

# **Entwicklung komplexer Systeme im Spannungsfeld von Organisation, Arbeit und Informationstechnik**

Helge Kahler, Michael Paetau, Markus Rohde, Volker Wulf

## **Einleitung**

Die Diskussion des Arbeitskreises *Ökologie & Informatik* im FIFF um eine *Ökologische Orientierung der Informatik* hat insbesondere die vielfältigen Beziehungen von Lebewesen zu ihrer Umwelt und die Wechselwirkungen geistiger, kommunikativer und sozialer Prozesse zum Gegenstand. Unter Bezugnahme auf Ansätze der Selbstorganisations- und Systemtheorie werden das Eingebundensein der Informatik in den menschlichen Handlungskontext (also in einen lebendigen Zusammenhang) und daraus resultierende Gestaltungsprobleme informationstechnischer Systeme als ökologische Problemstellung thematisiert (vgl. Floyd, in diesem Heft). Insbesondere im Hinblick auf die angesprochenen Gestaltungsprobleme wird sowohl eine ganzheitliche Perspektive gefordert, welche Technikentwicklung mit mikro- (individuelle Handlungen), meso- (Kommunikations- und Kooperationsbeziehungen) und makrosozialen Fragestellungen (Strukturen der Informationsgesellschaft) verknüpft, als auch darauf hingewiesen, daß die erfolgreiche Einnahme einer solchen Perspektive und damit eine vernunftgeleitete, angemessene Gestaltung aufgrund der Komplexität und Dynamik der betreffenden Prozesse zunehmend unwahrscheinlicher wird (vgl. Paetau, in diesem Heft).

Im folgenden werden wir die Themenschwerpunkte eines Forschungsvorhabens darstellen, welches sich vor dem Hintergrund der angesprochenen Problemstellungen mit der Analyse und Gestaltung von Organisation, Arbeit und Technik in einer zunehmend komplexer werdenden Umwelt beschäftigt. Ausgehend von einer multidisziplinären, aber trotzdem oder vielleicht gerade deswegen einheitlichen Fragestellung sollen an einem konkreten Beispiel die Wechselwirkungen organisatorischer, sozialer und technischer Prozesse, sowie die sich hieraus ergebenden Fragen nach Differenzierung und Integration diskutiert werden.

Arbeitsorganisation und -prozesse werden zunehmend von Informations- und Kommunikationstechniken bestimmt. Insbesondere bei neuen Organisationskonzepten, die mittels veränderter Formen der Arbeitsteilung flexiblere Reaktionen auf Umweltveränderungen ermöglichen, spielt die technische Unterstützung von Kooperation eine entscheidende Rolle. Hier soll das von uns geplante Projekt ansetzen.

## 1. Problemaufriß

Informatik als Gestaltungswissenschaft muß sich in ihren Forschungs- und Entwicklungsarbeiten auf Felder beziehen, die vielen InformatikerInnen zunächst fremd sind. Terry Winograd und Fernando Flores haben in ihrem bekannt gewordenen Buch »Understanding Computers and Cognition« aus dem Jahre 1986 Systemdesign als »Zusammenspiel von Verstehen und Herstellen« bezeichnet. Verstehen beschränkt sich dabei nicht nur auf die geplanten Veränderungen in den unmittelbar mit bestimmten technischen Projekten angepeilten Anwendungsfelder, sondern schließt auch die umfassende Reflexion möglicher Folgewirkungen in Natur und Gesellschaft ein. Damit steht die Informatik wie jede Einzeldisziplin vor einem Komplexitätsproblem. Dieses Problem ist prinzipiell nicht lösbar, auch nicht durch die vielbeschworene Multidisziplinarität in Forschung und Entwicklung. Allerdings können durch enge Tuchfühlung mit den verschiedenen Fachdisziplinen, wie Soziologie, Psychologie, Ökonomie, Medizin u.a.m. praktikierbare Wege eröffnet werden, um mit diesem Problem besser umgehen zu können.

Frühzeitige konsequente Multidisziplinarität ist ein oft erhobener aber - wie aus nunmehr fast zwanzigjähriger Erfahrungen mit Technikfolgen-Abschätzungs-Projekten bekannt ist - schwer zu realisierender Anspruch. Im folgenden wollen wir über ein Forschungsvorhaben berichten, in dem wir diesen Anspruch in einer neuen Weise umzusetzen versuchen. Bei diesem Projekt werden verschiedene Disziplinen nicht nur organisatorisch zusammengeführt und mit unterschiedlichen wissenschaftsspezifischen Fragestellungen ein bestimmter technischer Entwicklungsprozeß beobachtet, sondern es wird eine *einheitliche Fragestellung* entworfen, die aus ingenieur- sowie aus arbeits- und organisationswissenschaftlicher Sicht zusammengesetzt und konkretisiert wurde. Die generelle Fragestellung ist die nach der *Wechselbeziehung von Differenzierungen und dynamischen Verläufen in technischen, psychischen und sozialen Systemen und ihrer Integration in einem organisatorischen Zusammenhang*. Dieses Wechselspiel wird an einem einheitlichen Beispiel untersucht: an der Frage nach selbstselektiven Strukturbildungen im Rahmen neuer Organisationskonzepte, wie sie mit den Schlagwörtern »Fraktale Fabrik«, »Lernende Organisation«, »Total Quality Management«, »Lean-Production« u.a.m. benannt sind, und die zum größten Teil wissenschaftlich am Prinzip der »Selbstorganisation« orientiert sind. Das für die Informatik zentrale Problem dabei ist die Frage, inwieweit informationstechnisch gestützte Kommunikations- und Kooperationssysteme einer selbstselektiven Strukturbildung in Organisationen folgen bzw. diese unterstützen können. Unsere These ist, daß die der Wirtschaft zum Einsatz angebotenen technischen Systeme zum Teil auf Leitbildern und Modellvorstellungen basieren, die in einem hohen Grade einseitig ingenieurwissenschaftlich geprägt sind, dem komplexen Geflecht von sozialen, technischen und ökonomischen Wechselbeziehungen in Organisationen aber nicht genügend gerecht werden. Gerade in der gegenwärtigen Phase des Strukturwandels, die durch den

Übergang von einer technikzentrierten zu einer sozialzentrierten Innovation gekennzeichnet wird, muß diese Einseitigkeit Zweifel an der Adäquatheit der Unterstützungsfunktion der angebotenen Systeme für den erforderlichen Umstrukturierungsprozeß in den Unternehmen wecken. Informationstechnische Systeme können nur durch einen Bruch der Informatik mit ihrer traditionellen Modellierungs- und Spezifikationspraxis in die Lage versetzt werden, der Differenziertheit, Dynamik und Komplexität sozialer Prozesse in Organisation zu folgen bzw. diese zu unterstützen.

## 2. Eine Herausforderung für die Informatik

Für die Ingenieurwissenschaften im allgemeinen und die Informatik im besonderen stellen die neuen Leitbilder für Organisationen eine nicht zu unterschätzende Herausforderung dar, die wohl nicht ohne eine Veränderung des wissenschaftlichen Selbstverständnisses ablaufen wird. Der nun eingeforderte Beitrag der Informatik bezieht sich ja nicht mehr primär darauf, neue weiterreichende und ausdifferenziertere Technisierungsformen von Arbeitsprozessen zu entwickeln, sondern es geht um die Unterstützung der Fähigkeit, mit geringem Aufwand und ohne größere Verschwendung von personellen und technischen Kapazitäten sozio-organisatorische Anpassungen an sich rasch verändernde Leistungserstellungsbedingungen (ökonomischer, ökologischer und sozialer Art) durchführen zu können. Starre und zentral gesteuerte Systeme, die der Maschinenmetapher folgten, wie z. B. PPS oder auch zentralistisch aufgebaute CSCW-Systeme (z. B. Work-Flow-Systeme) sind deshalb in die Kritik geraten. Neue Ansätze, die das Ziel haben, sozio-organisatorische Dynamik zu fördern, sind in der Diskussion (z. B. »Tailorability«, »kooperative Konfigurativität«, »Adaptierbarkeit« im Zusammenhang mit flexibler Nutzung von Software). Aber deren Umsetzung trifft immer wieder auf einige noch ungeklärte Grundlagenprobleme, reibt sich an inneren Widersprüchen und gelangt oft an die Grenzen wissenschaftlicher Einzeldisziplinen. Die bislang unbeantwortete Grundfrage ist: Wie müssen flexible technische Systeme aussehen, die sich nicht in generischen Funktionen verlieren, die wegen ihres hohen Allgemeinheitscharakters für konkrete Aufgabenbewältigungen meist ungeeignet sind? Wie können Kommunikations- und Kooperationssysteme flexibel sein und dennoch aufgabenangemessene Unterstützungsfunktionen bereitstellen?

Daß die neuen Leitbildern eine große Herausforderung der Informatik darstellen, zeigt ein Blick auf die traditionelle Software-Engineering-Praxis. Modellbildungen, die der technischen Rekonstruktion kommunikativer oder stofflicher Operationen und ihrer Transformation in technische Systeme dienen, basierten auf dem Maschinenmodell: Einzelne Elemente wurden beschrieben und in kausale Beziehung gesetzt. Aber mittlerweile wird immer deutlicher, daß diese Vorgehensweise immer mehr den realen Prozessen in Organisationen zuwider läuft. Kritisiert wird insbesondere, daß

- es unmöglich ist, komplexe Organisationsstrukturen korrekt, vollständig und widerspruchsfrei zu beschreiben;

- sich Organisationen in einem fortwährenden Entwicklungs- und Veränderungsprozeß befinden und deshalb nicht zeitlich überdauernd zu beschreiben sind;
- wegen der grundlegenden Verschiedenheit technischer und sozialer Systeme eine Modellbildung sozialer Realität nach technischen Kriterien nicht möglich ist;
- Benutzer und Entwickler unterschiedlichen »sprachlichen Welten« angehören und deshalb die Beschreibungsversuche der Arbeitswelt durch Softwareentwicklungsexperten immer von Fehlinterpretationen, Informationsverlust und -verfälschungen begleitet ist;
- die gegenwärtig verfügbaren Erhebungs- und Beschreibungsmethoden stark technisch geprägt sind und deshalb für die Abbildung komplexer sozialer und organisatorischer Zusammenhänge ungeeignet sind.

Um diese Unzulänglichkeiten zu überwinden, bedarf es jedoch noch erheblicher wissenschaftstheoretischer Reflexionen in der Informatik. Insbesondere das Umgehen mit Komplexität, Differenziertheit und Dynamik, dreier grundlegender Merkmale sozialer und technischer Entwicklungen, bereitet gegenwärtig noch Probleme.

Im *Komplexitätsproblem* kommt zum Ausdruck, daß wir nicht in der Lage sind, alle Konsequenzen unseres Handelns zu berücksichtigen. Bei dem Versuch, die potentiellen Folgen unserer Handlungen zu antizipieren, um ihnen Sinn und Richtung zu geben, stoßen wir auf Grenzen. Dennoch können wir auf ökologisches Denken nicht verzichten. Ein Denken, das den Anspruch erhebt, nicht nur unmittelbare Ziele zu verfolgen, sondern die möglichen Folgewirkungen menschlicher Entscheidungen und Handlungen von vornherein zu reflektieren, muß den Versuch wagen, den *Gesamtzusammenhang* in den Blick zu bekommen.

Das Zulassen von *Differenziertheit* und *Dynamik* ist in den letzten Jahren immer mehr zu einem wichtigen Gestaltungskriterium geworden. Allerdings entsteht dabei innerhalb sozialer Systeme oft ein Spannungsverhältnis zu den Funktionen des Gesamtsystems. Dieses Spannungsverhältnis muß bei technischen Entwicklungsarbeiten stärker berücksichtigt werden, um Blockierungen zu verhindern. Das erfordert jedoch ein theoretisches und methodisches Umdenken für technische und organisatorische Entwicklungen. Nicht mehr die statische Beschreibung eines Zustandes steht im Mittelpunkt, sondern der Prozeß (vgl. Paetau 1994).

Mit dem Eindringen dieser wissenschaftstheoretischen Frage richtet sich die Informatik stärker multidisziplinär aus. Man könnte von der dritten Stufe des Aufgreifens sozialer Fragen in die Informatik sprechen. Nach der *individualwissenschaftlichen Ausweitung* Anfang der 80er Jahre durch kognitions- und arbeitspsychologische Fragestellungen, die sich in einem eigenständigen Teilgebiet der Informatik, der Software-Ergonomie, manifestiert haben, und der daran anschließenden *handlungswissenschaftlichen Ausweitung* auf Fragen zwischenmenschlicher Kooperationen, geraten nun Fragen der Emergenz sozialer Systeme in das Blickfeld. Die Informatik tritt in die Stufe der systemwissenschaftlichen Ausweitung.

### 3. Arbeits- und sozialwissenschaftliche Bewertungsmaßstäbe für Organisations- und Technikentwicklung

In der Diskussion um Organisations- und Technikgestaltung rücken im Zusammenhang mit den beschriebenen Komplexitäts-, Differenziertheits- und Dynamikproblemen und den damit einhergehenden sozio-technischen Flexibilitäts- und Anpassungserfordernissen Konzepte der »Verschlankung« von Produktion und Management in den Blick. Diese Konzepte, so wird argumentiert, enthalten aufgrund ihrer Prozeßorientierung sowie ihrer Betonung von Qualifikation, Partizipation, Enthierarchisierung und Autonomisierung der ArbeitnehmerInnen in Arbeitsgruppen weitreichendes »Humanisierungspotential«. Schlagendes Argument für die Orientierung an diesen Organisationsmodellen ist jedoch nach wie vor nicht die ganzheitliche Betrachtung ökonomischer wie ökologischer, sozialer wie politischer Prozesse, sondern deren *wirtschaftliche Überlegenheit*. Nicht zuletzt daraus erklärt sich, daß diese neuen Gestaltungsmodelle aus der klassischen arbeitspsychologischen Perspektive, die sich traditionell auf die normativen Kriterien »menschengerechter und sozialverträglicher Arbeitsgestaltung« und die »Humanisierung des Arbeitslebens« beruft, höchst ambivalent bleiben.

Naive Annahmen, denen zufolge die neuen Organisationskonzepte, wie sie bspw. in Japan realisiert sind und auch im Kontext der hier geführten Diskussion häufig angeführt werden, im Rahmen von Gruppenarbeitsstrukturen in enthierarchisierten Zusammenhängen erfolgreich umsetzen, was unter dem Gesichtspunkte der »Humanisierung der Arbeit« lange (mehr oder minder vergeblich) gefordert wurde, erscheinen im Licht neuerer Erkenntnisse eher zweifelhaft. Es verstärkt sich die Vermutung, daß die skizzierten Vorteile in Krisensituationen zugunsten eines erhöhten Anpassungsdrucks auf die Organisationsmitglieder verschwinden (so z. B. Oehlke 1993). Im japanischen Beispiel gehen betrieblich organisierte Qualifikations-, Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen, lebenslange Verbundenheit der Organisationsmitglieder mit »ihrem« Unternehmen, die Sicherheit vor Arbeitsplatzverlust, organisationsinterne Freizeit, Urlaubs- und Sportangebote, Versicherungsleistungen etc. einher mit einem hohen Integrationsdruck auf die einzelnen ArbeitnehmerInnen, starken zeitliche Anforderungen, fehlender Interessensvertretung durch Gewerkschaften oder BetriebsrätInnen usw. Eine Organisation, die organisatorisches Handeln vornehmlich den Anforderungen aktueller Marktlage, also ökonomischer Systemumgebung anpaßt, ist auf eine maximale Flexibilität ihrer Mitglieder zwingend angewiesen. Neue Produkte, neue Methoden der Produktion, des Vertriebs und Marketings, neue Materialien, Produktionsstandorte und -zeiten erfordern ständige Bereitschaft zum termingerechten Umdenken und Hinzulernen, veränderte Arbeitszeiten und bedingen drohenden Wohnortwechsel etc. Die Unbegrenztheit organisatorischen Spielraumes hat insofern eine Einengung individueller Dispositionsspielräume zur Folge.

Vor diesem Hintergrund stellt sich das Problem des Abgleichs der Effizienz einer Organisation und der individuellen Bedürfnisse ihrer Mitglieder neu. Die »lernende« oder »schlanke« Organisation, verstanden als sozio-technisches System, sieht sich zunehmend nicht nur ökonomischen, sondern auch technischen, ökologischen und sozialen Anpassungsnotwendigkeiten ausgesetzt. Das so beschriebene Problemtableau zwingt u. E. zu einer Ausformulierung organisatorisch-technischer Gestaltungskonzepte, die einer arbeits- und sozialwissenschaftlichen Analyse und Evaluation zugänglich sind, welche der Komplexität und Dynamik sozio-technischer Anpassungs- und Umstrukturierungsprozesse angemessene *Bewertungskriterien* bereit stellen.

Die konventionelle Evaluation von Arbeitsaufgaben und -bedingungen basiert auf Bewertungsmaßstäben, die in der traditionell individualpsychologisch orientierten Arbeitswissenschaft gewonnen wurden. Im Zusammenhang mit den für die hier diskutierten Gestaltungskonzepte zentralen Gruppenarbeitsmodellen scheinen diese individualpsychologischen Ansatzpunkte unzureichend. Der mehrdimensionale Anpassungsdruck und erhöhte organisatorische wie individuelle Flexibilitätserfordernisse führen zu einer Umgestaltung der Kommunikations- und Kooperationsbeziehungen, welche nicht nur Konsequenzen, sondern auch ihrerseits Antezedenzbedingungen der beschriebenen Komplexitäts-, Differenziertheits- und Dynamikprobleme darstellen. Zunehmend geraten somit neben den intra- und interindividuellen Faktoren auch komplexe Interdependenzen innerhalb von und zwischen (Arbeits-) Gruppen, soziale Differenzierungsphänomene (Tajfel 1978, ders. 1982) sowie vielfältige Wechselwirkungen zwischen der Organisation und deren Mitgliedern (individuelle und organisatorische Spielräume, individuelles und Organisationslernen etc.) in den Blick.

Über die traditionellen Humankriterien der Ausführbarkeit, Schädigungslosigkeit, Beeinträchtigungsfreiheit und Persönlichkeitsförderlichkeit (vgl. Hacker 1986) hinaus werden neue Maßstäbe der wissenschaftlichen Arbeitsbewertung relevant, welche *sozial- bzw. gruppenpsychologische Aspekte* berücksichtigen müssen. Gruppendynamik, individuelle wie soziale Identifizierungs- und Abgrenzungsprozesse, Partizipation in Intra- und Intergruppenbeziehungen, Autonomie in interaktiven Prozessen, Gruppenlernen sowie kollektive und kooperative Konfliktbewältigung bilden den Hintergrund für die Generierung neuer (normativer) Kriterien für die Entwicklung menschen-/ gruppengerechter und sozialverträglicher Organisationen. Diesen neuen sozialwissenschaftlichen Evaluationskriterien hat sich in veränderten sozio-organisatorischen Kontexten auch die Technikentwicklung zu stellen. Dies trifft ebenso für Ansätze zu, die im Hinblick auf den Umgang mit differenzierter und dynamischer Umwelt als besonders vielversprechend erscheinen.

#### **4. Anpaßbare Systeme und evolutionäre Software-Entwicklung**

Für die Informatik ergeben sich aus neuen organisatorischen Konzepten und arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen neue Anforderungen insbesondere an die

Modelle, mit denen Anwendungssoftware entwickelt wird. Im Software-Engineering finden sich erste Ansätze, um mit der beschriebenen Differenziertheit und der Dynamik des Anwendungskontextes umzugehen. Floyd/ Reisin/ Schmidt (1989) haben unter der Bezeichnung STEPS ein *evolutionäres* und *partizipatives* Projektmodell für die Entwicklung von Software konzipiert und praktisch erprobt. Dabei wird davon ausgegangen, daß Software in enger Kooperation zwischen Entwicklern und Nutzern in aufeinanderfolgenden Versionen hergestellt, erprobt und weiterentwickelt wird. Die Nutzung der Software im Anwendungskontext wird so zu einem wesentlichen Bestandteil der Softwareentwicklung. Dadurch wird es möglich, zwischen Benutzern und Entwicklern bei der Explizierung von Anforderungen bestehende Kommunikationsprobleme zu mildern und sich während der Projektlaufzeit verändernde Anforderungen an die Software aufzufangen.

Auch ein Konzept der *Softwareentsorgung* (vgl. Wendt/ Wohland 1993) ist geeignet, von der Umweltdynamik ausgelöste Restrukturierungsprozesse zu befördern. Um ein solches Konzept zu verwirklichen ist es erforderlich, Methoden zu entwickeln, mit deren Hilfe eine seit längerer Zeit genutzte Anwendung schadlos für die anwendende Organisation außer Betrieb genommen werden kann. Vor einer solchen Maßnahme ist es notwendig, genau zu analysieren, welche Arbeitsschritte und Kooperationszusammenhänge von der »Entsorgung« einer bestimmten Software betroffen sind. Je länger sich eine Software in der betrieblichen Anwendung befindet, desto weniger wird eine solche Analyse auf der Basis der bei der Software-Entwicklung und Einführung erstellten Dokumentation möglich sein.

Auch die Möglichkeit Anpassung – verstanden als eine sekundäre Tätigkeit, die die während der primären Aufgabenerfüllung stabilen Aspekte von Hilfsmitteln als Reaktion auf lokal erkannte Bedürfnisse verändert (Oberquelle 1994, S. 34) – durchzuführen, kann Restrukturierungsprozesse fördern. Anpaßbarkeit kann technisch umgesetzt werden, indem den Benutzern verschiedene Alternativen antizipierten Verhaltens zur Auswahl angeboten werden. Darüber hinaus können den Benutzern *Baukästen* zur Verfügung gestellt werden, aus deren Modulen neues Systemverhalten erzeugt werden kann. Letztendlich ist es auch denkbar, Nutzern die Möglichkeit zu geben, in die technischen Artefakte einzugreifen, um bestehende Programme zu modifizieren oder neue Module zu herzustellen.

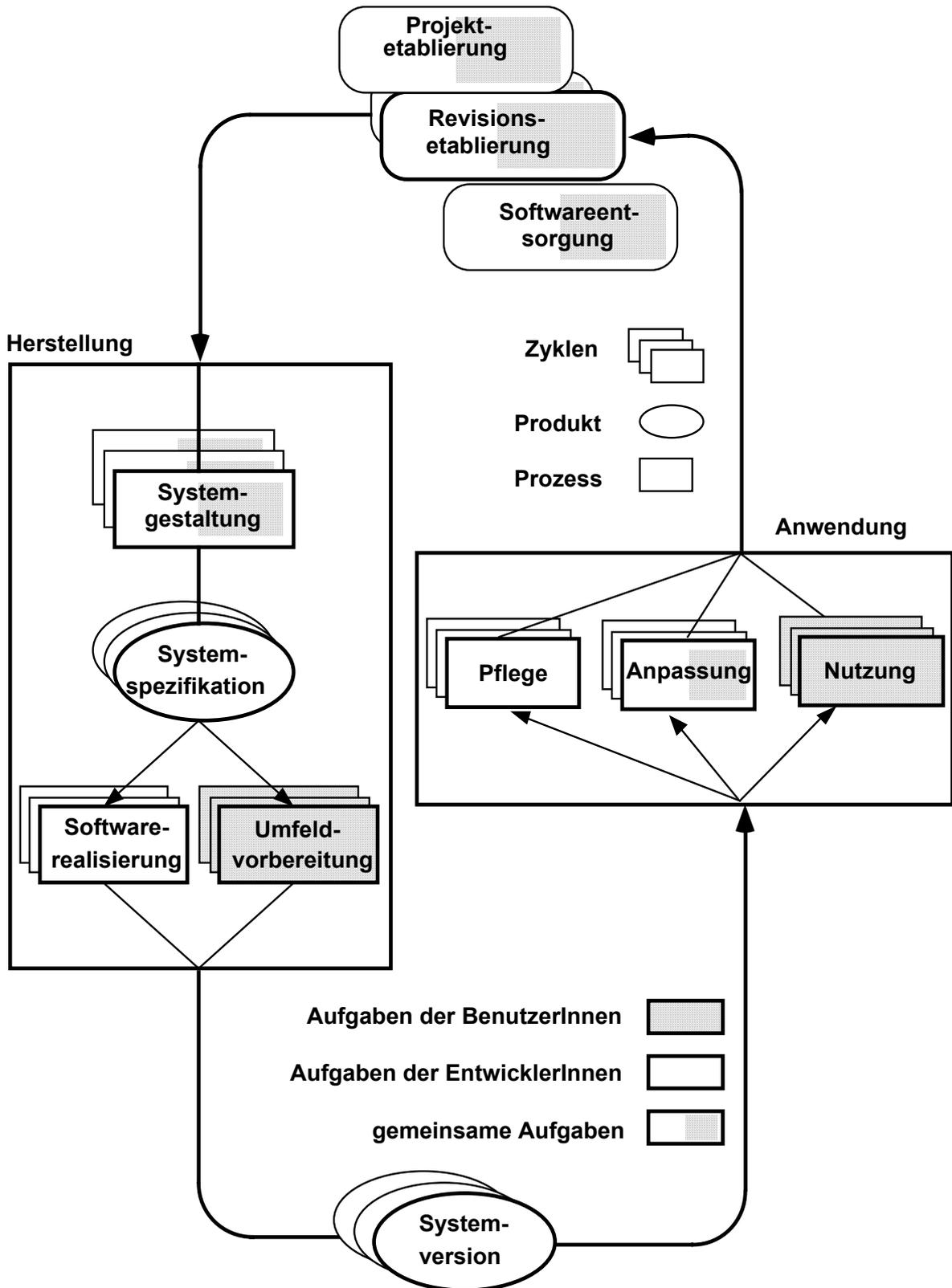


Abb. 1: Software im Prozeß evolutionärer Systementwicklung (in Anlehnung an Floyd/Reisin/ Schmidt 1989)

In Abb. 1 wird unter Bezugnahme auf das STEPS-Modell ein Software-Lebenszyklus dargestellt, der sich aus den Anforderungen eines Restrukturierungsprozesses ergibt. In Erweiterung des STEPS-Modells wird die Anpassung als eine zusätzliche Aktivität während der Anwendung gesehen. Darüber hinaus muß neben der Revisionsetablierung auch die Möglichkeit der *Softwareentsorgung* als Konsequenz von auftretenden Veränderungsnotwendigkeiten betrachtet werden.

Betrachtet man die Aktivitäten Anpassung, Erstellung einer neuen Version bzw. eines Programms und dessen Entsorgung, so belasten diese Restrukturierungsprozesse mit unterschiedlich hohem personellem Aufwand und zeitlicher Verzögerung. Während Anpassungen mit geringem Aufwand und Verzögerung im Anwendungskontext vorgenommen werden können, ist in den übrigen Fällen eine Projekt- bzw. Revisionsetablierung unter Heranziehung von Entwicklern erforderlich. Aus diesem Grund spielt Anpaßbarkeit bei der Unterstützung von Prozessen der Organisations- und Technikentwicklung unter allen im Lebenszyklus angesprochenen Aktivitäten eine Schlüsselrolle. Da Anpassung im Anwendungskontext nur im Rahmen von bei der Herstellung antizipierten Möglichkeiten erfolgen kann, werden die anderen Aktivitäten evolutionärer Software-Entwicklung nicht überflüssig. Vielmehr erscheint es mittels Anpaßbarkeit möglich, die Häufigkeit des Durchlaufens verschiedener Entwicklungsschleifen zu verringern (vgl. Wulf 1994).

Eine Software, die organisatorischen Wandel ohne technische Veränderungen übersteht, wird als »organisationsneutral« bezeichnet (vgl. Wohland 1994). Das Konzept *organisationsneutraler* Anwendungen wirft die Frage auf, unter welchen Bedingungen diese Anwendungen organisatorischen Wandel unverändert überstehen und inwiefern diese Bedingungen bei der Herstellung der Software für zukünftige Nutzungssituationen antizipiert werden können. In diesem Zusammenhang wäre zu klären, ob das Kriterium der Organisationsneutralität ausschließt, daß organisatorische Abläufe, Zuständigkeiten oder Kommunikationswege Gegenstand der rechnergestützten Formalisierung werden. Es ist zu fordern, daß eine durch Organisationsneutralität erzielte Erleichterung des Restrukturierungsprozesses nicht zu einer zu starken Beschränkung der Technikunterstützung und damit zu erhöhter Belastung von ArbeitnehmerInnen führt.

## 5. Objektorientierte Systementwicklung

Anschlußfähig sowohl an die oben beschriebenen Ansätze (STEPS, Softwareanpassung und -entsorgung), die zur Flexibilisierung von Software beitragen, als auch an Vorstellungen innovativer Organisationsformen scheint das Konzept der *objektorientierten Systementwicklung*. Dabei werden zunächst die Gegenstände und Konzepte des Anwendungsbereichs und ihre Beziehungen zueinander identifiziert. Darauf aufbauend werden *Objekte* definiert und mit fest zu ihnen gehörenden Eigenschaften (Attributen) und Verhalten (Methoden) ausgestattet, die denen des

Anwendungsgebietes entsprechen. Objekte mit ähnlichen Attributen und Methoden werden zu Klassen zusammengefaßt. Dabei wird wiederum der Anwendungskontext berücksichtigt, um aus der Vielzahl der Möglichkeiten zur Klassenbildung geeignete auszuwählen. Das bildet die Grundlage des Systemdesigns und der Implementierung. Wichtig ist beim objektorientierten Konzept insbesondere die Durchgängigkeit von der Analyse über das Design bis zur Programmierung, bei der softwaretechnische und anwendungsorientierte Grundlagen zusammengebracht werden (Kilberth et al. 1993). Bei konsequenter Nutzung der Objektorientierung in diesen Phasen oder Zyklen der Softwareentwicklung läßt sich so eine einheitliche Sicht des zu gestaltenden Arbeitsprozesses auf verschiedenen Abstraktionsniveaus durchhalten. Durch diese durchgängige Orientierung an Gegenständen und Prozessen des Anwendungsbereichs können Verständnisschwierigkeiten zwischen den bei der Entwicklung beteiligten Gruppen verringert werden, die oft gerade aufgrund verschiedener Sichten entstehen. Die Partizipationschancen der betroffenen Nutzer können so möglicherweise entscheidend verbessert werden.

Neben dieser Unterstützung der Partizipation der BenutzerInnen bei der Entwicklung bieten grundlegende Eigenschaften der durchgängigen objektorientierten Vorgehensweise weitere Vorteile für die Entwicklung flexibler Systeme:

- Die *Kapselung* einzelner Objekte verhindert, daß auf die Attribute eines Objekts von anderen Objekten frei zugegriffen werden kann. Kapselung bietet damit eine größere Robustheit als traditionelle Modulkonzepte, da sie die Einhaltung definierter Schnittstellen in stärkerem Maße sicherstellt. Dadurch werden die Erweiterung und der Austausch von Modulen erleichtert und Prototyping in der Entwicklung und Anpassung in der Nutzung unterstützt.
- Die *Vererbung* von Attributen und Methoden von einer »Eltern«-Objektklasse in »Kinder«-Objektklassen ist hilfreich für Arbeit in Gruppen, bei der eine für die Gruppe vorgenommene Konfiguration ohne zusätzlichen Aufwand von ihren Mitgliedern übernommen werden kann.
- *Polymorphie*, also die Möglichkeit, die gleiche Methode auf unterschiedliche strukturierte Objekte anzuwenden, sichert die Stabilität eines Systems bei Änderungen und Erweiterungen, da sich Methoden nicht immer ändern müssen, wenn ihre Zielobjekte die Struktur ändern.

Für die Anpassung der Software bei ihrer Nutzung (s. o.) kann wegen der vergleichsweise leichten Änderbarkeit auf hohem Stabilitätsniveau schon von einer eigenen objektorientierten Adaption gesprochen werden. Die Stärke der objektorientierten Vorgehensweise liegt auch hier in der direkten Modellierbarkeit von realen Objekten des Anwendungsgebietes (Haaks 1992).

In den bisherigen Versuchen, den Begriff der Objektorientierung auf Organisationen zu übertragen, ergibt sich ein anderes Bild der Teilung und Integration von Arbeit als im herkömmlichen tayloristischen Modell: In »objektorientierten Organisationen« (Klotz 1993) richtet sich die Arbeitsteilung nach weitgehend unabhängig voneinander zu bear-

beitenden Objekten, die auf selbstverantwortliche Weise in dezentralen Organisationseinheiten bearbeitet werden. Diese lokalen Organisationseinheiten sind mit allen Ressourcen versehen, die sie benötigen, um im Rahmen der Gesamtaufgabe die ihnen übertragenen Teilaufgaben bewältigen zu können. Wie weit die dadurch nahegelegte Analogie von Organisationen und technischen Artefakten, auf die sich die objektorientierten Prinzipien ursprünglich beziehen, trägt, bleibt zu untersuchen. Aber wenn auch nicht verkannt werden darf, daß sich reale Prozesse in Organisationen mit Methoden der Informatik nur unzureichend modellieren lassen, scheint eine objektorientierte Vorgehensweise der Systementwicklung für nicht-tayloristische Organisationen vielversprechend zu sein.

## 6. Fazit und Ausblick

Die Informatik als Wissenschaft und insbesondere das Software-Engineering als deren Teildisziplin stehen vor der Aufgabe, *Systeme* zu schaffen, die den zunehmenden Anpassungserfordernissen an differenzierte und dynamische Umweltbedingungen angemessen sind. Dies kann angesichts der Komplexität sozialer, organisatorischer, ökologischer und ökonomischer Umwelten nur gelingen, wenn in multidisziplinärer Zusammenarbeit zwischen Organisations-, Sozial- und Ingenieurwissenschaft möglichst ganzheitliche Gestaltungs- und Bewertungskriterien für die Entwicklung menschengerechter und sozialverträglicher Technik bereit gestellt werden. Die Prinzipien der Selbstorganisation, der Gruppenarbeit sowie um sozialpsychologische Aspekte erweiterte, arbeitswissenschaftliche Humankriterien bilden hierbei die Grundlage für die Ableitung konkreter Anforderungen an diese neu zu schaffenden Systeme. Ihre Realisierung im organisatorischen Anwendungsfeld bedarf eines - wiederum multidisziplinär begleiteten - zyklisch-evolutionären Prozesses *integrierter Organisations- und Technikentwicklung* (vgl. Hartmann 1994). Nur eine solche Zusammenarbeit vermag den durch Differenziertheit und Dynamik gesteigerten Anforderungen an die Gestaltung komplexer Systemen gerecht zu werden.

Über die direkten Projektergebnisse hinaus möchten wir einen Beitrag zu einem umfassenderen Austausch über zukünftige Konzepte von Arbeit und Leben leisten. Eine Umstrukturierung von Unternehmen in Richtung nicht-tayloristischer Organisationsformen und damit eine Neugestaltung von Technik und Arbeitswelt allein unter dem Gesichtspunkt der Produktivitätssteigerung läuft Gefahr, "Verschlankungsprozesse" im Rahmen von Rationalisierungsstrategien zu befördern und ihren Blick unter Auslassung sozialer und ökologischer Kontextbedingungen auf ökonomische Umweltfaktoren zu verengen. Dieser Tendenz ist eine ganzheitliche Perspektive entgegenzusetzen, welche die in neuen technischen und organisatorischen Konzepten enthaltenen Gestaltungspotentiale im Sinne einer Humanisierung und Demokratisierung des Arbeitslebens zu nutzen versucht. Die möglicherweise bei nicht-tayloristischen Organisationen auftretende Produktivitätssteigerung läßt sich in verschiedener Weise nutzen. Die relative Sättigung des Marktes mit Konsumgütern läßt

einen größeren Ausstoß an produzierten Gütern bei gleicher Gesamtarbeitszeit unwahrscheinlich erscheinen. Vielmehr wird die Frage relevanter, ob Lohnarbeit unter weniger VollzeitarbeiterInnen oder unter mehr Menschen aufgeteilt wird, die jeweils kürzer arbeiten. Darüber hinaus bleibt zu fragen, inwieweit mit neuen nicht-tayloristischen Organisations- und Arbeitskonzepten und der damit vermutlich verbundenen Erweiterung von Handlungsspielräumen für ArbeitnehmerInnen eine innerbetriebliche Demokratisierung sowie mit einer stärkeren Durchdringung der Arbeit mit lebensweltlichen Aspekten eine Neubewertung des Verhältnisses von Arbeit und Leben einhergeht. Darüber wird in multidisziplinären Diskurszusammenhängen unter dem Gesichtspunkt einer ökologischen Neuorientierung der Informatik weiterhin zu diskutieren sein.

## Literatur

- Floyd, Ch; Reisin, F.-M.; Schmidt, G.: STEPS to software development with users, in: Ghezzi, C.; McDermid, J.A. (eds.): ESEC'89 - 2nd European Software Engineering Conference, University of Warwick, Coventry. Lecture Notes in Computer Science No. 387, Heidelberg, Springer, 1989, S. 48 - 64
- Floyd, Ch.: Informatik - eine Lernwerkstatt, in diesem Heft, 1995.
- Haaks, D.: Anpaßbare Informationssysteme - Auf dem Weg zu aufgaben- und benutzerorientierter Systemgestaltung und Funktionalität. Verlag für angewandte Psychologie, Göttingen und Stuttgart 1992
- Hacker, W.: Arbeitspsychologie. Psychische Regulation von Arbeitstätigkeiten. VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin 1986
- Hartmann, A.: Integrierte Organisations- und Technikentwicklung - ein Ansatz zur sach- und bedürfnisgerechten Gestaltung der Arbeitswelt, in: Hartmann, A.; Herrmann, Th.; Rohde, M.; Wulf, V. (Hrsg.): Menschengerechte Groupware - Software-ergonomische Gestaltung und partizipative Umsetzung, Stuttgart, Teubner 1994, S. 303 - 328
- Kilberth, K.; Gryczan, G.; Züllighoven, H.: Objektorientierte Anwendungsentwicklung - Konzepte, Strategien, Erfahrungen. Braunschweig, Vieweg 1993
- Klotz, U.: Vom Taylorismus zur Objektorientierung. In: Scharfenberg, H. (Hg.): Strukturwandel in Management und Organisation. Baden-Baden 1993: FBO-Verlag. S. 161 - 199
- Oberquelle, H.: Situationsbedingte und benutzerorientierte Anpaßbarkeit von Groupware, in: Hartmann, A.; Herrmann, Th.; Rohde, M.; Wulf, V. (Hrsg.): Menschengerechte Groupware - Software-ergonomische Gestaltung und partizipative Umsetzung, Stuttgart, Teubner 1994, S. 31 - 50
- Oehlke, P.: Zur gesellschaftspolitischen Ambivalenz der schlanken Produktionsstrategien. WSI Mitteilungen, 2/1993, S.97-109
- Paetau, M.: Komplexität, Differenzierung und Dynamik als strategische Probleme der Innovationswirksamkeit der Informatik, in: GMD-Spiegel 3 / 1994, S. 13 - 19
- Paetau, M.: Zur Unwahrscheinlichkeit von Gestaltung und den Voraussetzungen, es doch noch zu schaffen, in diesem Heft, 1995.
- Tajfel, H.: Differentiation between social groups - studies in the social psychology of intergroup relations. London, New York, San Francisco, Academic Press 1978

Tajfel, H.: Social identity and intergroup relations. Cambridge University Press 1982

Winograd, T.; Flores, F.: Understanding Computers and Cognition. A New Foundation for Design. Norwood (NJ), Ablex 1986

Wendt, M.; Wohland, G.: Software-Entsorgung. In: Wingert, B.; Rader, M. (Hrsg.): Ergebnisse der 13. Arbeitstagung Mensch-Maschine-Kommunikation (MMK) 14.-17. November 1993 in Bretten

Wohland, Gerhard: Jenseits von Taylor – Irritation als Methode, in: GMD-Spiegel 3/ 1994, S. 22 - 26

Wulf, Volker: Anpaßbarkeit im Prozeß evolutionärer Systementwicklung, in: GMD-Spiegel 3/ 1994, S. 41 - 46