Möglichkeiten von MODULA-2 werden übersichtlich anhand zahlreicher Beispiele dargestellt

Goldammer: PASCAL für die Anwendung in der Wirtschaft

Verlag Die Wirtschaft Berlin GmbH, Broschur 190 S., 15,- DM

Komplett Darstellung der Sprache PASCAL anhand von Beispielen aus der Ökonomie

Stamer: FORTRAN

Verlag Die Wirtschaft Berlin GmbH, Broschur 256 S., 16,- DM

Vorgestellt wird die Sprache FORTRAN in ihrer standardisierten Form FORTRAN-77

Jorke, Lampe, Wengel: Arithmetische Algorithmen der Mikrorechentechnik

Verlag Technik Berlin, Leinen 325 S., 33,50 DM

Aus dem Inhalt: Assemblerprogrammierung von Z 8, Z 80, Z 8000,, 8086, 8087; Konvertierungsverfahren für Zahlenformate, Formelübersetzung mit rekursiven Programmieretechniken

Kersten: Atari ST Assemblerprogrammierung

Verlag Dr. A. Hüthig Heidelberg, Broschur 270 S., 48,- DM

Assembler für den Motorola 68000, Betriebssystem TOS

Lieferbedingungen:

- Mindestbestellwert 50
- Auslieferung per Nachnahme in der Reihenfolge des Bestelleinganges solange der Vorrat reicht
- für Betriebe Rechnungslegung ab 200 DM

Volksbuchhandlung Buch und Kunst Großenhain

Frauenmarkt 29, Großenhain, 8280

Tel.: 26 67

Die Fachzeitschriften
von Anwendern für Anwender



**Wir
sind für Sie da!**