

## TA-KONZEPTE UND -METHODEN

### Interdisziplinäre Technikforschung und Informatik – ein Angebot für einen analytischen Orientierungsrahmen

von Arno Rolf, Universität Hamburg

**Mit zunehmender Ausdifferenzierung der Technikdisziplinen geht ein Verlust an Orientierungs- und Kommunikationsfähigkeit einher. Die Einbettung ihrer Forschungen in gesellschaftliche Zusammenhänge ist für Fachexperten wenig transparent, sie ist nicht zuletzt für Informatiker ein Problem. In diesem Beitrag wird der Versuch unternommen, einen analytischen Orientierungsrahmen für die Informatik zu entwickeln, der dazu dienen soll, Reflexionsprozesse und Weltverständnis zu fördern. Das Vorhaben weist insofern über die Informatik hinaus, da es ein Versuch ist, Orientierungswissen in einem Modell zu operationalisieren. Für die interdisziplinäre Technikforschung könnte dieser Versuch von Interesse sein.**

Moderne Gesellschaften zeichnen sich durch funktionale Ausdifferenzierungen aus: Sie entwickeln und organisieren ihre Funktionen in hochspezialisierten Teilsystemen. Zu solchen gesellschaftlichen Teilsystemen zählen Wissenschaftsdisziplinen und Organisationen. Ihre Leistungsfähigkeit resultiert aus dieser Spezialisierung. Fachsprachen, disziplinäre Qualitätssicherung, Methoden und Denkmodelle entwickeln sich aus dem Prozess der Ausdifferenzierung (Grunwald 2002, S. 265, Ropohl 2001, S. 26). Mit der Ausdifferenzierung werden Wachstum und Komplexität befördert. Die von Zweckrationalität gekennzeichneten Systeme bilden jedoch Spezialisten heraus, die losgelöst von der kommunikativen Alltagspraxis handeln und Sachzwänge schaffen.

In der Folge von Ausdifferenzierung und Spezialisierung verlieren die Wissenschaftsdisziplinen untereinander an Orientierungs- und

Kommunikationsfähigkeit. Forschungsfragen, -methoden und -ergebnisse sind nicht mehr ohne weiteres vermittelbar. Mit dem wachsenden Wissen auf Seiten der spezialisierten Teildisziplinen wächst zugleich das gegenseitige Nicht-Wissen, rückkoppelnde Reflexionsprozesse bleiben aus. Wissenschaftliche und öffentliche Diskurse zu Auswirkungen des wissenschaftlichen Fortschritts für die Gesellschaft werden erschwert.

Wie können angesichts dieses Dilemmas sinnvolles Weltverständnis und effektive Weltgestaltung realisiert werden (Ropohl 2001, S. 27)? Wie ist die Verständigung innerhalb der Einzeldisziplinen, zwischen Disziplinen, Praxis und Wissenschaft zu verbessern?

Auch in der Informatik ist dieses Dilemma bekannt. Das wird besonders deshalb zu einem gesellschaftlichen Problem, weil die Informatik jene informationstechnischen Infrastrukturen mit entwickelt, die wesentliche Aufgaben von Organisationen und Gesellschaft technisch umsetzen. Wie könnte ein analytischer Orientierungsrahmen aussehen, der die vorherrschende Perspektive des hochspezialisierten Expertenwissens so ergänzt, dass die Akteure der Informatik in Wissenschaft und Praxis in ihren Kommunikations- und Kooperationsbeziehungen sowie in ihrem Weltverständnis und ihrer Weltgestaltung unterstützt werden?

Das Vorhaben weist insofern über die Informatik hinaus, als die Operationalisierung von Orientierungswissen zugleich der exemplarische Versuch ist, das Leitbild der interdisziplinären Technikforschung aus der Perspektive der Technikdisziplin Informatik zu operationalisieren. Es ist nicht der Versuch, die Informatik als Königswissenschaft zu etablieren und die Sozialwissenschaften, Philosophie etc. als Hilfswissenschaften zu berücksichtigen, sondern vielmehr ein Angebot, einen analytischen Orientierungsrahmen für die interdisziplinäre Technikforschung am Beispiel der Informatik zu entwickeln. Vorab aber einige Hinweise, die die Bemühungen der Informatik zeigen, Orientierung aus der Entwicklung einer Theorie der Informatik zu gewinnen.

#### 1 Orientierungswissen durch Theoriebildung?

Informatiker in Deutschland und den USA sind seit Gründung ihrer Disziplin darum bemüht, ein gemeinsames Selbstverständnis zu entwickeln, von dem aus begründet werden kann, zu welchem Zweck und in welcher Form Informatik zu betreiben ist. Es ist der mühsame Versuch, Orientierung aus einer Theorie der Informatik zu erhalten. Es ist, wie Dirk Siefkes einmal gesagt hat, die Suche nach dem Sinn in der wissenschaftlichen Arbeit. Sie soll Sicherheit und Gewissheit über das Tun geben; sie soll Richtung weisen und Fragen stellen lassen, die neue Wege öffnen. Eine Theorie soll die Identitätsfindung von Informatikern analysieren und stärken (Siefkes 2002, S. 5).

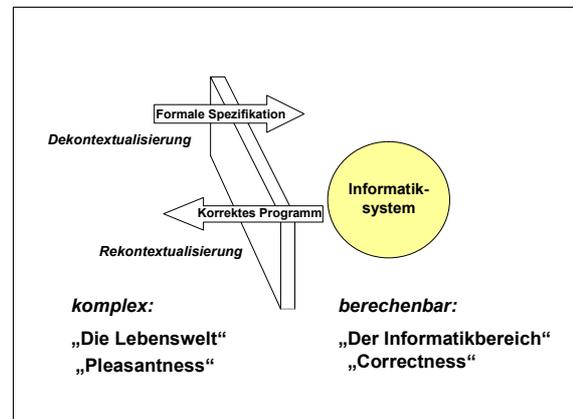
Schafft Theoriebildung Orientierungskompetenz? Gewiss prägt sie, ähnlich einem Leitbild, informatisches Handeln und beeinflusst die Methoden- und Modellentwicklung sowie ihre Auswahl. Betrachtet man die Selbstverständnisdiskussionen von Beginn an, so geht es im Kern stets um eine Frage: Soll sich die Informatik auf Spezialisierung und Ausdifferenzierung konzentrieren und das Orientierungswissen den Betriebs-, Geistes- und Sozialwissenschaften überlassen? Oder soll sie sich, neben notwendiger Fachspezialisierung, auch als Gestaltungswissenschaft für Organisationen und Gesellschaft verstehen? Letzteres bedeutet, Orientierungswissen und interdisziplinäre Kooperationen zu berücksichtigen.

So versuchte schon zu Beginn der 70er Jahre der Österreicher Adolf Adam die Informatik als Gestaltungslehre von den „integralen Informationssystemen, die sowohl die Mitwelt als auch die Umwelt und die Zeichenwelt im mannigfaltigen Zusammenspiel zu beschreiben, erklären und gestalten versucht“ zu definieren (Adam 1971, S. 9). Auch bei Carl Adam Petri, der in der theoretischen Informatik mit den Petri-Netzen international Anerkennung gefunden hat, wird diese umfassendere Perspektive schon früh erkennbar. Er sah die Rolle des Computers nicht als Rechenautomat, sondern als Kommunikationsmedium zwischen Menschen (Petri 1983).

Einen Höhepunkt erreichte die Selbstverständnisdiskussion am Ende der 80er Jahre. In den USA waren es der „Denning Report“ (Denning et al. 1989) der Association for Computing Machinery (ACM) und hier vor allem die beiden Informatiker Dijkstra und Denning, an

denen die beiden Positionen deutlich wurden. Dijkstra plädierte für die Errichtung einer „Brandmauer“, die das Pleasantness- vom Correctness-Problem trennt: Informatiker sollten sich nicht mit der Anwendungspraxis aufhalten, sondern ausschließlich mit dem effizienten Gebrauch formaler Methoden (s. Abb. 1). Die Herausforderung liegt nach Dijkstra in der gigantischen Komplexität, die Informatiker mit einer einzigen Technik, dem Programmieren, beherrschen müssen (Dijkstra 1989). Dennings Gegenposition: Die Quelle der Komplexität sei nicht die interne Struktur der Software, sondern die Schwierigkeit, den Kern der menschlichen Arbeit zu verstehen.

Abb. 1: Dijkstras „Brandmauer der Informatik“



Die deutsche Selbstverständnisdiskussion zu Beginn der 90er Jahre ging von der These aus, dass der Gegenstand der Informatik die *Reorganisation* (Coy 1992, S. 17) bzw. *Maschinisierung von Arbeit* sei (Nake 1992, S. 181). Volpert (1992, S. 171) und Rolf (1992, S. 33) versuchten, Orientierungswissen über den *Gestaltungsbegriff* in die Informatik zu integrieren: Die Informatik solle den Blick auch auf den Kontext richten und die Frage stellen, was ist formalisierbar und was nicht. Es ist der Schritt vom *Konstruieren* (formales Handeln) zum *Gestalten* – definiert als Kontext verstehen und Form herstellen. Die seit 2001 im sog. „Hersfelder Theoriearbeitskreis“ wieder regelmäßig stattfindenden Selbstverständnisdiskussionen zeigen, dass der interdisziplinäre Dialog für die Informatiker selbstverständlich geworden ist (Nake, Rolf, Siefkes 2001). Die Bemühungen gehen dahin, eine Theorie der Informatik zu

entwickeln, die der Tatsache Rechnung trägt, dass die Informatik eine sozial wirksame Wissenschaft mit Auswirkungen auf Arbeit, Leben und Umwelt ist. Es ist das alte Bemühen einer lebhaften Minderheitenfraktion innerhalb der Informatik, den spezialisierten Informatikern Orientierungswissen an die Hand zu geben.

Auch die Akteure der Technikfolgenabschätzung und -bewertung sehen ihre Aufgabe darin, Orientierungsangebote zu erarbeiten. Man denke etwa an die Technikgenese- oder Leitbildforschung (Grunwald 2002). Die Schwierigkeiten der TA liegen in der geringen Bereitschaft z. B. der Informatiker, sich auf Fachsystematik, Sprache, Methoden der TA einzulassen. Sie hätten am liebsten ein plausibles „wenn-dann“-Erklärungsmodell. Verständlicherweise ist ihre Bereitschaft gering, sich an sozialwissenschaftlichen Methodendiskursen zu beteiligen. Des Weiteren: Es ist weitgehend undiskutiert, welche Mittel und Methoden adäquat sind, um Technikwissenschaftler mit Orientierungswissen zu erreichen. Nach Odo Marquardt erfolgt Orientierungsbildung vor allem durch Geschichten und Bilder: „Je mehr wir rationalisieren, um so mehr müssen wir erzählen. Je moderner die moderne Welt wird, desto unvermeidlicher wird die Erzählung: *Narrare necesse est*“ (Marquardt 2000, S. 63). Der Orientierungsrahmen „Informatiksysteme in Organisationen und Gesellschaft“ versucht im Folgenden, beide Fäden aufzunehmen. Der Versuch ist ausbaufähig.

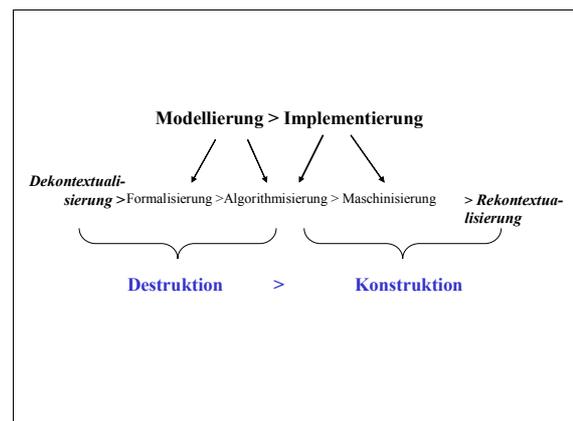
## 2 Informatiksysteme in Organisationen und Gesellschaft – ein Orientierungsrahmen für Wissenschaft und Praxis

Zu den informatischen Kernkompetenzen gehört die Fähigkeit zu abstrahieren und Ausschnitte der Wirklichkeit mit formalen Sprachen in eine Form zu bringen, die vom Computer verarbeitet werden kann. Wirklichkeit wird auf diese Weise *modellierbar*, allerdings in der Regel um den Preis von Reduktion und Abstraktion. Menschliche Handlungen werden dekontextualisiert. Wenn Menschen Informationstechnik einsetzen, müssen sie die an die Technik gebundenen Prozesse und Produkte erneut aus ihrer technischen Verfasstheit lösen und interpretieren. Die Interpretationen der Anwender entsprechen allerdings häufig nicht

den Nutzungsvorstellungen, die bei der Systementwicklung im Vordergrund standen.

In vielen Lehrbüchern wird der Gegenstand der Informatik als ein „Dreisprung“ von Formalisierung, Algorithmisierung und Maschinisierung beschrieben (vgl. Abb. 2). In der Informatik wird dieser häufig zum Paar Modellierung und Implementierung zusammengefasst. Über diese wichtigen Aspekte der Entwicklung von IT-Systemen besteht unter Softwareentwicklern weitgehend Konsens. Weniger eindeutig ist, ob sich Informatik auch mit den vor- und nachgelagerten Schritten der in die Gesellschaft eingreifenden Dekontextualisierung bzw. Rekontextualisierung zu beschäftigen hat.

**Abb. 2: Informatisches Handeln, aus den Grundeigenschaften des Rechners resultierend**



Beim Dreisprung anzusetzen bedeutet implizit, von den nicht veränderbaren Grundeigenschaften des Computers und den daraus folgenden Konsequenzen auszugehen (Heibey, Lutterbeck, Töpel 1977). Es ist für Informatiker ein sinnvoller Ausgangspunkt. Diese Perspektive allein in den Blick zu nehmen, kann allerdings in zweierlei Hinsicht in eine Falle führen: zum einen lässt der Ausgangspunkt der technikdeterministischen Perspektive die „Gemachtheit“, also die soziale Determiniertheit von Technik bei der Einführung vor Ort, nicht deutlich werden.

Zum anderen konzentriert sich dieser Ansatz auf die Mikroebene des Softwareentwicklungs- bzw. Implementationsprozesses. Daneben gilt es auch die Makroebene zu berücksichtigen, die von technischen Grundeigenschaften

und ihren Konsequenzen ebenso wie von einzelnen Individuen abstrahiert. Sie thematisiert die Wechselwirkungen zwischen dem Anwendungssystem, zumeist in Organisationen, und dem Informatiksystem, zu dem neben der Wissenschaftsdisziplin Informatik auch die breite Palette der kommerziellen IT-Entwickler und -Hersteller zählt. Diese beiden Systeme stehen wiederum in Wechselwirkung mit gesellschaftlichen Institutionen. Erst durch diese Erweiterung wird deutlich, dass die Informatik ein „socially embedded system“, also auch ein kulturelles, ökonomisches und politisches Projekt ist.

Es erscheint sinnvoll, diese Perspektiven zu kreuzen, also auf der *Mikroebene* die Grundeigenschaften des Computers mit dem Akteurshandeln beim Softwareentwicklungsprozess und auf der *Makroebene* die Wechselwirkungen von Anwendungs- und Informatiksystem einerseits sowie die institutionellen, ökonomischen und gesellschaftlichen Einflüsse andererseits. Das ist der Rahmen, der im Folgenden näher zu beschreiben ist.

## 2.1 Die Mikroebene: Von den Sachwänden des Computers und ihren Konsequenzen

Der Computer, so Joseph Weizenbaum, ist eine ganz einfache Maschine, die ganz einfache Operationen an ganz einfachen Symbolen durchführt (vgl. Goettle 2002, S. 11). Symbole sind auf der einfachsten Ebene Null oder Eins. Ihre enorme Rechenkapazität resultiert aus dem „Zusammenstecken“ vieler solcher einfachen Elemente. Auf diese Weise lassen sich sehr komplizierte Muster erstellen und bearbeiten. Die Muster kann man als Zahlen oder Zeichen interpretieren, die für etwas stehen.

Die Entwicklung der Informationstechnik beruht wesentlich auf Methoden, die die auszuführenden Operationen ungeheuer beschleunigen. Ein Rechner, der in einer Sekunde eine Million solcher Operationen ausführen kann, ist in der Lage, hochkomplexe Symbolstrukturen zu bearbeiten. Die Komplexität entsteht durch die Möglichkeit der beliebigen Kombination dieser Elemente. Hier liegt zugleich die Quelle für die geringe Wahrscheinlichkeit, überhaupt fehlerfreie Programme schreiben zu können. So entstehen z. B. Programme, die

Flugzeuge landen lassen oder Börsenabrechnungen machen können.

Die Grundeigenschaften des Computers machen Schritte erforderlich, damit aus menschlichen Handlungen bzw. Zeichen Operationen werden, die dann durch den Rechner verarbeitet werden können.

Prinzipiell beruht jede menschliche Kommunikation und Reflexion auf Bildung und Gebrauch von Zeichen. So weisen wir z. B. einem Stuhl eine ganz bestimmte Bedeutung zu; er ist ein Symbol bzw. ein Zeichen für eine Sitzmöglichkeit. Dasselbe gilt für die Handlung des „Sichsetzens“. Dingen, Handlungen oder Vorgängen werden Bedeutungen zugewiesen: „Ohne dass wir Dinge oder Vorgänge als Zeichen abbilden, haben sie für uns keine Bedeutung, können wir kognitiv mit ihnen nicht umgehen, vermögen wir nicht einmal zu denken“ (Brödner et al. 2002, o. S.). Dafür steht der Begriff der Semiotisierung: diese ist notwendige Bedingung, um in der Welt sinnvoll kommunizieren und handeln zu können. Jede Kultur hat dort ihren Ausgangspunkt.

Um einen Wirklichkeitsausschnitt mit seinen Zeichen in ein Computersystem überführen zu können, ist im ersten Schritt die *Formalisierung*, d. h. die Beschreibung von Handlungen als Operationen, notwendig. Während *Handlungen* einmalig in einer bestimmten Situation bzw. einem Kontext stattfinden, beschreiben *Operationen* wiederholtes, zur Routine gewordenes Handeln. Die Beschreibung bedarf eines Beobachters. Auf diese Weise fließt zwangsläufig die Perspektive eines Menschen und seiner Zwecksetzung in die Formalisierung mit ein. Durch die Beschreibung wird die Operation gewissermaßen vom individuell handelnden Menschen abgelöst und übertragbar. Die Beschreibung mittels Operationen ist der erste Schritt, um menschliche Handlungen durch technische Artefakte ersetzen zu können.

Der Formalisierung folgt die *Algorithmisierung*. Ein Algorithmus ist eine exakte Vorschrift, die genau beschreibt, wie eine Operation auszuführen ist. Dazu ist die Festlegung in endlich viele diskrete Einzelschritte erforderlich. Mit dem Algorithmus werden Handlungen zu formal berechenbaren Verfahren. Wir befinden uns jetzt in der Welt der Daten und Signale. Mit der Implementierung werden die vom Beobachter gewählten Ziele und Zwecke im

Computersystem realisiert. Mit dem Prozess der Semiotisierung, Formalisierung und Algorithmisierung geht ein Prozess der Reduktion und Abstraktion komplexer Wirklichkeit mit dem Zweck der *Automatisierung* von Handlungen bzw. Arbeit einher.

Der Prozess ist stets mit *Dekontextualisierung* verbunden, d. h. eine Handlung wird aus dem jeweils individuellen Kontext, z. B. einer Arbeitsumgebung, herausgelöst, formalisiert, algorithmisiert und dem Computer übergeben. Dieses formale Modell ist kontextfrei, sinnfrei und menschenleer; die tradierten Sinnbezüge der ehemaligen Handlungen sind aufgelöst. Deshalb ist der Einsatz der Informationstechnik zwangsläufig mit *Destruktion* verbunden und es wird verständlich, dass dies bei den davon Betroffenen Ängste auslöst (vgl. Sesink 2003, S. 123ff).

Nach der Ausführung im Rechner kommt es zur *Rekontextualisierung*, d. h. zur Rückführung in den Kontext. Der Mensch muss das Resultat wieder in seine Handlungen einbinden; es muss wieder Sinn machen. Meistens müssen die Menschen ihr Verhalten am formalen Modell ausrichten und nicht umgekehrt. Der Nutzer kann nicht einfach die neu bereitgestellten Funktionalitäten abrufen, sondern er muss seine tradierten Handlungen überdenken und neu strukturieren. Deshalb ist Technikeinsatz und -nutzung zugleich immer beides, *Destruktion und Konstruktion*. „Das Neue, auch das Bessere, erwächst immer aus der Destruktion des Alten. Durch die technische Auflösung gegebener Lebenszusammenhänge wird eben auch freigeräumt, werden Verkrustungen aufgebrochen, wird Raum geschaffen für Anderes“ (Sesink 2003, S. 125).

Dass Verkrustungen aufgebrochen und unausgeschöpfte Potenziale durch die Modellierung und Implementierung ins Blickfeld rücken, sich also das vergangene Negative in zukünftig Positives wendet, ist eine Hoffnung, aber keineswegs sicher. Es hängt von vielem ab, insbesondere von der Machtverteilung der beteiligten Akteure. Sie versteckt sich nicht zuletzt im softwaretechnischen Vorgehen, in den eingesetzten Modellen und Methoden: Softwaretechnische Vorgehensmodelle entscheiden über Teilhabe oder Ausschluss bei der Konstruktion und Gestaltung potenzieller Möglichkeiten. Ingenieurwissenschaftliche Ansätze und große „fertige“ Standardsoftware-

pakete wie SAP R/3 neigen im Prozess der Destruktion und Konstruktion wohl eher zur Entmündigung und dazu, eine Vorgabe zu errichten, nach der sich die Welt zu richten hat.

Dekonstruktion und Konstruktion „um Raum zu schaffen für Anderes“ machen Verständigungsprozesse zwischen den Akteuren erforderlich, die zumeist nicht im Konsens verlaufen. Beim Prozess der Softwareeinführung in Organisationen stehen Grabenkämpfe zwischen Systemgestaltern und Benutzern der Technik auf der Tagesordnung. Es geht für alle Beteiligten um Gewinne oder Verluste, häufig um Einfluss, zuweilen auch ums Überleben. Wir befinden uns nicht mehr im Bereich der technischen Grundeigenschaften, es geht um die Lösung sozialer Probleme. Die Akteure handeln vernehmbar oder still, einzeln, gemeinsam oder durch Vertreter. Es ist zwar richtig, dass gerade die Universalität der Informationstechnik ein Potenzial bereitstellt, das fast jeden instrumentellen Zweck möglich werden lässt (vgl. Sesink 2003, S. 125). Dennoch wird es in diesem Prozess „Winner und Loser“ geben.

Die aus den Grundeigenschaften resultierende, eher technikdeterministische Perspektive hat sich nach und nach mit der „Gemachtheit“, der *sozialen Determiniertheit* von Technik, bei der Destruktion und Konstruktion vor Ort verknüpft. Arbeiten mit dem Computer ist, wie Frieder Nake sagt, „ein Arbeiten mit Zeichen, die sich zur Maschine hin in Signale verwandeln und die zum Menschen hin der Sinngebung unterliegen. Beides zu gestalten, die Sinngebung und die Berechenbarkeit, darin liegt eine Aufgabe der Informatik als Wissenschaft zwischen Signal und Sinn“ (Nake 1994, S. 10).

Dennoch: Die Fokussierung des Prozesses der Destruktion und Konstruktion allein greift, wie bereits angedeutet, aus zwei Gründen zu kurz. Zum einen: Wer sich allein auf die Perspektive der Destruktion und Konstruktion konzentriert, übersieht, dass es neben dieser Mikroebene eine Makroebene gibt. Die Makroebene thematisiert die Ereignisse und Wechselwirkungen zwischen dem Anwendungs- und Informatiksystem. Beide stehen wiederum in Wechselwirkung mit gesellschaftlichen Institutionen. Erst durch diese Sicht wird deutlich, dass Informationstechnologie und Informatik ganz wesentlich gesellschaftliche Projekte sind.

Zum anderen wird der Eindruck erweckt, dass das Potenzial des Computers ausschließlich in der *Automatisierung* von Handlungen und Arbeit liegt. Der Computer konnte aber nur deshalb zu dieser ungeheuren gesellschaftlichen Kraft und Basis der Informationsgesellschaft werden, weil sich die Weiterentwicklung der IT über die Kernfunktion Automatisierung bzw. Maschinisierung von Kopfarbeit hinaus mit neuen Zwecken verknüpfte, die in starken Technikleitbildern virulent wurden. So wurde mit der Entwicklung des PCs nicht mehr nur eine Automatisierungsmaschine entworfen, sondern dem Nutzer ein komfortables *Werkzeug* an die Hand gegeben. Das Internet macht den Computer zum *Medium*. Es verbindet Unternehmen und Nutzer weltweit und hat das neue organisatorische Leitbild der *Netzwerkorganisation* ermöglicht.

## 2.2 Die Makroebene

Die Makroebene nimmt die Beziehung zwischen dem Informatiksystem und den anwendenden Organisationen im Allgemeinen sowie gesellschaftliche Einflüsse in den Blick, ohne dabei einzelne Akteure zu berücksichtigen.

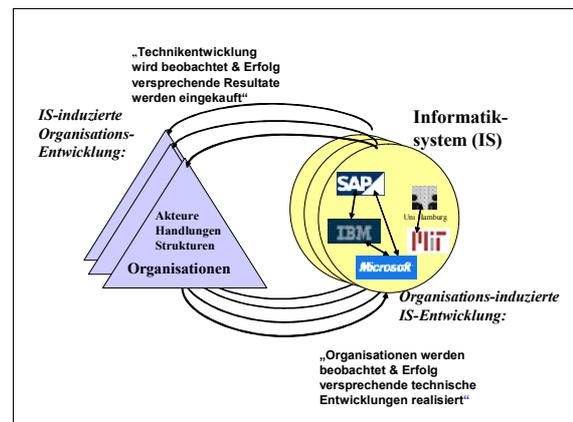
### Strukturelle Kopplung von Organisationen und Informatiksystem

Beide Systeme entwickeln für das jeweils andere zahlreiche Handlungsoptionen. So bietet das Informatiksystem den Organisationen laufend eine Vielzahl neuer Modelle, Methoden und Produkte an (Kontingenz): diese sind neue Potenziale für Organisationen. Organisationen wiederum haben ihre Schwierigkeiten, bei all den angebotenen neuen technischen Möglichkeiten auf dem Laufenden zu bleiben. Sie versuchen, sich durch permanente Beobachtung auf die so entstehende Komplexität einzustellen, z. B. durch Besuch von Messen, Lesen von Fachzeitschriften und mit Unterstützung von Unternehmensberatungen und Softwarehäusern. Umgekehrt senden Organisationen ständig Signale in Form von Anfragen, Anforderungen und Bedürfnissen an das Informatiksystem aus, also an Hersteller, Entwickler und Informatikwissenschaftler. Auch das Informatiksystem beobachtet permanent, um neue Erfolgspotenziale für die Forschung und Entwicklung zu

erschließen. Die Selektion beider Systeme erfolgt nicht notwendig logisch, sondern bis zu einem gewissen Grade beliebig und je nach Kontext verschieden. Es lässt sich somit ohne Kenntnis des Systems nicht generell vorhersagen, welche Auswahl bzw. Verknüpfungen realisiert werden und welche nicht (s. Abb. 3).

Die Berücksichtigung der *Makroarena* kann verdeutlichen, dass wir es bei der IT-Entwicklung nicht nur mit ständigen Rückkopplungen zu tun haben, sondern dass auf diese Weise ständig neue Herausforderungen für Informatikentwicklung und Organisationen entstehen. Diese Spirale ist der Nährboden für immer neue Fragen und Entwicklungen. Sie ist Antreiber und Entscheider für die Pfadentwicklung der Informatik, woraus innovative Modelle, Methoden und Gestaltungsoptionen der Informatik sowie IT-Produkte der Hersteller entstehen.

Abb. 3: Strukturelle Kopplung von Organisationen und Informatiksystem



Die Dynamik der Spirale bzw. des Innovationsprozesses und damit das Innovationstempo sind von vielen Faktoren abhängig, z. B. von der Wettbewerbssituation der Märkte, der Forschungsinfrastruktur und dem Vorhandensein von Innovationsmilieus. Informatik und IT-Hersteller machen Angebote, Akteure in Organisationen bzw. Unternehmen wählen IT-Angebote aus und setzen sie um. Ob eine Informatik-Entwicklung sich durchsetzt ist davon abhängig, ob die jeweiligen Akteure sie akzeptieren, kaufen und bedienen können, aber auch von Marketingaktivitäten und der Marktmacht der Softwarehersteller. Umgekehrt entwickeln und bieten Informatik- und IT-Hersteller ver

besserte Konzepte und Nutzungspotenziale in Form neuer Versionen oder Produkte. Sie beobachten die Bedürfnisse der Organisationen; sie handeln dabei auf den vorhandenen Strukturen des Organisations- und Technikstandes.

#### *Innovationen durch „Werkzeuge, Rohlinge und Auswilderung“*

Mit der Verbreitung von PC und entsprechender Software und ihrer Vernetzung durch das Web gewinnt eine neue Dimension in der Innovationsentwicklung an Bedeutung.

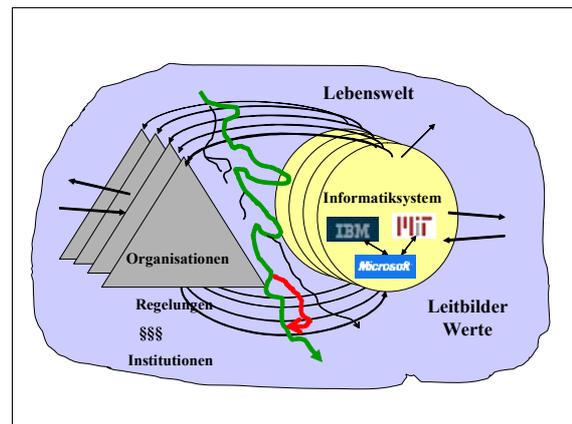
Technikentwicklung findet jetzt nicht mehr nur in den Forschungs- und Entwicklungsabteilungen von Unternehmen oder in den Universitäten, sondern auch völlig ungeplant bei den Nutzern statt. Die Personalcomputer sind in den Händen vieler Nutzer zu Werkzeugen in dem Sinne geworden, dass sie sog. Entwicklungsumgebungen, zusätzliche Softwarewerkzeuge oder auch Softwareangebote als Werkzeugkasten bzw. Rohlinge verstehen, mit denen experimentiert werden kann, Lücken und Defizite entdeckt, neue Anwendungen und komfortable Erweiterungen generiert oder etwas völlig Neues entwickelt werden kann. Zuweilen sind Produkte von Herstellern bewusst als Rohlinge zum Auswildern konzipiert. Dies erspart ihnen Kosten und Kreativität und beschleunigt die Verbreitung. Daraus sind im Laufe der Zeit auch kommerzielle Innovationsfirmen entstanden. Durch das Internet ist es leicht möglich, die Produkte anderen Nutzern anzubieten. Die schnelle weltweite Verbreitung ist kein Engpassfaktor mehr. Die Realität zeigt, dass sich mittlerweile zahlreiche Gemeinschaften gebildet haben, die gemeinsam – Beispiel Linux – ein weltweites Projekt der Technikentwicklung vorantreiben. Klassische ökonomische Verwertungsbedingungen werden in Frage gestellt.

#### *„Embedded Systems in Society“*

Eine weitere Dimension ist zu berücksichtigen: Organisationen und Informatiksystem sind eingebettet in ein *gesellschaftliches Umfeld* mit Werten, einer spezifischen Kultur, ökonomischen Wertsetzungen, Traditionen, in ein Wissenschafts- und Bildungssystem und vieles andere mehr, die bewusst oder unbewusst Einfluss auf Entwicklung und Nutzung von Infor-

mationstechnik nehmen und umgekehrt. In jeder Gesellschaft wurden im Laufe der Zeit eine Vielzahl institutioneller Regelungen geschaffen, die eine Steuerungs- und Kontrollfunktion für das Zusammenleben übernommen haben. Sie können Innovationen hemmen oder beschleunigen (s. Abb. 4).

**Abb. 4: „Embedded systems in society“ und Techniknutzungspfad**



Metaphorisch gesprochen sind Informatiksystem und Organisationen von einer *Membran* umhüllt in die Gesellschaft eingebettet. Informatiksysteme sind in diesem Sinne „*embedded systems in society*“. Eine Membran ist bekanntlich in beide Richtungen durchlässig: So nehmen einerseits Wertvorstellungen, institutionelle Regelungen der Gesellschaft etc. Einfluss auf Organisationen und den Prozess der Entwicklung und Nutzung von Informationstechnik. Andererseits rufen Innovationsprozesse gesellschaftliche Spannungen und Anpassungen hervor, z. B. durch neue Qualifikationsanforderungen an das Bildungssystem. Es werden neue Arbeitsplätze geschaffen, andere entfallen.

#### *Techniknutzungspfad, Organisations- und Technikleitbilder*

Werden die Wechselwirkungen zwischen Organisationen und Informatiksystem mit ihrer Einbettung in die Gesellschaft im Zeitverlauf betrachtet, so können einzelne historische Entwicklungsstadien der Nutzung von Informationstechnologie in Organisationen im *Techniknutzungspfad* in den Blick genommen und

„erzählt“ werden. Sowohl die Entstehung von Organisations- und Technikleitbildern als auch die Sieger, Verlierer und Konflikte im Zeitverlauf werden transparent; der Techniknutzungspfad lässt „die zu Strukturen geronnenen Handlungen der Sieger“ hervortreten. Zugleich kann der Blick auf Verlierer und Niederlagen wichtige Informationen für zukünftige Innovationen geben. Im Techniknutzungspfad spiegelt sich wider, was sich am Markt, in Organisationen und in der Informatik an Leitbildern, Modellen, Methoden, Produkten und Werkzeugen durchgesetzt hat.

Die Metapher „Pfad“ deutet an, dass wir es nicht mit einer eng begrenzten, durch technische Sachzwänge determinierten Strecke – etwa einem „Korridor“ – zu tun haben. Vielmehr sind Verzweigungen, Alternativen und Optionen möglich (gewesen). Technische Sachzwänge spielen nur eine von mehreren Rollen. Vorhandene Technik wie Stand des technischen Wissens sind das Resultat menschlicher Handlungen der Vergangenheit, die zu Strukturen und zur Basis für weitere technische Entwicklungen geworden sind. Die Akteure bewegen sich mit ihren Handlungen auf Strukturen, die zum Techniknutzungspfad geworden sind. Die Akteure erproben und erweitern mit ihren Handlungen die durch den Pfad gesetzten Handlungsräume (Giddens 1999, S. 614).

Der Techniknutzungspfad lässt erkennen, dass sich aus der „Spirale“ von Organisations- und Informatiksystem sowie der Durchlässigkeit der Membran zur Lebenswelt immer wieder neue Organisations- und Technikleitbilder entwickeln konnten. Die Informationstechnik war ein starker „Enabler“ für die Entwicklung weg von bürokratisch-hierarchischen Organisationsleitbildern hin zu heutigen Netzwerkorganisationen. Technik- und Organisationsleitbilder gingen eine Symbiose ein, ohne dass immer genau erkennbar ist, was von beiden zuerst da war und den Anstoß gegeben hat. Leitbilder sind für Innovationen bedeutsam, sie sind Orientierungsschneisen, von denen aus gedacht und etwas entwickelt wird. Sie sind das implizite Weisungssystem für die beteiligten Akteure. In Leitbildern bündeln sich Orientierungen, Interessen, Zeitgeist und Strategien.

### 3 Schlussfolgerungen

Ein Orientierungsrahmen soll helfen, sich im Labyrinth der Gestaltungskonzepte, Modelle und Methoden zurecht zu finden. Es ist ein Versuch, die in Folge von Ausdifferenzierung und Spezialisierung verloren gegangene Orientierungs- und Kommunikationsfähigkeit vieler Experten auf diese Weise zurückzugewinnen sowie ein Angebot, Expertenwissen um Orientierungswissen zu ergänzen und so Reflexionsprozesse und Weltverständnis zu fördern. Das Anliegen der Technikfolgenabschätzung, wissenschaftliche und öffentliche Diskurse zu gesellschaftlichen Auswirkungen des wissenschaftlichen Fortschritts in Gang zu setzen, kann so unterstützt werden. Der analytische Rahmen ist auch eine methodische Option im Rahmen der interdisziplinären Technikforschung, deren Forschungsziele „die wissenschaftliche Unterstützung und Umsetzung einer intersubjektiv kommunizierbaren, leitbildorientierten Technikentwicklung und Technikgestaltung sind“ (Krebs u.a. 2002, S. 28f.).

Der vorgestellte Orientierungsrahmen kann aber nicht nur eine Strukturierungshilfe zur Einordnung und Bewertung sein. Durch seine Prozessperspektive öffnet er sich historischen Entwicklungen; es wird transparent, warum etwas so gekommen ist, wie es heute ist. Dieses Wissen ist eine Voraussetzung, um zukünftige Handlungen sicherer zu machen: Denn, so der englische Historiker Hobsbawm, „die Geschichte wird, je mehr wir mit neuartigen Entwicklungen rechnen als Orientierungshilfe dafür, wie die Zukunft möglicherweise aussieht, immer wichtiger. Denn paradoxerweise bleibt die Vergangenheit das nützlichste analytische Werkzeug für die Bewältigung eines konstanten Wandels ... in der Entdeckung der Geschichte als Prozess eines gerichteten Wandels, als Evolution“ (Hobsbawm 1998, S. 35).

In Lehrbüchern werden in der Regel keine „Geschichten erzählt“, sie repräsentieren vielmehr den aktuellen Methodenschatz und Wissensstand der jeweiligen (Teil-)Disziplin. Die Erwartung ist dabei, dass das angemessene Rüstzeug für fachbezogene Problemlösungen vermittelt wird. Wir glauben, dass dies nur die eine Seite einer tragfähigen Ausbildung ist. Erzählungen und Bilder müssen hinzukommen. Geschichten können nur erzählt werden, wenn eine Disziplin als Entwicklungsprozess handelnder Akteure begriffen wird, wenn über

Irrwege, Konflikte und Durchbrüche berichtet wird. Es bedeutet, Kontexte und historische Pfadverläufe zu berücksichtigen. Dafür ist jetzt eine Struktur vorhanden. Es wird beispielsweise möglich, Geschichten zu erzählen, wie sich ökonomische Leitbilder mit hoch entwickelten Informatiksystemen verknüpfen, sich zu globalen Netzwerkorganisationen formen, mit Auswirkungen, die Manuel Castells in seinem dreibändigen Werk umfassend beschrieben hat (vgl. Castells 2001). Viele Erzählungen liegen verstreut vor, sie müssen noch eingepasst und erzählt werden.

## Literatur

- Adam, A.*, 1971: Informatik. Problem der Mit- und Umwelt. Opladen: Westdeutscher Verlag
- Brödner, P.; Seim, K.; Wohland, G.*, 2002: Theorie der angewandten Informatik. V.v.Ms.
- Castells, M.*, 2001: Das Informationszeitalter. Teil I Die Netzwerkgesellschaft. Opladen: Leske + Budrich
- Coy, W.*, 1992: Für eine Theorie der Informatik! In: Coy, W. et. al. (Hrsg.): Sichtweisen der Informatik. Braunschweig, Wiesbaden: Vieweg
- Denning, P.J.; Comer, D.E.; Gries, D.E.; Mulder, M.C.; Tucker, A.; Turner, A.J.; Young, P.R.*, 1989: Computing as a Discipline. Comm. of the ACM 32, pp. 9-23
- Dijkstra, E.W.*, 1989: On the Cruelty of Really Teaching Computing Science. In: Comm. of the ACM 32, S. 1398-1404
- Giddens, A.*, 1999: Soziologie (2. Aufl.). Graz, Wien: Nausner & Nausner, S. 614-618
- Goettle, G.*, 2002: Kratzen, wo es juckt! In: TAZ, 30. Dezember 2002
- Grunwald, A.*, 2002: Technikfolgenabschätzung – eine Einführung. Berlin: edition sigma
- Heibey, H.W.; Lutterbeck, B.; Töpel, M.*, 1977: Auswirkungen der elektronischen Datenverarbeitung in Organisationen. Eggenstein: ZAED; BMFT-FB DV 77-01
- Hobsbawm, E.*, 1998: Wie viel Geschichte braucht die Zukunft. München: Carl Hanser Verlag
- Krebs, H.; Gehrlein, U.; Pfeiffer, J.; Schmidt, J.C.* (Hrsg.), 2002: Perspektiven Interdisziplinärer Technikforschung. Konzepte, Analysen, Erfahrungen. Münster: Agenda-Verlag
- Marquardt, O.*, 2000: Narrare necesse est. In: Philosophie des Stattdessen. Studien. Stuttgart: Reclam (UB 18049)
- Nake, F.*, 1992: Informatik und die Maschinisierung von Kopfarbeit. In: Coy, W. et. al. (Hrsg.): Sichtweisen der Informatik. Braunschweig, Wiesbaden: Vieweg
- Nake, F.*, 1994: Informatik-Wissenschaft in der Moderne. In: Nake, F. (Hrsg.): Zeichen und Gebrauchswert. Bremen: Universität Bremen; Bericht Nr. 6/94, S. 10
- Nake, F.; Rolf, A.; Siefkes, D.*, 2001: Informatik: Aufregung zu einer Disziplin. Bericht 235 des Fachbereichs Informatik der Universität Hamburg (FBI-HH-B-235/01)
- Petri, C.A.*, 1983: Zur „Vermenschlichung“ des Computers. In: Der GMD-Spiegel 3/4-83, S. 42-44
- Rolf, A.*, 1992: Sichtwechsel – Informatik als (gezügelmte) Gestaltungswissenschaft. In: Coy, W. et. al. (Hrsg.): Sichtweisen der Informatik. Braunschweig, Wiesbaden: Vieweg
- Ropohl, G.* (Hrsg.), 2001: Erträge der Interdisziplinären Technikforschung. Eine Bilanz nach 20 Jahren. Berlin: Erich Schmidt Verlag
- Sesink, W.*, 2003: Wozu Informatik? Ein Antwortversuch aus pädagogischer Sicht. In: Informatik zwischen Konstruktion und Verwertung. Materialien zur Arbeitstagung in Bad Hersfeld, 3-5. April 2003
- Siefkes, D.*, 2002: Konturen einer Theorie der Informatik. In: Wozu Informatik? Theorie zwischen Ideologie, Utopie und Phantasie. Materialien zu einer Arbeitstagung in Bad Hersfeld, März 2002
- Siefkes, D.*, 2003: Rahmen für eine Theorie der Informatik. V.v.Ms., Fassung vom 6. Juni 2003 (Entwurf)
- Volpert, W.*, 1992: Erhalten und gestalten – von der notwendigen Zählung des Gestaltungsdrangs. In: Coy, W. et. al. (Hrsg.): Sichtweisen der Informatik. Braunschweig, Wiesbaden: Vieweg

## Kontakt

Prof. Dr. Arno Rolf  
 Universität Hamburg  
 Fachbereich Informatik  
 Vogt-Kölln-Straße 30, 22527 Hamburg  
 Tel.: +49 (0) 40 / 428 83 - 24 28 (Sekt. - 24 25)  
 Fax: +49 (0) 40 / 428 83 - 23 11  
 E-Mail: [rolf@informatik.uni-hamburg.de](mailto:rolf@informatik.uni-hamburg.de)

« »