

Teil IX

Innovative Systeme

Die moderne Wirtschafts- und Gesellschaftsentwicklung hängt entscheidend von der Entwicklungsdynamik von Wissenschaft und Technik ab. Innovationsfähigkeit erweist sich als Schlüsselqualifikation für komplexe Systeme und nichtlineare Dynamik in Natur und Gesellschaft. In der Wissensgesellschaft werden z.B. Unternehmen als innovative Superorganismen verstanden, deren Wissensmanagement Kenntnisse nichtlinearer Dynamik in komplexen Systemen erfordert. In welchem Umfang lassen sich Innovationsentwicklungen in Technik und Wissenschaft durch nichtlineare dynamische Systeme modellieren? Welche Konsequenzen ergeben sich daraus für Zukunftsprognosen und die Bewertungen von Innovationstrends und Forschungsentwicklungen?

Komplexe Systeme und lernende Unternehmen*

Franz Josef Radermacher

Forschungsinstitut für anwendungsorientierte Wissensverarbeitung (FAW),
Helmholtzstraße 16, D-89081 Ulm, Germany, e-mail: radermac@faw.uni-ulm.de

Zusammenfassung Für die Theorie und Praxis der Unternehmensorganisation hat in den letzten Jahren die Formalisierung von Strukturen und Prozessen und die Beschreibung bzw. Dokumentation und Ablage von Abläufen in Datenbanken oder Informationssystemen eine immer größere Bedeutung gewonnen. Mit dieser Entwicklung verbunden ist die Zielsetzung, eine höhere Striktheit/Normiertheit der Abläufe zu erreichen, um so eine bessere planerische Durchdringung aller relevanten Prozesse sicherzustellen. Mit dieser Entwicklung verbunden ist eine verbesserte Transparenz. Sie erlaubt auch ein leichteres Auswechseln von Führungskräften und eine größere Verteilbarkeit der Abläufe. Verbunden damit ist allerdings auch eine stärkere Bürokratisierung. Dieser dominierende Trend einer immer weitergehenden Formalisierung stößt allerdings zunehmend an Grenzen hinsichtlich der erzielbaren Leistungsniveaus. Deshalb werden seit einigen Jahren unter dem Schlagwort einer lernenden Organisation bzw. fraktaler oder selbstähnlicher Strukturen und unter Betonung von Selbstorganisationsprinzipien andere Ansätze ins Spiel gebracht. Diese erneut veränderte Sicht ist vor allem durch die Notwendigkeit einer raschen Anpassung an sich immer schneller verändernde Märkte, Produktlandschaften und Konkurrenzverhältnisse motiviert.

Der folgende Beitrag versucht, diese Themen genauer zu beleuchten. Basis bildet als Hintergrund eine Analyse unterschiedlicher Mechanismen der Wissensgenerierung, -repräsentation und -verarbeitung in Form einer Vier-Ebenen-Architektur. Diese geht aus von biologischen Systemen, läßt sich aber auf beliebige komplexe Informationsverarbeitungssysteme, sogenannte Superorganismen, ausdehnen. Hierunter fallen insbesondere Unternehmen. In diesem Umfeld können auch unterschiedliche Lernmechanismen analysiert werden, die den unterschiedlichen verfolgten Ansätzen der Organisation lernender Unternehmen zugrunde liegen. Zugleich werden die Reichweite solcher Ansätze und das Umsetzungspotential am Markt kurz angesprochen und ebenso die dazu korrespondierenden Fragen eines Wissensmanagements. Gerade letzteres spielt für lernende und zukünftig virtuelle Unternehmen angesichts der Dynamik der Märkte eine immer größere Rolle.

Der Text ist so aufgebaut, daß zunächst in Teil 1 in das Thema und die aktuelle Debatte um lernende Unternehmen eingeführt wird. In Teil 2 geht es dann um Fragen der Organisation von Wissen und Systemen mit einem besonderen Blick auf den Bereich der lernenden Unternehmen. Schließlich behandelt Teil 3 Einzelaspekte des konkreten Wissensmanagements. Ein Ausblick schließt den Text ab.

* Das Manuskript ist entstanden in Verbindung mit dem 20. AUT-Kolloquium Wissensmanagement der Siemens AG, Nürnberg, 12. Dezember 1996.

1 Einordnung des Themas in die aktuelle Debatte

1.1 Zunehmende Explizitheit der Organisation vs. fraktale Organisation von Unternehmen

Die Entwicklung der Theorie der Organisation wie auch die konkrete Ausgestaltung von Managementstrukturen in Unternehmen ist in den letzten 25 Jahren zunehmend geprägt durch einen fortschreitenden Prozeß der *immer weitergehenden Explizitmachung von Abläufen*. Große international tätige Unternehmensberatungen, aber teilweise auch die Gesetzgebung und gerichtliche Entscheidungen (Vorstandsverantwortung) haben diese Entwicklung massiv gefördert. Gerade unter dem Aspekt der Qualitätssicherung war es dabei das Ziel, alle Abläufe und Prozesse zu formalisieren und möglichst weitgehend versteckte Wirkungskräfte und ggf. auch Erfolgsquellen offen zu legen. Gerade große Beratungsunternehmen haben Unternehmen immer stärker entlang der Idee der formalisierten Prozeßorientierung hin ausgerichtet. Dies hatte teilweise den (erwünschten) Nebeneffekt, daß Manager vergleichsweise einfacher als zuvor von einem Unternehmen zum anderen wechseln konnten. Die Explizitmachung der Abläufe und ihre Standardisierung hat viele Vorteile, macht allerdings auch – manchmal zu sehr – *Gegebenheiten durchschaubar*. Das „geheimnisvolle“ Element in vielen erfolgreichen, aber unverständenen Wechselwirkungen geht verloren. In Teilen verliert man auch eine natürliche, automatische Anpassungsfähigkeit, da nun Verantwortlichkeiten, Zuständigkeiten definiert sind und vieles über Regelwerke bürokratisch fixiert und nur noch schwer zu verändern ist. Insbesondere ist in formalisierten Strukturen ja vergleichsweise präzise zu prüfen, ob man sich an ein vorgegebenes Schema hält bzw. gegen das Schema verstößt. Hohe Hierarchieebenen bekommen de facto mehr Einfluß, haben aber andererseits oft nicht die Hand am Puls der Entwicklung. Eine *lähmende Bürokratie* kann die Veränderung von Regelwerken erschweren. Insofern ist dieser Trend durchaus nicht unproblematisch, er ist nicht nur mit Vorteilen, sondern auch mit Nachteilen verbunden.

Dies gilt auch für den *Schutz von geheimen Erfolgsfaktoren*. Diese sind besonders gut geschützt, wenn auch die eigene Firma sie nicht genau kennt (aber hat!). Zu den Vorteilen einer Regelbasierung gehört allerdings, daß ein Betrieb nicht länger auf Gedeih und Verderb vom Mitarbeiterstab abhängig ist, Wissen wird transformierbarer, objektivierbarer; neue, bereits qualifizierte Mitarbeiter können leichter vom freien Markt hinzugewonnen werden, im Zweifelsfall ist auch der Transfer der Inhalte bzw. das Einbeziehen von Partnern in Firmen leichter. In Firmen, deren Organisationsstruktur weitgehend durch Regelwerke bestimmt ist, sind Rechte und Pflichten klarer gegliedert und definiert, eine tief gestaffelte Hierarchie wird möglich, Verantwortung kann leichter auf hohen Ebenen übernommen werden (was die Gerichte im Bereich der Haftung auch teilweise einfordern), Informationen können andererseits teilweise monopolisiert werden. So werden Strukturen ermöglicht, die manchmal an frühere Formen militärischer Organisationen oder auch an den klassischen Taylorismus erinnern.

Unter dem enormen Druck des Weltmarktes und angesichts der rasanten Innovationsgeschwindigkeiten sowohl auf der Seite der Technik, als auch auf der

Seite der ökonomischen Randbedingungen und der organisatorischen Bedingungen, die unter dem *Druck der Globalisierung* nicht mehr länger lokal kontrolliert und verlangsamt werden konnten, hat sich in den letzten Jahren gezeigt, daß das Paradigma einer immer weitergehenden Explizitmachung von Organisationsstrukturen, Abläufen, Lernverfahren usw. nicht mehr überall trägt. Die Verhältnisse verändern sich nun dermaßen schnell, daß es oftmals nicht mehr möglich ist, an hoher Stelle in Unternehmen die Änderungen am Markt bzw. neue Entwicklungen in den Labors als solche überhaupt noch zu registrieren, geschweige denn rechtzeitig in veränderte Organisationsstrukturen, Zugriffsmöglichkeiten auf Datenbanken, unterschiedliche Wissensbanken usw. umzusetzen. Die Komplexität der Verhältnisse ist zu groß, eine breite Regelorientierung zu schwerfällig, die Wechselwirkung mit dem konkreten Know-how, wie es sich kontinuierlich in der Prozeßausführung durch die Mitarbeiter aufbaut, kann entlang einer reinen Regelorientierung nicht mehr ausreichend für die Belange des Unternehmens aktiviert werden.

1.2 Wissensverwaltung im Rahmen der Informations- und Wissensgesellschaft

Wir befinden uns global auf dem Weg in eine *Wissensgesellschaft*. Auf diesem Weg wird Wissen immer mehr zu einer Hauptwertschöpfungsquelle. In den sich entwickelnden *virtuellen Unternehmungen* wird Wissen auch immer wichtiger zur Sicherung des Zusammenhalts im Unternehmen, zum Schaffen eines *Corporate Memory*, zur Sicherung von Kontinuität. Dies gilt auch für die gesamte Thematik der Kundenbeziehung, der Qualitätssicherung, der Zusammenarbeit mit anderen usw. Es sind ganz unterschiedliche Formen des Wissens, die dabei zukünftig an Bedeutung gewinnen werden. Zunächst sei hier auf Wissen über Informationsquellen hingewiesen, Wissen über denkbare Know-how-Inputs, Wissen über Mitarbeiter, Partner, Kunden, Wissen über Produktionsverfahren und Prozesse, aber auch über aktive Wissenskomponenten in Form von Aktorik, die neuronal oder symbolisch realisiert sein können. Wissen wird ganz wesentlich über *Meta-Datenbanken* und unter Nutzung von interoperablen Begriffssystemen auf der Basis einer im Hintergrund operierenden *Weltmodellierung* und teilweise auch unter Nutzung von Mechanismen der *Diskursverwaltung* abgelegt. Für die konkrete Verteilung von Information und für das Finden von Inhalten werden *intelligente Filter und Broker*, in Verbindung mit Maßnahmen zur *Qualitätssicherung des Wissens*, an Bedeutung gewinnen. Aus der Sicht des Unternehmens von zentraler Bedeutung ist dabei Wissen über alle im Unternehmen ablaufende Prozesse, Produktionsverfahren, Qualitätssicherungsmaßnahmen, Konditionen usw., wobei zukünftig *Online-Rückmeldungen*, zum Beispiel des Qualitätsniveaus der eigenen Produkte während der Nutzung beim Kunden, an Bedeutung gewinnen werden. Schließlich gewinnt die Informationsverarbeitung (im weitesten Sinne) immer weiter an Bedeutung und damit die Nutzung von Netzwerken, Betriebssystemen, Middleware, Datenbanksystemen, Meta-Datenbanksystemen, Methodenbanken, GIS-Systemen, Repositories usw. Letzten Endes wird auch das Wissen über die gesamte Informations- und Kom-

munikationsinfrastruktur (*technisches Infrastrukturwissen*) als eigenständig repräsentierte Information eine zunehmende Bedeutung besitzen. Die Bewältigung dieser immer stärker wachsenden Informationsbestände ist im Bereich der Organisationen unbedingt erforderlich.

1.3 Realisierung von virtuellen Unternehmungen

Im Zuge der verstärkten Nutzung der Telematik und insbesondere mit Blick auf die immer weitergehende Nutzbarmachung der *internationalen Kostendifferenzen* zwischen Anbietern und Arbeitnehmern wird die *virtuelle Unternehmung* an Bedeutung gewinnen. Die virtuelle Unternehmung gewinnt aber auch deshalb an Bedeutung, weil sie auch bei uns ganz andere Formen der Organisation der Arbeit möglich werden läßt. So wird heute bereits in der Konstruktion die Zusammenarbeit mittels CAD-Systemen an Standorten in verschiedenen Erdteilen realisiert; dies kann über moderne *Groupware-Tools* unterstützt und mit Videokonferenzeinrichtungen abgesichert werden.

Leitidee ist dabei u.a. die Vorstellung der Konstruktion 24 Stunden am Tag im Wechsel über die verschiedenen Erdteile, was eine enorme weitere Beschleunigung der Entwicklungsprozesse ermöglicht. Die Virtualisierung und die Nutzung moderner Telematik wird es erlauben, vieles schneller, besser, anders als bisher zu machen. Schon heute werden Außendienstmitarbeiter über Mobilfunk eingebunden, können beim Kunden zu abschließbaren fertigen Verträgen vor Ort kommen. In der Wechselwirkung mit dem Kunden fallen ganze Bearbeitungsstufen weg, hier wird Interaktion mittels Multimedia-Technologie als Kontaktkanal zum Kunden gleichzeitig zur Schnittstelle zu allen Informations-, Waren-, Wirtschafts- und Steuerungssystemen des jeweiligen Unternehmens.

Zu Ende gedacht wird der Kunde in seiner Kommunikation mit dem System selber zum Disponenten. Aber nicht nur für die Wechselwirkung mit Zulieferern, sondern auch für die Einbeziehung von Arbeitnehmern wird das Global Sourcing an Bedeutung gewinnen, und vielfach wird der virtuelle Mitarbeiter auch ein eigenständiger Unternehmer sein. Dabei werden viele heutige Funktionen von Unternehmen ausgelagert werden, beispielsweise auch bestimmte Aufgaben im Sekretariats- und Assistentenbereich. Beziehungen zum Arbeitnehmer werden teilweise temporärer sein als heute, *mobile Arbeitsplätze* spielen eine zentrale Rolle. Am Rande erwähnt sei nur, daß in der virtuellen Firma aufgrund der geringeren Orientierung an Hierarchien und interner Politik in diesen Häusern die immer wieder notwendigen Anpassungsprozesse am Markt wahrscheinlich besser als bis heute möglich vorgenommen werden können.

Eine wesentliche Unternehmensfunktion wird es in diesem Umfeld sein, die richtigen Informationen zur richtigen Zeit an der richtigen Stelle verfügbar zu machen. Wie oben schon angedeutet, wird es dabei u.a. darum gehen, den Zusammenhalt der Mitarbeiter und der Partner des Unternehmens auch über große Distanzen und möglicherweise häufige Personalwechsel zu sichern und Kooperation technisch zu unterstützen. In diesem Umfeld wird das *Vertragsmanagement* an Bedeutung gewinnen, und es wird auch darum gehen, Bezahlung über Netze mit einzubeziehen. Dabei wird die Kompetenz für das Thema „Sicherheit/Security“

eine noch sehr viel höhere Bedeutung gewinnen, als sie heute schon besitzt, weil die Unternehmensdaten in diesem Prozeß stärker verteilt sein werden und die Bewältigung der Sicherheitsthematik, und damit u.a. auch das in diesem Umfeld wichtige Key-Management, zu leisten sein werden. Das betrifft auch den Umgang mit Zulieferern, Kunden, aber z.B. auch das Management von Konsortien und von Projekten für spezielle Aufgaben. Ganz allgemein ist in diesem Umfeld sicherzustellen, daß ein Corporate Memory als rechnergestütztes System verfügbar ist.

1.4 Die lernende Unternehmung

Aus einer Vielzahl von Gründen befinden sich unsere Unternehmen neben der Virtualisierung auch auf dem Weg zu einer *lernenden Unternehmung*. Das hängt damit zusammen, daß in der komplexen Welt, wie sie heute besteht, klassische, eher statische Strukturen, vor allem auch (aus organisatorischer Sicht) primär regelwerkgestützte Systeme, die klassische Organisationsprinzipien abbilden, nicht mehr reaktionsschnell genug sind. Aus diesem Grund wird es darauf ankommen, neben Regelwerken auch informelle Beziehungen und Strukturen, wie sie sich beispielsweise über *Intranetze* firmenintern und interessenbezogen herausbilden können, aber insbesondere auch die mehr intuitiven bzw. neuronalen Fähigkeiten der Mitarbeiter, besser als bisher mit ins Spiel zu bringen. Dies schließt die Möglichkeit und Notwendigkeit mit ein, daß sich Mitarbeiter ihrerseits *kontinuierlich weiterbilden*, wobei die Art der benötigten Inhalte teils von seiten der Unternehmung vorgegeben wird, aber teils auch über ein *individuelles Suchverhalten der Mitarbeiter* von diesen selbst identifiziert werden wird. Es geht also im weitesten Sinne darum, Wissen auf allen Ebenen, wie es in Teil 2 noch genauer diskutiert wird, nutzbar zu machen und Mitarbeiter über die *Vorgabe von Zielen und Leitideen* sowie die *Bereitstellung aller relevanten Informationen* zu koordinieren, wobei eine geeignete Wechselwirkung zwischen Explizitheit und dem, was an anderer Stelle mehr intuitiv, also neuronal bzw. strukturell vorhanden ist, sicherzustellen ist. Die Sicherstellung der Rahmenbedingungen für diese wichtigen zukünftigen Prozesse betreffen unmittelbar auch Funktionen der Logistik.

Die angesprochene Forcierung der Nutzung des *Know-hows der Mitarbeiter* ist so zentral, daß es mittlerweile oftmals primär darum geht, dieses Wissen in geeigneter Form leistungswirksam werden zu lassen. Das bedeutet in der Regel *weniger Hierarchie*, andere Formen der Organisation und der Strukturbildung (*Heterarchien* [9]), *mehr Freiheit und „Empowerment“* für die Mitarbeiter und von der Führungsseite her eine starke Betonung darauf, Bedingungen herbeizuführen, unter denen Mitarbeiter sich bestmöglich entfalten können. Hier geht es dann auch darum, als einzelner wie als Gruppe immer besser zu lernen und für die Firma die besten Lösungen zu finden. In diesem Zusammenhang spielt eine gute Organisation des Miteinanders der Mitarbeiter im Sinne der Bereitstellung technischer Infrastrukturen, wie *Intranetze*, im Sinne von *Nervensystemen von Unternehmen*, Selbstorganisationsmöglichkeiten über Agenden, bequemer Zugang zu Wissensquellen aller Art und die Möglichkeit der *lokalen Erweiterung*

solcher Wissensbanken um persönlich interessierende Inhalte eine große Rolle. Es liegt in der Natur der Sache, daß dermaßen selbständig agierende Mitarbeiter eine klare Vorstellung brauchen von den Zielen der Unternehmung, und zwar auf allen Ebenen.

Letztlich führt dies im Sinne der *Theorie selbstähnlicher Strukturen* dazu, daß die Unternehmungen rekursiv aus ineinander verschachtelten Substrukturen aufgebaut werden, die weitgehend unabhängig agieren sollen, wobei die einzelnen Subkomponenten ihrerseits in vielem dem Ganzen ähneln (*Selbstähnlichkeit*). All dies ist stark auf Miteinander, Wechselwirkung, Empowering ausgelegt und beinhaltet, daß alle Teile über klare Vorstellungen hinsichtlich der Ziele der Unternehmen verfügen müssen. Gedanklich handelt es sich um so etwas wie *Profitcenter*, die aber durch *klare Zielvektoren* und eine breite Verfügbarmachung von Informationen geführt werden, und dies unter Rahmenbedingungen und Vorgaben der Wechselwirkung, die zur gemeinsamen *Erreichung übergeordneter Ziele*, und nicht zur Suboptimalität führen. Prinzipien der Selbstorganisation sind entscheidend und ebenso die Nutzung von *Metawissen*, sowohl auf der Ebene der Strukturen und in der Organisation der Zusammenarbeit, als auch bei den einzelnen Mitarbeitern. In diesem Prozeß geht wieder viel von der Orientierung und klaren Vorgabe, wie sie für den Trend zur Explizitmachung der Organisation kennzeichnend war, verloren. Erfolgsfaktoren sind teilweise wieder versteckter und stecken teilweise in den Köpfen der Mitarbeiter, teilweise in der Art der sich herausbildenden Formen der Interaktion.

Zentral in lernenden Unternehmen wird auch die *permanente Weiterbildung* sein. Für die Ausbildung bedeutet das z.B. die Bereitstellung von Lernumfeldern, in denen *lebenslanges Lernen* stattfinden kann. Schon aufgrund der Kostensituation, aber auch erneut mit Blick auf die Optimierung der eigenen Möglichkeiten in der Konkurrenz zu anderen werden zukünftig die wesentlichen Ausbildungsprozesse und Lernvorgänge punktuell inhalts- und zweckbezogen am *Point of Learning*, d.h. im Unternehmen vor Ort zur selbstgewählten Zeit, multimedial ablaufen. Um dies als Unternehmen in optimaler Weise sicherstellen zu können, wird man sich in geeignete *Wissenskooperationen* mit verschiedensten Partnern in Verbänden, Nutzergemeinschaften, Wertschöpfungsketten und natürlich mit entsprechenden Wissenschaftlern im Forschungs- und Universitätsbereich themenspezifisch koppeln. Auch das wird wiederum stark getrieben werden über die Möglichkeiten der Netze. In diesem Umfeld kommt der Qualitätssicherungsfunktion von innen eine wesentliche Bedeutung zu und das in einer weltweiten Perspektive, womit auch Fähigkeiten im Bereich der *Bewertung und Zertifizierung von Ausbildungsinhalten bzw. Qualifikationen* gefordert werden.

2 Fragen zur Organisation von Wissen und Systemen

2.1 Wissen: Was ist das, und wo ist es repräsentiert?

Im folgenden wird versucht, Wissen, wie es im Rahmen allgemeiner, z.B. biologischer Systeme, für das Funktionieren von Maschinen (Robotern) oder in Organisationen sowie auch in größeren Strukturen des Zusammenwirkens von Menschen

und Maschinen, sogenannten *Superorganismen*, eine Rolle spielt, zu klassifizieren. Dabei wird eine *Vier-Ebenen-Architektur der Wissensverarbeitung* zugrunde gelegt, die es im Prinzip erlaubt, ganz unterschiedliche Formen, Systeme und Anwendungsbereiche dieser Art abzudecken und die zugleich ausdrucksstark genug zu sein scheint, alle relevanten Formen von Wissen einzuordnen.

Unterschieden werden in dieser Perspektive vier verschiedene Ebenen (vgl. Abb. 1).

1. Signalebene

Auf der untersten Ebene geht es um eine unmittelbare Wechselwirkung physikalischer Natur von Systemen mit der umgebenden Welt. In diesen Kontext gehören insbesondere auch *Signale*. Signale werden über Sensorsysteme abgegriffen bzw. identifiziert und induzieren einerseits unmittelbare Wirkungen, andererseits werden aus ihnen mit Hilfe sogenannter Filter *Merkmale* als eine erste Form der *Informationsverdichtung* herausgefiltert. Bestimmte Sensoren zielen dabei (primär) auf die *Außenwelt* des Systems, andere primär auf die *Innenwelt*.

2. Merkmalebene

Merkmale sind die Eingangsinformation der 2. betrachteten Ebene der Informationsverarbeitung. Hier setzen einerseits funktionale Transformationen derartige Merkmale, z.B. zur Motorik bzw. Aktorik, etwa in Form trainierter (künstlicher) neuronaler Netze ein. Andererseits können auf der Basis von Merkmalen mittels Klassifikatoren *Objekte bzw. Begriffe* identifiziert werden.

3. Symbolebene

Die Symbolebene (Ebene 3) operiert auf *Objekten bzw. Begriffen*, und zwar mittels unterschiedlicher Mechanismen der Symbolverarbeitung (Verarbeitung von Regeln, Logik, Relationalsysteme usw.). Dies ist die klassische Domäne der *Künstliche Intelligenz* (KI) als wissenschaftliche Disziplin.

4. Theorieebene

Von der 3. Ebene geht es in besonderen Fällen weiter zur 4. Ebene der *Theorien und Modelle*. Hier ist es dann z.B. möglich, mit zum Teil aufwendigen mathematischen Kalkülen der Optimierung, Statistik, Entscheidungstheorie und Numerik zu Aussagen und Schlüssen zu kommen.

Zur Illustration der Wirkungszusammenhänge auf diesen verschiedenen Ebenen seien entsprechende Abläufe in der *menschlichen Informationsverarbeitung* genannt (vgl. Abb. 2): Wenn jemand mit der Nadel in die Haut gestochen wird, dann bewegt sich zunächst einmal die Haut nach innen und der Arm nach hinten – das ist die Ebene der unmittelbaren physikalischen Wechselwirkung (Ebene 1). Gleichzeitig kann der Betroffene (bzw. sein Gehirn oder sein Nervensystem) aus dem begleitenden Signalstrom aber auch Informationen bzw. Merkmale herausfiltern, die indirekt beschreiben, daß ihn da offenbar etwas piekst. Diese erkannten Merkmale fließen (auf der 2. betrachteten Ebene) in ein biologisches neuronales Netz ein, das motorisches Verhalten bewirkt. Dabei wird z.B. der Arm reflexhaft zurückgezogen. Dies geschieht, ohne daß der Betroffene in diesem Moment bereits (bewußt) weiß, daß ihn etwas gepiekt hat. Der Betroffene kann dann allerdings auf der nächsthöheren Stufe der Abstraktion (3. Ebene) die

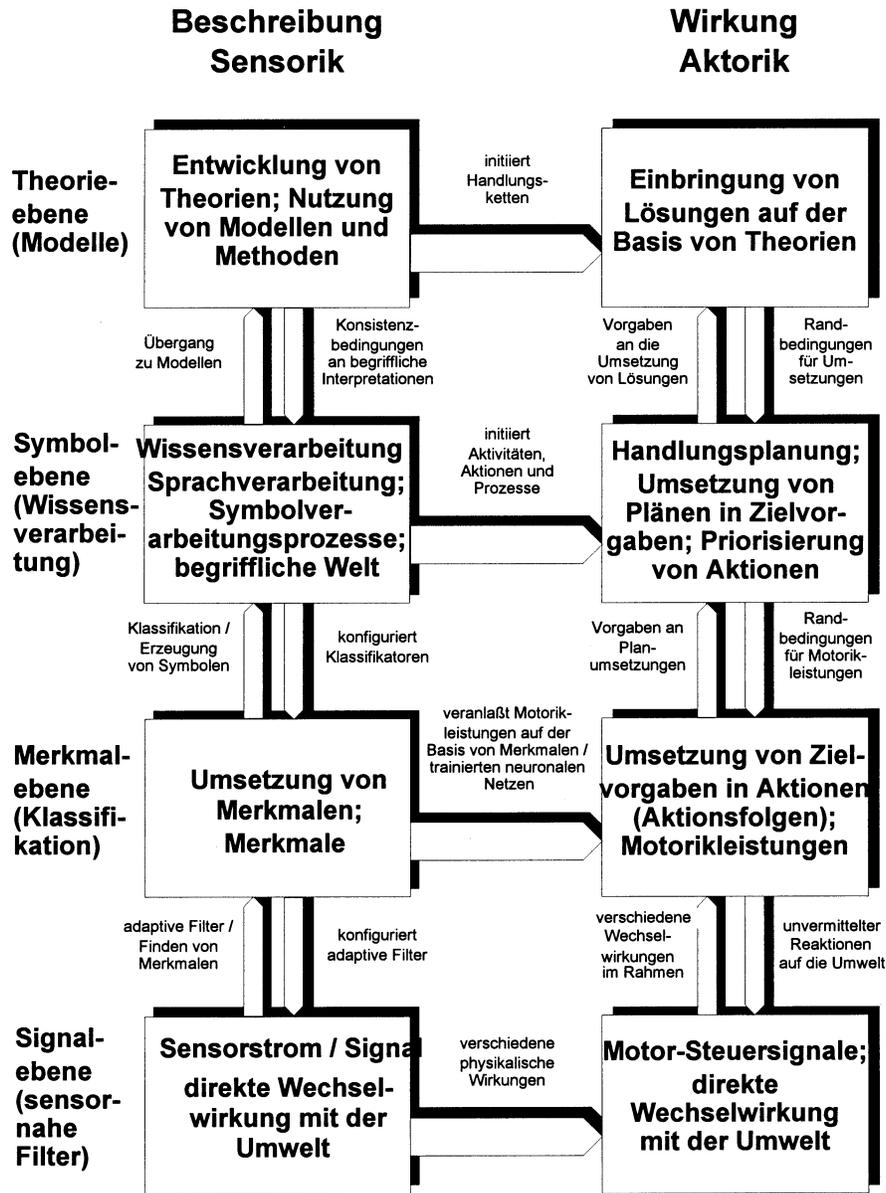


Abb. 1. Vier Ebenen der Informationsverarbeitung und der Erzeugung von Wirkung

Situation auch erkennen, d.h. geeignet begrifflich klassifizieren als eine Situation, in der ihn jemand geiekt hat. Auf dieser Ebene kann ein Mensch dann bei Bedarf die Lage analysieren und ein angemessenes Verhalten ableiten. Schließlich können Menschen, z.B. als Wissenschaftler, auf einer nochmals höheren Ebene (Ebene 4) auch an einer Theorie arbeiten, die präzise beschreibt, was passiert, wenn eine Nadel die Haut trifft, wie dort die Signalströme zeitlich bzw. von der Intensität her verlaufen usw. Dabei werden die Signalströme u.U. durch Systeme von Differentialgleichungen beschrieben und anschließend Lösungen dieser Systeme untersucht. Es ist dabei interessant zu unterscheiden, auf welcher Ebene man jeweils welche Aufgabe mit welchen Mechanismen angehen kann.

Beispiel: Nadelstich

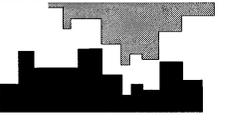
Ebenen	Verarbeitungsprozesse	Wirkungsmechanismus	Formen der Wissensrepräsentation
Modelle / Theorien (4)	Mathematik	Beschreibung der Ausbreitung von Signalen bei Nadelstichen in die Haut auf der Basis von Differentialgleichungsmodellen	$\frac{d}{dt} \frac{\partial}{\partial x} f(t,x,x) = \frac{\partial}{\partial x} f(t,x,x)$
Wissensverarbeitung (3)	Logik, Regelverknüpfung <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin: 5px;">Sprache</div>	Erkennung von Nadel, erfolgtem Stich, der sozialen Konstellation usw.	„Schmerz“
Neuronale Ebene (2)	Klassifikatoren, gelernte Funktionen	Zurückziehen des Armes als ererbter bzw. erlernter Reflex	
Sensorebene (1)	dreidimensionale Passung, chemische Reaktionen	Einbuchten der Haut, Erregung von Schmerzrezeptoren, dreidimensionale Passung	

Abb. 2. Vier-Ebenen-Architektur am Beispiel „Nadelstich“

Die hier vorgestellte Architektur ist aus der *Verfolgung des Evolutionsprozesses* in der Biologie abgeleitet. Im Evolutionsprozeß wirkten zunächst nur Faktoren auf der untersten Ebene. Als die Lebensformen komplexer wurden, konkret mit der Ausbildung von Nervensystemen, kam die 2. Ebene hinzu. Bereits bei manchen Vogelarten ist die 3. Ebene zumindest partiell ausgeprägt, d.h. diese Tiere können bereits Zustände klassifizieren. Natürlich sind Leistungspotentiale auf der 3. Ebene zentral für Primaten und insbesondere Menschen. Nicht zuletzt fällt die *Sprache* wesentlich in diesen Bereich. Schließlich haben die Menschen und insbesondere die Wissenschaft als Gesamtsystem in den letzten paar tausend Jahren mit ihren Theoriebildungen die 4. Ebene erreicht.

Das Gesamtleistungsspektrum an intellektueller Kapazität auf allen genannten vier Ebenen, das soeben dargestellt wurde, ist übrigens bei Menschen/Säugetieren im Gehirn bzw. im Nervensystem ganzheitlich in einer *neuronalen Architektur* realisiert, deren Möglichkeiten – überspitzt gesagt – auch „mißbraucht“ werden können zu Leistungen, für die sie ursprünglich nicht „erfunden“ worden waren. Dieses Basisleistungsvermögen eines biologischen Nervensystems besteht primär in der Fähigkeit, *Beziehungen zwischen Mustern rückgekoppelt in Form des Lernens an Beispielen zu etablieren*. Inhaltlich korrespondiert dies zu Fragen der Funktionsapproximation in der Mathematik. Es gibt mittlerweile mathematische Sätze, die dieses Basispotential neuronaler Netze präzise beschreiben.

Es sei an dieser Stelle erneut erwähnt, daß sich die hier für biologische Systeme gegebenen Hinweise auch auf (biologische) *Superorganismen*, z.B. Insektenstaaten, Schwärme, Staaten oder auch das *System Menschheit* übertragen lassen. Die Nutzung dieser Sicht zu einem besseren Verständnis des Systems Menschheit wird im folgenden ebenfalls kurz angesprochen. Dabei steht folgende Beobachtung am Ausgangspunkt:

So leistungsfähig die einzelnen Wissenschaften als Gesamtsysteme heute sind – auch im Verhältnis zu einzelnen Menschen –, so wenig entwickelt ist doch bisher das *Wissen der Menschheit über sich selbst*. Hier gibt es bis heute nur eine begrenzte Intuition (Ebene 2), ebenso nur begrenztes Wissen in Form von Regeln (Ebene 3) und erst recht keine leistungsfähigen, quantitativen Theorien der Menschheit über sich selbst. Der einzelne Mensch ist in dieser Hinsicht hinsichtlich seines Wissens über sich selbst deutlich weiterentwickelt als die Menschheit, und das wohl auch schon unter Steinzeitbedingungen.

Die Menschheit ist in diesem Sinne, letztlich nicht viel anders als Unternehmen noch vor einigen Jahren, primär bei der 2. Ebene der beschriebenen kognitiven Hierarchie angekommen, d.h. wir erahnen z.B. intuitiv als Gesellschaft, welche Bedrohungen auf uns wirken und wie bestimmte gesellschaftliche oder technische Innovationen sich einmal auf unser späteres Leben auswirken können. Dies ist aber oft noch sehr unpräzise und entspricht insofern der 2. Ebene der betrachteten Wissenshierarchie, es handelt sich also eher um neuronale, nichtverbalisierte Vorstellungen und Erwartungen hinsichtlich möglicher Entwicklungen. Langsam bewegen wir uns nun als Menschheit auf die 3. Ebene zu, d.h. wir beginnen als Menschheit, Kalküle darüber zu entwickeln, wie wir funktionieren, d.h. es gibt die ersten begrifflichen Entwicklungen für ein *Design von Gesellschaftsstrukturen*. Interessant ist dennoch, daß die Menschheit, so gut sie auch bei der Entwicklung einzelner wissenschaftlicher Theorien ist, in ihren Denkprozessen als „Gesamtheit“ immer noch sehr viel langsamer operiert als jeder einzelne. Das heißt, daß Gesellschaften, wie teilweise auch Unternehmen, nach wie vor beinahe jeden einzelnen logischen Schritt „durchleben“ müssen, mit all seinen Konsequenzen, weil wir politisch oder organisatorisch nicht dazu in der Lage sind, eine Kette von mehreren logischen Schritten ganzheitlich zu vollziehen und vorausschauend in ihren Konsequenzen mitzubedenken und gegebenenfalls daraus die notwendigen politischen Maßnahmen abzuleiten. Dies ist ein besonders leidiges Problem der Politik, aber auch vieler Unternehmen, die meist weit hinter den Überlegungen einzelner Personen zurückbleiben. Für diese

Schwerfälligkeit muß man später oft bezahlen, z.B. als Firma mit Verlusten im Markt.

2.2 Zur Einordnung der Vier-Ebenen-Architektur in andere gesellschaftliche Anwendungsfelder bzw. Gegenstandsbereiche

In ähnlicher Weise wie biologische Systeme, inklusive Superorganismen, kann man auch andere, nicht-biologische Systeme mit der hier zugrundeliegenden Theorie studieren, was im Kontext dieses Textes besonders interessant ist. So beispielsweise Serviceroboter, Mensch-Maschine-Systeme und Unternehmen. Unternehmen sind in diesem Zusammenhang natürlich von besonderem Interesse; hierauf wird im weiteren kurz eingegangen.

In der folgenden Abb. 3 wird für Unternehmen beispielhaft auf Wissensselemente eingegangen, die auf den verschiedenen Wechselwirkungsebenen angesiedelt sind. Die unterste Ebene 1 betrifft z.B. Gebäudetypen, Türhöhen, Raumgrößen, Ausstattung mit Infrastruktur usw. Ebene 2 betrifft indirekte, nicht unmittelbar aus Ursache-Wirkungsargumenten abgeleitete Mechanismen zur Steigerung der Kommunikation, also z.B. die Art der Einteilung der Einheiten und Teams (in Arbeitsgruppen, Projekte, Abteilungen usw.), das Aufstellen von Kopierern, die Platzierung von Treppenhäusern, eine großzügige Cafeteria, Platzierung von Pflanzen, Einbringen von Kunst usw. Wesentlich für diese Ebene ist auch der gesamte Umgang mit *Fragen der Form, der Farbe oder des Designs*. Die Wissensebene 3 betrifft die Ablage von Vorschriften und Kalkülen bzw. Organisationsprozessen und Regelwerken, die vorgeben, wie sich Personen in Unternehmen zu verhalten haben. Hier sind auch der (explizite) juristische Bereich, Auditing-Verfahren, Normen, ISO-Regelwerke usw. angesiedelt. Auf der 4. Ebene der mathematischen Modelle sind schließlich Modelle darüber angesiedelt, wie bestimmte Entscheidungsprozesse in der Wechselwirkung von Abteilungen untereinander zu erfolgen haben.

Erwähnt sei auch, daß die jeweiligen Schwergewichte und die wichtigsten Wirkungsfaktoren auf den verschiedenen Ebenen sehr stark abhängen von der Größe der jeweiligen Firma oder Organisation, die man zu beschreiben versucht. So haben Untersuchungen gezeigt, daß für das Einzelindividuum einer der wichtigsten Ansatzpunkte zur Veränderung von Prozessen die *Motivation* darstellt, etwas, was sehr stark auf den Ebenen 2 und 3 der besprochenen Hierarchie angesiedelt ist. Für Gruppen ist der vielleicht wichtigste Faktor die jeweilige *Organisationsform*, d.h. die Organisation der Mechanismen der Wechselwirkung unter den Beteiligten. Dieser Aspekt ist inhaltlich sehr stark auf den Ebenen 1 und 2 angesiedelt. Für größere Verbände oder Unternehmen scheint schließlich ein ganz zentraler Erfolgsfaktor die *Verfügbarkeit von Informationen* zu sein. Dies sind Mechanismen, die ganz wesentlich auf den Ebenen 2 und 3 angesiedelt sind, aber ihrem Charakter nach wiederum ganz anders sind als die Motivationsseite bei den Individuen.

Beispiel: Designprozeß

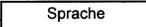
Ebenen	Verarbeitungsprozesse	Wirkungsmechanismus	Formen der Wissensrepräsentation
Modelle / Theorien (4)	Mathematik	Mathematische Verfahren für „gute Form“, Goldener Schnitt, ...	 : 1
Wissensverarbeitung (3)	Logik, Regelverknüpfung 	Regelwerke für den Designprozeß; Prüfen von Vorschriften und Normen	„gutes Design“ (sprachliche Begründung)
Neuronale Ebene (2)	Klassifikatoren, gelernte Funktionen	Formen des freien Brainstorming; gewachsene Partnerschaften; Methoden zur Steigerung der Kreativität	 Beziehungsnetzwerk
Sensorebene (1)	dreidimensionale Passung, chemische Reaktionen	Werkzeuge, institutionell vorgegebene Beziehungen zu Partnern, körperliche Reaktionen der involvierten Mitarbeiter auf Designlösungen	 Passung

Abb. 3. Vier-Ebenen-Architektur am Beispiel „Designprozeß“ im Unternehmen

2.3 Prinzipielle Lernmechanismen auf den betrachteten Verarbeitungsebenen

Aufgrund des soeben Gesagten läßt sich in ganz unterschiedlichen Kontexten Wissen interpretieren als das *Wirken von Operatoren auf Mustern bzw. Daten*, wobei die Muster bzw. Daten ganz unterschiedlichen Repräsentationsformen angehören können und die Operatoren auf die jeweilige Repräsentationsform zugeschnitten sind (z.B. neuronale Netze und zugehörige Lernmechanismen, symbolische Welten und Regelextraktion mittels statischer Methoden). Leistungsstarke Lernmechanismen bilden in diesem Kontext besonders wichtige Faktoren zur Steigerung der Leistungsfähigkeit von Unternehmen als Superorganismen. Sie sind auf der jeweiligen Ebene ganz spezifisch.

Strukturebene Auf der Strukturebene erfolgen kontinuierliche Anpassungen, z.B. durch Erfahrungen getrieben oder durch technischen Fortschritt ermöglicht, und zwar u.a. hinsichtlich der Art der realisierten Gebäude, der Bedingungen für die dort arbeitenden Arbeitnehmer, Formen der zur Verfügung gestellten Hilfsmittel (wie Maschinen und Werkzeuge usw.). Hier ist permanent ein genuineigener *Findungsprozeß sozialer und technischer Art im Gange*, der hin reicht bis zu nationalen Ausbildungssystemen, internationalen Konkurrenzmechanismen, *Vereinbarungen der Tarifpartner* usw. All dies hat wesentlichen Einfluß auf die strukturellen Bedingungen, unter denen die anderen Ebenen operieren.

Verknüpfung, Kommunikation, Wechselwirkung Auf dieser eher neuronalen Ebene findet das Lernen von und in Unternehmen in Form des Miteinanders von Personen, seien es Mitarbeiter, Kunden oder Zulieferer, statt. Hier

prägen sich bestimmte Formen der Interaktion, des Austauschs, der Motivation usw. heraus. Es sind dies alles Prozesse, die stark von „Networking“ im Sinne eines menschlichen Miteinanders bestimmt sind. Es ist bekannt, daß die jeweilige *Kommunikationskultur* enormen Einfluß auf das Verhalten der einzelnen, aber durchaus auch auf deren Kreativität und Leistungsfähigkeit hat. Dabei hängt es am Stand der Entwicklung, den äußeren Rahmenbedingungen, aber auch den konkreten Produktbedürfnissen, welche Art von Struktur, Freiheit, Motivation, Empowering, Kontrolle usw. jeweils die besten Ergebnisse bringt. Neuerdings gewinnen dabei Formen der internen und externen Vernetzung (z.B. Intranetze, Zugriff auf Wissensbanken, Diskussionsforen) eine zunehmende Bedeutung.

Lernen auf der Ebene der Regelwerke Lernen auf dieser Ebene besteht in der Extraktion von Regeln oder Sätzen von Vorschriften und Organisationsprinzipien, die sich in der Vergangenheit bewährt haben und nun in neuen Umgebungen umgesetzt werden. Die Einbeziehung von Unternehmensberatern, die Beteiligung an Benchmarkingprozessen sowie Formen der Zertifizierung tun das ihre zur weiteren Verbreitung und ständigen Umfokussierung dieser Regelwerke. In entsprechenden Regelwerken stecken oft sehr viel geronnene, zum Teil inzwischen nicht mehr direkt verfügbare bzw. zutreffende Erfahrungen früherer Prozesse. Lernen kann in der bewußten Modifikation von Regelwerken, im Sinne der Herstellung neuer Verknüpfungen, bestehen. Hierfür gibt es oftmals formalisierte Prozeduren, Abstimmungen usw., die eine Art *Meta-Ebene des Umgangs mit Regelwerken* bilden.

Lernen auf der Modellebene Auf der Modellebene besteht Lernen sehr stark in der Fortentwicklung und Anpassung von Theorien bzw. in der Ausgestaltung der dort wirksamen Algorithmik. Im Kontext von Unternehmen betrifft das heute etwa die Qualität der Ausgestaltung von Decision Support Systemen.

2.4 Was ist Kreativität?

Kreativität und Lernen sind wichtige Themen, um das *Phänomen Intelligenz* zu studieren, aber auch, um die Leistungsfähigkeit von Unternehmen in *Innovationsprozessen* zu beurteilen. Dabei geht es um Kreativität der Mitarbeiter wie des Unternehmens als Superorganismus. Kreativität kann dabei allgemein als eine geeignete Koppelung der beiden Mechanismen „Erzeugung von Lösungen“ und „Auswahl von Lösungen“ in sehr großen Strukturräumen verstanden werden. Viele Personen sind überzeugt, daß nur der Mensch kreativ ist, und sie denken dabei z.B. an Geistesblitze, wenn etwa beim Problemlösen, beim Verstehen eines Witzes, bei der Interpretation eines komplizierten Bildes plötzlich die neue Idee oder die richtige Interpretation wie aus dem Nichts heraus da ist. Demgegenüber werden bekannte Lernerfolge, etwa bei Maschinen, bei höheren Primaten oder von Strukturen und Systemen wie dem Immunsystem, der DNS im Bereich der Vererbung oder überhaupt im *gesamten Evolutionsprozeß* gerne übersehen.

Typische Beispiele menschlicher Kreativität (im Sinne der Erzeugung und Bewertung von Lösungen) sind vor dem beschriebenen Hintergrund einer Vier-Ebenen-Architektur einzuordnen, wobei wir meistens von *Intuition* sprechen, wenn es sich um ganzheitliche, teilweise auch emotional geprägte und logisch schwer begründbare Vorschläge (Ebene 2) handelt in Abgrenzung zu logisch erschlossenen und entsprechend begründbaren Ergebnissen (Ebene 3). Bewertungskriterien, die hier gefühlsmäßig, teils auch unbewußt, wirken können, sind: Qualität von Vorhersagen, Kürze von Beschreibungen, Einfachheit von Lösungen, Formen der Symmetrie oder Harmonie, Stimmigkeit, Generalisierbarkeit, Analogieeigenschaften usw. Als Phänomen besonders interessant sind dabei für Menschen die bereits angesprochenen *Geistesblitze* (z.B. Bildverstehen, Verstehen von Witzen). Menschen haben bei solchen Geistesblitzen oft den Eindruck, daß es bei ihnen plötzlich „klick“ macht, so als käme der Einfall oder die Idee aus dem Nichts – wie ein Wunder, wunderbar. Mancher kennt auch das Phänomen, daß er am nächsten Morgen aufwacht, und eine lange gesuchte Idee plötzlich da ist. Manche Menschen versuchen dies zu systematisieren bzw. zu forcieren, z.B. dadurch, daß sie abends vor dem Zubettgehen ein Problem noch einmal gründlich durchdenken und hoffen, daß sie am nächsten Morgen mit einer Lösung aufwachen. Das hat schon oft „Wunder“ bewirkt. Nicht überraschend haben sich konsequenterweise in den letzten Jahren verschiedene Schulen und Formen des Kreativitätstrainings herausgebildet und teilweise auch kommerziell an Bedeutung gewonnen.

Aus wissenschaftlichen Untersuchungen weiß man, daß unterschiedlichste Kreativitätsprozesse beim Menschen in dem hier beschriebenen Rahmen verstanden werden können. So wurde in der Literatur der großen wissenschaftlichen Erfindungen, aber auch der Technikentwicklung, aufgezeigt, wie durch geschickte Kombination und Fortentwicklung früherer Erfindungen neue Lösungen entstanden sind. Dabei wird auch immer wieder deutlich, wie teilweise nicht mehr benötigte Elemente früherer Lösungen in neuen Kontexten noch lange weiterleben (z.B. erinnern die ersten Eisenbahnabteile noch stark an Pferdekutschen). Des weiteren verstehen wir mittlerweile relativ gut, in welcher Weise in menschlichen Kreativitätsprozessen die Wechselwirkung zwischen dem Unbewußten und dem Bewußten eine große Rolle spielt, wobei die unbewußte Ebene massiv-parallel ausgestaltet ist und eher neuronal-intuitiv (Merkmalsebene) operiert, während die *bewußte Ebene primär sequentiell und auf der Symbolebene abläuft*.

Aufgrund des Gesagten spielen eher intuitive Mechanismen (z.B. neuronale Klassifikatoren) und stures Abarbeiten auch beim Menschen auf der Ebene von „Hilfsprozessen“ des Denkens eine große Rolle, und dabei wird vieles ausprobiert, bewertet (nach Prinzipien wie Symmetrie, Kürze der Beschreibung, Analogieeigenschaften usw.) und auch wieder verworfen, bis schließlich eine denkbare interessante Lösung gefunden wird, die dem Bewußtsein bekanntgemacht wird und dann dort *aufblitzt*. Das ist dann für uns der berühmte *Geistesblitz*, der aus dem Nichts zu kommen scheint und der bei der hier gewählten Betrachtungsweise viel von seiner „Magie“ verliert. Denn tatsächlich stehen hinter diesem „Wunder“, für uns unbemerkt, oftmals Sekunden, Minuten, Stunden oder sogar Tage har-

ter, simultan betriebener Rechenarbeit (Ausprobieren), die in ihrem Charakter zumindest Ähnlichkeiten zu dem aufweist, was wir bei heutigen (intelligenten) technischen Systemen realisieren oder bei Primaten vermuten oder beobachten. Unser Bewußtsein meint demgegenüber in diesem Augenblick, der Mensch hätte gerade einen genialen Einfall gehabt.

Gut zu beobachten sind derartige Abläufe auch in der Bildverarbeitung, z.B. bei der Interpretation der modernen 3-D-Bilder. Dort kann man durch bewußte Introspektion versuchen zu errahnen, wie unbewußte Prozesse des eigenen Gehirns angestrengt versuchen, zu einer plausiblen 3-D-Bildinterpretation zu kommen, welche die Informationen, die über zwei visuelle Kanäle angeliefert werden, so einem möglichen Modell der realen Welt zuzuordnen erlaubt, daß die Informationen konsistent sind und eine gewisse Qualität der Plausibilität (unbewußter Teil des Auswahlprozesses) aufweisen. Aus der Psychologie kennt man entsprechende Phänomene auch bei der Interpretation von Hohlbildern von Gesichtern, bei der sich das Gehirn, d.h. die dort wirksamen *unbewußten Filter*, weigert, Sichten, also Interpretationen, zu akzeptieren, die der üblichen Erfahrung (hier: nach innen statt wie üblich nach außen gewölbte Gesichter) widersprechen. Bestimmte Drogen, Alkohol, Nikotin, extreme Erfahrungen, aber auch bestimmte Gehirnkrankheiten können die Kraft dieser Filter signifikant mindern. Mehr Lösungen – häufig auch zu viele – geraten dadurch auf die bewußte Ebene, *Auswahlprozesse erfolgen dann auf höherer Ebene der Informationsverarbeitung*. Gerade im Bereich der Kunst, teilweise auch der Wissenschaft, macht man sich gelegentlich entsprechende Formen der Stimulanz zu Zwecken der Kreativitätssteigerungen zunutze.

Es bietet sich geradezu an, diese hier gemachten Beobachtungen zu übertragen auf die *Kreativität von Gruppen, Organisationen, Firmen* als Ganzes. Auch hier wird es darum gehen, *spontane Prozesse des Erzeugens von Lösungen geeignet zu koppeln mit Filtern*, die die Qualität solcher Lösungen beurteilen und zu Auswahlentscheidungen kommen. Zu den häufig genutzten Mechanismen gehören Methoden des Brainstorming oder Aufenthalte von Teams in der Einsamkeit eines Berghofes oder das Hinzuziehen eines Spezialisten für Kreativität. All dies sind Ansatzpunkte, die Freiraum schaffen, Neues zulassen und damit helfen sollen, abseits von Hierarchien zunächst einmal Ideen zu generieren, Ideen entstehen zu lassen. Die späteren Prozesse der Entscheidungsfindung über diese Ideen, die Prüfung ihrer Tragfähigkeit usw. sind dann unter Umständen eher wieder klassisch und erinnern an die Filter, mit denen wir im Gehirn Lösungen auswählen bzw. teilweise verwerfen, modifizieren usw.

2.5 Verteilte vs. hierarchische Organisation: Netzwerke

Eine weitere zentrale Frage, die heute in der Diskussion um schlanke bzw. lernende Unternehmen eine große Rolle spielt, betrifft eine vernünftige Organisation der Informationsverarbeitung und Entscheidungsautorität zwischen möglicherweise parallel operierenden Komponenten bzw. Einheiten einerseits und der Notwendigkeit der Zusammenführung und Integration von Ergebnissen auf höheren Ebenen andererseits. Ein gutes Beispiel für die hier bestehenden Möglichkeiten liefert der Aufbau des *menschlichen Gehirns als massiv-paralleles System*,

(teilweise) kontrolliert durch ein *lineares, eindimensionales Bewußtsein*. Höhere Kontrollstufen sind dabei in der Regel symbolisch organisiert und resultieren in der Regel aus der Notwendigkeit der Koordinierung/Priorisierung bestimmter knapper, häufig nur einmal vorhandener Ressourcen. Bei Firmen betrifft das etwa die Frage der Eigentümerrolle, die jeweilige Rechtsform, Finanzen, den Firmennamen, Know-how-Bereiche, Zugriff auf Mitarbeiter, Kundenbindungen usw.

Auch bei Unternehmen – und gerade auch bei einer weitergehenden Virtualisierung und der Entwicklung hin zum lernenden Unternehmen geht es also darum, wie man die genaue Organisationsstruktur ausprägen soll. Hier ist irgendwo zwischen streng hierarchischen Modellen und einer fast beliebigen Verteiltheit und wechselseitigen Verknüpfung von Suborganisationen die richtige Lösung zu finden. Auf den Ansatz sogenannter Heterarchien sei hier erneut verwiesen. Sehr vernünftig ist ein weitgehendes freies Operieren von Subeinheiten, die mit einer klaren Mission um einen bestimmten Typ von Markt oder eine knappe Ressourcen herum organisiert sind. Die jeweilige knappe Ressource bildet dabei die tiefere Begründung für eine jeweilige Führungsebene der Einzeleinheit und damit letztlich auch für die Schaffung dieser Einheit. Das Ineinanderschachteln solcher Einheiten, das von Hierarchien knapper Ressourcen herrührt, führt zu einer weitergehenden Vernetzung und Vermaschung in immer wieder übergeordnete Kontexte, der ihrerseits knappe Ressourcen verwalten und dabei die Rahmenbedingungen festlegen, unter denen die jeweils untergeordneten Systeme operieren. Derartige – *fraktale – Strukturen* weisen insgesamt einen hohen Grad von *Selbstähnlichkeit* auf und sind wesentlich bestimmt durch den Markt (das „Biotop“), in dem sich das Unternehmen bewegt. Der Grad der Hierarchisierung wird dabei von diesem „Biotop“ mitbestimmt. Hierarchie ist Information, konkurriert aber mit dem Potential der Selbstorganisation als leistungsfähiger Lernmechanismus.

3 Konkrete Anforderungen und Vorgehensweisen für ein Wissensmanagement von Unternehmen

3.1 Bestandsaufnahme des Status quo

Aufgrund von Gesprächen mit ganz verschiedenen Unternehmen scheint es heute in vielen Firmen so zu sein, daß die Situation hinsichtlich des eigenen *Wissensmanagements* eher unzufriedenstellend ist. Es gibt relativ wenig Transparenz darüber, was ein Unternehmen weiß, vor allem in größeren Unternehmen. Ein geflügelter Spruch lautet: Wenn Firma X wüßte, was Firma X weiß, wäre Firma X nicht zu schlagen. Das Wissen ist dabei oft „abgelegt“ in verschiedenen Personen bzw. deren Erfahrungen und kann allenfalls von diesen für neue Aufgaben aktiviert werden. Dabei gibt es weder ein begriffliches Gerüst, in dem diese Erfahrungen transportiert werden könnten, noch kann man sich als thematisch interessierter Dritter darüber informieren, daß es diese Erfahrungen gibt. Schon gar nicht können die entsprechenden Informationen über Rechner oder digital

ausgetauscht werden. Dies gilt sogar dann, wenn textliche Darstellungen existieren. Denn oft wird dasselbe Wort mit verschiedenen Bedeutungen verwendet oder es werden unterschiedliche Worte für denselben Gegenstand benutzt. Hinzu kommt mit der *Verschlinkung der Unternehmen* in den letzten Jahren ein erheblicher Verlust an Personen, die aufgrund langjähriger Erfahrung übergreifend zwischen verschiedenen Bereichen und Wissensbeständen hätten vermitteln können. Wissen ist damit sehr stark fragmentarisiert und personifiziert, es steht im Zweifelsfall auch in Ordnern, kann aber nicht mehr mit vertretbarem Aufwand identifiziert werden. Selbst da, wo Wissen digitalisiert wird, wie heute in Protokollen von Arbeitsgruppen oder Berichten von FMEA-Teams in der Qualitätssicherung, sind auch diese Texte wiederum viel zu umfangreich und nicht nach einheitlichen Schemata und Begriffssystemen aufgebaut, so daß auch hier die Verknüpfung über Rechner nur sehr begrenzt möglich ist.

In vielen Unternehmen ist es tatsächlich so, daß man heute bei der rückblickenden Analyse von aufgetretenen Fehlern feststellt, daß eigentlich schon rechtzeitig und im Vorhinein alle benötigten Informationen da waren, um den Fehler zu vermeiden, diese Informationen aber nicht zur richtigen Zeit an der richtigen Stelle ankamen. Es gab *kein leistungsfähiges Frühwarnsystem*, die *Abläufe waren zu langsam*, die entscheidenden Personen haben die relevanten Informationen nie bekommen, oder die Wichtigkeit dieser Information aus der Art, wie sie präsentiert wurde, nicht erkennen können. Eine unbedingte Notwendigkeit ist deshalb auf jeden Fall die bessere Vernetzung von Menschen („Connecting People“) und die Nutzung der Informationstechnik, um „Problem Owner“ und „Solution Provider“ besser als bisher möglich zusammenzubringen und dabei die vorhandenen Informationsressourcen deutlich besser als bisher zu nutzen.

3.2 Ansätze zur Verbesserung der Situation

Zur Bewältigung der anstehenden Probleme gibt es ganz unterschiedliche Ansätze. In Umfeldern, die schon länger mit dem Thema des *Wissensmanagements* zu tun haben, z.B. in der staatlichen Verwaltung oder in der Organisation der Umweltinformationen über die ganze Bundesrepublik, hat sich über die Jahre gezeigt, daß alle Ansätze, die auf starke Zentralisierung und einen grundsätzlichen Neuaufbau von Informationssystemen abzielten, gegenüber dem Tagesgeschäft und der dauernden Belastung der Mitarbeiter und angesichts der Notwendigkeit ihrer Motivation keine Chance auf dauerhafte Umsetzung haben. Insofern sollten Lösungen sehr stark auf *Prinzipien der Selbstorganisation* abzielen. Sie sollen den Mitarbeitern ein großes Maß an Angeboten zur wechselseitigen Vernetzungen, etwa über Intra- und Internetze, Diskussionsforen usw. eröffnen. Ferner soll mit modernen Werkzeugen, wie z.B. *Groupware-Tools*, die Zusammenarbeit vereinfacht und der Informationsaustausch verflüssigt werden. In diesem Umfeld ist es auch wichtig, *Freiräume* zu schaffen, um Neues auszuprobieren und in *Wissensmanagement und Wissensaustausch investieren* zu können.

Ein vielversprechender Ansatz besteht darin, die vorhandenen Informationssysteme der Mitarbeiter, Arbeitsgruppen oder Bereiche zu nutzen und geeignet

weiterzuentwickeln und dabei die Frage der Ownership, der Hoheit über die Daten usw. vernünftig zu klären. Nur wenn die Betroffenen ihre eigenen Systeme aus eigenem Interesse adäquat weiterentwickeln und pflegen, ist eine vernünftige Basis vorhanden, auf der sich höhere Funktionalitäten aufbauen lassen. Hier ist dann allerdings dafür Sorge zu tragen, daß von den jeweils lokalen Systemen ausgehend Möglichkeiten der Übersetzung in übergeordnete Zusammenhänge konzeptionell und technisch vorgesehen werden und gleichzeitig *Anreizsysteme für die Weitergabe und den Austausch von Informationen* geschaffen werden. Hier geht es unter Umständen auch um monetäre Anreize, vor allen Dingen aber um *Sichtbarkeit und Empowering* in der eigenen Arbeit und Verantwortung. In diesem Umfeld ist dann der Wissenstransfer geeignet zu organisieren.

Der wesentliche Ansatz besteht in der breitflächigen Integration und Verfügbarmachung von Wissen und der geeigneten Aufbereitung von Informationen zur Erschließung von Mehrwerten, z.B. basierend auf der Theorie der *föderierten verteilten Datenbanksysteme*, die über *Meta-Informationssysteme* miteinander gekoppelt werden. In derartigen Meta-Informationssystemen sind Hinweise auf die Art der jeweils in bestimmten Datenbanken enthaltenen Daten, ihre Qualität und Verfügbarkeit, die Zuständigkeit und Verantwortung für die Qualität der Daten, Zugriffsmechanismen usw. abgelegt und insbesondere auch Hinweise auf Konversionsprogramme, die benötigt werden, um Daten aus einem Kontext in einen anderen zu transformieren. Die Basis für einen breitflächigen Austausch bilden als Hintergrund vorhandene *gemeinsame Begriffssysteme*, die vorabgestimmt werden müssen und von denen her Übersetzungen in die Einzelsysteme und zurück zu leisten sind. Im Bereich der deutschen Umweltverwaltung spielt hier beispielsweise der (mehrsprachige) Thesaurus des Umweltbundesamtes (als Teil des Umweltdatenkatalogs) mit über 10.000 Begriffen eine zentrale Rolle. Hinsichtlich der Geographieseite gilt dies in entsprechender Weise für die amtliche topographische Karte (ATKIS).

In entsprechenden Ansätzen muß es eine wesentliche Leitidee sein, die Organisationsform von Unternehmen so zu wählen, daß Einheiten jeweils um bestimmte, *knappe Ressourcen* herum organisiert sind, wobei sie für diese knappe Ressource die jeweils größte zuständige Gruppe bilden, die von dieser Ressource direkt betroffen ist. Es ist die wesentliche Aufgabe solcher Gruppen, mit diesen Ressourcen verantwortlich umzugehen und beste Lösungen zu produzieren. Es scheint in diesem Kontext vernünftig zu sein, entlang der Vier-Ebenen-Architektur und orientiert an dem Thema „*Bewußtsein*“ (im biologischen Sinne) so etwas wie *Leitstände der jeweiligen Organisationseinheit* zu entwickeln. Hier geht es darum, daß man auf der Führungsebene des jeweiligen Teilsystems versucht, die mit einer *breit gefächerten Sensorik der Informationsaufnahme* nach außen und nach innen gewonnenen Informationen über entsprechende *Filterprozesse* ganzheitlich verfügbar zu machen. Dies zielt auf wichtige Tatbestände, die zeitgerecht an die entsprechende Führungsebene zu befördern sind. Dazu sollten Teams von Personen im Rahmen derartiger Leitstände, teils mit technischer Unterstützung, die richtigen Verknüpfungen vornehmen und so in vielen Fällen schon im Vorfeld von Problemen ein Handeln ermöglichen. Zumindest sollte sichergestellt sein, daß relevante Informationen noch vor den Zeitpunkten,

zu denen Entscheidungen bereits gefallen sind, die zuständigen Verantwortlichen erreichen und so bessere Entscheidungen auf der jeweiligen Ebene ermöglichen. Hierzu sind neben der bisherigen Organisation auf den jeweiligen Führungsebenen *Kernteams von Personen (Wissensverarbeitung, Broker)* zu verankern, die sich wesentlich mit der Verarbeitung dieser (Leitstand-)Informationen beschäftigen. Dazu sind z.B. *Themen/Issues* zu definieren, die permanent zu verfolgen sind. Ferner ist systematisch auch ein Bestand an Regeln aufzubauen, gemäß deren Themen zu verfolgen und neue Themen zu betrachten sind. In diesem Umfeld ist auch daran zu denken, daß man ein geeignetes Team beauftragt, permanent daran zu arbeiten, *verborgene Erfolgsquellen des Unternehmens bzw. der Unternehmenseinheit zu identifizieren*.

Bei all diesen Zielen ist allerdings immer zwischen Explizitheit und mehr neuronale, u.a. über mehrere Personen verteilte, Lösungen nachzudenken, um insbesondere auch eine genügende *Sicherheit vor Zugriffen von außen* auf dieses wesentliche Firmen-Know-how zu erreichen. Die Identifikation von Erfolgsfaktoren kann dabei durchaus das Zusammenwirken mehrerer Informationsbroker beinhalten und ebenso das Einsetzen von Agenten für bestimmte Themen.

Schließlich sei erwähnt, daß als weitere organisatorische Maßnahme die temporäre Gewährung von Narrenfreiheit für bestimmte Arbeitsgruppen oder Personen, der Aufbau von Task-Forces, Projektteams oder Ideenpools wesentliche Faktoren zum Auf- und Ausbau eines Wissensmanagement sein können, vor allem, wenn es (temporär) um die Steigerung des *Kreativitätspotentials* eines Unternehmens geht.

3.3 Zu beachtende Wissenskategorien

Bei den hier vorgeschlagenen Vorgehensweisen sind ganz unterschiedliche Wissenskategorien zu beachten. Ganz wesentlich ist das *Übersichtswissen* – wer macht wo wie was, und wo findet man welche Informationen in welcher Qualität und wie greift man darauf zu? Allgemein wichtig ist auch sogenanntes *Meta-Wissen*, auf das im Text schon mehrfach hingewiesen wurde. Wichtig ist auch das Wissen über Technologien, Konstruktionen und vor allem Prozesse, ferner das Wissen über die vorhandene Infrastruktur, das Wissen über die Qualität verfügbarer Broker, *Fachwissen* für die jeweiligen Fachgruppen, das Wissen über leistungsfähige Partner in der eigenen Mannschaft und bei Zulieferern, in Ämtern, in der Wissenschaft (wofür man so etwas wie *Gelbe Seiten* benötigt). Schließlich sei das Wissen über den Verlauf wesentlicher Diskussionen bzw. Diskurse zu großen Themen erwähnt, die man mittlerweile systemseitig mit Hilfe moderner *Diskursrepräsentationssysteme* (z.B. HyperIBIS [1]) dokumentieren kann.

3.4 Technikkomponenten

Auf die Dauer wird es wichtig sein, das Wissensmanagement sehr weitgehend technisch zu unterstützen. Wie schon angedeutet, spielen hierfür *Indices, Thesauri, Begriffssysteme, Verzeichnisse, Gelbe Seiten*, usw. eine große Rolle. Wich-

tige Komponenten für die Zukunft sind auch *Filter*, die aus der Sicht des Informationsanbieters bewirken sollen, daß Information (nur) an die richtigen Adressaten gehen, aber diese auch erreichen, während sie aus der Sicht der jeweiligen Abnehmer bzw. Adressaten bewirken sollen, daß nur solche Informationen sie erreichen, an denen sie wirklich interessiert sind. Hierbei ist auf Dauer natürlich mit intelligenten Techniken des gegenseitigen Überlistens zu rechnen. *Navigatoren*, aber auch sogenannte *Search Engines* helfen, Informationen in komplizierten Welten zu identifizieren und zu verknüpfen, und *Broker* haben die noch weitergehende Aufgabe, auf Fragen Dossiers im Sinne von konsolidierten Antworten bereitzustellen. Dabei ist ein Broker sehr oft ein Mensch, zunehmend aber auch ein Mensch, der durch technische Komponenten unterstützt wird. Diese Unterstützung läßt sich im Prinzip auf Dauer noch sehr weit treiben (technische Broker).

Wie bei Menschen oder in der Wissenschaft geht es ferner oftmals darum, *implizites Wissen*, wie es z.B. in großen Datenbeständen vorliegt, auf eine explizite (symbolische) Wissensebene zu holen. Eine wichtige Leitidee ist dabei das sogenannte *Data Mining* in ganz unterschiedlichen Kontexten, u.a. im Umfeld Data Warehouse. Für den Umgang mit sensiblen Informationen, gerade auch für Broker, wird man weiterhin versuchen, immer mehr *automatische Elemente der Wissenssicherung* einzubauen, z.B. die Nutzung von Hypertext zur Herstellung von Verknüpfungen, eine automatische Bearbeitung von Adressen, Herausarbeiten von Bezügen zwischen Volltexten auf der Basis gemeinsamer Begriffssysteme und Thesauri, den Einbau von *Konsistenzsicherungsmechanismen* und die Nutzung von *Weltwissen*, z.B. auf Basis des Systems CYC [2] zur Identifikation indirekter Verknüpfungsmöglichkeiten zwischen Informationseinheiten. Letztere Funktion übernehmen in manchen Kerntexten mittlerweile auch *Geoinformationssysteme*, weil der Bezug über den Ort (und die Zeit) oft sinnvolle Verknüpfungen zwischen ansonsten unabhängig abgelegten Themen und Inhalten erlaubt.

3.5 Wissensbewertung/-bilanzierung von Unternehmen

In der sich dynamisch verändernden internationalen Wettbewerbssituation wird zukünftig neben der klassischen Unternehmensbilanz eine Bewertung der *Leistungsfähigkeit einer Firma in bezug auf Wissen und Innovationsfähigkeit* eine immer größere Rolle spielen. Man wird versuchen, in einer geeigneten Form der *Bilanzierung* das Wissen über das Unternehmen ganzheitlich darzustellen. Dies ist gerade unter heutigen Bedingungen nicht einfach, weil man sich heute zunächst noch schwertut, bei der Frage nach dem Wissen eines Unternehmens überhaupt über die Ebene der Einzelindividuen hinauszugehen, also größere Teile des Unternehmens wie Gruppen, Abteilungen oder ganze Teilunternehmen als Gegenstand bzw. Träger dieser Thematik überhaupt zu begreifen. Hinzu kommt, daß für alle diese „Superorganismen“ dann auch das Wissen auf unterschiedlichen Ebenen zu betrachten ist. Dabei ist es ein ganz wesentliches und kennzeichnendes Charakteristikum des wichtigen Wissens auf der 2. Ebene der betrachteten kognitiven Hierarchie (neuronal, intuitiv, ganzheitlich), daß es sich eben nicht kalkülhaft, symbolisch beschreiben läßt, denn immer dann, wenn dies der Fall

ist oder nach Anstrengungen doch geleistet werden kann, ist im Grunde genommen das Wissen von der Ebene 2 auf die Ebene 3 gehoben worden. Oftmals ist dieser Schritt der Explizitmachung allerdings prinzipiell unmöglich, vielfach ist er auch zu aufwendig und oft ist er aus sicherheitstechnischen und anderen Gründen auch gar nicht sinnvoll bzw. gewollt. Hier muß dann für die Klassifikation auf abgeleitete Kriterien abgehoben werden. Man denke hier etwa an das Beispiel einer *Designaufgabe* (vgl. Abb. 3). Hier läßt sich oft nicht beschreiben, wie die konkrete Kompetenzfunktion eines Mitarbeiters im Bereich Design aussieht. Man kann aber dennoch festhalten, wie oft der Mitarbeiter bei welchem Typ von Designarbeiten in der Vergangenheit erfolgreich war. Diese Art von (indirekter Bewertungs-)Information ist oft für die notwendigen Managemententscheidungen völlig ausreichend.

Vor diesem Hintergrund wird konkret empfohlen, ein Instrument der Wissensbewertung für die Zukunft entlang einer Hierarchie zu entwickeln, die zumindest den *Faktor Mensch*, die *verfügbaren Wissenssysteme* und die *Leistungsfähigkeit der Organisationsstruktur* entlang der in diesem Text diskutierten Mechanismen und Wissensrepräsentationsebenen untersucht. Für die einzelnen genannten Faktoren sollten dabei u.a. die im folgenden genannten Aspekte mit in die Betrachtung einbezogen und auf Dauer auch Gegenstand von *Benchmarkingprozessen* werden:

1. Faktor Mensch

Hier sollte man in geeignet *aggregierter Form das Leistungspotential der einzelnen Mitarbeiter* aufnehmen und bewerten, und zwar mit Bezug auf Klassifikationen wie Ausbildung, akademische Disziplinen, wissenschaftliche Preise, Patente, Fortbildung, Tagungsteilnahme, publizierte Texte, Positionen in Gremien, Mitwirkung in Kommissionen, Dauer der Mitwirkung in der Firma, eingenommene Funktionen usw.

2. Aufnahme der verfügbaren Wissenssysteme

Anzahl, Größe, Thematik von Daten- und Wissensbanken. Wie groß ist der Umfang dieser Wissenssysteme? Wieviele Personen haben Zugang zu welchen Daten? Gibt es Intranetze, gibt es offene Foren? Wie kommt man an diese Informationen? Gibt es einen Thesaurus, Verweissysteme, Meta-Informationssysteme, automatische Zugriffe (orientiert an Themen), gibt es ein Issuemanagement usw.?

3. Die Leistungsfähigkeit der organisatorischen Strukturen

Operationalisierung der Firmenkultur, Gruppenbildungen, Offenheit, zeitliche Freiräume. Kann man im Unternehmen als einzelner auch einmal ganz verrückte Themen alleine verfolgen? Wie oft wurde umorganisiert? Wie stark wird entlang autoritärer Strukturen operiert? Werden „Spinner“ bewußt eingesetzt? Werden Groupware Tools eingesetzt? Wie erfolgte der Cultural Change in der Vergangenheit? All dies zielt auf die Generalfrage: Wie funktioniert diese Firma? Gibt es spezifische Arbeitsgruppen, die versuchen, *Erfolgsfaktoren auf der organisatorischen Ebene* – selbst wenn diese nicht expliziter Natur sind – zu identifizieren. Was sind die *Zukunftsfelder*, auf denen das Unternehmen seine Chancen sieht? Wie sahen diese Felder in der Vergangenheit aus, und wie wurden die jeweiligen Pläne umgesetzt und die

Ziele erreicht? Wo liegen auf diesem Wege die Qualitäten des Personals, handelt es sich mehr um eine Fähigkeit, Dinge zu tun oder um die Fähigkeit, geeignete Personen auszuwählen, zu coachen, Pflichtenhefte zu formulieren. Besteht die Kernkompetenz mehr in der *Führungsqualität* oder im *konkreten fachlichen Handeln*?

4 Zusammenfassung und Ausblick

Hinsichtlich der Ausprägung lernender Organisationen bzw. eines Wissensmanagement leben wir im Moment in einer interessanten Zeit des Umbruchs. Es wird immer deutlicher, daß die einzelnen Mitarbeiter in vielen Firmen ein ganz zentrales Element der Leistungsstärke darstellen, daß man diese Mitarbeiter fördern muß, daß man ihre Lernfähigkeit, ihren Zugriff auf Wissen und Ressourcen, Kontakte aller Art, stärken muß. Es wird auch deutlich, daß die Organisation kleinerer und größerer Einheiten technisch unterfüttert und durch Datenbanken und Wissenssysteme gestützt werden muß. Eine wesentliche Rolle spielt die Verfügbarkeit bestimmter Wissensquellen in Form von Daten, Informationsbanken, Meta-Informationssystemen, Adreßsystemen usw. Die Leistungsquellen sind dabei auf ganz unterschiedlichen Ebenen abgelegt, von reinen Strukturebenen, über mehr neuronal-ganzheitliche Wechselwirkungen, über symbolische Kalkül- und Regelwerke, bis hin zu Algorithmen und mathematischen Modellen. Die adäquate Organisation des Unternehmens ist dabei die Schlüsselfrage. Unter heutigen Marktbedingungen geht es dabei wesentlich darum, eine geeignete Wechselwirkung zwischen eher regelhaften Organisationsprinzipien und der Selbstorganisation von Gruppen und dem Empowering des einzelnen zu leisten. Ähnlich zu den Architekturbildungen, wie sie etwa der Ausbildung des Bewußtseins im menschlichen Gehirn zugrunde liegen, ist dabei in der Regel weder die Verfolgung einer ausschließlich symbolisch-hierarchischen, noch einer ausschließlich neuronal-selbstorganisierenden Struktur adäquat. Vielmehr geht es darum, eine auf den jeweiligen Kontext zugeschnittene geeignete Koppelung einerseits von Regelwerken und andererseits von Selbstorganisationsmechanismen neuronaler Art zu erreichen. Dabei bilden die Regelwerke in der Regel eine Art äußere Hülle, ein Rechtssystem, einen Rahmen, in dem sich individuelle neuronale Strukturen entfalten können. In Überlappungsbereichen können dabei durchaus beide Ansätze konkurrieren bzw. sich ergänzen. Lernen findet auf beiden Ebenen statt, und es gilt, diese Lernprozesse geeignet zu koordinieren, und zwar sowohl im Bereich der einzelnen Personen wie der Organisationsstrukturen. Dies beinhaltet auch die Bereitschaft zu der immer wieder notwendigen Veränderung der den Rahmen bildenden Regelwerke, und zwar im Sinne eines permanenten Business-Reengineering und einer Anpassung der übergeordneten Mission eines Unternehmens an die sich ständig verändernden Verhältnisse im Markt.

Literatur

1. Isenmann, S., Lehmann-Waffenschmidt, M., Reuter, W. D., Schulz, K.-P. (1992) Diskursive Umweltplanung: Computergestützte Behandlung „böser“ Probleme. *Zeitschrift für angewandte Umweltforschung* **5** (4), 466–485
2. Lenat, D.B., Guha, R. V. (1989) *Building Large Knowledge-based Systems, Representation and Inference in the CYC Project*. Addison-Wesley, Reading (MA)
3. Radermacher, F. J. (1992) Von der Artificial Intelligence zu Neuronalen Netzen. In: *Der Mensch im Schnittpunkt der Technik. Proceedings zum Europäischen Technologieforum Kärnten, 1991*, 35–50
4. Radermacher, F. J. (1995) Chancen und Risiken von Innovationen am Beispiel der Automatisierung von Kognitionsleistungen. Festveranstaltung – 10 Jahre Österreichisches Forschungsinstitut für Artificial Intelligence / 20 Jahre Österreichische Studiengesellschaft für Kybernetik, Wien, 17. November 1994, Technical Report des FAI
5. Radermacher, F. J. (1995) Informations- und Kommunikationstechnik: Basis einer auf Wissen und Nachhaltigkeit angelegten weltweiten Industriegesellschaft. Vortrag im Rahmen des Technischen Symposiums „Change in TIME (Telekommunikation – Information – Multimedia – Entertainment)“ der Siemens Nixdorf Informationssysteme AG, München, anlässlich der Verabschiedung von Dr. H. Nasko und Dr. H. Rogge, 19. September 1995
6. Radermacher, F. J. (1995) Kreativität – das immer wieder neue Wunder. *Forschung und Lehre* **10**, 545–550
7. Radermacher, F. J. (1995) Organisation – Qualität – Technologien. Wie sichert man die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen in einem zunehmend chaotischen Umfeld? Beitrag zum 13. Qualitätsleiter-Forum „Qualität leben – kundenorientiert denken – kontinuierlich lernen“, 22.-23. März 1995, Böblingen
8. Radermacher, F. J. (1996) Cognition in Systems. *Cybernetics and Systems* **27** (1), 1–41
9. Schwaninger, M. (1996) *Structures for Intelligent Organizations*. Diskussionsbeiträge No. 20, Universität St. Gallen