

# „Wissen, wie alles zusammenhängt“

## Das Mikropolis-Modell als Orientierungswerkzeug für die Gestaltung von Informationstechnik in Organisationen und Gesellschaft

Detlev Krause, Arno Rolf, Marcel Christ und Edouard Simon

(Fachbereich Informatik der Universität Hamburg,

Vogt-Kölln-Straße 30, D-22527 Hamburg, Germany)

<krause, rolf, christ, simon> @informatik.uni-hamburg.de

### Abstract

*Die Informatik verfügt über einen stark ausdifferenzierten, für den Einzelnen nicht mehr vollständig zu überblickenden, aber für einen hohen Stand der Technik und ökonomischen Wohlstand notwendigen Methoden- und Theorieschatz. Durch diese Konzentration auf Expertenwissen droht jedoch ein "Wissen, wie alles zusammenhängt" verloren zu gehen. Mit dem transdisziplinären Mikropolis-Modell wird das breit gestreute Verfügungswissen der Informatik um Orientierungswissen ergänzt. Das Modell ermöglicht das Beschreiten individueller Wissenspfade, indem es die Wechselwirkungen von IT-Entwicklung und -Nutzung systematisch und verallgemeinernd beschreibt. Informationstechnik und sozialer Kontext werden als soziotechnischer Zusammenhang betrachtet. Dabei wird die Mikroperspektive der IT- und Softwareentwicklung in die gesellschaftliche Makroperspektive eingebettet und mit vergangenen und zukünftigen Verläufen von Techniknutzungspfaden verknüpft. Der Aufsatz möchte einen Beitrag leisten zum besseren Verständnis informationstechnischer Innovationen vor dem Hintergrund einer sich entwickelnden, globalen „Wissensgesellschaft“. Er schließt an Arbeiten wie „The Social Shaping of Technology (SST)“ sowie der „Organizational and Social Informatics“ an. Diese und andere Erkenntnisse werden im Mikropolis-Modell systematisiert, das bereits als hochschuldidaktisches Angebot für die Informatik genutzt wird sowie als Grundlage für ein nachhaltiges Gestaltungswerkzeug für die Praxis weiter entwickelt werden kann.*

*Informatics offers a strongly differentiated but not entirely surveyable number of methods and theories required by the sophisticated state of technology and economic wealth. This concentration of expertise carries with it the threat of the "knowledge of how everything is connected" becoming lost. The transdisciplinary Mikropolis-Model supplements expert knowledge in informatics with knowledge of orientation. The model facilitates the breaking of new ground on individual paths of knowledge by describing interactions of IT-development and usage in a systematic and generalized manner. Information technology and social context will be considered in a sociotechnical relation that distinguishes the microperspective of its software development and the macroperspective of its social integration. Over time response paths of technology-development and usage can be identified that allow for different future patterns. This essay discusses direction and legitimation of information technology innovations against the background of an emerging global "knowledge society". It references the work on the social aspects of informatics like "The Social Shaping of Technology (SST)" as well as "Organizational and Social Informatics". Those and other results are structured systematically in the Mikropolis-Model which is currently used for teaching in informatics at Universities. There are attempts to use it as a tool for practical contexts.*

**Schlagwörter:** Organizational and Social Informatics, SST, informationstechnische Innovationen, Orientierungswissen, Mikropolis-Modell.

**Keywords:** Organizational and Social Informatics, SST, Information Technology Innovations, Knowledge of Orientation, Mikropolis Model.

## 1 Einführung – Informatik zwischen Verfügungs- und Orientierungswissen

Informatiker, Ingenieure wie Wirtschaftswissenschaftler stehen im Studium und natürlich während ihres lebenslangen Lernprozesses immer wieder vor der Frage, wie speziell oder all-

gemein ihre Aus- und Fortbildung sein sollte. Die Diskussion, worin die gewünschte "Exzellenz" ihrer Qualifikation bestehe und welche Art "Spitzenleistungen" von ihnen erwartet werden, spitzt sich mit der Neuordnung der Bachelor- und Masterstudiengänge noch einmal zu. Sie sind Angehörige der „nützlichen“ Wissenschaften und gelten als hoch spezialisierte Fachkräfte, deren Ausbildung aber zu eng ausfällt. Die Notwendigkeit, dass sie sich auch „in der Breite auskennen“ [1] macht etwa der Dean des INSEAD Gabriel Hawawini deutlich, der den Studierenden „verstärkt den Blick für die Belange der Gesellschaft öffnen“ [9] will.

In der Informatik sind heute kaum noch Stimmen anzutreffen, die Informatikerinnen und Informatiker als bloße Konstrukteure sehen, die mit den sozialen Aspekten ihrer Tätigkeit nichts zu tun hätten. Und wer als Informatikerin oder Informatiker in der Praxis tätig ist, erfährt ohnehin, wie vielfältig sich die Arbeitsaufgaben gestalten.

In unserem Beitrag wollen wir zeigen, wie das fachliche *Verfügungswissen* der Informatik-Expertinnen und -Experten um ein *Orientierungswissen* ergänzt werden kann [16]. Dazu haben wir ein Modell entwickelt, das wir hier in Auszügen vorstellen. Wir verstehen unser „Mikropolis-Modell“<sup>1</sup> (im Folgenden kurz: MM) im übertragenen Sinn als eine Art „Reisegepäck“, das unterschiedliches Kartenmaterial und Routenführer enthält, um Reisenden ihren Kurs in die globalisierte Informations- oder Wissensgesellschaft zu erleichtern.

Wer von dem hohen Tempo der Technikentwicklung nicht fortgerissen werden möchte, nicht „zeit-los“ denken und handeln will, kommt nicht umhin, das eigene fachliche Handeln in historische, gesamtgesellschaftliche und ökonomische Zusammenhänge einzuordnen. Er benötigt Orientierung, um sich vor manchen „Moden und Mythen“ schützen zu können, die sich zuweilen als „Produktivitätskiller“ erweisen. Der Bereich der IT-Anwendungen ist damit gut besetzt; man denke etwa an Metaphern wie „Business Process Reengineering“, „Real-time Business“, „Das papierlose Büro“ oder „Business Intelligence“. Alle diese Metaphern nehmen aktuelle Trends auf, die zugleich stark überdehnt werden. Sie führen daher zu Enttäuschungen und verlieren schnell an Kredit [15], [11]. Die Generierung von Moden und Mythen ist deshalb für die Wissenschaften relevant, weil ihre Promotoren damit gern die Absicht verfolgen, Förderprogramme ins Leben zu rufen. Unternehmensberater sehen hier eine Chance, ihr Beratungsgeschäft anzukurbeln.

Orientierungswissen kann vor Vereinnahmungen durch Moden und Mythen schützen, stabile Pfade für zukünftiges relevantes Expertenwissen aufzeigen und Sicherheit bei der Einschätzung neu aufkommender Entwicklungen geben.

## 2 Die (Brand-)Mauer abtragen

Die historische "Brandmauer"-Diskussion zwischen Dijkstra, Denning, Winograd und anderen bleibt aktuell [6], [4], [32]. Auf der einen Seite der Brandmauer wird das Problem der „correctness“ – der Erstellung korrekter Programme - verortet, dem allein sich die Informatik widmen solle. Auf die andere Seite wird das Problem der „pleasantness“ verwiesen, für das andere gesellschaftliche Instanzen die Verantwortung tragen müssten. Wer tatsächlich den „Blick über den Tellerrand“ wagt, begibt sich in das verminten Gelände der Transdisziplinarität.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Der Begriff der „Mikropolis“ knüpft an die frühe Diskussion um die Wirkung vernetzter Informationstechnik an [14]. Mikropolis setzt sich aus *Mikroelektronik* und *polis* zusammen. Polis bezeichnet ursprünglich den antiken griechischen Stadtstaat als Gemeinschaft von Bürgern. Polis findet sich heute u.a. in den Worten Metropole oder Politik wieder. Mikropolis als Metapher verknüpft die informationstechnische Gestaltungsaufgabe mit der sozialen Struktur der Gesellschaft.

<sup>2</sup> „Im transdisziplinären Forschungsmodus werden die Grenzen der „wissenschaftlichen Methode“ in mehrfacher Hinsicht überschritten. Zum einen erfordert die Lösung gesellschaftlicher Probleme zumeist die Kooperation mit Praxispartnern, die Einbeziehung ihrer Problemwahrnehmungen, ihres kontextuellen Erfahrungswissens und ihrer Wertorientierungen. Transdisziplinarität muss in diesem Sinne außerwissenschaftliche Wissensbestände berücksichtigen und mit wissenschaftlichem Wissen zusammenführen.“ [17].

Die traditionelle Lösung der Herausforderung, dass Informationstechnik Lebens- und Arbeitsumgebungen anderer verändert und diese Veränderung somit auch Gegenstand der Informatikausbildung wird, ist die Erweiterung des Lehrangebots etwa um ethische, geistes- und sozialwissenschaftliche sowie ästhetische Inhalte. So sollen die Studierenden mit dem „kosmopolitischen Blick“ [2] ausgestattet werden, der sie befähigen könnte, die sozialen Aspekte ihrer Arbeit besser zu verstehen.

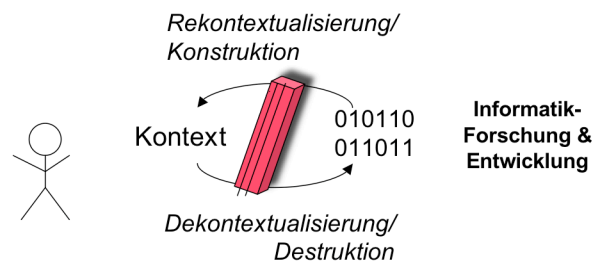


Abb. 1: Sicht auf „Brandmauer“ und soziotechnische Perspektive

Das Manko entsprechender Angebote liegt u.E. darin, dass die Verbindung zur Heimatdisziplin offen bleibt. Die Beschäftigung mit fremddisziplinären Ansätzen gilt zwar als interessant, gewährleistet aber noch nicht den Bezug zu den technisch ausgerichteten Inhalten. Dies gilt auch umgekehrt. Wirtschafts-, Sozial- und Geisteswissenschaften sehen Informatik meist als Spezialdisziplin, die aus ihrer Sicht höchstens als Untersuchungsgegenstand die eigene disziplinäre Arbeit bereichern kann. Potenziale und Risiken der Informatik bleiben im Kern unverstanden.

Praktikerinnen und Praktiker, die Informationstechnik gestalten oder sich mit deren Einführung und Einsatz in Organisationen befassen, treffen ihre Entscheidungen häufig unter dem unmittelbaren Druck ökonomischer Randbedingungen. Ihre Fachexpertise konkurriert mit Interessen und Vorstellungen anderer Akteure. Sie befinden sich von vornherein auf beiden Seiten der „Brandmauer“. Ihre Orientierungskompetenz in Fragen der „pleasantness“ gilt es demnach zu verbessern, worin aus Sicht der Hochschulen ein bisher unbefriedigter Weiterbildungsbedarf erwächst.

Mit dem Mikropolis-Modell schlagen wir vor, die Brandmauer zwischen dem Problem der "correctness" auf informatischem und der "pleasantness" auf gesellschaftlichem Terrain abzubauen. In den Mittelpunkt rückt somit der Zusammenhang von technischer Gestaltung und sozialer Wirkung *diesseits* sowie der Zusammenhang von gesellschaftlichem Wandel und einer bestimmten Ausrichtung informationstechnischen Fortschritts *jenseits* der Brandmauer.

### 3 Zentrale Elemente des Mikropolis-Modells

Wir verstehen das MM als ein Modell der Wechselwirkungen von Technikgestaltung und sozialem Wandel im Hinblick auf informationstechnische Innovationen, die in unserem Verständnis nicht nur von Entwicklern oder vom Management generiert werden, sondern häufig im Dialog mit Nutzern, oder gar von diesen allein initiiert, entstehen. Mittlerweile wird der Begriff im Sinne von neuen Ideen und Erfindungen, meist zu eng, lediglich an der erfolgreichen wirtschaftlichen Umsetzung gemessen. Dabei unterbleibt häufig die Darstellung der Auseinandersetzungen und Alternativen, die den Innovationsprozess erst verständlich machen. Das MM strukturiert diese Zusammenhänge durch drei zentrale Elemente, die im Folgenden erläutert werden:

- (1) der soziotechnischen Perspektive der Wechselwirkungen (vgl. 3.1)
- (2) der Unterscheidung einer Mikro- von einer Makroperspektive (vgl. 3.2 und 3.3)
- (3) der exemplarischen Darstellung vergangener, gegenwärtiger und zukünftiger Gestaltungsoptionen sowie der gewählten oder noch zu wählenden Techniknutzungspfade (vgl. 3.4).

#### 3.1 Die soziotechnische Perspektive

Mit der soziotechnischen Perspektive betrachten wir die „Überführung“ sozialer Handlungsmuster in eine informationstechnische Form, die wieder *verändernd* in den sozialen Raum eintritt. Informationstechnische Gestaltung setzt zwingend eine *Dekontextualisierung* etablierter sozialer Handlungsmuster voraus. Erst dann kann eine formalisierte Fassung etwa in Form von Software konstruiert werden. Sie wird in den Kontext zurückgeführt und kann ihn im Sinne einer *Rekontextualisierung* verändern, oder durch die Techniknutzung selbst eine Veränderung erfahren.

„Dekontextualisierung“ geht mit *Destruktion* einher. Destruktion setzt schon mit dem ersten Schritt der Formalisierung ein, der Beschreibung von Handlungen als Operationen [27]. Die Beschreibung beruht auf Interpretation durch das beobachtende Subjekt, die immer an sinnhafte, mithin soziale Zwecksetzungen gebunden ist. Die Zwecksetzung wird unkenntlich, sobald die beschriebene Handlung von der handelnden – und der beschreibenden – Person als Operation losgelöst ist. Diese Abstraktion ist notwendig, um eine sozial sinnerfüllte Handlung im technischen Artefakt nachzubauen und dadurch zu ersetzen, mindestens aber zu verändern. Die soziotechnische Wechselwirkung finden wir also im Prozess der Übertragung sinnhafter Elemente auf logische Strukturen.

Der Formalisierung folgt die Algorithmisierung. Aus Handlungen werden berechenbare Verfahren. Als implementiertes Programm werden diese Verfahren wieder in die Sphäre sozialer Handlungen eingeführt. Sie repräsentieren aber immer noch den Versuch einer Realisierung jener Ziele und Zwecke, die einst die Beobachtung strukturiert haben und somit sozial begründet sind. Sozial begründet sind vor allem die zentralen Motive der Automatisierung und Rationalisierung ausgewählter Handlungsmuster, wie sie vor allem in Produktions- und Arbeitszusammenhängen sowie in den formal geregelten Austauschbeziehungen des persönlichen Lebens bestehen.

Sobald das kontext- und sinnfreie Programm wieder in soziale Prozesse eingepasst wird, kommt es zu einer "unberechenbaren" und oft konflikthafter Aneignungs- und Nutzungspraxis. Anwenderinnen und Anwender rufen nicht lediglich "automatisch" die bereit gestellten Funktionalitäten ab, sondern organisieren ihre tradierten Handlungen neu, indem sie diese entweder den Erfordernissen der informationstechnischen Struktur oder aber sehr eigenen, teils eigenwilligen Interessen und Motiven unterordnen.

Wenn wir die Nutzungspraxis von Software mit bedenken, so entfaltet sich ein deutlicheres Bild soziotechnischer Wechselwirkungen: Technikentwicklung, -einsatz und -nutzung ist 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“ [26]. Die methodische Sicht auf diese Wechselwirkungen ergänzt die tradierten Inhalte der theoretischen, technischen, formalen und angewandten Informatik sowie der Softwaretechnik um den Aspekt ihrer gesellschaftlichen Einbettung.

Die Gestaltung von arbeits- und lebensbezogenen Handlungen 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 Sinnggebung unterliegen. Beides zu gestalten, die Sinnggebung und die Berechenbarkeit, darin liegt eine Aufgabe der Informatik als Wissenschaft zwischen Signal und Sinn“ [18].

Der soziotechnische Sinn einer informationstechnischen Innovation ist schon in der "prä-informatisierten" sozialen Welt sichtbar: Aufbau und Funktionen von Organisationen und "sozialen Systemen" sind bereits in großen Teilen formalisiert und verkörpern längst – überdeutlich in der bürokratischen Ordnung – die Idee der Automatisierung, die nicht erst mit der Informationstechnik beginnt. IT forciert diese Idee, indem sie im ersten Schritt entsprechende Artefakte bereitstellt. Im zweiten Schritt verbindet sie diese miteinander, um Handlungsmuster und Arbeit zu automatisieren sowie um darüber hinaus Kontrolle und Manipulation erfasster Gegenstände und Prozesse zu ermöglichen.

Die Entwicklung von IT-Innovationen ist u.E. nur zu verstehen, wenn wir ihren soziotechnischen Charakter als wesentlichen Faktor der Gestaltungsaufgaben sowohl im Mikrokontext der Softwareentwicklung und -nutzung als auch im Makrokontext gesellschaftlicher Aufgaben anerkennen. Für das MM sind die soziotechnisch gedachten Wechselwirkungen Ausgangspunkt weiterer Systematisierungen. So unterscheiden wir Mikro- und Makrokontext:

### **3.2 Mikrokontext**

Im *Mikrokontext* geht es um Akteure im Informatiksystem und in IT-nutzenden Organisationen. Unter dem Begriff des Informatiksystems fassen wir Informationstechnik entwickelnde und gestaltende Akteure aus IT-produzierenden Unternehmen (IT-Hersteller) sowie aus Institutionen der Forschung und der Lehre (Informatik-Forschung & Entwicklung). Merkmal des Informatiksystems ist, dass Wissenschaftler und Technikhersteller permanent den bestehenden Erkenntnis- und Wissensstand der Informationstechnik erweitern oder in Frage stellen, um Neues zu entwickeln oder zu konstruieren.

Zum Anwendungskontext der IT-nutzenden Organisationen gehören private und öffentliche Unternehmen (Abb. 2). Wir trennen analytisch zwischen IT-anwendenden Organisationen einerseits und dem Informatiksystem andererseits, obwohl die Grenzen in der Realität häufig aufgehoben sind. Dies gilt etwa für den Flugzeughersteller Airbus, der einen eigenen IT-Forschungs- und Entwicklungsbereich betreibt. Mit unserer Unterscheidung können wir aber die spezifischen Wechselwirkungen zwischen den Anforderungen aus der Techniknutzung und den Angeboten aus der Technikentwicklung besser beschreiben<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> Da mit dem MM komplexe soziotechnische Wechselwirkungen systematisch in einem Modell erfasst werden sollen, liegt eine Herausforderung beim Entwurf einer eingängigen Struktur. Sie wird durch eine zunächst simpel erscheinende Visualisierung unterstützt, die jedoch in der Lage ist, neu hinzukommende Erklärungen und Erkenntnisse aufzunehmen und zu vermitteln. Dies ist ein wichtiger Aspekt des MM, weil es in der Lehre für Studierende der Informatik und Wirtschaftsinformatik eingesetzt wird, die in der Regel nicht mit soziotechnischen Inhalten vertraut sind. Zu Visualisierungsansätzen in wissenschaftlichen Disziplinen siehe Tufte [28].

### 3.2.1 Innovationen durch Wechselwirkungen von Informatiksystem, Organisationen und Nutzern

Es ergeben sich spezifische Wechselwirkungen aus dem Prozess der Entwicklung, Einführung und Nutzung von Software. Die Mikroperspektive des MM fokussiert die unterschiedlichen Interessen der beteiligten Akteure, Widersprüche zwischen Erwartungen und Realität sowie beidseitige Missverständnisse [21].

Gern werden Innovationen allein auf technische Potenziale zurückgeführt, ohne Erwähnung, dass sie der Akzeptanz durch Akteure und Organisationen bedürfen. Das „filigrane Zusammenspiel von technischem und organisatorischem Wandel“ [5] bleibt oft unberücksichtigt. Tatsächlich ist es die Verschränkung technischer und organisatorischer Elemente sowie kultureller Wahrnehmungen, die Innovationsentwicklungen auslöst: Das eigentliche und bislang nur wenig erschlossene Innovationspotential liegt nicht in den technischen und organisatorischen Neuerungen, sondern in deren Fusion.

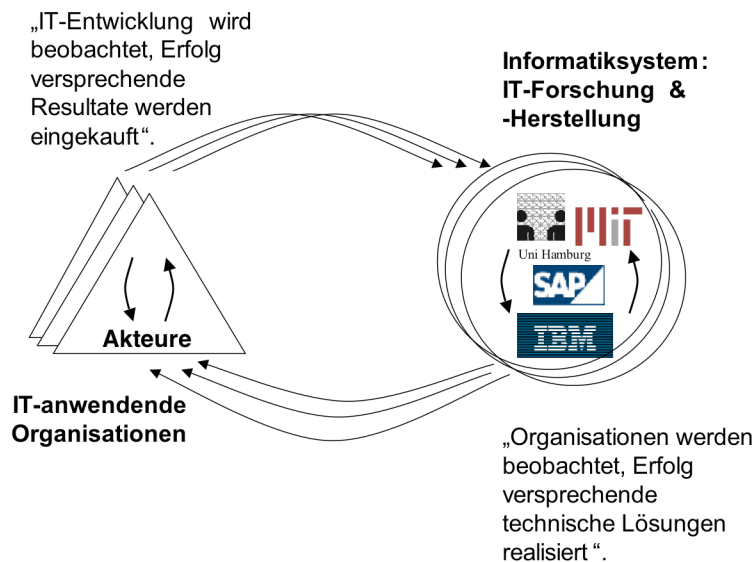


Abb. 2: Sicht auf die Wechselwirkungen von Informatiksystem und Organisationen

Damit rückt die soziotechnische Wechselwirkung von *Informatiksystem und Organisationen* als wichtiger Innovationsmotor in den Blick. Beide stellen für das jeweils andere System zahlreiche Handlungsoptionen bereit, wobei das Informatiksystem für den „technology push“, die Organisationen für den „demand pull“ sorgen (vgl. Abb. 2). Expertinnen und Experten in den IT anwendenden Organisationen müssen versuchen, die angebotenen technischen Potenziale zu überblicken und auf die Interessen ihrer Organisation abzustimmen. Sie müssen den Markt permanent beobachten, Messen besuchen, die Fachpresse lesen und sich von Unternehmensberatungen und Softwarehäusern informieren lassen. Dabei senden sie selbst laufend Signale in Form von Anfragen und Anforderungen an Hersteller, Entwickler und Informatikwissenschaftler aus. Die Akteure im Informatiksystem beobachten ihrerseits die IT-Strategien der Organisationen, um zukünftige Erfolgspotenziale für Forschung und Entwicklung zu erkennen.

Im Gegensatz zum öffentlichen Bild der Innovationsentwicklung, das sich gern auf einen technologischen Determinismus und bahnbrechende Neuerungen fokussiert, handelt es sich

dabei in der Masse um einen vielfältigen, unaufhörlichen Zugewinn an kleinen Erkenntnissen und Modifikationen bestehender Lösungen zumeist auf einem einmal eingeschlagenen Pfad.

### 3.2.2 Innovationen durch „Innofusion“ und „Auswilderung von Rohlingen“

Die beschriebenen Wechselwirkungen zwischen der Entwicklung und Nutzung informationstechnischer Innovationen finden sich auf vielfältige Weise in den Prozessen der Implementierung, Konsumtion und Nutzung wieder [30], [31]. Innovationen finden oft statt, indem die Nutzer erst in der Nutzungsphase ihre Anforderungen entdecken und damit Entwickler, Gestalter oder Hersteller zwingen, ihre ersten Vorstellungen zu revidieren. Fleck nennt diese Wechselwirkung „innofusion“ [7], Williams bezeichnet sie als „learning by struggling“. Die Implementierung stellt eine Testphase dar, in der die Gestalter etwas über die Anforderungen der Nutzer und beide Parteien etwas über die Nützlichkeit und Defizite informationstechnischer Produkte lernen. Offensichtlich sind technische Entwicklungen nur begrenzt zu antizipieren. Die Ungewissheit liegt im Verhalten der Nutzer.

Ein weiterer Aspekt, der zumeist unberücksichtigt bleibt: IT ist mit der Bereitstellung kostengünstiger Hard- und Software zu einem multifunktionalen „Volks“-Werkzeug geworden, zum privaten Produktionsmittel, mit dem experimentiert werden kann. Entwicklungsumgebungen, Softwarewerkzeuge und Programmpakete werden als „Rohlinge“ an die jeweiligen Nutzungskontexte angepasst, Lücken oder neue Anwendungen für nutzerorientierte Kontexte entdeckt und komfortable Erweiterungen bis hin zu völlig unerwarteten Neuerungen kreierte. Zuweilen sind Produkte von großen Herstellern bewusst als „Rohlinge zum Auswildern“ angelegt. Dies erspart ihnen Kosten und Kreativität und beschleunigt die Verbreitung. Es ist eine billige Art der Qualitätskontrolle, um z.B. Programmfehler zu entdecken. Hier werden Wechselwirkungen – der Hersteller setzt etwas Unfertiges ins „Freiland“ und erhofft sich eine Fehlerkontrolle durch die Nutzergemeinde – als bewusste Unternehmensstrategie eingesetzt.

### 3.2.3 OpenSource-Softwareentwicklung

Open Source steht für Software, die den Softwarenutzern grundsätzlich das Recht einräumt, den Quellcode zu lesen, zu verändern und Dritten zugänglich zu machen. Nach herkömmlichem ökonomischem Verständnis werden Innovationen vorangetrieben, um damit Geld zu verdienen. Offensichtlich ist diese Überzeugung im Falle von Open Source außer Kraft gesetzt. Durch informationstechnische Produkte und Infrastruktur spielen nicht-professionelle Entwickler eine wesentlich größere Rolle bei der Innovationsentwicklung von Software als dies einschlägige betriebs- und volkswirtschaftliche Konzepte (z.B. homo oeconomicus) erklären können. Die Motivation der weltweit verteilten Entwicklergemeinschaften kann in der Lust an der Entwicklung, Reputation durch gute Programmierleistung oder auch Kampf gegen den „Dinosaurier“ Microsoft liegen [22] (vgl. Abb. 3).

Voraussetzung für den ungeplanten Erfolg von Open Source war das Ausschwärmen von Rechnerleistungen zu bezahlbaren Preisen für den privaten Gebrauch. So bestimmen heute, wo das Internet einen Rahmen für weltweite Kooperation und Zugang zu Informationen bereitgestellt hat, die Kompetenz und Motivation von „freischaffenden“, oft unbezahlten Entwicklern jenseits traditioneller Institutionen und Organisationen den Innovationsprozess mit. Auf diese Weise schaffen Netzwerke aus ihren eigenen Interaktionen heraus neues Wissen, neue Produkte und neue Prozesse. Die zu beobachtenden Synergieeffekte können traditionellen technischen Entwicklungen sogar überlegen sein (vgl. [3], S. 445).

Open Source-Entwicklung entsteht als „soziotechnisches Kind“ aus der Wechselwirkung zweier Entwicklungspfade innerhalb des Informatiksystems. Der erste Pfad etabliert IT als Produktionsmittel und Informationsnetzwerk und ist eher technisch orientiert. Der zweite Pfad bezeichnet die gewachsene, intellektuelle Unabhängigkeit sowie den sachorientierten Bedarf der beteiligten Akteure aus der Informatik- und Programmierwelt nach einer

problemadäquaten Lösungsstrategie, die möglichst viele verfügbare Kompetenzen und Wissensbestände aus der eigenen „community“ integriert. In diesem Sinn kann also von einer eher gemeinschaftsorientierten, mithin sozialen Entwicklung gesprochen werden [10].

Im Übergang zum Makrokontext lässt sich anhand der Abb. 3 beschreiben, weshalb der Bereich der Bildung eine wichtige Voraussetzung für nachhaltige Innovationspfade ist. Informatiksystem, Organisationen und externe Akteure wie Open Source-Entwicklung benötigen exzellent ausgebildete Akteure, um Innovationen vorantreiben zu können. Dabei liegt Exzellenz nicht bloß in einer ständig aktualisierten Fachexpertise, sondern ergibt sich aus der Analyse der Rahmenbedingungen des eigenen, niemals nur fachlich allein bedeutsamen Handelns. Ein gutes Bildungssystem, das in diesem Sinne Orientierungswissen einschließt und nicht delegiert, beeinflusst die Innovationsspiralen bzw. Wechselwirkungen in mehrfacher Weise: es kann die Qualität der Wechselwirkungen verbessern, sie beschleunigen und die Intensität und Häufigkeit erhöhen.

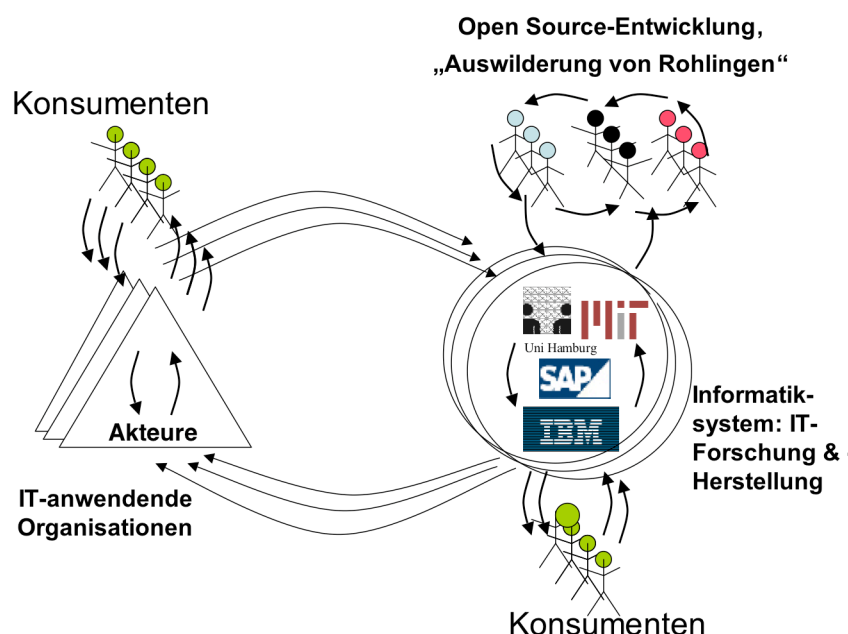


Abb. 3: Die Sicht auf Innovationen im Mikrokontext durch Open-Source-Entwicklung und „Auswilderung von Rohlingen“. Die sog. „Innofusions“ treten vor allem bei Nutzern in Organisationen auf.

### 3.3 Makrokontext

Der *Makrokontext* erweitert den Blick auf Wechselwirkungen zwischen gesamtgesellschaftlichen Entwicklungen und der Entwicklungsdynamik der Technik (vgl. Abb. 4). Hier wird die Auseinandersetzung um gesellschaftliche Leitbilder, Werte, Normen und Regulierungen thematisiert. Neben den zentralen ökonomischen üben hier auch politische und kulturelle Faktoren Einfluss aus.

Die im Mikrokontext angesprochenen Organisationen und das Informatiksystem sind eingebettet in ein gesellschaftliches Umfeld mit spezifischen kulturellen, ökonomischen und rechtlichen Wertsetzungen, Traditionen sowie Wissenschafts- und Bildungssystemen. Technisch orientierte Innovationsprozesse rufen gesellschaftliche Spannungen und Anpassungen hervor, wie aktuell an den Diskussionen um die elektronische Gesundheitskarte, die Biometrie oder elektronische Überwachungssysteme deutlich wird.

Arbeit und gesellschaftliches Leben spielen sich zu Beginn des neuen Jahrtausends vor der Folie einer umfassend digitalisierten, globalen Infrastruktur ab. Routinearbeiten sind automatisiert, Rechner steuern und kontrollieren die Prozesse in Produktion und Dienstleistung, Wissensarbeiter in Organisationen nutzen den Rechner als Werkzeug und koordinieren über das Medium Internet international verteilte Arbeitsprozesse. Informationstechnische Systeme sind zugleich rationalisierende Automaten, Organisationstechnologie, Werkzeug und Medium. Grundlagen dieser Entwicklung sind die enorme Zunahme der Leistungsfähigkeit der Rechner bei gleichzeitig drastischer Kostenreduzierung, die Entwicklung von Softwaresystemen für alle nur denkbaren Nutzungskontexte sowie die weltweite technische Vernetzung der Rechner.

Unternehmen müssen in einem komplexen und riskanten Zusammenspiel von globalen Akteuren und Arenen bestehen. Ihr Aktionsfeld ist von dem hohen Diffusionsgrad der IT im Rahmen eines *liberalisierten und deregulierten Wettbewerbs* gekennzeichnet. Für sie bedeutet IT ein unverzichtbares Potenzial für ihre Wettbewerbsfähigkeit [25]. Die globale, informationstechnische Infrastruktur vermag Transaktionskosten wie -zeiten zu senken und die Handlungsspielräume multinationaler Unternehmen zu erweitern. Produktionsstandorte können ohne Zeitverluste flexibel gesteuert und kontrolliert werden. Flexible Reaktionen wie örtliche Verlagerungen werden möglich. Wird IT jedoch nicht effektiv eingesetzt, verliert die Organisation ihre Position am Markt – zuweilen auch ihre Existenz. Die soziotechnische Wechselwirkung zeigt sich so auch aus der Makroperspektive als ein komplexer Zusammenhang von sozial eingebetteten, teilweise über Informationstechnik realisierten Entscheidungen.

Informations- und Kommunikationstechnologien werden als zentrales Medium für die Transformation der globalen Ökonomie gesehen [3, S. 431]. Die angemessene Organisationsform, um die weltweit wachsende Dynamik, Komplexität und Beschleunigung beherrschen zu können, könnte die *Netzwerkorganisation* sein. Zumindest ist sie das neue ökonomische und gesellschaftliche Organisationsleitbild. Netzwerke bestehen aus flexibel miteinander verbundenen Knoten. Individuen, Gruppen, Unternehmen oder Regionen können Knoten sein. IT verringert dabei ihre zeitliche und räumliche Distanz. Netzwerke haben offene Strukturen: sie können grenzenlos expandieren und neue Knoten einbeziehen oder überflüssige abstoßen.



Abb. 3: Integration der drei Sichten

Die soziotechnischen Wechselwirkungen zwischen Makro- und Mikrokontexten stellen sich anders dar als jene innerhalb des Mikrokontexts. Mit dem MM können wir die spezifischen Bedingungen und Faktoren im Makrokontext beschreiben, die für das Handeln von Akteuren in Organisationen und im Informatiksystem relevant sind. Umgekehrt können wir neu entstehende Strukturen in ihrer Bedeutung für Veränderungen auf gesellschaftlicher Ebene besser nachvollziehen. Dies gilt z.B. für die Open Source-Bewegung, deren eigene Netzwerkstruktur die der multinationalen Konzerne hinsichtlich ihrer Innovationskraft herausfordert.

### ***3.4 Prozesse und Pfade***

Die drei Elemente des MM: soziotechnische Perspektive, Mikro- und Makrokontext; werden durch eine historische Analyse ergänzt. Sie deutet vergangene Entwicklungen, die dort herrschenden Paradigmen, konfliktreichen Prozesse und erfolgreichen wie erfolglosen Pfadverläufe.

Im Mikropolis-Modell ist über die Wechselwirkungen implizit die zeitliche Dimension von Entscheidungen und Veränderungen im Mikro- und Makrokontext enthalten. *Prozesse und Pfade* können sowohl etwas über die Entstehung von Organisations- und Technikleitbildern als auch über die Sieger, Verlierer und Konflikte im Zeitverlauf aussagen und so 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 [20].

Die Konzentration auf den Techniknutzungspfad ist deshalb sinnvoll, weil technische Entwicklungen erst dann zu Innovationen werden, wenn sie Organisationen oder Akteure erreichen und von ihnen genutzt werden. Was nicht genutzt wird, wird in der Regel vergessen.

Der Techniknutzungspfad kann als Biografie eines einzelnen Akteurs mit seinen persönlichen Erfahrungen in der Nutzung der IT „erzählt“ werden. Er kann auch für eine einzelne Organisation beschrieben werden, für eine Branche, für eine Volkswirtschaft oder gar für die globale Gesellschaft. Dies geschieht bereits heute oft allgemein, wenn der Übergang von der Industrie- zur Informations- bzw. Wissensgesellschaft thematisiert wird.

Die Metapher „Pfad“ deutet an, dass wir es nicht mit einer eng begrenzten, durch technische Sachzwänge determinierten Wegstrecke zu tun haben. Vielmehr sind Verzweigungen, Alternativen und Optionen möglich (gewesen). 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.

Soziotechnische Perspektive, Mikro- und Makrokontext sowie Prozesse und Pfade werden im MM analytisch getrennt, um die Komplexität der IT-Gestaltung zu reduzieren. Einerseits lassen sich gesellschaftliche Makrostrukturen als Resultat individueller Handlungsstrategien im Mikrokontext begreifen. Ebenso ist individuelles Handeln beeinflusst durch gesellschaftliche Makrostrukturen. Abhängigkeiten und Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Perspektiven werden sichtbar.

Mit dem MM gelingt es, die im Prozess der Spezialisierung und Ausdifferenzierung der Informatik zwangsläufig abgeschnittenen Wechselwirkungen zu „rekultivieren“ ohne ein Plädoyer gegen Spezialisierung und Ausdifferenzierung der Disziplin ablegen zu müssen. Das Mikropolis-Modell bietet einen Rahmen, aus dem heraus deutlich wird, wie ein vielfach rückgekoppelter Prozess zwischen Informationstechnologie, Organisationen sowie

individuellen wie gesellschaftlichen Akteuren Veränderungen in der globalen Arbeits- und Lebenswelt bewirkt.

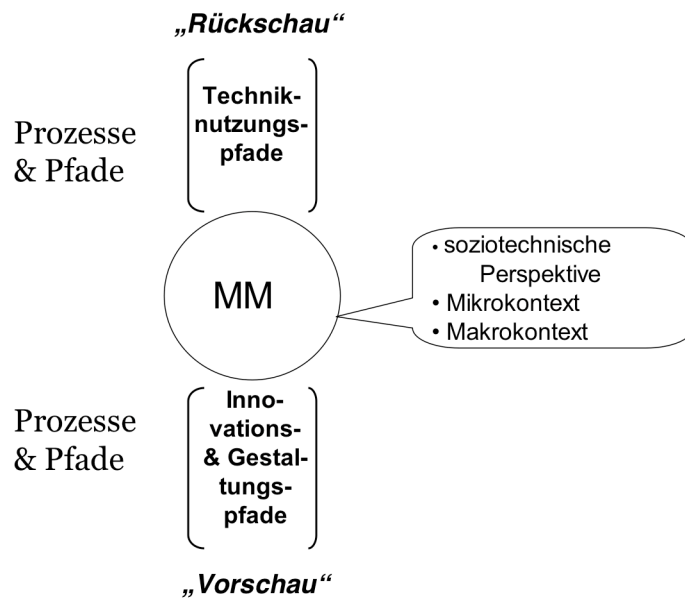


Abb. 4: Aus der historischen Analyse des Techniknutzungspfades lassen sich Erkenntnisse für zukünftige Innovations- und Gestaltungspfade gewinnen

## 4 Soziotechnische Wechselwirkungen

Das MM gibt nicht vor, wie bestimmte soziotechnische Wechselwirkungen zu bewerten sind. Es erlaubt eine Orientierung aber insofern, als die komplexen Gestaltungsaufgaben in der „Wissengesellschaft“ nicht länger aus isolierter Fachperspektive behandelt werden.

Frieder Nake hat auf die Herausforderung aufmerksam gemacht, die entsteht, wenn die Informatik die soziotechnischen Wechselwirkungen berücksichtigt. Sie hat dann als Wissenschaft zwischen Signal und Sinn beides zu gestalten, die Sinngebung und die Berechenbarkeit [18]. Wenn wir uns eines der zentralen Einsatzgebiete für IT anschauen, nämlich die soziotechnische Gestaltung von Strukturen und Prozessen in Organisationen, wird diese zweigeteilte Perspektive deutlich. Im Folgenden wollen wir exemplarisch auf einige aus dem MM folgende Implikationen aufmerksam machen.

### 4.1 *Homo Oeconomicus* oder Akteur

Traditionelle ökonomische Erklärungen für das Verhalten eines als „Wirtschaftssubjekt“ gedachten Individuums berufen sich auf den Idealtypus des *homo oeconomicus*, während Ingenieurwissenschaften einen *homo technicus* konstruieren, der vom technischen Fortschritt überzeugt ist und auf Innovationen grundsätzlich positiv reagiert. Gerade der *homo oeconomicus*, der einen vollkommenen Überblick über das Markgeschehen hat und in der Lage ist, die Maximierung seines Eigennutzes in Einklang mit der Gewinnmaximierung der Organisation zu bringen, liegt fern jeder Realität. Andererseits ermöglicht er es, exakte Thesen und widerspruchsfreie ökonomische Modelle zu entwickeln, die dann in der Theorie auch funktionieren – allerdings ohne Berücksichtigung empirisch vorfindbarer Widersprüche.

Uns erscheint die Vorstellung praxisnäher, dass sich der Mensch nicht durchgängig ökonomisch rational verhält. Gerade wenn sich die Bedingungen seines Handelns etwa durch die Einführung neuer technischer Routinen verändern, reagiert er als vielschichtiger Akteur, dessen akzeptierendes oder ablehnendes Verhalten nicht eindeutig vorhergesagt werden kann. Es begründet sich nicht allein aus zweckrationalen Erwägungen, sondern hängt mit tradierten Wertvorstellungen, biografischen Erfahrungen und situativen Interessen zusammen.

Die Wechselwirkungen zwischen technischen Entwicklungen und sozialen Veränderungen auf Seiten der Organisationen lassen sich aus einer Akteursperspektive zuverlässiger beschreiben und analysieren als unter der einseitigen Typisierung als *homo oeconomicus* oder *technicus*. Akteure grenzen sich gegeneinander ab, gleichzeitig pflegen sie zueinander bewusste Beziehungen. Sie nehmen Bezug auf einen gemeinsamen kulturellen Hintergrund und formulieren vor diesem Hintergrund strategische Orientierungen.

Wer als Softwareentwickler oder Berater bei der Einführung und dem Einsatz von IT das MM ernst nimmt, wird sich daher auch um das soziale Tableau kümmern und versuchen, die jeweiligen Interessen, Möglichkeiten und Eigenheiten der beteiligten und betroffenen Akteure zu verstehen.

## **4.2 Handeln und Struktur**

Die Wechselwirkungen von Handeln und Struktur sind ein wichtiger Baustein für das Verständnis von Veränderungsprozessen in Organisationen und von technischem Fortschritt [8]. *Handlung* meint dabei den bewussten oder unbewusst verändernden oder stabilisierenden Eingriff der Akteure in die soziale Welt. *Strukturen* sind institutionelle, dauerhafte Gegebenheiten, mit denen die Akteure konfrontiert werden. Strukturen zeigen sich in vielfältigen Formen: z.B. in Regelungen, Gesetzen, in „gesetzten“ betriebswirtschaftlichen Methoden und Softwaresystemen, Organisationsanweisungen, akzeptierten Übereinkünften und anerkannten Interessenskoalitionen. Strukturen ermöglichen es Akteuren einerseits, überhaupt zu handeln. Andererseits erhalten sich Strukturen nur durch erwartungskonformes Handeln der Akteure.

Strukturen verkörpern in Organisationen das betriebliche Wirklichkeitsmodell, das von Akteuren durch Handlungen entweder immer wieder *rekursiv* bestätigt oder – häufig ausgelöst durch innere oder äußere Krisen – *reflexiv* in Frage gestellt wird. Im zweiten Fall verändern sich Organisationen und entwickeln sich weiter, bis die neu entworfenen Handlungen selbst zu Mustern und schließlich zu festen Strukturen „gerinnen“. Strukturen sind somit Medium *und* Resultat des Handelns.

Giddens Strukturierungstheorie ist für Softwareentwicklung äußerst nützlich, die sich einer neuen Problembeschreibung gegenüber sieht: Geht es bei der Entwicklung von Software um Unterstützung stabiler und anerkannter Organisationsstrukturen? Oder kann es sich als sinnvoll erweisen, flexible und offene Handlungsweisen einzelner Akteure zu stärken? Steht also die Automatisierung starrer Abläufe im Mittelpunkt oder die Neuformulierung noch nicht in Muster gefasster Handlungen bestimmter Akteure in der Organisation? Welche Methoden- und Vorgehensmodelle sind für das jeweilige Projekt unter dieser Perspektive geeignet?

Es macht Organisationen aus, dass sie eine Vielzahl von typischen Aufgaben, Regelungen, Anweisungen, Formularen, Hierarchien und Routine-Handlungen kennen. Sie sind bereits formalisiert und zum Teil auch automatisiert. Die Gesamtstruktur einer Organisation hat sich im Laufe der Jahre durch die permanenten Handlungen von Akteuren gebildet: die besondere Geschichte jeder Organisation und ihrer Mitglieder besteht als ein wichtiger Einflussfaktor fort.

### ***4.3 Notwendige und vorläufige Formalisierungslücke***

Jede Arbeitsorganisation schreibt auf diese Weise die Geschichte der Regelungen, Ressourcen, zu Operationen gewordenen Handlungen und Automatisierungen selbst. In jeder Organisation finden sich aber auch eine Vielzahl von Handlungen und Nutzungskontexten, die die Quelle von Innovationen, Flexibilität und Kreativität repräsentieren. Diese Nutzungskontexte sind für Organisationen überlebenswichtig und damit „*notwendige Formalisierungslücken*“. Aber auch hier macht der IT-Einsatz Sinn, er ist nur von einer anderen Art. IT tritt hier nicht mit der Zwecksetzung des „Automaten“ im Sinne einer Maschine auf, sondern als Werkzeug oder Medium, das individuelle und flexible Handlungen *unterstützt*, nicht übernimmt oder kontrolliert.

Bei der Entscheidung über einen verstärkten IT-Einsatz macht es Sinn, die notwendige von der „*vorläufigen*“ Formalisierungslücke zu unterscheiden. Die vorläufige Formalisierungslücke umfasst prinzipiell automatisierbare Handlungsrouninen, für die es bisher keine ökonomisch akzeptable oder technisch mögliche Realisierungsvariante gibt. Dagegen muss die Organisation ein Interesse daran haben, die Kreativität und Innovationskraft ihrer Mitglieder zu erhalten – ihre Handlungen müssen einen gewissen Grad an Freiheit behalten und im Sinne des Wortes „unberechenbar“ bleiben.

## **5 Resümee**

Wir sind von der Frage ausgegangen, wie das spezialisierte Fachwissen der Informatikerinnen und Informatiker durch Orientierungswissen ergänzt werden kann. Wir schlagen dabei vor, die soziotechnische Perspektive auf die informationstechnische Gestaltung von Arbeits- und Lebenswelten in den Vordergrund zu rücken und so die Orientierungskompetenz der mit IT befassten Akteure zu stärken. Dies gilt für den Bereich der Wissenschaft ebenso wie für die Praxis. Das MM ermöglicht die Einordnung des eigenen fachlichen Handelns in einen gesamtgesellschaftlichen und transdisziplinären Zusammenhang. Es erfüllt so Mittelstrass' Forderung nach einer aktiven Rolle der Wissenschaften bei der Schaffung von Orientierungshilfen in der modernen Kultur – ihre etablierte Rolle als Produktionsfaktor ergänzend.

Technikentwicklung wird im Mikropolis-Modell als sozialer Prozess verstanden. Das MM sieht sich in der Tradition der Gruppen, die sich um die Ausdifferenzierung der Forschungsrichtungen SST - „The Social Shaping of Technology“ [30] - und der „Organizational and Social Informatics“ [24, 12, 13] verdient gemacht haben. Der Mehrwert des MM liegt vielleicht darin, dass jetzt anhand eines Modells die vielfachen Wechselwirkungen zwischen technischen und sozialen Aspekten, zwischen gesellschaftlichen Leitbildern und individuellen Intentionen, zwischen flexiblen Handlungen und formalisierten Strukturen transparent dargestellt und explizit diskutiert werden können.

Wir hoffen, dass mit dem MM eine Voraussetzung für die Anschlussfähigkeit anderer Sichtweisen und Fachperspektiven vorhanden ist. Wir sehen es als ein transdisziplinäres Angebot, über das ein gemeinsamer Austausch ermöglicht wird, ohne dass die jeweils eigene Theorie-, Methoden- und Begriffswahl damit obsolet würde.

Das MM hat auch gezeigt, dass es nicht nur einen Pfad der Modernisierung bzw. Globalisierung gibt. Dies gilt auch für Organisationen, die unterschiedlichen Bedingungen und institutionellen Regelungen unterliegen. Institutionen und Akteure sind lernfähig, doch sie reagieren nur, wenn man ihnen Alternativen vor Augen führt. Es sind besonders jene Stimmen interessant, die nachhaltige Leitbilder entworfen haben. So setzen [23] und [29] bei den weltweiten Ordnungssystemen an und empfehlen ihre Veränderung in Richtung einer transnationalen ökosozialen Marktwirtschaft. Informationstechnische Innovationen können dabei ein wichtiger Transmissionsriemen sein, mit dem unterschiedliche Pfadverläufe auf den Weg gebracht werden können.

Das MM wird bisher erfolgreich für die grundständige Lehre im Fach Informatik und Wirtschaftsinformatik eingesetzt. Andere Hochschulen haben Teile des MM für ihre Lehre übernommen oder hierzu Anfragen gestellt. Ein Ausbau des MM für Zwecke der Weiterbildung ist ebenso vorgesehen wie die Unterstützung praktischer Beratungstätigkeiten für Akteure in Unternehmen und Organisationen [19]. Das allgemeine Modell kann fallspezifisch konkretisiert werden und so zu einem unterstützenden Gestaltungswerkzeug werden. Die dabei erworbenen, fallbezogenen empirischen Erfahrungen werden wiederum für die Fortentwicklung des Modells fruchtbar – auch in theoretischer Hinsicht.

Eine interdisziplinär zusammengesetzte Gruppe arbeitet zur Zeit an der theoretischen, methodischen und didaktischen Konsolidierung des MM und baut hierzu auch ein überregionales Netzwerk interessierter Fachkollegen und Praktiker auf (<http://www.mikropolis.org>). Herausforderungen werden in der empirischen Ausfüllung des Modells sowie in der Anwendung in praxisnahen Feldern gesehen.

### **Literatur:**

1. Abell, D.: In Deutschland gibt es viel zu eng ausgebildete Spezialisten. In: FAZ, Nr.77, Seite 15, 04.04.2005
2. Beck, U.: Vorwärts zu Humboldt 2. In: DIE ZEIT, S. 15, 11.11.2004
3. Castells, M.: Der Aufstieg der Netzwerkgesellschaft, Teil 1. Opladen (2003)
4. Denning, P. et al.: Computing as a Discipline. In: Communications of the ACM 32 (1989).
5. Dierkes, M./ Hoffmann, J./ Marz, L.: Technikgenese und organisatorischer Wandel: Divergierende Organisationsmuster, <http://duplox.wz-berlin.de/texte/oecd/> (1998)
6. Dijkstra, E. W.: On the Cruelty of Really Teaching Computing Science. Communications of the ACM 32, 1398-1404 (1989)
7. Fleck, J.: Innofusion or Diffusation. The Nature of Technological Development in Robotics. In Edinburgh University PICT Working Paper, no. 4 (1988)
8. Giddens, A.: Die Konstitution der Gesellschaft – Grundzüge einer Theorie der Strukturierung. Ffm: Campus (1988)
9. Hawawin, G.: zitiert nach Gloger, A.: Mehr Fächer, neue Methoden. FTD, S. 14 (2005)
10. Holtgrewe, U.: Heterogene Ingenieure – Open Source und Freie Software zwischen technischer und sozialer Innovation. In: Gehring/ Lutterbeck (Hrsg.): Open Source Jahrbuch. Berlin: Lehmanns (2004)
11. Kieser, A.: Rhetoric and Myth in Management Fashion. In: Organization vol.4, pp. 49-74 (1997)
12. Kling, R. (1994): Organizational Analysis in Computer Science. In Huff, C., Finholt, T.(Hrsg.): Social Issues in Computing, 18-37, New York u. a. (1994)
13. Kling, R.: What is Social Informatics and Why Does it Matter? In: D-Lib Magazine, vol. 5, no. 1 (1999)
14. Kubicek, H., Rolf, A. Mikropolis: Mit Computernetzen in die „Informationsgesellschaft“. Hamburg: VSA-Verlag (1985)
15. Mertens, P.: Wirtschaftsinformatik – Von den Moden zum Trend; In: Wolfgang König: Wirtschaftsinformatik 95, Physica Heidelberg, 26-64 (1995)
16. Mittelstraß, J.: Der unheimliche Ort der Geisteswissenschaften. in: Engler, Ulrich (Hg.): Zweites Stuttgarter Bildungsforum. Orientierungswissen versus Verfügungswissen: Die Rolle der Geisteswissenschaften in einer technologisch orientierten Gesellschaft. Reden der Veranstaltung der Universität Stuttgart am 27. Juni 1994.

<http://elib.uni-stuttgart.de/opus/volltexte/1999/264/pdf/264.pdf>, Stuttgart, Universitätsbibliothek (1995)

17. Möller, A., Bornemann, B.: Kyoto ist anderswo. Zwischen Interdisziplinarität und Nachhaltigkeit. Informatik-Spektrum 28, 15-23 (2005)
18. Nake, F.: Informatik-Wissenschaft in der Moderne. In: F: Nake (Hrsg.): Zeichen und Gebrauchswert. Universität Bremen, Bericht Nr. 6/94 (1994)
19. Naumann, S., Rolf, A, Gumm, D, Martens, M.: Bewertung und Gestaltung virtueller Organisationen anhand des Orientierungsmodells Mikropolis. In: Meißner, Klaus; Engeli, Martin (Hrsg.): Virtuelle Organisation und Neue Medien 2005. Lohmar, Köln: Josef Eul Verlag (2005)
20. Noble, D.: Forces of Production: A social history of industrial automation. New York: Knopf (1984)
21. Ortmann, G.: Macht, Spiele, Konsens. In: Küpper/Ortmann (Hrsg.): Mikropolitik. Opladen (1988)
22. Osterloh, M., Rota, S., Kuster, B.: Open-Source-Softwareproduktion: Ein neues Innovationsmodell? In: Gehring/ Lutterbeck (Hrsg.): Open Source Jahrbuch. Berlin: Lehmanns (2004)
23. Radermacher, F.J: Globalisierung: Ausgleich oder Untergang. Informatik-Spektrum 25, 411-426 (2002)
24. Rolf, A.: Grundlagen der Organisations- und Wirtschaftsinformatik. Heidelberg: Springer (1998)
25. Scherer, A. G.: Multinationale Unternehmen und Globalisierung, Heidelberg: Physica (2003)
26. Sesink, W.: Wozu Informatik? Ein Antwortversuch aus pädagogischer Sicht. In: Informatik zwischen Konstruktion und Verwertung, Materialien zur Arbeitstagung ‚Theorie der Informatik‘ in Bad Hersfeld (2003)
27. Siefkes, D.: Konturen einer Theorie der Informatik. In: Wozu Informatik? Theorie zwischen Ideologie, Utopie und Phantasie. Materialien zu einer Arbeitstagung in Bad Hersfeld (2002)
28. Tufte, E. R.: Visual Explanations. Cheshire, CT: Graphics Press (1997)
29. Weizäcker, E. U.: Allianzen schmieden. Faktor Vier. Wissensch. BG (1997)
30. Williams R., Edge, D.: The Social Shaping of Technology. In: Research Policy vol. 25, pp. 865-899 (1996)
31. Williams R.: The Social Shaping of Information and Communications Technology. In: Kubicek, H. et. al. (Hrsg.): The Social Shaping of the information superhighways. Proceeding of International Conference COST A4, European Commission DGXIII, Luxembourg (1997)
32. Winograd, T.: Antwort auf E.W. Dijkstras: On the Cruelty of Really Teaching Computing Science. Communications of the ACM 32, 1412-1413 (1989)