

Peter Brödner

Das Elend computerunterstützter Organisationen

*“We know why projects fail, we know how to prevent their failure –
so why do they still fail?”*

Royal Academy of Engineering 2004: 10

Einführung

IT-Systeme werden gemeinhin als technische Artefakte betrachtet, mittels derer Arbeits- und Wertschöpfungsprozesse neu gestaltet und leistungsfähiger, insbesondere produktiver gemacht werden können. So wird die Informationstechnik entsprechend ihrer breiten Einsatzfähigkeit häufig auch als „enabling technology“ bezeichnet, von der hohe Effizienzgewinne erwartet werden. Unzählige empirische Untersuchungen zeigen jedoch immer wieder, dass erhoffte Leistungssteigerungen tatsächlich meist weit hinter den Erwartungen zurück- oder gar ganz ausbleiben.

Erst jüngst hat eine hochrangige Expertengruppe der britischen Royal Academy of Engineering erneut festgestellt, dass alarmierende Zahlen von IT-Projekten „fail to deliver key benefits on time and to target cost and specification. ... This can be ascribed to general absence of collective professionalism in the IT industry, as well as inadequacies in the education and training of customer and supplier staff at all levels“ (Royal Academy 2005: 4). Zudem werden dort immer wiederkehrende, erhebliche Mängel im Projekt- und Risikomanagement beklagt: Unterschätzung der Komplexität der Aufgabe und des erforderlichen Aufwands; unzureichende Abstimmung zwischen Entwicklern und Nutzern des Systems; Leugnen des Umstands, dass sich ermittelte Anforderungen oft als inadäquat erweisen und mangelhafte Berücksichtigung der mithin unvermeidlichen Änderungen der Anforderungen; unzureichende Dokumentation und mangelhafte Transparenz des Projektfortschritts und der Planabweichungen; Versäumnisse im Projektcontrolling und in der regelmäßigen Evaluation des Projektfortschritts sowie Verschleppung von Entscheidungen über Projektfortschritt und Plananpassungen. Ganz ähnliche Defizite wurden auch schon in früheren Untersuchungen über Softwareprojekte ausgemacht (etwa bei Curtis et al. 1988, Weltz & Ortmann 1992; vgl. auch Pape in diesem Band).

Derartige Befunde zur Kluft zwischen Wunsch und Wirklichkeit haben sich auch aus eigenen empirischen Arbeiten ergeben: Beispielsweise zeigen fallstudienbasierte Analysen des Einsatzes von so genannten ERP-Systemen („Enterprise Resources Planning“) in produzierenden Unternehmen, dass diese nur in ganz wenigen Fällen in der Lage waren, tatsächlich leistungssteigernden Nutzen aus dem Systemeinsatz zu ziehen, indem sie, anders als üblich, die Systemeinführung mit organisationalen Veränderungs- und Lernprozessen verbanden. Auch eine kürzlich durchgeführte repräsentative Erhebung zur Produktivitätsanalyse deutscher Investitionsgüter herstellender Unternehmen ergab unter anderem, dass IT-Systeme im Vergleich zu anderen Faktoren nur sehr begrenzt zur Produktivitätssteigerung beitragen. Das deutet ebenfalls auf eine generelle Überschätzung informationstechnischer Systeme als produktive Ressourcen hin. Diese beunruhigenden Ergebnisse müssen offenbar systematische Gründe haben, die der Beitrag offen legen will.

So wird zunächst in resümierender Darstellung über eigene am Institut Arbeit und Technik durchgeführte empirische Arbeiten zum Einsatz und Gebrauch komplexer IT-Systeme in Organisationen berichtet, die derartige Diskrepanzen zwischen hoch gespannten Erwartungen und tatsächlichen Wirkungen der Systeme erneut erhellen. Sie werden zum Anlass genommen, systematisch nach Gründen für die sich darin manifestierende Persistenz der Softwarekrise zu suchen und theoretische Einsichten zu deren Erklärung zu entwickeln. Zunächst gilt es, auf Basis eines triadischen Zeichenbegriffs die Eigentümlichkeit von Computersystemen als semiotischen Maschinen zu begreifen, die sie von früheren technischen Artefakten unterscheidet. Ihre semiotische Natur macht sie statt zu Mitteln der Nutzung von Naturkräften zu administrativen Mitteln der Organisation von Arbeits- und Wertschöpfungsprozessen. Deren Effizienz ist daher vor allem Ergebnis der Art und Weise ihrer Organisation, insbesondere der sozialen Einbettung und Aneignung der Computersysteme. Diese Zusammenhänge zu verstehen, erfordert einen theoretischen Zugang, der unter Rekurs auf ein pragmatisches Verständnis des Umgangs mit Dingen insbesondere das Zusammenspiel der Objektivierung organisationaler Praktiken in Form von Systemfunktionen und deren Aneignung als wirksame Ressourcen für eine erneuerte Praxis in den Blick nimmt. So lässt sich zwischen informatischer und sozialwissenschaftlicher Perspektive eine Brücke schlagen. Gestützt auf diese theoretischen Einsichten in die Schwierigkeiten im Umgang mit Computersystemen in Organisationen werden abschließend Konsequenzen für ein angemesseneres Vorgehen bei der Systemgestaltung und -einführung gezogen.

Empirische Befunde

Das Produktivitätsparadoxon der IT

Bis heute bestehen hoch gespannte Erwartungen an die Möglichkeiten der Neugestaltung von Arbeits- und Wertschöpfungsprozessen und der Steigerung der Produktivität durch den Einsatz von IT-Systemen. Nur ist davon empirisch wenig nachzuweisen. Es zeigt sich immer wieder, dass trotz jahrzehntelanger massiver und im Zeitverlauf stark wachsender Investitionen in Informationstechnik auf gesamtwirtschaftlicher Ebene keine merklichen zusätzlichen Produktivitätsschübe über übliche Produktivitätsfortschritte hinaus festzustellen sind. Dieser erstaunliche, als Produktivitätsparadoxon der IT bezeichnete Sachverhalt findet auch auf der Ebene von Unternehmen seinen Niederschlag darin, dass der Zusammenhang zwischen Aufwendungen für IT-Systeme und deren Wirkungen auf die Arbeitsproduktivität außerordentlich diffus ist (zur Übersicht über empirische Untersuchungen zur Makro- und Mikroebene vgl. Potthoff 1998).

Vorliegende Untersuchungen auf Mikroebene beruhen freilich auf Daten von eher begrenzter Repräsentativität. Daher sind wir diesem Zusammenhang auf Basis sehr differenzierter Daten über verschiedene Einsatzformen von IT und unterschiedlicher Organisationsformen von Arbeit aus der Produktionsinnovations-Erhebung des FhG-ISI erneut näher nachgegangen. Die Erhebung in rd. 1.600 Betrieben der deutschen Investitionsgüterindustrie ist repräsentativ hinsichtlich Größe und Branche und ermöglicht detaillierte Einsichten in die Ausschöpfung der Nutzungspotentiale dieser IT-Einsatzformen und Organisationskonzepte sowie in deren Wirkungen auf Leistungsparameter wie Qualität, Durchlaufzeiten und Arbeitsproduktivität. In dieser Hinsicht übertrifft die Datengrundlage ähnliche frühere Untersuchungen bei weitem.

Da die Produktivität außer von Technikeinsatz und Organisationsformen noch von weiteren Einflussfaktoren abhängt, wurden die Daten einer multivariaten Analyse unterworfen. Dabei wurde die Verbreitung der technischen Systeme und der Organisationsformen der Arbeit jeweils in einem Index zusammengefasst, dessen Werte nicht nur den Grad der Ausschöpfung von deren jeweiligen betrieblichen Nutzungspotentialen, sondern auch akkumulierte Erfahrungen im Umgang damit widerspiegeln (zu Daten, Methoden und Resultaten im Detail: Brödner & Lay 2005).

Im Ergebnis zeigt sich unter anderem ein positiver, wenngleich auch mit einem Koeffizienten von 0,159 vergleichsweise schwach ausgeprägter Zusammenhang zwischen dem IT-Index (d.h. dem Gesamtumfang aller betrieblich genutzten IT-Systeme) und der Produktivität. Weit größeren Einfluss auf die Produktivität haben etwa die Fertigungstiefe (überraschenderweise, enttäuscht dies doch alle Erwartungen, die an Auslagerungen geknüpft werden; sie wirken sich mit einem Koeff. von -0,374 deutlich negativ aus), die Betriebsgröße (Koeff.: 0,312) oder der Umstand, ob der Betrieb in Ost- oder Westdeutschland angesiedelt ist (Koeff.: 0,297); weitere Einflüsse sind von eher untergeordneter Bedeutung. Damit wird das Produktivitätsparadoxon der IT auf betrieblicher Ebene zwar deutlich relativiert, aber auch nicht gänzlich umgestoßen.

Zusätzliches Licht auf diese Zusammenhänge wirft zudem eine jüngere amerikanische Studie mit Daten aus 400 großen US-Unternehmen. Hier zeigen sich enorme Produktivitätsunterschiede zwischen Unternehmen, wobei die Produktivität in leistungsstarken Unternehmen bei gleichem IT-Kapitalstock bis zum Vierfachen der Produktivität in leistungsschwachen betragen kann (Brynjolfsson 2003). Aus weiter gehenden Analysen dieser Daten ergibt sich ferner, dass mögliche Leistungssteigerungen stark von komplementären Maßnahmen abhängen (Brynjolfsson & Hitt 2000); so wird insbesondere deutlich, dass

- IT-Systeme dann die Leistungsfähigkeit von Unternehmen zu steigern vermögen, wenn deren Einführung mit Dezentralisierung, objektorientierter Reorganisation und Investition in Humankapital verbunden wird,
- Unternehmen mit dezentralisierten Organisationsstrukturen höhere Produktivität in der Nutzung von IT-Systemen erreichen als solche, die nur in IT investieren,
- so genannte „intangible assets“, z.B. kollektive Handlungskompetenz, den realisierten Nutzen von IT-Systemen stark beeinflussen und
- der Aufwand für organisatorische Erneuerung und Qualifizierung um ein Vielfaches höher ist als die Ausgaben für Hard- und Software (z.B. bei Einführung von ERP-Systemen um den Faktor 4).

Empirische Befunde wie diese verweisen auf des Pudels Kern: Auf der Ebene des organisationalen Umgangs mit IT-Systemen trennt sich offensichtlich die Spreu vom Weizen. Bei deren Gestaltung, Einführung und Nutzung, mithin bei der Art und Weise ihrer sozialen Einbettung in und Aneignung durch die jeweilige Organisation entscheidet sich, ob im Gebrauch ökonomischer Nutzen aus den Systemen gezogen und letztlich höhere Produktivität erreicht werden kann oder nicht. Das verweist auf die Bedeutung des Wechselspiels zwischen der Modellierung organisationaler Praxis als im System implementierte „operationale Form“ (Floyd 2002) und der Aneignung dieser Form für den praktischen Gebrauch in der eben dadurch veränderten Organisation, das es mithin genauer in den Blick zu nehmen gilt.

Der enttäuschende Ertrag von ERP-Systemen

Ähnliche Erkenntnisse haben sich auch aus unseren Untersuchungen des Einsatzes von Produktionsplanungs- und -steuerungssystemen (PPS- bzw. ERP-Systemen) ergeben. Als integrierte betriebswirtschaftliche Systeme durchdringen sie ganze Organisationen und strukturieren deren Arbeitsabläufe neu. An ihnen müssen sich daher vor allem organisationsbezogene Einsatzprobleme und deren mögliche Vermeidung besonders gut studieren lassen.

Bei deren Einsatz in produzierenden Unternehmen zeigt sich, dass nach wie vor sieben von zehn Unternehmen einer an zentraler Planung und Kontrolle orientierten, technikzentrierten Perspektive auf den IT-Systemeinsatz folgen – mit außerordentlich schädlichen Folgen für deren wirtschaftliche Leistung: Implementierungsprojekte überziehen regelmäßig die Zeit- und Kostenbudgets um ein Vielfaches, und trotz hoher Kosten verbessern sich wettbewerbsbestimmende Leistungsparameter wie Durchlaufzeiten, Bestände oder Produktivität kaum. Der Implementierungsprozess konzentriert sich ganz überwiegend auf die einmalige Bestimmung der Systemanforderungen und -konfiguration zu Beginn, während Fragen der Nutzung und kollektiven Aneignung der Systeme kaum in Betracht gezogen werden. In der Folge bleiben viele Funktionen ungenutzt, notwendiges Wissen über Geschäftsprozesse wie über Bedingungen und Folgen kollektiven, systemgestützten Handelns im Organisationszusammenhang ist unter den verschiedenen Akteuren unzureichend vermittelt und es entstehen oft überflüssige, zudem fehlerhafte Datenhalden (Maucher 1998, 2001).

Als Erläuterung mag hier das Fallbeispiel der Einführung eines neuen PPS-Systems in einem mittelgroßen Maschinenbau-Unternehmen mit rd. 630 Beschäftigten dienen. Die Firma hat bereits Erfahrung mit dem IT-Systemeinsatz im Bereich der Auftragsabwicklung und der Konstruktion (CAD) und verfügt über eine professionelle IT-Abteilung zur Pflege der Systeme. Die Geschäftsführung hat den Eindruck gewonnen, dass sich mit der Ablösung der früheren Auftragsabwicklungs- und Buchungssoftware durch ein integriertes betriebswirtschaftliches System deutlich mehr Transparenz, Effizienz und bessere Steuerung der Aufträge erreichen lassen. Sie beauftragt daher die IT-Abteilung mit der Auswahl und Einführung eines passenden Anwendungssystems für die Fachabteilungen.

Wie gewohnt beginnt die IT-Abteilung mit der Analyse und systematischen Modellierung der zu unterstützenden Arbeitsprozesse, um zu abstrakten funktionalen Anforderungen zu gelangen. Ihrer Analyse zufolge erscheint die bisherige Praxis der Auftragsabwicklung als undurchsichtig und verbesserungsbedürftig. Nach ihren modellhaften Vorstellungen lassen sich die Vorgänge soweit vereinfachen und standardisieren, dass ein vielfach bewährtes zentralisiertes Standard-PPS-System des Anbieters X eingesetzt werden kann. Dazu muss die Auftragsabwicklung nach den Modellvorstellungen reorganisiert werden, freilich mit Einschränkungen der Flexibilität. Unterstützt wird die IT-Abteilung von der Unternehmensleitung aufgrund geteilter Erwartungen höherer Transparenz sowie besserer Planung und Kontrolle der Prozesse. Die Präferenz für Anbieter X beruht auf der Einschätzung von dessen Produkten als zuverlässig und anschlussfähig, nicht zuletzt auch auf gut entwickelten Beziehungen („mit X gehen wir auf Nummer sicher“).

Aus Sicht der Fachabteilungen erscheint dagegen die aktuelle Praxis als angemessen und effektiv, insbesondere bei der Bewältigung von Ausnahmen. Die modellhaften Vorstellungen der IT-Abteilung gelten hier als praxisfern; ihnen werden konkrete Anforderungen und Lösungsvorschläge gegenübergestellt, die aber mit dem Standardsystem von X nicht zu erfüllen sind. Vor allem wird die mangelnde Flexibilität im Umgang mit häufig anfallenden Ausnahmen beklagt. Die durch das System von X aufgezwungenen Handlungsbeschränkungen werden als Ursache von Mehrarbeit gesehen. Entsprechend versuchen im Auswahl- und Implementationsprozess die Vertreter der Fachabteilungen die Entscheidung für das System von X zu blockieren. Man polemisiert gegen unzureichende Funktionalität, verlangt die Integration anwendungsspezifischer Zusatzsoftware und hält sich mit personeller Unterstützung zurück.

Schlussendlich wird das System mit nur geringfügigen Anpassungen an die Wünsche der Fachabteilungen implementiert. Nach einem knappen Jahr mehr oder weniger stabilen Systembetriebs erweist sich die Investition jedoch als Fehlschlag, da die angestrebten Ziele deutlich verringerter Durchlaufzeiten und Bestände sowie erhöhter Liefertreue und Produktivität bei weitem nicht erreicht werden.

Demgegenüber ist es nur eine kleine Minderheit von Unternehmen, die folgerichtig an organisatorischen Veränderungen ansetzt. Mit großem wirtschaftlichem Erfolg richten sie Wertschöpfungsprozesse konsequent auf den Kundennutzen aus und beginnen mit deren objektorientierter Restrukturierung, um dementsprechend eine angepasste Konzeption und Nutzung der gleichen IT-Systeme als Arbeitsmittel und Medium der Kooperation zu entwickeln. Zwecks Bewältigung der Veränderungen und effektiven Aneignung der Systeme im gemeinsamen Handlungsfeld beteiligen sie die Fachabteilungen und organisieren schon in der Konzeptions- und Einführungsphase kollektive Lernprozesse. Nur wenn die Arbeitsweise, mithin die Regeln gemeinsamen Handelns, im Gebrauch der Systeme angemessen verändert werden, lassen sich deren Nutzenpotentiale wirksam aktivieren (Maucher 1998, 2001).

Der problematische Nutzen von Computern als Arbeitsmittel

Der Blick auf computerunterstützte Teamarbeit in IT-Entwicklungs- und Beratungsprojekten vermag aus nochmals anderer, eher arbeitszentrierter Perspektive Licht auf die alarmierenden Einsatzprobleme zu werfen. In Langzeitfallstudien, die im Rahmen des Projektes „Nachhaltigkeit von Arbeit und Rationalisierung (NAR)“ durchgeführt wurden, ging es unter anderem um die Frage, wie bei hoch qualifizierter Projektarbeit mit großem Handlungsspielraum psychom mentale Belastungen entstehen und wie sie ggf. vermieden werden können. Die Analyse basiert in ressourcenzentrierter Perspektive auf dem Konzept widersprüchlicher Arbeitsanforderungen, demzufolge erstens psychische Gesundheit auf der dynamischen Balance zwischen tatsächlichen Arbeitsanforderungen und verfügbaren Ressourcen beruht und zweitens Ressourcen nicht umstandslos und *per se* wirksam werden, sondern ihr handlungsunterstützendes Potential nur relational, in Bezug auf die situativ gegebenen Anforderungen und Umstände, zu entfalten vermögen (Moldaschl 2005).

Hinsichtlich des Gebrauchs von IT-Systemen sind den Fallanalysen zufolge statt erwarteter Leistungssteigerungen oft Leistungsbeeinträchtigungen zu verzeichnen. Allzu häufig entsprechen die in den Systemen verfügbaren nicht den tatsächlich benötigten Funktionen im Arbeitsprozess und häufig werden zur Aneignung

notwendige Lernprozesse nicht ausreichend unterstützt. Im Ergebnis stehen sie dann eher als Handlungshindernisse im Weg statt als nützliche Handlungshilfen die Arbeit zu erleichtern. Indem sie beträchtlichen Zusatzaufwand verursachen und erhebliche zusätzliche Anforderungen an Kompetenzentwicklung im Systemgebrauch stellen, um damit verbundene Handlungshindernisse zu bewältigen, tragen sie selbst zur Entstehung psychischer Belastungen bei:¹

- „Es muss mit Hard- und Software gearbeitet werden, die nicht ausgereift ist bzw. deren technische Funktionen den Anforderungen nicht entsprechen.“
- „Projektteams sind für die Beschaffung ihrer Hard- und Softwareausstattung zuständig. Durch betriebliche Sparzwänge werden ihnen jedoch Finanzbudgets gestrichen.“
- „Zur Bewältigung der Arbeit muss auf externe Ressourcen (z.B. Server, Daten) zurückgegriffen werden. Bei auftretenden Störungen oder Blockierungen, die außerhalb des eigenen Handlungsbereichs liegen, besteht kein Einfluss auf deren Beseitigung.“

Probleme gibt es verbreitet auch mit häufig wechselnden Systemversionen oder neuen Modulen, die als neue Arbeitsmittel erst erkundet und angeeignet werden müssen. Für diese notwendigen Lernprozesse steht aber meist keine oder zuwenig Zeit zur Verfügung:

- „Im Projekt sollen neue Methoden und Standards angewendet werden. Es wird im Rahmen der Projektplanung allerdings keine Zeit für die Einarbeitung berücksichtigt (Lernkosten).“
- „Projektmitarbeiter sollen sich in ihre neuen Arbeitsaufgaben einarbeiten, durch ständige Aufgaben- und Raumwechsel fehlen ihnen dafür aber die technischen und zeitlichen Voraussetzungen.“

Darüber hinaus lassen sich auch in der Vorgehensweise und im Projektmanagement der IT-Entwicklungsprojekte ähnliche grundsätzliche Defizite beobachten, wie sie eingangs bereits resümiert wurden. Schon die Ermittlung und Umsetzung der Anforderungen an die zu entwickelnden IT-Systeme erweisen sich immer wieder als problematisch. Regelmäßig zeigt sich, dass sich Anforderungen im Projektverlauf ändern, ohne dass dem im Vorgehen systematisch Rechnung getragen wird:

- Mit einer Ausnahme gab es in allen untersuchten Fällen „unspezifische, sich im Arbeitsprozess ändernde (Kunden-) Anforderungen im Projekt. Durch Nachspezifikationen entsteht ein Mehraufwand, dennoch müssen die gesetzten Abgabetermine und Budgets eingehalten werden.“
- Häufig war auch festzustellen, dass „ein wenig kompetenter Kunde gegenüber dem Mitarbeiter Anforderungen formulieren kann. Die Anforderungen können dem geforderten Arbeitsergebnis widersprechen.“
- Gelegentlich sollen „Projektmitarbeiter für Kunden Sonderwünsche erfüllen (z.B. Unterstützung bei Präsentationen), die nicht in der Leistungsbeschreibung erfasst sind. Trotz des Mehraufwandes wird erwartet, dass die Projektaufgaben voll erfüllt werden.“

Ferner sind häufig unrealistische Aufwandsschätzungen zu verzeichnen. Daraus resultierende weitere Überforderungen versuchen Projektmitarbeiter in der Regel durch Verschiebung oder Pufferung von Leistungsanforderungen vorübergehend zu vermeiden, ohne freilich diesem Planungsdilemma auf Dauer tatsächlich zu entkommen. Pufferung oder Verschiebung führen immer wieder zu Unterbrechungen und Verzögerungen im Arbeitsablauf von Projekten, die dann ihrerseits weiteren Zusatzaufwand erfordern. Letztlich erweisen sich die Umgehungs- oder Vermeidungsaktionen als riskante Handlungsstrategien, die die zugrunde liegende

¹ Bei den nachstehend verwendeten Zitaten handelt es sich um Aussagen, die in den Fallstudien des NAR-Projekts während der Gruppengespräche mit Projektmitarbeitern erarbeitet wurden.

Diskrepanz zwischen Leistungsanforderungen und gegebenen Ressourcen nicht wirklich überwinden, sondern eher noch vertiefen:

- „Es sollen realistische Aufwandsschätzungen für Neuprojekte kalkuliert werden, es wird aber keine ausreichende Zeit zur Überprüfung der Schätzungen gewährt“.
- „Die verzögerte Lieferung von Modulen anderer Projektbeteiligter hindert an der Weiterführung der eigenen Arbeiten.“
- „Projektmitarbeiter benötigen zur Erledigung ihrer Arbeitsaufträge Informationen oder Rückmeldungen von Kunden. Durch organisationale oder zeitliche Probleme auf der Kundenseite wird die Weiterführung der Arbeiten erschwert.“
- „Projektmitarbeiter sollen eine qualitativ hochwertige Softwarelösung erstellen. Aus Kosten- und Zeitgründen werden jedoch qualitätssichernde Maßnahmen nicht durchgeführt.“

Nicht selten wird diese Überforderung noch gesteigert durch unzureichende oder verschleppte Entscheidungen seitens des Projektmanagements oder der Kunden, die abermals zusätzlichen Aufwand nach sich ziehen:

- „Die Arbeit wird behindert/verzögert durch unklare Entscheidungen auf der Management-/Kundenebene.“
- „Die Art der zur Verfügung gestellten Informationen (z.B. Protokolle) ist ungeeignet zur Bewältigung der Arbeitsaufgabe.“
- „Es fehlen für die Programmierung notwendige Vorgaben und Standards.“
- „Es sollen Softwarelösungen oder Tests realisiert werden, ohne den Echtbetrieb zu kennen.“

Die Folgen dieser Defizite im Projektmanagement sind beträchtlicher Mehraufwand und wiederkehrende Überforderung der Projektmitarbeiter. Beides bringt die IT-Anwendungsprojekte in eine doppelt missliche Lage: Zum einen sind die Kunden stets mit dem Risiko konfrontiert, dass Ressourcen unzureichend kalkuliert, mithin Zeit- und Kostenbudgets am Ende überzogen werden und dass zugleich für ihre Problemlösung erforderliche Systemanforderungen unerfüllt bleiben. Zum anderen sehen sich die Projektmitarbeiter – das ist die mindestens ebenso bedeutende Kehrseite – durch anhaltende Mehrarbeit und anhaltende Überforderung erheblichen gesundheitlichen Risiken ausgesetzt. Sie finden sich immer wieder dem für das Analysekonzept der widersprüchlichen Arbeitsanforderungen konstitutiven Dilemma unzureichender Ressourcen bei gleichzeitig überzogenen Anforderungen ausgesetzt (Gerlmaier 2006).

Theoretische Einsichten

Unzureichende Begriffsbildungen

Insgesamt verweisen die hier zusammengetragenen empirischen Befunde auf verbreitete grundsätzliche und systematische Defizite, die nicht etwa Folge mangelnder softwaretechnischer Sorgfalt sind. Dazu treten sie viel zu massiert auf und wiederholen sich zu häufig in immer gleicher Art: in Gestalt überzogener Kosten- und Zeitbudgets, gleichwohl ausbleibender organisationaler Leistungssteigerungen oder oftmals hinderlicher Arbeitsmittel. Angesichts der Persistenz dieser Probleme ist dem durch sie angezeigten Elend des Einsatzes von IT-Systemen in Organisationen wohl nur durch grundlegende theoretische Reflexion beizukommen, zumal es unter anderem auch in weit reichenden begrifflich-analytischen Defiziten einschlägiger wissenschaftlicher Disziplinen wurzelt.

Bislang bieten dafür weder die Informatik noch die Sozialwissenschaften hinreichende Erklärungen. So haben etwa die Hauptströmungen der Informatik – mit

Ausnahme der skandinavischen Schule (vgl. etwa Ehn 1988, Dahlbom/Mathiassen 1993) – Computerartefakte im wesentlichen so behandelt wie klassische Ingenieurwissenschaften deren Maschinen: Aus genauen Analysen der zugrunde liegenden Arbeits- und Naturprozesse wurden funktionale Anforderungen abgeleitet, denen dann die als Resultat von Gestaltung entwickelten Maschinen zu genügen hatten. Nun sind aber Computersysteme als signalverarbeitende oder „symbolische Maschinen“ (Krämer 1988) von grundsätzlich anderer Art als energie- oder stoffumwandelnde Maschinen – ein Unterschied mit weit reichenden Folgen.

Bedauerlicherweise hat es die Informatik bislang versäumt, für den Umgang mit Zeichen ein angemessenes, allgemein geteiltes Verständnis zu entwickeln; nicht einmal über den im Namen der Disziplin aufscheinenden Grundbegriff der „Information“ oder die damit verbundenen Zeichenprozesse besteht Klarheit, wie die gerade erst wieder aufgeflammete Debatte um diesen Begriff aufzeigt (vgl. mehrere Ausgaben des Informatik Spektrums 2003, insbes. Klemm 2003). Seit Jahrzehnten bewegt man sich ohne erkennbaren Fortschritt zwischen einem rein syntaktischen, auf die Physik der Signale reduzierten und einem an sozialer Interaktion und der Semantik von Zeichen orientierten Verständnis von Information. Erst die Behebung dieses Defizits verspricht, zu einem angemesseneren Verständnis informatischer Gegenstände zu gelangen.

Andererseits bleibt aber auch in der neueren Soziologie die Welt der Dinge, soweit sie darin überhaupt vorkommt, unterbelichtet oder verschwommen. Wie Menschen die Dinge begreifen, mit denen sie tagtäglich umzugehen haben, wie sie diese in ihrer Lebenspraxis sinnvoll zu gebrauchen verstehen, bleibt so – außer in rein technisch-funktionaler Hinsicht – weitgehend unaufgeklärt im Dunkeln, ausgerechnet zu einer Zeit, in der Menschen ebenso von Artefakten wie von anderen Menschen umgeben sind (anders allerdings Hörning (2001) mit einer der hier entwickelten theoretischen Perspektive – auf allgemeiner Ebene – eng verwandten Sicht). Entwickelte Gesellschaften sind von Artefakten dermaßen abhängig und durchdrungen, dass sie ihr Fortbestehen ohne den verständigen Umgang mit diesen Artefakten nicht mehr zu sichern vermöchten. Folgen dieser Diskrepanz zwischen der Wirklichkeit der Dinge und deren unzureichendem Verstehen lassen sich nirgendwo deutlicher studieren als am Computereinsatz.

Dem Computer als universellstem und verbreitetstem modernen Artefakt steht die Soziologie, allerdings nicht nur sie, bislang meist doppelt fassungslos gegenüber. Weder vermag sie das Artefakt selbst noch den sozialen Umgang mit ihm angemessen zu fassen. Zwar gibt es unzählige sozialwissenschaftliche Analysen des Einsatzes informationstechnischer Systeme, die aber den eigentlichen Kern der Einführungs- und Nutzungsprobleme, wie Menschen im Umgang mit IT-Systemen ein geteiltes Verständnis von deren Funktionen entwickeln und sich diese für wirksamen Gebrauch im Kontext ihres (kollektiven) Handelns anzueignen verstehen, weitgehend ausblenden. Stattdessen wird mit irreführenden Begriffsbildungen wie der „Informatisierung von Arbeit“ (z.B. Baukrowitz et al. 2006) – wo es doch tatsächlich um Standardisierung und Formalisierung von Zeichenprozessen geht – das jeweils spezifisch zu analysierende Zusammenspiel von Arbeitsmittel, Arbeitsgegenstand und Arbeitsvermögen eher vernebelt als erhellt. Oder es wird mit der Analyse von „Multiagenten-Systemen“ gar der Mystifikation von Computersystemen Vorschub geleistet, indem diesen eigene „Handlungsträgerschaft“ zugeschrieben wird (z.B. Malsch 1998, Rammert & Schulz-Schaeffer 2002). Verbesserungen der Praxis

lassen sich daraus kaum ableiten.

Signale und Zeichen: Von der Physik zur Semantik

Um in dieser Situation der Unsicherheit Grund unter die Füße zu bekommen, hilft es, anstelle des unklaren Begriffs der „Information“ nach gesicherteren und tragfähigeren Grundsteinen Ausschau zu halten. Ein solcher Grundstein ist im Begriff des Zeichens auszumachen (Nake 1997, Mill 1998). Zeichen sind Gegenstände oder Vorgänge, die einem Interpreten für andere Gegenstände oder Vorgänge stehen. Zeichen sind unsere Fenster zur Wirklichkeit, ohne sie könnten wir Wirklichkeit weder wahrnehmen und erkennen noch sinnvoll in ihr handeln.

Dieser semiotischen Perspektive zufolge (jedenfalls in ihrer avancierten Peirceschen Variante) ist ein Zeichen eine Relation zwischen drei Entitäten (Peirce 1983):

1. dem materiellen Zeichenträger (ein als Zeichen gedeuteter Gegenstand oder Vorgang, Repräsentamen R),
2. dem bezeichneten Gegenstand oder Vorgang (Objekt O) und
3. der Bedeutung, die ein Interpret dem Paar (R,O) zuschreibt (Begriff, Interpretant I).

Das Zeichen ist mithin die 3-stellige Relation ($I \rightarrow (R \rightarrow O)$). Dieser Zeichenbegriff ist rekursiv: der Interpretant ist selbst ein Zeichen, das weiterer Interpretation zugänglich ist.

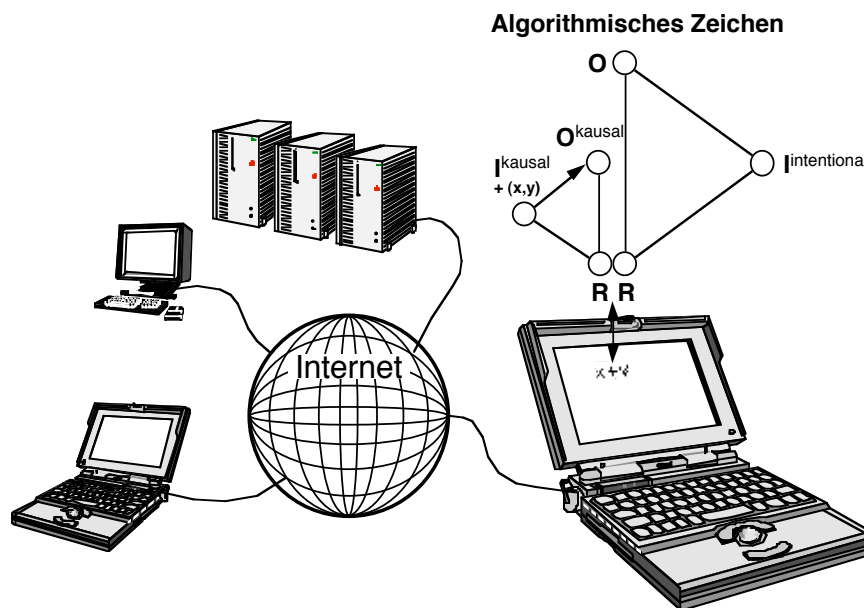


Abb. 1: Algorithmisches Zeichen: Einheit von internem Signal und externem Zeichen

Aufbauend auf diesem triadischen Zeichenbegriff können nun in Computersystemen verwendete Zeichen als eine besondere Zeichenklasse, als „algorithmische Zeichen“, spezifiziert werden (Nake 2001, Nake & Grabowski 2001): Der Gebrauch von Computersystemen beruht, wie genauere Analyse zeigt, auf zwei gekoppelten Zeichenprozessen, von denen der eine freilich auf die syntaktische Ebene der Signalverarbeitung reduziert ist. In der Interaktion mit dem Computersystem werden von Menschen Zeichen eingegeben, die extern, im jeweiligen Handlungskontext, Bedeutung tragen. Im System selbst werden diese von außen lesbaren und sinnvoll interpretierbaren Zeichen auf bloße Signale als deren materielle Träger reduziert. Die Signale „wissen“ nicht, wofür sie stehen und wovon sie handeln; vielmehr werden sie

im Prozessor mittels der Software nach vollständig festgelegten Vorschriften, dem Algorithmus als „kausalem Interpretanten“, verarbeitet. Objekt und kausaler Interpretant fallen in dieser Signalverarbeitung zusammen (Abb. 1).

Das mithin vollständig determinierte Resultat dieses Signalverarbeitungsprozesses kann dann, sobald es an der Systemoberfläche erscheint, im sozialen Raum der Interaktion erneut als Zeichen interpretiert werden. So ist computervermittelte Interaktion gekennzeichnet durch kausale Determination von Signalverarbeitung („kausaler Interpretant“) im Innern und durch sinngabende Interpretation eingegebener oder resultierender Signale als Zeichen („intentionaler Interpretant“) außerhalb der signalverarbeitenden Maschine. In deren Innern herrschen Halbleiterphysik und formale Logik, außen bestimmt Semantik, die Zuweisung von Bedeutung im Handeln, des Geschehen in Zeichenprozessen sozialer Interaktion. Die maschinelle Signalverarbeitung bleibt in die Zeichenprozesse sozialer Interaktion eingebettet; der durch diese Zeichenprozesse bestimmte soziale Raum wird dabei nirgends verlassen. Vielmehr werden durch das Computersystem formalisierbare Vorgänge sozialer Interaktion als „auto-operationale Form“ modelliert (Floyd 2002).

Semiotische Maschinen

In dieser Perspektive lassen sich Computer nun als *semiotische Maschinen* kennzeichnen. Als solche bilden sie eine eigene Klasse von Maschinen, die sich von früheren energie- und stoffumwandelnden Maschinen (mechanische und elektrische Maschinen, chemische und biologische Prozesse) sehr prinzipiell unterscheiden (Brödner 2002).

Gemeinsam ist beiden Klassen technischer Artefakte zunächst ihre enge Verwandtschaft zur Sprache, indem sie auf der Basis von Begriffsbildung absichtsvoll gestaltete, wohl bestimmte Funktionen verkörpern, die durch Menschen in deren Handlungskontext zu interpretieren sind, um sie wirkungsvoll zu gebrauchen (die funktionale „Sprache“ der Artefakte). Dabei sind die Wirkungen kraft der wohlbestimmten Funktionen durch die Eingaben determiniert. Um sinnvolle Eingaben machen und die eingetretenen Wirkungen interpretieren zu können, müssen Handlungen ihres Gebrauchs in der funktionalen Sprache der Artefakte zum Ausdruck gebracht werden. Das gilt für alle technischen Artefakte, vom Faustkeil bis zum Computer.

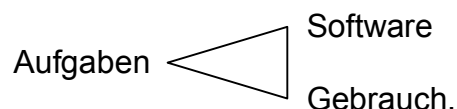
Die fundamentalen Unterschiede zwischen beiden Maschinenklassen liegen indes in deren Wirkbereichen, Funktionsweisen und Zwecken. Der *Wirkbereich* von Arbeits- und Kraftmaschinen wie auch von artifiziellen chemischen und biologischen Prozessen liegt in der Natur und greift in natürliche Prozesse der Energie- und Stoffumwandlung ein, während der Wirkbereich semiotischer Maschinen ganz im sozialen Raum menschlicher Interaktion liegt und auf die Verarbeitung von Signalen oder Daten in den damit verbundenen Zeichenprozessen zielt. Mit semiotischen Maschinen wird folglich der soziale Raum der Zeichenprozesse und Interaktion nirgends verlassen. Dementsprechend beruht die *Funktionsweise* von Maschinen und Prozessen der Energie- und Stoffumwandlung auf natürlichen Effekten als Ergebnis von Naturerkenntnis und ihr Zweck ist die Nutzung von Naturkräften. Die Funktionsweise semiotischer Maschinen beruht dagegen auf expliziten Handlungsvorschriften durch Formalisierung von Zeichenprozessen als Ergebnis analytischer Kopfarbeit und sie dient der Organisation und Koordination kollektiven Handelns.

Diesen Unterscheidungen zufolge ist die interpretatorische Flexibilität technischen Handelns bei den Maschinen und Prozessen der Energie- und Stoffumwandlung gebunden an und beschränkt durch Naturbedingungen, während sie bei semiotischen Maschinen auf Gewohnheiten und Vereinbarungen beruht, die sich ändern können und zudem in Wechselwirkung mit den implementierten formalen Handlungsabläufen stehen. Semiotische Maschinen erweisen sich somit als Medium des Organisierens; eingebettet in die Zeichenprozesse sozialer Interaktion einer Organisation, die sie partiell formalisieren, dienen sie als Arbeitsmittel oder Medium der Kooperation (z.B. Textverarbeitung, CAD, EDM, ERP, E-Mail, Web 2.0)². Dementsprechend erfordert ihr Einsatz hohe Anstrengungen der Abstimmung und Koordination schon bei der Modellbildung sozialer Interaktionsprozesse wie auch bei deren Gestaltung, Einführung und Gebrauch. Insbesondere geht es für einen gelingenden Umgang mit semiotischen Maschinen um die Entwicklung eines hinreichend geteilten Interpretationsrahmens sowie einer geteilten Begriffswelt (Orlikowski 2000; daher auch die Bedeutung von „ontology“, vgl. etwa CACM 2/02).

In dieser semiotischen Perspektive zeigt sich die Zeichenhaftigkeit von Software darin, dass ihre Beschreibung (ihr Programmtext oder „Operationscode“), die Menge der dadurch bestimmten Prozesse der Signalverarbeitung und die Einbettung dieser Prozesse in Kontexte praktischen Handelns folgendermaßen in Relation zueinander stehen (Nake 1997):

- Software existiert in Form ihrer endlichen Beschreibung durch den Programmtext;
- dieser Programmtext bestimmt als Operationscode eine i.a. unendliche Menge von Prozessen, deren jeder einen „Lauf“ als Abfolge von (Signal-)Zuständen der Hardware realisiert;
- diese Prozesse erhalten Sinn dadurch, dass sie in Handlungskontexte eingebettet sind, dass Menschen den Programmtext entsprechend ihren Zwecken gestalten und die Ergebnisse vor diesem Hintergrund interpretieren.

Software ist folglich doppelter Natur: Einerseits ist sie (wenn auch schwierig) lesbarer Text, andererseits maschinell ausführbarer Operationscode, mithin eine Maschine. Software ist also Maschine und deren Beschreibung zugleich. Darin unterscheidet sie sich von Beschreibungen herkömmlicher Maschinen (etwa Zeichnungen und Stücklisten), die sich nicht selbst unmittelbar als Maschine zu realisieren vermögen. Als Folge der semiotischen Natur von Software ergibt sich deren Gebrauchstauglichkeit unabhängig von der Korrektheit der Programme erst aus dem Handlungskontext der Benutzer. Bei der Entwicklung und Einführung von Software geht es daher nicht allein um die Qualität der Software selbst, sondern um eine gute Passung der triadischen Beziehung von



² Neben diesen Organisationssystemen gehören auch so genannte „Embedded Systems“ zur Klasse der semiotischen Maschinen. Sie dienen der Steuerung und Regelung von Naturprozessen (z.B. Prozesssteuerung, Maschinensteuerung, Motormanagement). Sie vergegenständlichen ein semiotisches (meist mathematisches oder sprachliches) Modell des gesteuerten Naturprozesses, mit dem sie durch ihre interne Signalverarbeitung direkt verknüpft sind; ihre Funktionsweise bleibt so nach außen verborgen. Sie werden hier nicht weiter betrachtet.

Der soziale Umgang mit Dingen

An dieser Stelle kommt nun der soziale Umgang mit Dingen und technischen Artefakten ins Spiel: Nach dem Meadschen pragmatischen Verständnis ist auch instrumentelles Handeln im Umgang mit Dingen stets sozialer Natur: Weil wir in einer geteilten Welt leben, sind Dinge für uns nur insoweit existent, als sie es auch für andere sind. Durch unser intentionales Verhältnis zur Welt und vorgängige, durch Sozialisation oder frühere Erfahrung erworbene Handlungskompetenz befähigt, vermögen wir erlebten Dingen oder Vorgängen Sinn zu verleihen. Indem wir Objekte ergreifen und explorierend oder experimentierend mit ihnen umgehen, begreifen wir deren Funktionen und lernen, sie absichtsvoll für bestimmte Zwecke zu nutzen. Durch Erinnern dabei wiederkehrender Handlungsschemata vermögen wir Objektklassen oder Begriffe zu bilden, die von anderen mit ähnlichen Erfahrungen mehr oder weniger geteilt werden. Was durch kognitive Leistungen des Gehirns als Begriff entsteht, wird durch gemeinsames Handeln zum geteilten Deutungsschema. So gelingt es, mittels Begriffsbildung eigenes Tätigsein selbst zu reflektieren und darüber mit anderen zu kommunizieren. Stets nehmen wir Dinge und Vorgänge als etwas Begriffenes wahr und lernen im Handeln, mit ihnen kompetent umzugehen. Indem wir so mit anderen in einer – intersubjektiv geteilten – Welt normalerweise flüssig, wie selbstverständlich handeln, „machen“ wir die Dinge und uns selbst (Mead 1903).

Zu gedanklicher Reflexion von Handlungen und ihren Bedingungen kommt es immer dann, wenn sich im Fluss des Handelns Hindernisse auftun oder Überraschungen ergeben. Solche Handlungsprobleme oder Irritationen führen dazu, dass die für fraglos gehaltenen Dinge den Charakter des „Objektiven“ verlieren (vgl. auch „break-down“ und „reflection-in-action“ bei Schon 1983). Das Objektive ist nicht das natürlich Gegebene, sondern das gemeinsam für fraglos gegeben Gehaltene. Widerstände lösen einen Reflexions- und Suchprozess aus mit dem Ziel, das „verschwundene Objekt“ wieder herzustellen und so Handlungsfähigkeit zurück zu erlangen. Diese Desorientierung in Handlungskrisen bezieht sich aber nicht nur auf das Objekt, sondern begreift auch das handelnde Subjekt mit ein. Im Moment der Unsicherheit oder Irritation ist mithin nicht nur die Außenwelt, sondern auch die eigene Urteilsfähigkeit in Frage gestellt; der Handelnde zeigt sich unfähig, eine „Unterscheidung zwischen Subjekt und Prädikat“ zu treffen: „Ich möchte ausdrücklich darauf hinweisen, daß wir, solange wir kein Prädikat haben, ebensowenig ein Subjekt haben“ (Mead 1903: 139f).

Heilung ist nur mittels Reflexion und erweiterter Begriffsbildung, aufgrund von Phantasie, von gedanklich-begrifflicher Hypothesenbildung zur Erklärung und auch Überwindung der Irritation, zu erlangen. Dabei müssen sich die Hypothesen als anschlussfähig zeigen und das damit versuchsweise neu ausgerichtete Handeln (Experimentieren) muss sich bewähren, bevor es durch Verinnerlichung wieder "in Fleisch und Blut" übergehen kann. Insgesamt vermögen wir so unser Handeln in der Welt reflexiv zu steuern. Dinge mögen sich dem Handelnden als widerständig darstellen, als Eigenverhalten der Materie; die eigene Handlungsbestimmung des Subjekts hat gleichwohl die aus vorangegangenen Handlungen gewonnenen Eigenschaften und gewohnten Reaktionen der Dinge zu antizipieren, um sein Handeln auf das zugeschriebene, antizipierte „Dingverhalten“ einzustellen (vgl. auch „situated actions“ bei Suchman 1987).

Software als Organisationsmittel

Mit dem Peirceschen Zeichenbegriff und dem Meadschen Verständnis des Umgangs mit Dingen gewinnt man nun nahtlosen Anschluss an moderne Theorien sozialer Systeme, die die unsägliche Dichotomie zwischen subjektivem Handeln und objektiver (Handlungs-)Struktur zu überwinden und darüber hinaus sowohl die Beharrung als auch die Dynamik organisationalen Handelns angemessen zu erklären vermögen. Inspiriert durch Giddens' Strukturierungstheorie (1988), aber in mancher Hinsicht über sie durch konzeptionelle Erweiterungen und Präzisierungen hinausgehend (etwa hinsichtlich der Genese und Aneignung vergegenständlichter Ressourcen, vgl. Abb. 2), wird im folgenden ein einheitlicher Analyserahmen entwickelt, mittels dessen der Einsatz von IT-Systemen in Organisationen insgesamt untersucht und rekonstruiert werden kann. Dieser hat dabei vor allem zwei Dinge zugleich zu leisten: zum einen die Formalisierung bestimmter Zeichenprozesse des organisationalen Handelns und deren Vergegenständlichung in Softwarefunktionen zu analysieren, zum anderen deren Aneignung als wirksame Handlungsressourcen im Kontext organisationaler Zeichenprozesse, in die sie durch Gebrauch eingebettet sind, zu verstehen.

In dieser strukturierungstheoretischen Perspektive gilt: Organisationen entstehen und reproduzieren sich als soziale Systeme durch das fortgesetzte, sinnvoll aufeinander bezogene, koordinierte Handeln der beteiligten Akteure, das auf deren jeweils vorgefundenen oder unterstellten Handlungserwartungen und -routinen beruht. Infolge von Irritationen dieses kontinuierlichen Handlungsflusses vermögen die Akteure, wie oben dargelegt, durch Reflexion und Begriffsbildung über Aspekte ihrer Erfahrungen im Handeln wie im Umgang mit Dingen explizites Wissen (freilich stets von begrenzter Reichweite) zu generieren, das dann in bestimmten Formen – etwa in Gestalt von sprachlichen Zeichen, Organisationsformen oder (informations-) technischen Systemen – zum Ausdruck gebracht oder vergegenständlicht werden kann. Insbesondere werden so auch Computersysteme als Produkt der Reflexion menschlicher Arbeit, als Vergegenständlichung von Begriffen und explizitem Wissen darüber, gestaltet, indem Wissen über Handlungsstrukturen und -abläufe als Aspekte menschlicher Praxis im Lichte bestimmter Zwecke modelliert und vergegenständlicht werden. Diese Modellbildung durchläuft grundsätzlich die folgenden Schritte der Reduktion und Formalisierung:

- *Semiotisierung*: Beschreibung von Handlungsabläufen durch Zeichen als Voraussetzung für gemeinsame Reflexion und Kommunikation der Akteure (→ *Anwendungsmodell*),
- *Formalisierung*: Abstraktion von situations- und kontextgebundenen Interpretationen durch Verwendung standardisierter Zeichen und Operationen (→ formales Modell, *Spezifikation*),
- *Algorithmisierung*: Beschreibung von Handlungsabläufen als formal berechenbare Verfahren mittels der Standardzeichen und -operationen (Wiederholbarkeit, → *Berechnungsmodell*).

Umgekehrt werden die so entstandenen Artefakte wieder gebraucht als Mittel für menschliche Handlungszwecke. Als „geronnene Erfahrung“ verkörpern sie Wissen über soziale Praxis und als Arbeitsmittel stellen sie Handlungsanforderungen an ihren Gebrauch, durch den sie erst für eine neue Praxis angeeignet und zur Wirkung gebracht werden müssen. Stets enthalten sie infolge der Dekontextualisierung bei der Begriffsbildung Leerstellen, die erst im Gebrauch durch Rekontextualisierung ausgefüllt werden. Computer und andere technische Systeme konstituieren sich

mithin in der Anwendung und sie sind offen für abweichende Konventionen des Gebrauchs.

Ihrerseits werden diese in sprachlichen Zeichen, Organisationsschemata oder auch technischen Artefakten veräußerlichten Formen als Ressourcen für weiteres Handeln genutzt und eröffnen, soweit sie infolge eingetretener Irritationen neu konzipiert oder interpretiert werden, auch neue Handlungsmöglichkeiten. Zugleich bilden sich im praktischen Handeln stets auch Regeln für den Umgang mit diesen Formen heraus (der sog. formative Kontext). Erst diese kollektiv geteilten und verinnerlichten (daher zumeist unbewussten) Regeln ermöglichen es den Akteuren, eingetretene Situationen oder Sachverhalte, gegebene Instrumente, Daten oder Anweisungen sachgerecht und angemessen zu interpretieren und im gewohnten organisatorischen Kontext flüssig zu handeln.

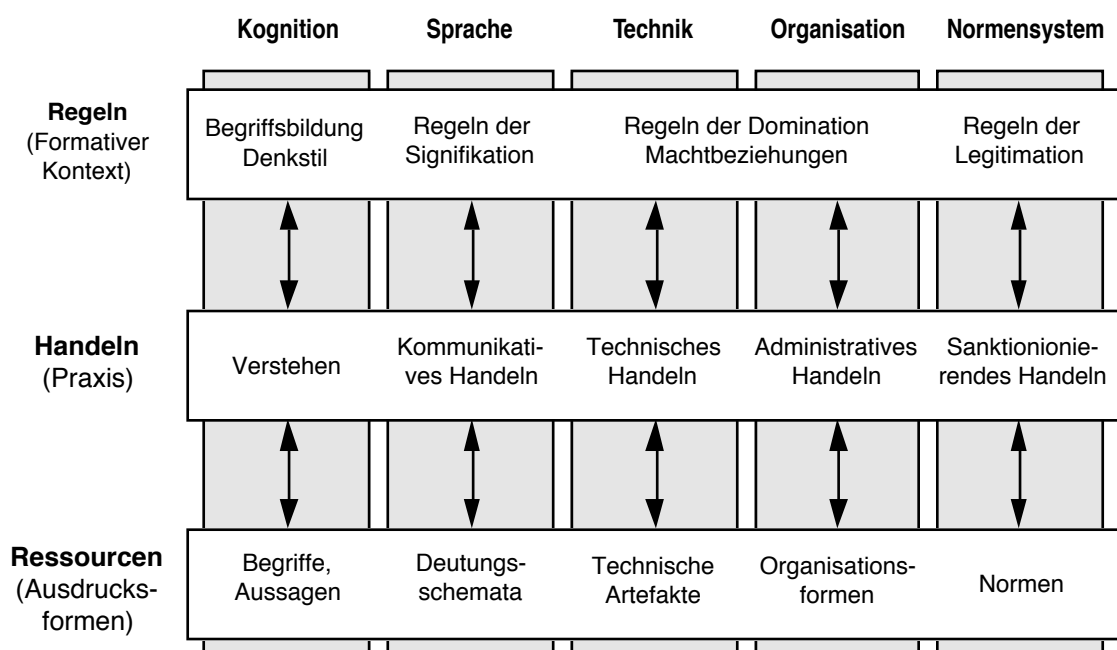


Abb. 2: Strukturierung: Regeln und Ressourcen als Resultat und Medium praktischen Handelns

So kommt es, dass sowohl die sprachlichen, organisatorischen und technischen (Ausdrucks-)Formen als auch die Regeln, mit ihnen umzugehen, also die im kollektiven Handeln gewachsenen Einstellungen, Werte, Denkweisen, Deutungs- und Handlungsmuster, künftiges Handeln zugleich ermöglichen und auch beschränken. Was sich die Akteure in ihrem jeweiligen sozialen System vorstellen können, was sie wahrnehmen und was sie für Handlungsmöglichkeiten haben, ist also weitgehend gebunden an ihre im Handeln geschaffenen Ausdrucksformen oder Ressourcen sowie an ihre Art und Weise, damit umzugehen. Darin finden sich die Akteure als Gefangene der Mittel wieder, die sie benutzt haben, um ihre Zusammenarbeit zu regeln und zu ermöglichen. Indem sie durch ihre besonderen Wahrnehmungs- und Denkmuster Sinn konstituieren (Signifikation), durch Verhaltensnormen Handlungen sanktionieren (Legitimation), durch Formalisierung von Arbeitsabläufen administrative Ressourcen bestimmen und nutzen oder auch zwecks Nutzung von Naturkräften die Eigenschaften von und den Umgang mit Arbeitsmitteln festlegen (Domination), jedesmal bringen sie in diesen sozialen Praktiken ihres kollektiven Handelns Regeln

hervor, die künftige Handlungs- und Verhandlungsspielräume abstecken. Je besser die geschaffenen (Ausdrucks-)Formen oder Ressourcen zum Handlungskontext passen und je situativ angemessener sie (möglicherweise auch neu) interpretiert und zur Wirkung gebracht werden, desto wirkungsvoller kann sich die soziale Praxis kollektiven Handelns entfalten (Abb. 2).

Auf diese Weise bringen sich Form und formativer Kontext als soziale Struktur im kollektiven Handeln erst wechselseitig hervor; sie sind Produkt und Medium des Handelns zugleich („Dualität von Struktur“). Ihr Zustandekommen ist ebenso unvermeidlich wie unverzichtbar: Unvermeidlich ist es, weil die Interaktion stets von selbst, ohne das bewusste Zutun der Akteure, eine regelmäßige Praxis mit Regeln als verallgemeinerten, typisierten Deutungs- und Handlungsmustern hervorbringt. Diese Regeln sind aber auch unverzichtbar, weil ohne sie der Sinn und angemessene Gebrauch der vergegenständlichten Formen im organisationalen Handlungskontext nicht zu vermitteln wäre. Sie ergeben sich erst im Vollzug der wechselseitig aufeinander bezogenen Handlungen, durch die sie sich reproduzieren und zugleich das gemeinsame Handlungsfeld strukturieren (Giddens 1988, Ortmann 1995, Brödner 1997, Orlikowski 2000).

Mit dieser Ausdifferenzierung sozialer Strukturen in veräußerlichte oder vergegenständlichte Ressourcen als wirksamen Handlungsmitteln und in Regeln ihres Gebrauchs werden Schwächen und kurzschlüssige Betrachtungsweisen konstruktivistisch oder strukturtheoretisch angeleiteter Analysen überwunden, insbesondere solche, die Routinen und Muster sozialer Strukturen als in technischen Artefakten eingeschrieben oder verkörpert und damit dauerhaft verfestigt begreifen (so etwa auch Pape in diesem Band unter Berufung auf Orlikowski 1992; zur Kritik vgl. Orlikowski 2000). Demgegenüber gilt es, unter dem Dach einer übergreifenden theoretischen Perspektive sowohl die Vorgänge der Formalisierung sozialer Praxis bei der Genese von Systemfunktionen als auch das Zustandekommen der Regeln ihres Gebrauchs durch Aneignung und Zur-Wirkung-bringen zugleich zu verstehen; vergegenständlicht werden nicht soziale Strukturen, sondern explizites Wissen über sie.

Der semiotischen Natur von Computersystemen und ihrer Einbettung in Zeichenprozesse der sozialen Interaktion ist nun auch eine nicht hintergehbare, prinzipielle Schwierigkeit der Systemgestaltung geschuldet, die in der so genannten „doppelten Hermeneutik“ sozialer Systeme wurzelt. Im Unterschied zur Unabhängigkeit von Erkenntnis und Erkenntnisobjekt in den Naturwissenschaften (mit Ausnahme der Quantenmechanik, wo die Messung das untersuchte System beeinflusst) verändern sozialwissenschaftliche Erkenntnisvorgänge (Beobachtungen) ihr eigenes Objekt. Mithin ist der Untersuchungsgegenstand, das soziale System, selbstbezüglich in dem Sinne, dass das über das System gewonnene explizite Wissen (wie auch daraus resultierende Artefakte) Teil seiner Regeln und Ressourcen wird, die sich eben dadurch verändern. Sozialwissenschaftler wie Systemgestalter müssen Handlungen in einem System als Untersuchungsgegenstand interpretieren, an dem sie selber beobachtend teilhaben; ihr Denken gehört derselben Welt an, über die sie nachdenken (Giddens 1988).

Formalisierung und Algorithmisierung als zentrale Aktivitäten informatischer Analyse, Modellbildung und Systemgestaltung sind mithin solche Vorgänge der Beobachtung, die ihren eigenen Gegenstand verändern. Dabei werden Zeichenprozesse

beobachtet und modelliert, die sich eben dadurch in Verlauf und Ergebnis verändern. Der Gegenstand der Modellierung gerät durch den Vorgang des Modellierens in Bewegung. Diesem Sachverhalt vermag sich niemand zu entziehen, freilich wurde er bislang in der Informatik kaum reflektiert.

Eingebettet in Zeichenprozesse sozialer Systeme erweisen sich Computer als Medium des Organisierens (wie andere zeichenbasierte Artefakte auch, etwa schriftlich fixierte Standardprozeduren, Formulare oder Aktenablagen). Computer sind *nur* semiotische Maschinen und daher können ihre Wirkungen auch nur aus der Organisation der durch ihren Einsatz veränderten Zeichenprozesse resultieren. Mehr noch: Als semiotische Maschinen fungieren sie nicht wie andere technische Artefakte in erster Linie als Mittel der zweckmäßigen Nutzung von Naturkräften, sondern als Administrationsmittel in organisationalen Zeichenprozessen, mithin als Machtressource über Akteure. So gesehen verschiebt sich in der Systemgestaltung die früher vorherrschende Perspektive von der Modellierung und Repräsentation organisationaler Prozesse zur weitaus angemesseneren Perspektive von deren Ko-Konstruktion, der aufeinander bezogenen Entwicklung von informationstechnischem Medium und den Regeln seines Gebrauchs im Kontext und unter den Zwängen des organisationalen Handelns. Und entsprechend sind Systemgestaltung und der damit verbundene organisationale Wandel vornehmlich als Prozesse kollektiven Lernens zu verstehen und zu gestalten.

Zur Erklärung der Befunde

Im Lichte dieser theoretischen Überlegungen lassen sich nun auch die oben referierten empirischen Befunde rekonstruieren und einsichtig machen. Das soll zunächst am dargestellten Fallbeispiel der Einführung eines PPS-Systems demonstriert werden. Mittels des strukturationsanalytischen Schemas (Abb. 2) lassen sich die das Veränderungsprojekt treibenden Positionen von Unternehmensleitung und IT-Abteilung zunächst wie folgt analysieren:

- *Verstehen und kommunikatives Handeln*: Transparenz, Effizienz und Kontrolle von Prozessen erfordern rational gestaltete Funktionen. Auf Basis allgemeingültiger Referenzmodelle systematisch ermittelte Anforderungen sind auf Erfahrung gewachsenen Praktiken überlegen.
- *Technisch-administratives Handeln*: IT-Fachwissen, Methoden der Modellierung und Standardisierung sowie Rückhalt durch die Unternehmensleitung werden als Machtressourcen genutzt.
- *Sanktionierendes Handeln*: Moderne und zuverlässige Lösungen dürfen nicht durch irrationale Sonderwünsche verwässert werden.

Für die ablehnende Haltung der Akteure der Fachabteilungen im Einführungsprozess lässt sich entsprechend feststellen:

- *Verstehen und kommunikatives Handeln*: Die bisherige Praxis der Auftragsabwicklung ist effektiv und muss nicht geändert werden. Die Bewältigung von Ausnahmen erfordert betriebsspezifische Software, da die Standardfunktionen des Systems von X Handlungsspielräume einschränken und Mehrarbeit verursachen würden.
- *Technisch-administratives Handeln*: Das für effiziente Auftragsabwicklung und für die Systemimplementation benötigte Fachwissen der Akteure kann von

ihnen als Machtressource gegen die IT-Abteilung genutzt werden, auch um deren Machtzuwachs zu begrenzen.

- *Sanktionierendes Handeln*: Es gibt fachspezifische Normen dafür, was gute Arbeitsleistungen und -ergebnisse sind; fachfremde Einmischungen sind nicht erlaubt.

Diese Analyse zeigt: Verschiedene Akteure einer Organisation handeln nach unterschiedlichen Sichtweisen und Interessen. Daher ist organisationaler Wandel nicht Gegenstand rationaler Planung, sondern Ergebnis mikropolitischen "Spiele" um Macht, Einfluss und Sinnggebung, in denen sich die partikulären Absichten und Interessen freilich oft, wie hier exemplarisch geschehen, hinter wohlklingenden, anscheinend sachbezogenen Argumenten verschanzen. Statt sie auszublenden mit der Folge oft irrationaler Zufallsentscheidungen, gilt es, ihre Realität anzuerkennen und für die Aushandlung eines insgesamt zielführenden, auf die Geschäftsstrategie ausgerichteten Interessenausgleichs Sorge zu tragen. Auch müssen für eine wirksame Problemlösung verschiedene Sichtweisen und Expertisen produktiv zusammengeführt werden. Dies alles weitgehend versäumt zu haben, ist als Hauptursache des Ausbleibens erwarteter Leistungsverbesserungen zu verstehen.

Mit Blick auf das Produktivitätsparadoxon der IT lässt sich ferner feststellen: Weil semiotische Maschinen den sozialen Raum der Zeichenprozesse an keiner Stelle verlassen, weil sie – anders als herkömmliche Maschinen der Energie- und Stoffumwandlung – nirgends der Dynamik kollektiven Handelns und der Funktionsweise sozialer Systeme entkommen, können Rationalisierungseffekte nur eintreten, wenn sie ausdrücklich intendiert sind und kollektive Handlungsschemata, die sie hervorzubringen vermögen, von den Akteuren explizit vereinbart und erprobt werden. Rationalisierungseffekte erwachsen mithin aus dem wirksamen Zusammenspiel von Organisation und IT-System, aus der Art und Weise seiner sozialen Einbettung in und der Aneignung durch die Organisation, nicht aus dem System selbst.

Aus den theoretischen Einsichten ergibt sich zudem, dass die immer wieder zu beobachtenden häufigen Änderungen der Anforderungen im Projektverlauf unvermeidlich sind. Sie sind unmittelbare Konsequenz der nicht hintergehbaren Selbstreferentialität von Restrukturierung durch Einführung von IT-Systemen: Diese modellieren und formalisieren Zeichenprozesse in Arbeitsstrukturen und -abläufen, die sich durch deren Einsatz und Gebrauch verändern und daher unvermeidlich zu neuen oder veränderten Anforderungen führen. Dies lässt sich durch kein noch so sorgfältiges „Requirements Engineering“ zu Beginn eines Projektes vermeiden. Vielmehr muss dieser ärgerlichen Tatsache eine angemessene, reflexiv und evolutionär angelegte Vorgehensweise im Projekt von vornherein Rechnung tragen.

Hinzu kommt, dass die Anforderungen in der Regel ohne ausreichende Beteiligung der Systembenutzer ermittelt werden. Diese sind aber die eigentlichen Experten ihrer Arbeit und daher die einzigen, die die Gebrauchstauglichkeit der entstehenden Systemfunktionalität beurteilen können. Umgekehrt mangelt es ihnen aber an Kenntnissen über technische Optionen, die Computersysteme zur neuartigen Bewältigung der Arbeitsaufgaben zu bieten haben. Daher sind Entwickler und Benutzer auf eine enge Zusammenarbeit bei Gestaltung, Einführung und Aneignung der IT-Systeme angewiesen, für die sie freilich erst eine Verständigungsbasis schaffen müssen.

Beide Defizite, das Negieren der Unvermeidlichkeit von nachträglichen Änderungen und unzureichende Benutzerbeteiligung, sind die Hauptursachen für die so häufig zu beobachtenden Unzulänglichkeiten der Systemfunktionen. Sie lassen sich nur durch grundsätzliche andere Vorgehensweisen in den Softwareprojekten, nicht durch Verbesserung herkömmlicher Methoden überwinden. Mehr derselben – als untauglichen erwiesenen – Anstrengungen bewirken nur mehr derselben Enttäuschungen. IT-Systeme können ihr Potential als Ressource sozial nachhaltig gestalteter Arbeit nur entfalten, wenn es durch reflexive Vorgehensweisen und Methoden gelingt, eine gute Passung von Arbeitsaufgaben, Systemfunktionen und Gebrauchsregeln zu erzeugen.

Konsequenzen für einen produktiveren Umgang mit IT-Systemen

Ohne weit reichende Neuorientierung des Vorgehens bei Gestaltung, Einführung und Nutzung informationstechnischer Systeme in Arbeits- und Wertschöpfungsprozessen lassen sich die Nutzungsprobleme von IT-Systemen nicht dauerhaft wirksam überwinden. An die Stelle der bislang vorherrschenden Technikzentrierung der Methoden des Softwareengineering, ausgerichtet auf die Entwicklung korrekter und zuverlässiger Software als Produkt, müssen Vorgehensweisen und Methoden treten, die auf die Gestaltung von Prozessen integrierter Organisationsentwicklung und Einführung, gegebenenfalls auch Anpassung von IT-Systemen zielen.

Aus der semiotischen Natur von IT-Systemen und ihrer Eigenschaft als Medium des Organisierens ergibt sich, dass Gestaltung, Einführung oder auch Anpassung eines IT-Systems nur gelingen können, wenn sie als integraler Teil eines umfassenderen Prozesses der Organisationsentwicklung verstanden und organisiert werden. Bislang noch zu oft praktizierte Vorgehensweisen, die sich auf eine einmalige, umfassende Anforderungsanalyse mit nachfolgenden Entwicklungs- und Einführungsphasen gründen, sind dabei von vornherein zum Scheitern verurteilt. Vielmehr macht die Tatsache der sozialen Einbettung semiotischer Maschinen ein *reflexiv angelegtes, evolutionäres Vorgehen* mit kurzen, überschaubaren Revisionsschleifen unumgänglich, in dem iterativ Zyklen der Anforderungsanalyse, Systemgestaltung, Implementation, Erprobung und formativen Evaluation erreichter Resultate wiederholt durchlaufen werden. In einer solchen Entwicklungsspirale werden die Systemfunktionalität und deren Aneignung im Rahmen restrukturierter Prozesse in jeweils kleinen, bewusst begrenzten Schritten hervorgebracht und so den Nutzern wiederholt Gelegenheit zur Bewertung und Einflussnahme geboten. Die einzelnen Lernschleifen bleiben so hinsichtlich Anforderungen und Entwicklungsaufgaben überschaubar und halten Risiken in Grenzen. Bewährte Methoden des Softwareengineering sind dabei notwendiger Bestandteil des Vorgehens, reichen aber allein bei weitem nicht hin. Vielmehr müssen sich die Beteiligten dabei insgesamt über alle Aspekte ihrer im Entstehen begriffenen neuen sozialen Struktur verständigen, was insbesondere die produktive Verbindung verschiedener Sichtweisen, die Bewältigung von Konflikten und den Ausgleich unterschiedlicher Interessen einschließt.

Dazu ist es erforderlich, die wechselseitige Ignoranz der Akteure zu überwinden, sowie die praktische Erfahrung aus der wirklichen Arbeit, bereits expliziertes Prozesswissen und das Wissen über technische Möglichkeiten und Grenzen von Computersystemen produktiv miteinander zu verbinden. Das setzt zunächst einen dichten

Kommunikations- und gemeinsamen Lernprozess voraus, in dem die Beteiligten ihre unterschiedlichen Perspektiven zusammenführen, ein gemeinsames Verständnis des Arbeitsprozesses bilden und dabei eine geteilte „Sprache der Artefakte“ entwickeln. Darin kann explizites Wissen über den sich ändernden Arbeitsprozess und die darin zu benutzenden Computerartefakte artikuliert und gemeinsam reflektiert werden. Dabei müssen Prozesse der Gestaltung und Einführung von IT-Systemen als *Projekte der Organisationsentwicklung und des kollektiven Lernens* konzipiert und organisiert werden. Darin müssen sich die Akteure in jedem Fall zunächst über Ziele, Aufgaben und Grundsätze ihrer künftigen Zusammenarbeit („Geschäftsstrategie“) sowie über dazu passende Strukturen und Abläufe der Arbeits- und Wertschöpfungsprozesse verständigen, um zu überlegen, wie diese durch IT-Funktionen unterstützt werden können. Wer IT-Systeme adäquat gestalten und produktiv nutzen will, muss Organisationsentwicklung betreiben, unter aktiver Beteiligung aller betroffenen Akteure von Beginn an.

Diese einschneidenden, aber aus Sicht gelingender IT-Einführungsprozesse notwendigen Veränderungen stürzen das Management in ein schwer zu bewältigendes Dilemma. Derart weit reichende kollektive Lernprozesse sind grundsätzlich nach Verlauf und Ergebnis offen und bedeuten daher nach herkömmlicher Managementauffassung einen kaum hinnehmbaren Kontrollverlust. Andererseits sind sie den hier angestellten Überlegungen zufolge notwendige – wenngleich auch nicht hinreichende – Bedingung für den Projekterfolg. So bewegt sich traditionell denkendes Management zwischen der Scylla eines mit hoher Wahrscheinlichkeit scheiternden Organisations-Entwicklungsprojektes und der Charybdis eines riskanten Verlusts an Kontrolle über den Projektverlauf. Genau hierin ist auch der Grund auszumachen, warum – trotz wiederkehrender Scheiternserfahrungen – so wenige Manager das Wagnis eingehen, Organisations-Entwicklungsprojekte reflexiv und evolutionär zu organisieren. Freilich wird das Dilemma drastisch gemildert, wenn man die Prozedur einer regelmäßigen formativen Projektevaluation ernst nimmt und sich auf diese neue Form der Kontrolle durch reflexive Steuerung einlässt (Brödner & Kötter 1999).

Schließlich muss dabei den Beteiligten stets bewusst sein, dass sie sich im *Spannungsfeld von Flexibilität und Starrheit* bewegen als einem für die Gestaltung von Arbeits- und Wertschöpfungsprozessen wesentlichen Aspekt. Flexibilität des Handelns – das gilt für Personen ebenso wie für Organisationen – muss sich auf relativ gefestigte Handlungsmuster und stabile Handlungsbedingungen abstützen. Ohne Rekurs auf Routinen, die eine gewisse Starrheit notwendig bedingen, verliert sich das Handeln in Beliebigkeit oder Chaos; es ist vor allem ineffizient. Formale Abläufe und Routinen helfen daher, kollektives Handeln effektiv und effizient zu organisieren. Sie sind zudem zwingende Voraussetzung für den Einsatz semiotischer Maschinen. Auch für die Interaktion mit der Umwelt gilt: Völlige Flexibilität ist unangemessen, aufwendig und gefährlich. Umgekehrt grenzt zu weit gehende Formalisierung und Starrheit der Routinen die Interaktionsmöglichkeiten übergebühlich ein. Gerade in einem dynamischen Umfeld, etwa bei hoher Marktdynamik im Umfeld von Arbeits- und Wertschöpfungsprozessen, wäre zu stark eingeschränkte Flexibilität im Handeln noch gefährlicher. Folglich kommt es darauf an, die jeweils den Anforderungen des Umfelds entsprechenden und funktional angemessenen Formalisierungen und „Starrheiten“ festzulegen – ein schwieriger, freilich unvermeidlicher Balanceakt.

Der Sinn von Organisationen liegt ja gerade darin, soziale Interaktion zu regeln, mithin Kontingenz einzuschränken und den Möglichkeitsraum von Kommunikation zu beschränken. Indem das Handeln der Akteure an Regeln gebunden und systematisch in bestimmten Bahnen (den Organisationsschemata) aufeinander bezogen wird, wird Unsicherheit durch selbst erzeugte Sicherheit ersetzt. Organisationen sollen Komplexität reduzieren, indem Abläufe sozialer Interaktion geregelt und formalisiert werden. Entsprechend erscheinen IT-Systeme, da ihre Funktionsweise *per definitionem* auf vollständig und eindeutig festgelegten Vorschriften beruht, als schlechthin probates Mittel des Organisierens, insoweit sie bestimmte organisationale Abläufe modellieren und formalisieren. Dadurch verliert die Welt der Arbeit ihr Geheimnis, sie erscheint durchschaubar, berechenbar und beherrschbar.

Doch genau hierin liegt auch die Crux des Einsatzes von IT-Systemen in Arbeits- und Wertschöpfungsprozessen: Die in ihnen implementierten Verfahren und „auto-operationalen Formen“ wie die an den Gebrauch gestellten Handlungsanforderungen können die Abläufe in Organisationen, bezogen auf die dynamischen Anforderungen ihres Umfelds, über Gebühr erstarren lassen und die erforderliche Flexibilität des Handelns zu sehr beschränken. Während sich Organisationsvorschriften und implizite Regeln in Grenzen leicht umgehen lassen, ohne dass das Ergebnis des Handelns Schaden nimmt oder Sanktionen ausgelöst werden (was alltäglich vorkommt), dulden IT-Systeme keine Abweichungen von den formalisierten Abläufen. Je umfangreicher und weitgehender zusammenhängende Arbeitsabläufe mittels IT-Systemen formalisiert werden (wie z.B. in integrierten ERP-Systemen oder Workflowmanagement-Systemen), desto weniger Flexibilität im Handeln ist zugelassen, desto mehr werden organisatorische Regelungen durch die Systeme und ihren Gebrauch zementiert, es sei denn, sie werden kunstvoll umgangen, was aber beträchtlichen Zusatzaufwand induziert und meist auch die Datenintegrität beeinträchtigt. Ein entgegengesetzter Ansatz wäre, IT-Systeme ausschließlich als ablaufneutrales Werkzeug oder Medium (wie z.B. bei CAD-, Textverarbeitungs- oder E-Mail-Systemen) zu konzipieren, mit weitem Anwendungs- und Interpretationsspielraum, vor allem ohne Festlegung von Operationsfolgen im Handeln. In diesem unaufhebbaren Spannungsfeld gilt es eine dem Umfeld der Organisation angemessene Balance zu finden.

Literatur

- Baukowitz, A.; Berker, T.; Boes, A.; Pfeiffer, S.; Schmiede, R.; Will, M. (Hg.) (2006): Informatisierung der Arbeit – Gesellschaft im Umbruch. Berlin: edition sigma
- Brödner, P. (2002): Der Held von Caputh steht nicht allein. Wie Wissenschaft die Nutzungsprobleme der Informationstechnik ignoriert, in: Moldaschl, M. (Hg.): Neue Arbeit – Neue Wissenschaft der Arbeit? Heidelberg: Asanger 2002, 339-364
- Brödner, P. (1997): Der überlistete Odysseus. Über das zerrüttete Verhältnis von Menschen und Maschinen. Berlin: edition sigma
- Brödner, P.; Kötter, W. (Hg.) (1999): Frischer Wind in der Fabrik. Spielregeln und Leitbilder von Veränderungsprozessen. Berlin/Heidelberg: Springer
- Brödner, P.; Lay, G. (2005): IT-related Challenges for Process Innovation Management. In: Proceedings of the 6th International CINet Conference „Continuous Innovation – (Ways of) Making Things Happen“. Brighton: CENTRIM
- Brynjolfsson, E. (2003): The IT Productivity Gap. In: Optimize, Issue 21, July 2003

- Brynjolfsson, E.; Hitt, L. M. (2000): Beyond Computation: Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance. In: *Journal of Economic Perspectives* 14 (4), 23-48
- Curtis, B.; Krasner, H.; Iscoe, N. (1988): A Field Study of the Software Design Process for Large Systems. In: *CACM* 31, 1268-1287
- Dahlbom, B.; Mathiassen, L. (1993): *Computers in Context. The Philosophy and Practice of Systems Design*. Oxford: Blackwell
- Ehn, P. (1988): *Work-Oriented Design of Computer Artifacts*. Stockholm: Arbetslivscentrum
- Floyd, C. (2002): Developing and Embedding Autooperational Form. In: Dittrich, Y.; Floyd, C.; Klischewski, R. (eds.): *Social Thinking – Software Practice*, Cambridge (MA): MIT Press, 5-28
- Gerlmaier, A. (2006): Nachhaltige Arbeitsgestaltung in der Wissensökonomie? Zum Verhältnis von Belastungen und Autonomie in neuen Arbeitsformen. In: Lehndorff, S. (Hg.): *Das Politische in der Arbeitspolitik*, Berlin: edition sigma, 71-98
- Giddens, A. (1988): *Die Konstitution der Gesellschaft. Grundzüge einer Theorie der Strukturierung*. Frankfurt/M: Campus
- Hörning, K. H., 2001: *Experten des Alltags. Die Wiederentdeckung des praktischen Wissens*, Weilerswist: Velbrück Wissenschaft
- Klemm, H. (2003): Ein großes Elend. In: *Informatik Spektrum* 26 (4), 267-273
- Krämer, S. (1988): *Symbolische Maschinen. Die Idee der Formalisierung in geschichtlichem Abriss*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft
- Malsch, T. (Hg.) (1998): *Sozionik. Soziologische Ansichten über künstliche Sozialität*. Berlin: edition sigma
- Maucher, I. (2001): *Komplexitätsbewältigung durch Entwicklung und Gestaltung von Organisation*. München: Hampp
- Maucher, I. (Hg.) (1998): *Wandel der Leitbilder zur Entwicklung und Nutzung von PPS-Systemen*. München: Hampp
- Mead, G. H. (1903): Die Definition des Psychischen. In: *Gesammelte Aufsätze*, hg. von Hans Joas, Bd. 1. Frankfurt/M: Suhrkamp 1987, 83-148
- Mill, U. (1998): *Technik und Zeichen. Über semiotische Aktivität im technischen Kontext*. Baden-Baden: Nomos
- Moldaschl, M. (Hg.) (2005): *Immaterielle Ressourcen. Nachhaltigkeit von Unternehmensführung und Arbeit I*. München: Hampp
- Nake, F. (2001): Das algorithmische Zeichen. In: Bauknecht, W.; Brauer, W.; Mück, T. (Hg.): *Informatik 2001. Tagungsband der GI/OCG Jahrestagung, Bd. II*. Wien: Universität, 736-742
- Nake, F. (1997): Der semiotische Charakter der informatischen Gegenstände. In: Bayer, U. (Hg.): *Festschrift zu Ehren von Elisabeth Walter*, Baden-Baden: agis
- Nake, F.; Grabowski, S. (2001): Human-Computer Interaction Viewed as Pseudo-Communication. In: *Knowledge-Based Systems* 14, 441-447
- Orlikowski, W. J. (2000): Using Technology and Constituting Structures: A Practice Lens for Studying Technology in Organizations. In: *Organization Science* 11 (4), 404-428
- Orlikowski, W. J. (1992): The Duality of Technology: Rethinking the Concept of Technology in Organizations. In: *Organization Science* 3 (3), 398-427
- Ortmann, G. (1995): *Formen der Produktion. Organisation und Rekursivität*. Opladen: Westdeutscher Verlag
- Peirce, C. S. (1983): *Phänomen und Logik der Zeichen*. Frankfurt/M: Suhrkamp
- Potthoff, I. (1998): Empirische Studien zum wirtschaftlichen Erfolg der Informationsverarbeitung. In: *Wirtschaftsinformatik* 40, 54-65
- Rammert, W.; Schulz-Schaeffer, I., 2002: Technik und Handeln. Wenn soziales Handeln sich auf menschliches Verhalten und technische Abläufe verteilt, in dieselben (Hg.): *Können Maschinen*

handeln? Soziologische Beiträge zum Verhältnis von Mensch und Technik, Frankfurt/M: Campus, 11-64

Royal Academy of Engineering (ed.) (2004): The Challenges of Complex IT Projects. The report from a working group of the Royal Academy of Engineering and the British Computer Society. London: The Royal Academy of Engineering

Schon, D. A. (1983): The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action. New York: Basic Books

Suchman, L. (1987): Plans and Situated Actions. The Problem of Human Machine Communication. Cambridge (MA): Cambridge University Press

Wertz, F.; Ortmann, R. G. (1992): Das Softwareprojekt. Projektmanagement in der Praxis. Frankfurt/M: Campus