

# **„Management von nicht- explizitem Wissen:**

## **Noch mehr von der Natur lernen“**

**Abschlussbericht**

**Teil 3**

**Die Sicht verschiedener akademi-  
scher Fächer zum Thema des  
nicht-expliziten Wissens**

**Forschungsinstitut für anwendungsorientierte  
Wissensverarbeitung (FAW), Ulm**

**Erstellt im Auftrag des Bundesministeriums für Bil-  
dung und Forschung (bmb+f)**



<b>Titel</b>	„Management von nicht-explizitem Wissen: Noch mehr von der Natur lernen“
<b>Herausgeber</b>	Forschungsinstitut für anwendungsorientierte Wissensverarbeitung (FAW) Helmholtzstraße 16 89081 Ulm
<b>Erstellt durch</b>	Prof. Dr. Dr. F. J. Radermacher Vorstandsvorsitzender/wissenschaftlicher Leiter, FAW Ulm  Dr. Thomas Kämpke Leiter Autonome Systeme, FAW Ulm  Dr. Thomas Rose Leiter Geschäftsprozesse/Telematik, FAW Ulm  Dr. Klaus Tochtermann ehem. Leiter Umweltinformationssysteme, FAW Ulm Seit 01.10.2000: Leiter des Know-Center, Graz  Tillmann Richter Projektleiter Wissensmanagement, FAW Ulm

März 2001

**Wissenschaftliche  
Partner**

Prof. Dr. T. Christaller, Bonn:  
Verteilte KI/Robotik

Prof. Dr. Dr. h. c. T. M. Fliedner, Ulm:  
Medizin

Prof. Dr. W. von Hahn, Hamburg:  
Computerlinguistik

Prof. Dr. C. Hubig, Stuttgart:  
Philosophie/Erkenntnistheorie

Prof. Dr. R. Kuhlen, Konstanz:  
Informations-/Kommunikationswissenschaften

Prof. Dr. H. Maurer, Dr. K. Tochtermann, Graz:  
Komponenten des informationstechnischen  
Wissensmanagements

Dipl.-Inform. B. Naujoks, Dortmund:  
Bionik

Prof. Dr. W. Rammert, Berlin:  
Soziologie/Sozionik

Dipl.-Kfm. A. Rossmann, Asperg:  
Personal- und Organisationsberatung

Prof. Dr. M. Schwaninger, St. Gallen:  
Kybernetik/Organisationswissenschaften

Prof. Dr. R. Studer, Dr. S. Staab, Karlsruhe:  
Wissensmanagement/KI

Prof. Dr. T. Wehner, Zürich:  
Arbeits- und Organisationspsychologie

**Auftraggeber**

Bundesministerium für Bildung und Forschung  
(bmb+f)

# Inhaltsverzeichnis

VORWORT .....	11
<b>1. VERTEILTE KI/ROBOTIK (Prof. Dr. T. Christaller).....</b>	<b>13</b>
1.1 Verteilte KI und Robotik.....	14
1.2 Biologische Informationsverarbeitung.....	15
<b>1.3 Bioanaloge Ansätze für adaptive und autonome Systeme .....</b>	<b>16</b>
1.3.1 Mechanismen und Techniken der Bioanalogen Informationsverarbeitung... 17	
1.3.2 Perspektiven.....	19
<b>1.4 Ansätze und Hemmnisse des Wissenstransfers und Förderungsbedarf .....</b>	<b>20</b>
1.4.1 Relevante Forschung in den Biowissenschaften .....	20
1.4.2 Bioanaloge Informationsverarbeitung.....	20
1.4.3 Fazit.....	21
1.4.4 Forschungsförderung .....	21
<b>2. WISSEN UND DENKEN IN DER MEDIZIN (Prof. Dr. Dr. h. c. T. M. Fliedner).....</b>	<b>23</b>
2.1 Vorbemerkungen.....	24
2.2 Das System „Medizin“ in Forschung, Praxis und Lehre und die Bedeutung des nicht-expliziten Wissens .....	26
2.3 Das Spannungsfeld von nicht-explizitem und explizitem Wissen in der Medizin als Motor des Fortschritts.....	28
2.4 Arzt-Patient-Beziehung: Die Rolle des nicht-expliziten Wissens in Prävention, Diagnostik, Therapie und Rehabilitation .....	32
2.5 Nicht-explizites Wissen in der medizinischen Aus-, Fort- und Weiterbildung als Element des „institutional memory“ .....	35
2.6 Das nicht-explizite Wissen als Gegenstand der Erforschung des Wissensmanagement.....	39
<b>3. NICHT-EXPLIZITES WISSEN IN DER COMPUTERLINGUISTIK (Prof. Dr. W. von Hahn).....</b>	<b>41</b>
3.1 Terminologische und fachliche Abdeckung.....	42

<b>3.2</b>	<b>Die wissenschaftliche Rolle des nicht-expliziten Wissens in der Computerlinguistik .....</b>	<b>42</b>
<b>3.3</b>	<b>Die klassischen Forschungsthemen (mit Beispielen) .....</b>	<b>43</b>
3.3.1	Impliztheit.....	43
3.3.2	Unbewusstheit .....	45
3.3.3	Vagheit .....	46
<b>3.4</b>	<b>Methoden der Bearbeitung .....</b>	<b>49</b>
3.4.1	Zum Verstehen von Impliztheit .....	49
3.4.2	Zur Ein- und Abgrenzung .....	49
3.4.3	Zur Klassifikation .....	50
<b>3.5</b>	<b>National und international führende Wissenschaftler des Gebiets ..</b>	<b>51</b>
<b>3.6</b>	<b>Computerlinguistische Forschungsprojekte über implizites Wissen</b>	<b>52</b>
<b>3.7</b>	<b>Forschungsbedarf.....</b>	<b>52</b>
<b>3.8</b>	<b>Forschungsperspektiven.....</b>	<b>53</b>
<b>4.</b>	<b>PHILOSOPHIE/ERKENNTNISSE (Prof. Dr. C. Hubig).....</b>	<b>57</b>
<b>4.1</b>	<b>Bereiche nicht-expliziten Wissens – ihre Thematisierung in der Philosophie.....</b>	<b>58</b>
<b>4.2</b>	<b>Strategien zur Erforschung der Bereiche nicht-expliziten Wissens in der Philosophie.....</b>	<b>61</b>
<b>4.3</b>	<b>Wortführer der Diskussion, Forschungsprojekte .....</b>	<b>66</b>
<b>4.4</b>	<b>Forschungsprogramme, die diese Themen adressieren.....</b>	<b>67</b>
<b>4.5</b>	<b>Offener Forschungsbedarf .....</b>	<b>67</b>
<b>5.</b>	<b>NICHT-EXPLIZITES WISSEN AUS DER SICHT DER INFORMATIONSWISSENSCHAFT (Prof. Dr. R. Kuhlen).....</b>	<b>69</b>
<b>5.1</b>	<b>Die Natur der Informationsverarbeitung ist die Kultur der Informationsverarbeitung.....</b>	<b>70</b>
<b>5.2</b>	<b>Zum Informationsverarbeitungsansatz .....</b>	<b>70</b>
<b>5.3</b>	<b>Zum informationswissenschaftlichen Verständnis von Information.</b>	<b>72</b>
5.3.1	Wissen - Probleme seiner Materialisierung.....	73
5.3.2	Information - pragmatischer Primat der Informationsverarbeitung.....	73

5.3.3	Kontextualisierung.....	75
<b>5.4</b>	<b>Einige Situationen für implizites Wissen und daraus abgeleiteter Information in elektronischen Informationsräumen .....</b>	<b>76</b>
5.4.1	Matching-Paradigma vs. explorativem (Browsing-)Paradigma.....	76
5.4.2	Offenheit – offene Codierung/Repräsentation/Materialisierung.....	76
5.4.3	Implizites Wissen in vernetzter Kommunikation.....	77
5.4.4	Vertrauen in informationelle Interaktion und bei der Inanspruchnahme informationeller Leistungen .....	77
5.4.5	Metaphorisierung von Information.....	78
5.4.6	Ästhetisierende Mehrwerteffekte.....	78
5.4.7	Anthropomorphisierung/Personalisierung von technischen Informationsassistenten.....	79
5.4.8	Normative, kulturelle und andere Kontingenzfaktoren .....	79
5.4.9	Visualisierung – Verarbeitung großer und komplexer Informationsmengen .....	80
<b>5.5</b>	<b>Schluss .....</b>	<b>80</b>
<b>6.</b>	<b>VIER KOMPONENTEN DES INFORMATIONSTECHNISCHEN WISSENSMANAGEMENTS: UNTERNEHMENSGEDÄCHTNISSE, WISSENSRETRIEVAL, WISSENSTRANSFER UND WISSENSVISUALISIERUNG (Prof. Dr. Dr. H. Maurer, Dr. K. Tochtermann) .....</b>	<b>83</b>
<b>6.1</b>	<b>Informationstechnisches Wissensmanagement.....</b>	<b>84</b>
6.1.1	Einleitung.....	84
6.1.2	Unternehmensgedächtnisse.....	86
6.1.3	Wissensretrieval .....	87
6.1.4	Wissenstransfer.....	89
6.1.5	Wissensvisualisierung .....	89
<b>6.2</b>	<b>Wissensmanagement und Kreativität.....</b>	<b>90</b>
6.2.1	Das Gesetz der Populationsgenetik.....	90
6.2.2	Genetische Kreativität und Wissensmanagement .....	92
<b>7.</b>	<b>BIONIK UND NICHT-EXPLIZITES WISSEN (Dipl.-Inform. B. Naujoks) .....</b>	<b>101</b>
<b>7.1</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>102</b>
<b>7.2</b>	<b>Nicht-explizites Wissen in natürlichen Systemen.....</b>	<b>102</b>
7.2.1	Ebene der Erbinformation .....	102
7.2.2	Ebene von Zellverbänden .....	103
7.2.3	Ebene der einzelnen Individuen .....	104
7.2.4	Vergleich mit artifiziellen Systemen.....	104
<b>7.3</b>	<b>Nicht-explizites Wissen in artifiziellen Systemen .....</b>	<b>106</b>

7.3.1	Nicht-explizites Wissen im Internet .....	107
7.3.2	Nicht-explizites Wissen in Softwareprodukten .....	107
<b>7.4</b>	<b>Noch mehr Lernen von der Natur.....</b>	<b>109</b>
7.4.1	Interdisziplinäre Zusammenarbeit .....	109
7.4.2	Mensch-Maschine Interaktion .....	109
7.4.3	Hierarchische Strukturen bei Datenbanksystemen .....	110
7.4.4	Immune Computersysteme .....	110
7.4.5	Direkte Kopplung natürlicher Strukturen .....	111
<b>7.5</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>111</b>
<b>8.</b>	<b>NICHT-EXPLIZITES WISSEN IN SOZIOLOGIE UND SOZIONIK – EIN KURSORISCHER ÜBERBLICK (Prof. Dr. W. Rammert).....</b>	<b>113</b>
<b>8.1</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>114</b>
<b>8.2</b>	<b>Der klassische Ort: Implizites Wissen bei Michael Polanyi.....</b>	<b>114</b>
<b>8.3</b>	<b>Aus dem Blickwinkel ausgewählter soziologischer Theorien .....</b>	<b>116</b>
<b>8.4</b>	<b>Anknüpfungspunkte in der Wissenschafts- und Technik- forschung .....</b>	<b>120</b>
8.4.1	Wissenschaftsforschung .....	120
8.4.2	Technikforschung .....	122
<b>8.5</b>	<b>Von der Soziologie der künstlichen Intelligenz zur Sozionik.....</b>	<b>124</b>
8.5.1	Grenzen expliziter Intelligenz: Verkörpertes Wissen.....	124
8.5.2	Grenzen der Explikation: Eingebettetes Wissen .....	125
8.5.3	Möglichkeiten von Multiagenten-Systemen: Verteiltes Wissen.....	127
8.5.4	Offene hybride Systeme: Interaktivitäts-Wissen .....	128
<b>8.6</b>	<b>Schluss: Arbeit am Begriff, an der Methodik und am Management nicht-expliziten Wissens.....</b>	<b>130</b>
<b>8.7</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>133</b>
<b>9.</b>	<b>PERSONAL- UND ORGANISATIONSBERATUNG (Dipl.-Kfm. A. Rossmann).....</b>	<b>137</b>
<b>9.1</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>138</b>
<b>9.2</b>	<b>Theorieperspektive: Explizites und implizites Wissen .....</b>	<b>138</b>
9.2.1	Generelle Skizze: Lebende und soziale Systeme.....	138
9.2.2	Spezifische Skizze: Implizites versus explizites Wissen von Personen.....	139
9.2.3	Spezifische Skizze: Implizites versus explizites Wissen von Organisationen .....	140

<b>9.3</b>	<b>Praxisperspektive .....</b>	<b>141</b>
9.3.1	Fallbeispiele.....	141
9.3.2	Fallinterpretationen.....	142
9.3.3	Zusammenfassung.....	144
<b>9.4</b>	<b>Managementperspektive: Implizites Wissen .....</b>	<b>144</b>
<b>9.5</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>146</b>
<b>9.6</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>146</b>
<b>9.7</b>	<b>Bibliographie .....</b>	<b>147</b>
<b>10.</b>	<b>NICHT-EXPLIZITES WISSEN UND MANAGEMENTLEHRE: ORGANISATIONS-KYBERNETISCHE SICHT (Prof. Dr. M. Schwaninger) .....</b>	<b>149</b>
<b>10.1</b>	<b>Einführung.....</b>	<b>150</b>
<b>10.2</b>	<b>Implizites Wissen in Organisation und Management .....</b>	<b>151</b>
<b>10.3</b>	<b>Ansätze zur Eingrenzung, zum Verstehen, und zur Klassifikation von implizitem Wissen .....</b>	<b>153</b>
10.3.1	Eingrenzung impliziten Wissens.....	153
10.3.2	Verständnis impliziten Wissens.....	155
10.3.3	Klassifikation impliziten Wissens.....	156
<b>10.4</b>	<b>Organisationskybernetische Konzepte und Modelle: Ihre Relevanz für die Erforschung nicht-expliziten Wissens in Organisationen ....</b>	<b>158</b>
10.4.1	Die Unterscheidung zwischen Fakten, Daten und Informationen: .....	158
10.4.2	Selbstorganisation: .....	158
10.4.3	Selbstreferenz: .....	159
<b>10.5</b>	<b>Führende Wissenschaftler auf dem Gebiet des nicht-expliziten Wissens .....</b>	<b>160</b>
<b>10.6</b>	<b>Forschungsbedarf.....</b>	<b>161</b>
<b>10.7</b>	<b>Fazit.....</b>	<b>162</b>
<b>10.8</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>162</b>
<b>11.</b>	<b>INTELLIGENTE (SYMBOLISCHE) METHODEN FÜR DAS WISSENS- MANAGEMENT (Prof. Dr. R. Studer, Dr. S. Staab).....</b>	<b>165</b>
<b>11.1</b>	<b>Sicht auf das Gebiet Wissensmanagement.....</b>	<b>166</b>

<b>11.2</b>	<b>Mit welchen Mechanismen wird Wissen repräsentiert?</b> .....	<b>167</b>
<b>11.3</b>	<b>National und international führende Wissenschaftler und Forschungsgruppen</b> .....	<b>168</b>
<b>11.4</b>	<b>Forschungsprojekte und Forschungsprogramme, Tagungen und Workshops</b> .....	<b>169</b>
<b>11.5</b>	<b>Themen für zukünftige Forschungsarbeiten</b> .....	<b>171</b>
11.5.1	Wissensstrukturierung .....	172
11.5.2	Wissenserwerb und -bewahrung .....	173
11.5.3	Wissensnutzung .....	174
11.5.4	Dezentrale Wissensbereitstellung und semantische Mark-up Sprachen....	175
11.5.5	Wissensportale .....	176
11.5.6	Case-based Reasoning und Wissensmanagement .....	176
11.5.7	Wissensvisualisierung .....	177
<b>11.6</b>	<b>Resumée</b> .....	<b>177</b>
<b>11.7</b>	<b>Literaturhinweise</b> .....	<b>178</b>
<b>12.</b>	<b>„NICHT-EXPLIZITES WISSEN“ – DIE POSITION DER ARBEITS- UND ORGANISATIONSPSYCHOLOGIE (Prof. Dr. phil. T. Wehner)</b> .....	<b>181</b>
<b>12.1</b>	<b>Vorbemerkung</b> .....	<b>182</b>
<b>12.2</b>	<b>Zwei grundsätzliche Fragen zum Thema</b> .....	<b>182</b>
<b>12.3</b>	<b>Drei Standpunkte des Impliziten im Wissen</b> .....	<b>182</b>
<b>12.4</b>	<b>Das Thema im Kontext psychologischer Modellvorstellungen</b> .....	<b>184</b>
<b>12.5</b>	<b>Flow als Ausdruck impliziten Wissens? Ein erster neuer Zugang</b> ..	<b>185</b>
<b>12.6</b>	<b>Habitus und Metaphernanalysen: Weitere vielversprechende Zugänge</b> .....	<b>186</b>
<b>12.7</b>	<b>Arbeitspsychologische Forschungsmethoden</b> .....	<b>188</b>
<b>12.8</b>	<b>Die Forschungslandschaft</b> .....	<b>190</b>
<b>12.9</b>	<b>Literatur</b> .....	<b>191</b>
<b>ANHANG</b>	<b>(ADRESSEN DER AUTOREN)</b> .....	<b>195</b>

## Vorwort

Das folgende Dokument enthält zur Thematik des **nicht-expliziten Wissens** eine Reihe ganz wesentlicher Beiträge. Hier wurde ausgehend von der generellen, am FAW verfolgten Perspektive der Versuch gemacht, **ausgewiesene Vertreter verschiedener tangierter akademischer Disziplinen** auf der Basis von Materialien und Fragen zu Wort kommen zu lassen, um zu erfahren, wie die Sicht dieser Akteure auf das Thema ist. Der Teil 3 enthält die Ergebnisse dieser Befragung, und zwar in Form der **Originalbeiträge** der im folgenden genannten Personen zu dem jeweiligen Themengebiet:

Prof. Dr. T. Christaller, Bonn:	Verteilte KI/Robotik
Prof. Dr. Dr. T. M. Fliedner, Ulm:	Medizin
Prof. Dr. W. von Hahn, Hamburg:	Computerlinguistik
Prof. Dr. C. Hubig, Stuttgart:	Philosophie/Erkenntnistheorie
Prof. Dr. R. Kuhlen, Konstanz:	Informations-/Kommunikationswissenschaften
Prof. Dr. H. Maurer, Dr. K. Tochtermann, Graz:	Komponenten des informationstechnischen Wissensmanagements
Dipl.-Inform. B. Naujoks, Dortmund:	Bionik
Prof. Dr. W. Rammert, Berlin:	Soziologie/Sozionik
Dipl.-Kfm. A. Rossmann, Asperg:	Personal- und Organisationsberatung
Prof. Dr. M. Schwaninger, St. Gallen:	Kybernetik/Organisationswissenschaften
Prof. Dr. R. Studer, Dr. S. Staab, Karlsruhe:	Wissensmanagement/KI
Prof. Dr. T. Wehner, Zürich:	Arbeits- und Organisationspsychologie

**Das Studium dieser Texte kann nur nachdrücklichst empfohlen werden.** Hier wird aus der Kenntnis der jeweiligen Gebiete heraus sehr detailliert in das spannende Thema der nicht-expliziten Anteile eingeführt. Es zeigt sich, **dass diese Anteile in praktisch allen Disziplinen eine zentrale Rolle spielen**, dass sie oft die wirkliche Qualität ausmachen, den Könnern vom normalen Experten unterscheiden.

Es wird zugleich deutlich, dass das Thema des **nicht-expliziten Wissens allenfalls peripher in der Forschung verfolgt wird**. Das Problem ist dabei nicht, dass jemand diese Aspekte **totschweigen** würde, das Problem liegt eher darin, dass man über das nicht-explizite Wissen **nicht unmittelbar reden kann**, was alle Forschungsansätze extrem erschwert.

Die Beiträge in diesem Teil stehen für sich selber, werden also nicht weiter kommentiert. Eine Zusammenfassung aus der Sicht von Prof. Radermacher, das Herausziehen wesentlicher Punkte, eine individuelle Bewertung und letztlich ein abgeleitetes Forschungsprogramm sind in Teil 1 dieses Abschlussberichts dargestellt. An dieser Stelle möchte ich noch einmal ausdrücklich allen unseren Partnern in diesem Vorhaben meinen Dank für ihre wichtigen und stimulierenden Beiträge aussprechen.

In dem vorliegenden Teil 3 sprechen die Originaldokumente für sich selber. Dies sei ausdrücklich mit einem Dank an die Autoren für diese Beiträge und die gute Zusammenarbeit an dieser Stelle hervorgehoben.

**F. J. Radermacher**

März 2001

# **1. Verteilte KI/Robotik**

**Prof. Dr. Thomas Christaller**

GMD-Forschungszentrum Informationstechnik GmbH  
Autonome intelligente Systeme  
Schloss Birlinghoven  
53757 Sankt Augustin  
Tel. 02241-142678  
Fax 02241-142384  
[thomas.christaller@gmd.de](mailto:thomas.christaller@gmd.de)

## 1.1 Verteilte KI und Robotik

Auf dem Weg in die Wissensgesellschaft wird auch der Bedarf an autonomen intelligenten Systemen (intelligenten Robotern) weiter ansteigen. Für diese Systeme wird es von zentraler Bedeutung sein, dass sie sich zielgerichtet, robust und über längere Zeiträume in unstrukturierten, vorzugsweise natürlichen Umgebungen bewegen und handeln können.

Eine solche Leistung ist aber nur durch Methoden der Informationsverarbeitung zu erreichen, die weit über die heutigen Techniken hinausgehen, da sie von den zugrundeliegenden Algorithmen und technischen Systemen Leistungen verlangen, die sonst nur bei sogenannten präkognitiven Lebewesen beobachtet werden können.

Eine Vielzahl von Informationen aus unstrukturierten, natürlichen Umgebungen ist nicht direkt beobachtbar bzw. ableitbar, sondern nur durch Erfahrung im Umgang mit der Umgebung erlernbar. Es ist nicht bewiesen, dass nicht-explizites Wissen durch die richtige Menge von Implikationsregeln aus Fakten ableitbar ist und mithin nur die Regeln erkannt werden müssen, um jedwede benötigte Information zu erzeugen. Vielmehr setzt sich mehr und mehr der Ansatz der "embodied systems theory" durch, die letztlich auf die Emergenz expliziter Verhaltensregeln durch erfolgreiches Handeln in der Welt (in die das System eingebettet ist) abzielt. Mithin stellt die Einbettung der Systeme in den Kreislauf der sensorischen Wahrnehmung, internen Bewertung und Handlung, vor dem Hintergrund eines Erfolgskriteriums eine starke Analogie zum Evolutionsprinzip biologischer Systeme in ihren jeweiligen ökologischen Nischen dar.

Diese Anforderungen setzen Systeme voraus, die sich an vielfältige Umgebungen anpassen können und eigenständig spontane Aufgaben übernehmen. Auch bei diesen, zunehmend komplexeren, technischen Systemen müssen Fehlertoleranz und Robustheit im Betrieb sichergestellt werden. Gleichzeitig ist die steigende Komplexität der Systeme eine Herausforderung für Entwurf, Konstruktion und Wartung.

Diesen Anforderungen kann nicht allein durch eine Erhöhung von Schaltgeschwindigkeiten oder weitere Miniaturisierung der Basishardware begegnet werden; sie erfordern vielmehr neue Qualitäten der Informationsverarbeitung. Adaptivität und Autonomie werden dabei Schlüsselfähigkeiten zukünftiger Systeme sein.

Heutige Robotersysteme bieten effiziente und exakte Lösungen für viele spezielle oder abstrakt zu definierende Probleme. Ihre wesentlichen Stützpfeiler sind die Turing-Berechenbarkeit, die von-Neumann-Architektur, die vollständige Abstraktion vom physikalischen Substrat, die syntaktische Symbolmanipulation und die Konstruktion mit Hilfe abgeschlossener Teillösungen in Form von Modulen und vordefinierten Schnittstellen.

Adaptivität bzw. Lernen werden für technische Systeme mit Hilfe einer Vielzahl von theoretisch untermauerten Problemlösungsstrategien ermöglicht. Diese sind jedoch wesentlich von der Voraussetzung abhängig, dass die Umwelt eines Systems entweder deterministisch oder statistisch ist, was auf eine natürliche Umwelt i.a. nicht zutrifft.

Die Problematik der Adaptivität wird durch die heutige Technik deshalb nur in Ansätzen adressiert. Selbstorganisationsprozesse, wie sie technisch in kleinen Systemen gehandhabt werden können, überwinden die festgesetzten Schnittstellengrenzen i.a. nicht, d.h. es kommt nur zu einer lokalen Anpassung innerhalb eines Moduls. Lernende Strukturen überwinden dieses Problem theoretisch, sind aber ebenfalls aufgrund i.a. nur begrenzt tolerierbarer Adaptationszeiten be-

schränkt. Schnelle, auf der globalen Struktur operierende Adaptationsverfahren, wie sie in der online-Adaptation komplexer Systeme dringend gebraucht würden, fehlen.

Es gibt heute keine Strukturtheorie in der Informatik, die einen Weg vom Problem zum technischen System weisen könnte. Statt dessen wird die Komplexitätsreduktion durch eine heuristische Modularisierung erreicht. Die eingesetzten Evolutionsalgorithmen dienen heute weniger als Hilfe im Systementwurf denn als Optimierungsmethode mit vordefiniertem Ziel. Auch die in der Biologie zu beobachtenden strukturellen Wachstumsprozesse finden in ihrer Robustheit und Anpassungsfähigkeit in der heutigen Robotik kein Äquivalent.

Die gesamte IT setzt in ihren Lösungsansätzen immer noch maßgeblich auf die von-Neumann-Architektur (und ihre Derivate), während die belebte Natur signifikant andere Wege geht.

Die Annahme, dass sämtliche Probleme auf einer von der Physik der informationsverarbeitenden bzw. -erzeugenden Mechanismen abstrahierten Ebene gelöst werden können, bildet nach wie vor eine wesentliche Einschränkung der heutigen IT. Auch finden Informationserfassung, -weiterleitung und -verarbeitung in getrennten Einheiten statt. Die kontinuierliche und enge Einbindung lebender Systeme in ihre Umwelten zeigt auch hier völlig andere Richtungen auf.

Als Kerndefizite heutiger Informationstechnologie resultieren daraus die geringe Robustheit, Fehlertoleranz und Rekonfigurierbarkeit sowie die beschränkte Anpassungsfähigkeit von Systemen, die sich zunehmend adaptiv und autonom verhalten sollen.

## 1.2 Biologische Informationsverarbeitung

Biologische Systeme weisen Adaptivität und Autonomie bereits auf der Ebene des Einzellers auf. Die verschiedenen Dimensionen der biologischen Informationsverarbeitung demonstrieren dafür prinzipielle Möglichkeiten, die mit den herkömmlichen Paradigmen der Informationsverarbeitung voraussichtlich nicht erfüllt werden können. Es lassen sich fünf wesentliche Dimensionen biologischer Informationsverarbeitung unterscheiden:

1. Die Aufnahme von Informationen aus der Umgebung in ein biologisches System oder Subsystem. Hierfür hat die Natur auf allen Organisationsebenen leistungsfähige Sensor-Mechanismen entwickelt, die es Organismen, Organsystemen und einzelnen Zellen ermöglichen, gezielt nur die für sie relevanten Signale aufzunehmen und damit entweder direkt Motorik und Stoffwechsel zu steuern oder aber auch komplexe interne Repräsentationen der Umgebung aufzubauen.
2. Weiterhin sind biologische Systeme auf effiziente Weise an die Struktur ihrer jeweiligen Umgebung angepasst. Diese Adaptation reicht von extrem langfristigen Änderungen von Form und Funktion im Laufe der evolutionären Entwicklung, über die verschiedenen Formen des individuellen Lernens bis hin zu sehr kurzfristigen Anpassungen des Übertragungsverhaltens von Sensorsystemen an den Signalpegel. Adaptation setzt den „Transport“ von Information über die Zeit hinweg voraus, den biologische Systeme im Gegensatz zur Technik mit einer Vielfalt von verteilten Speichermechanismen durchführen, die auf mehreren Hierarchieebenen, mit verschiedenen Speicherstrukturen und in unterschiedlichen funktionalen Anbindungen realisiert sind. Adaptivität ist die Voraussetzung dafür, dass biologische Systeme auch bei sich ändernden Umgebungsbedingungen ihre Form und Funktion weitgehend aufrechterhalten können.

3. Biologische Systeme sind keineswegs vollständig von ihrer Umgebung determiniert, sondern besitzen einen hohen Grad an Autonomie.
4. Die aktive und wechselwirkende sensomotorische Einbettung in die Umgebung sowie die Grenzen und Möglichkeiten des eigenen Körpers führen in der Biologie zu einer effizienten Art der Informationsverarbeitung, die sich als aktive Wahrnehmung charakterisieren lässt. Weiterhin führt das eng verwandte Prinzip der Kopplung semiautonomer Teilsysteme zu den Phänomenen der Selbstorganisation und der Emergenz, die technischen Systemen bislang verschlossen sind.
5. Alle Prozesse der Informationsaufnahme, der Anpassung und der Organisation der Interaktion von Subsystemen finden in der Zeit statt, so dass der zeitlichen Organisation biologischer Informationsverarbeitung eine grundlegende Rolle zukommt. Diese erfolgt mit Hilfe vielfältiger „biologischer Uhren“ und zeitlicher Segmentierungsprozesse. Außerdem können biologische Systeme in außerordentlich flexibler Weise örtliche Komplexität gegen zeitliche Komplexität „austauschen“ und Probleme mittels der adaptiven und hocheffizienten Aufmerksamkeitssteuerung in einer zeitlichen Sequenz abarbeiten, die auch bei „massiver Parallelität“ nicht mit einer „festverdrahteten“ örtlichen Verrechnung gelöst werden können.

Darüber hinaus haben die spezifisch menschlichen „kognitiven“ Fähigkeiten eine eigene Qualität, die sich durch den Unterschied zwischen Signalinformation und Wissen charakterisieren lassen. Die genannten Fähigkeiten biologischer Systeme stellen ein wichtiges Potential für die technische Informationsverarbeitung dar.

### **1.3 Bioanaloge Ansätze für adaptive und autonome Systeme**

Verschiedene Zeithorizonte und Formen des bereits bestehenden Wissenstransfers, die Art der Anleihen aus der Biologie, die Biologie- und Technikdisziplinen, die davon betroffen sind, sowie die in der Forschung zu überwindenden Hindernisse lassen es gegenwärtig zweckmäßig erscheinen, bioanaloge Ansätze getrennt von zwei weiteren biologisch inspirierten Arbeitslinien zu betrachten.

Durch die Integration bioidentischer Funktionselemente werden Eigenschaften biologischer Systeme direkt genutzt. Die Nutzung biologischer Materialien für die Informationsverarbeitung eröffnet langfristig neue Perspektiven (DNA-Computing, Informationsverarbeitung mit Zellen und Zellverbänden). Sowohl mittel- als auch kurzfristig sind allerdings bereits Innovationen im Bereich der Sensorik (Biosensoren, DNA-Chips) und im Bereich der Speicherung (Biomolekulare Speicher) zu erwarten. Die stärksten Bezüge bestehen in diesem Fall zur Molekular- und Zellbiologie. Wesentliche Hindernisse sind hier technische Probleme, die u.a. mit der Immobilisierung und der Stabilisierung der biologischen Komponenten sowie dem Interface zusammenhängen. Informationstechnische Systeme sind nur dann effizient, wenn neben einer adäquaten Darstellung (Informationsvermittlung) die adäquate Einbettung in den Nutzungskontext (Umsetzung von Information in Wissen) als Gestaltungskriterium dient. Im Vordergrund steht hier der Mensch und die diesbezüglichen Wissenschaften von der Wahrnehmungsphysiologie und -psychologie über Emotions- und Kommunikationspsychologie sowie die Kognitionswissenschaften und die Linguistik bis hin zu den Sozial- und Kulturwissenschaften. Die adäquate Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle ist bereits heute ein etabliertes Thema in der IT. Das Potential nutzbarer Erkenntnisse ist allerdings bei weitem nicht ausgeschöpft und verspricht über einen weiten Zeithorizont innovative Lösungen.

Für bioanaloge Technologien müssen Modelle für die biologischen Vorbild-Systeme vorliegen. Nur durch diesen Abstraktionsschritt lassen sich die gewünschten Funktionen prinzipiell auf Artefakte übertragen, die auch auf einem anderen „Substrat“ (etwa herkömmlicher Hardware) als dem von lebenden Systemen basieren können.

Der Analogieschluss vollzieht sich zunächst auf einer eher heuristischen Ebene, z.B. durch das Kopieren spezieller Vorbildsysteme aus der Biologie (z.B. Neuronenverbände, Immunsystem, Organe wie etwa die Leber) oder auch durch die Modellierung bestimmter Einzelaspekte (z.B. evolutionäre Mechanismen). Aufgrund der Vielzahl biologischer Systeme liegt hier ein reichhaltiges, bislang noch weitgehend unerschlossenes Potential für technische Anwendungen vor. Ebenso wie bei der direkten Nutzung bioidentischer Funktionselemente setzen derartige Anwendungen nicht notwendig voraus, dass die zugrundeliegenden Prinzipien (insbesondere die Struktur-Funktions-Zusammenhänge) vollständig verstanden sind. Sie basieren wesentlich auf dem Effekt, dass durch Kopieren gewisser struktureller Grundeigenschaften auch bestimmte funktionale Leistungen der biologischen Vorbilder auf die künstlichen Systeme transferiert werden. Über den Aspekt der Informationsverarbeitung hinaus werden von bioanalogen Technologien auch die Sensorik (adaptive Sensoren), die Informationsspeicherung sowie die Übermittlung/Verteilung von Information berührt. Die Biologiebezüge umfassen hier alle Organisationsebenen von der Molekularbiologie bis zu den Ökosystemen.

### **1.3.1 Mechanismen und Techniken der Bioanalogen Informationsverarbeitung**

Im Sinne der Ausschöpfung des Innovationspotentials der Bio- und Humanwissenschaften werden derzeit weltweit folgende Schwerpunktthemen bearbeitet:

#### **1.3.1.1 Konnektionismus**

Verschiedene neuere Entwicklungen aus dem Bereich des Konnektionismus können sowohl beim Verständnis und bei der Modellierung biologischer Systeme als auch bei der Übertragung biologischer Erkenntnisse auf die Robotik und KI hilfreich sein.

In den Arbeiten zu „Künstlichen Neuronalen Netzen“ wurde der in der Biologie beobachtete hohe Grad an Rückkopplungen neuronaler Netze meist vernachlässigt. In der Methodenfamilie „rekurrente Netze“ des Konnektionismus wird diese Beobachtung aus der Biologie aufgegriffen. Die einfachste Form einer synchronen und diskreten Verarbeitung ähnelt dabei noch Multi-Layer-Backpropagation-Systemen, wobei sich lediglich die Anzahl der Layer erheblich erhöht. Die Leistungsfähigkeit kleiner, nach dieser Struktur konstruierter Systeme wurde etwa in der Vorhersage von Sensordaten demonstriert. Sobald man überdies die Randbedingungen der Synchronität sowie der Diskretisierung fallen lässt, kommt man zu Strukturen, die von ihrer Berechnungskraft jenseits der bekannten endlichen Automaten liegen.

Bei der technischen Umsetzung kommt es bei den „rekurrenten Netzen“ nicht auf eine Erhöhung der reinen Verarbeitungsgeschwindigkeit an, sondern es sollten neue Strukturen ermöglicht werden. In diese Richtung weist die Integration „analoger“ oder „asynchroner“ Komponenten oder sogar der gänzliche Verzicht auf explizite Synchronisation und Diskretisierung. Auf der Hardwareebene lassen sich erste Schritte dahin auf der Basis von FPGA-Chips oder im analogen VLSI-Entwurf beobachten.

### 1.3.1.2 Evolutionäre Systeme

Es gibt heute mehrere Ansätze, die Evolutionäre Systeme adressieren. „Genetische“ oder „Evolutionäre“ Algorithmen basieren auf dem Fisher-Wright-Modell, welches in der qualitativen Genetik angewandt wird. Die zu optimierenden Variablen (auch „Gene“ genannt) werden durch Zeichenketten (auch „Chromosome“) dargestellt. Die Rekombination dieser Variablen geschieht aufgrund des Zufallsmodells von Mendel. Es hat sich gezeigt, dass Genetische Algorithmen sehr gut zur Lösung von verschiedenen Optimierungsproblemen geeignet sind.

Die meisten Arbeiten, die unter dem Namen „Evolvable Hardware“ bekannt sind, beruhen auf Evolutionären Algorithmen und haben die automatisierte Synthese digitaler Schaltungen als Ziel. Gegenüber klassischen Systemen, bei denen der Entwickler das Optimum selbst finden muss, werden im Falle der „rekonfigurierbaren Hardware“ nur der Rahmen (Randbedingungen der ersten Generation) und die Auswahlkriterien (Fitness-Funktion) definiert. In den letzten Jahren wird versucht, anhand von Experimenten die Evolution mit der Lernfähigkeit während des Lebenszyklus zu kombinieren („koevolutionäre“ Ansätze). Die Entwicklung von Systemen mit einer vielfältigen Funktionalität in einer „offenen Umgebung“ und langer Lebensdauer ist allerdings noch nicht gelungen.

Mit „Genetischer Programmierung (GP)“ versucht man, Programme zu erzeugen, die einen vorgegebenen Satz von Beispielen reproduzieren können. GP setzt bislang ein abstraktes Evolutionsmodell um, welches in dieser Form nicht direkt in der Natur wiedergefunden werden kann. Des Weiteren gibt es auch keine mathematische Theorie, die begründen könnte, warum bzw. wie gut dieses Verfahren funktioniert. In Beispieldomänen gibt es allerdings experimentelle Resultate, die die Vorteile dieser Technik unterstreichen.

In der IT-relevanten „Artificial-Life“-Forschung wird versucht, Artefakte mit einem Satz von Verhaltensweisen auszustatten, die in einer vorgegebenen Domäne oder einem Anwendungsfeld Aufgaben lösen (im einfachsten Fall „zu überleben“). Die dabei verwendeten Methoden konvergieren allerdings noch nicht zu einem einheitlichen Modell. Obwohl Evolutionäre bzw. Genetische Algorithmen und genetisches Programmieren klar von biologischen Prinzipien inspiriert sind, beanspruchen sie heute nur noch eine metaphorische Nähe zur Biologie bei den verwendeten Begriffen. Sie sind im allgemeinen Ableitungen des genetischen Rekombinationsmodells. Sobald von Seiten der theoretischen Biologie und der experimentellen molekularen Genetik neue Erkenntnisse und bessere Modelle verfügbar werden, könnte das im Wesentlichen durch Zufall gesteuerte Fisher-Wright-Modell durch eine umfassendere Theorie ersetzt werden und zu neuen, interessanten Resultaten führen.

### 1.3.1.3 Autonome Systeme

Autonomie ist die Fähigkeit eines Systems, seine sich entwickelnden Bedürfnisse in einer dynamischen, offenen Umgebung erfüllen zu können. Autonome Systeme zeichnen sich dadurch aus, dass sie aus einer Reihe von Handlungsalternativen in einer gegebenen Situation eine als angemessen auswählen. Darüber hinaus können sie auf unterschiedliche Weise aus ihren Erfahrungen in der jeweiligen Einsatzumgebung lernen, um ihr Verhalten zu verbessern. D.h. autonome Systeme dürfen in ihrer Entwurfs- oder Konstruktionsphase nicht vollständig spezifiziert werden. Seit Mitte der achtziger Jahre werden mit großen Anfangserfolgen Roboter konstruiert, die sich gegenüber traditionell entwickelten Systemen durch größere Robustheit gegenüber Störungen und rasche und flexible Reaktionen in Umgebungen, die nicht speziell für Roboter geschaffen wurden, auszeichnen. Eine Ausnutzung der physikalischen Eigenschaften der Umgebung und die geschickte Auswahl eines Satzes sogenannter „Verhaltensweisen“ (Re-

aktivität, die auf einfachen sensomotorischen Rückkopplungen basiert) waren wesentlich für den raschen Erfolg.

Lebewesen und das biologische Wissen über ihren Aufbau, vor allem der Verhaltensorganisation, dienten dieser Richtung von Anfang an als inspirierende oder metaphorische Quelle. Dabei stehen die Bewegungskontrolle komplexer Kinematiken mit Hilfe künstlicher Neuronaler Netze oder damit vergleichbarer Modelle (z.B. bei Laufmaschinen) und die Navigation in wenig strukturierten Umgebungen durch Verhaltensorganisation im Vordergrund.

Komplexere Aufgabenstellungen werden mit Hilfe von Gruppen identischer (mobiler) Roboter gelöst. Die Kooperation wird dabei in den wenigsten Fällen durch Kommunikation unterstützt, sondern durch geschickte Abstimmung der Verhaltensweisen in dem individuellen Roboter, der die anderen Roboter als Objekte oder einfach nur als Hindernisse behandelt.

Genetische bzw. evolutionäre Algorithmen werden ausschließlich für die Optimierung vorgegebener Verhaltensweisen verwendet. (Maschinelles) Lernen dient der Exploration großer Suchräume, um in einer sich verändernden Umwelt angemessene Variationen von Standardbewegungsabläufen zu finden.

Die größte Beschränkung besteht darin, dass die Reichhaltigkeit der „Verhaltensweisen“ auf wenige Dutzend beschränkt bleibt. Es fehlt an theoretischen und an methodologischen Ansätzen, um die Komplexität und Leistungsfähigkeit von bioanalogen Robotern signifikant zu steigern (Scaling-up Problem).

Die entstehenden Technologien für autonome Systeme lassen sich über die Robotik hinaus prinzipiell auf ein breites Spektrum von Konstruktionen anwenden: U.a. von mobilen Fahrzeugen über Software-Agenten oder örtlich gebundene Konstruktionen wie Fabriken oder Verkehrsinfrastrukturen bis hin zu Organisationen wie Kommunen oder Wirtschaftsunternehmen, die komplexe Informations- und Kommunikationsnetze einsetzen.

### **1.3.2 Perspektiven**

In den drei skizzierten Schwerpunktthemen kann der Anwendungsnutzen begründet werden, und es liegen bereits umfangreiche Teilergebnisse vor, an die angeknüpft werden kann. Die befragten Experten aus der Industrie bzw. anwendungsnahen Forschung haben dies betont. Eine systematische Bewertung der verschiedenen Einzelergebnisse steht allerdings noch aus.

Auf längerfristige Sicht wäre es von großem Interesse, wenn über das Kopieren von Teilaspekten biologischer Systeme hinaus die Ableitung einer „systemischen biologischen Informationstheorie“ vorangebracht würde. Erst dadurch würde es möglich, die in der Biologie gewonnenen Erkenntnisse ohne die sonst auftretenden Einschränkungen durch das spezielle technische Substrat oder einen spezifischen Anwendungskontext in breiter Form auf allen Ebenen des Designs technischer Systeme einsetzen zu können. Jeder einzelne Schritt in Richtung auf eine Erhöhung des Abstraktions- und Formalisierungsgrades verbreitert das Potential für technische Anwendungen insbesondere auf der Systemebene. Für eine solche Modell- bzw. Theoriebildung sind Arbeitslinien jenseits der klassischen, an Organisationsebenen orientierten Biologiedisziplinen notwendig.

Einen geeigneten Rahmen für die Modellierung bieten formale Ansätze, die statistische Aspekte, nichtlineare Eigenschaften und die inhärent dynamische Natur der biologischen Informationsverarbeitung berücksichtigen. Die Mathematik dynamischer Systeme und die Verfahren der statistischen Lerntheorie sind daher mögliche Ausgangspunkte. Bisher sind die Ergebnisse allerdings überwiegend theoretischer Art, und weder die Relevanz für die Biologie noch für die Robotik ist ausreichend expliziert.

## **1.4 Ansätze und Hemmnisse des Wissenstransfers und Förderungsbedarf**

### **1.4.1 Relevante Forschung in den Biowissenschaften**

Vorhandenes Wissen aus der bio-/humanwissenschaftlichen Grundlagenforschung ist schlecht verfügbar, da der mögliche Bezug zur Robotik kaum herausgestellt wird. Um biologisches Wissen verfügbar zu machen, ist einerseits die Unterstützung einer einheitlichen Terminologie und andererseits die Schaffung einer Informationsinfrastruktur notwendig. Die exponentielle Zunahme von Information in den biologischen Wissenschaften, die kein einzelner Wissenschaftler mehr rezipieren kann, verlangt einen neuen strategischen Umgang damit. Die starke Dominanz empirischer Befunde gegenüber der Modell-/Theoriebildung in der Biologie wird von Experten international als ein wesentliches Hemmnis gesehen. Durch eine funktional orientierte Wissensaufbereitung und -integration würde sowohl die Modellbildung in der Biologie als auch die Verfügbarkeit für die Robotik begünstigt. Ein Ausbau der Aktivitäten, die die Integration biologischer Erkenntnisse verschiedener Subdisziplinen bzw. Organisationsebenen adressieren, wird sich diesbezüglich lohnen.

### **1.4.2 Bioanaloge Informationsverarbeitung**

Das Forschungsfeld der biologischen Informationsverarbeitung ist charakterisiert durch eine außergewöhnlich breite Interdisziplinarität und visionäre Forschungsansätze mit hohem Risiko des Scheiterns. Wegen der Interdisziplinarität sind die Aktivitäten oft schlecht in etablierte Arbeitsgebiete einzureihen. Eine koordinierte Zusammenarbeit wird bislang durch Sprachbarrieren und eine uneinheitliche Terminologie gehemmt. „Sensoren“ für jeweils andere relevante Disziplinen sollten verstärkt während der wissenschaftlichen Ausbildung angelegt werden. Durch interdisziplinäre Foren wird die dringend benötigte Kommunikationsbasis für eine gemeinsame Wissenschaftssprache geschaffen, und neue Projektideen werden generiert.

Um den Wissensstransfer aus der Forschung bis zur Anwendung zu fördern, müssen Probleme/Interessen der Informatiker und Ingenieure mit den Erkenntnisinteressen der Bio-/Humanwissenschaftler in deren eigenem Kontext gebündelt werden. Auch Foren, auf denen Bio-/Humanwissenschaftler verschiedener Bereiche der biologischen Informationsverarbeitung ihre jeweiligen Probleme und Erkenntnisse diskutieren, dienen nicht nur den Bio-/Humanwissenschaften selbst, sondern neuen Ansätzen in der Robotik.

Unter den heutigen biologisch inspirierten FuE-Vorhaben mit kurzfristiger Anwendungsperspektive dominieren rein metaphorische Bezüge zur Biologie. Durch eine Konzentration auf derartige Arbeiten in der Projektförderung geraten Ansätze ins Hintertreffen, die sich fundiert mit dem biologischen Vorbild auseinandersetzen. Nur solche FuE-Aktivitäten, die einen konkreten Bezug zur Biologie haben, können allerdings auch den Weg zur Ausschöpfung des bestehenden Innovationspotentials biologischer Erkenntnisse weisen. Das Interesse und die Voraussetzungen für Ansätze in der IT mit mehr Biologienähe sind unter deutschen Wissenschaftlern sowohl an universitären als auch an außeruniversitären Forschungsstätten vorhanden. Eine ergänzende Förderung von grundlagenorientierter Forschung mit expliziten mittel- bis langfristigen Anwendungszielen wäre optimal und könnte neue Akzente setzen. Nationale Bestrebungen der Forschungsförderung sollten dabei in internationale, insbesondere europäische Anstrengungen eingebunden sein.

Derzeit eignen sich die oben dargestellten Themenbereiche Evolutionäre Systeme, Konnektionismus und Autonome Systeme als Ausgangspunkte einer Förderung, die entsprechend dem biologischen Vorbild nicht nach Hard- und Softwareaspekten getrennt behandelt werden sollten. Einen geeigneten Rahmen für die Modellierung biologischer Systeme bietet die Mathematik dynamischer Systeme.

Mit der Etablierung ergänzender Arbeitslinien etwa in Analogie zum Immunsystem ist zu rechnen; hingegen werden sich manche der bestehenden Ansätze u.U. als Irrweg erweisen. Eine Projektförderung muss dieser „evolutionären“ Dynamik des jungen und sowohl personell als auch inhaltlich inhomogenen Forschungsfeldes „biologische Informationsverarbeitung“ gerecht werden. Übergreifendes Ziel sollte es sein, bioanaloge Ansätze für adaptive und autonome Systeme weiterzuführen. Anwendungsperspektiven werden überwiegend mittel- bis langfristig gesehen. Es ist allerdings mit einem geringen zeitlichen Abstand zwischen biologischem Modell und Anwendung zu rechnen.

Um nicht international ins Hintertreffen zu geraten, sollte die industrielle FuE die direkte Zusammenarbeit mit Biologen verstärken, wie dies in den USA und in Japan bereits unternommen wird. In der Industrie muss eine „Absorptionskapazität“ bzw. Ankopplungskompetenz ausgebaut werden, damit die Ergebnisse der öffentlichen Forschung nicht ins Leere laufen.

### **1.4.3 Fazit**

Das Gebiet der bioanalogen Informationsverarbeitung in der KI und Robotik ist von großer mittel- bis langfristiger Bedeutung. In den USA und Japan wird das Gebiet gegenwärtig stärker vorangetrieben als in Deutschland. In Deutschland bestehen jedoch gute Voraussetzungen sowohl in der IT-relevanten bio-/humanwissenschaftlichen Grundlagenforschung als auch in der anwendungsorientierten Forschung zu bioanaloger IT. Ein „Anschieben“ dieses Gebietes durch die öffentliche Forschungs- und Technologiepolitik erscheint in der IT angeraten. Zwei strategische Hauptlinien wurden identifiziert: Adaptivität und Autonomie. Der förderpolitische Instrumenteneinsatz sollte sich nicht nur auf die klassische Projektförderung beschränken. Angesichts der Kommunikationsbarrieren sind weitere Instrumente geboten, um eine Vereinheitlichung der Terminologien und einen kontinuierlichen Gedankenaustausch zwischen den beteiligten Disziplinen zu ermöglichen. Wesentlich ist es, die notwendige Integration der Disziplinen auf den Weg zu bringen und eine signifikante Involvierung der Industrie zu erreichen.

### **1.4.4 Forschungsförderung**

bmb+f	-
DFG	Schwerpunkt: Autonomes Laufen,
EU	DG13 Information Society Technologies (IST) Future and Emergent Technologies (FET), Living Artefacts & Neuroinformatics



## **2. Wissen und Denken in der Medizin**

Ein Beitrag zum Stellenwert „nicht-expliziten Wissens“  
im Wissensmanagement

**Prof. Dr. Dr. h. c. T. M. Fliedner**

Universitätsklinikum Ulm  
Arbeitsgruppe Strahlenmedizinische Forschung und  
WHO-Kollaborationszentrum für Strahlenmanagement  
Helmholtzstr. 20  
89081 Ulm  
Tel. 0731-50-22900  
Fax 0731-50-22902  
[theodor.fliedner@medizin.uni-ulm.de](mailto:theodor.fliedner@medizin.uni-ulm.de)

## Prolog

Wissen und Denken,  
Mit dem Auge des Geistes die Wahrheit sehen  
Macht immer Freude.  
Je älter der Mensch wird,  
Desto größere Freude gewähren sie ihm.  
Wie das Herz wahrhaft nur in der Liebe lebt,  
So der Geist in dem Ringen nach Erkenntnis und Wahrheit  
Mitten in den Stürmen der Zeit,  
In den Arbeiten des Tages,  
In allen Bedrängnissen und Widerwärtigkeiten  
Soll man seinen Blick frei und kühn  
In die lichten Bäume des Himmels zu erheben  
Und den Urquell alles Wahren und Schönen  
Und den eigenen Geist  
Und die Geistesfrüchte der Menschen aller Jahrhunderte  
Und die ganze uns umgebende Natur  
Immer tiefer zu erfassen und zu ergründen suchen;  
Dabei aber nie aus den Augen verlieren,  
Dass nur die Demut groß macht  
Und dass alles Wissen und Erkennen  
Nur demjenigen Nutzen bringt, der danach lebt und handelt

Nicolaus von Kues um 1430

Denken, Erkennen und Wissen waren und sind für die Menschheitsentwicklung von ausschlaggebender Bedeutung. Der Mensch lebt - so Albert Schweitzer - unter dem Joch der Naturgesetze: er wird geboren, wächst heran, pflanzt sich fort, muss leben und stirbt - wie jeder lebendige Organismus. Was ihn jedoch unterscheidet von allen anderen Lebewesen ist seine Fähigkeit, sich als Teil der Natur zu erkennen und das gelebte Leben in Freud und Leid „bedenken“ und „ertragen“ zu müssen, aber sein Leben eben auch - im Rahmen seiner genetischen Disposition und seinen physischen und psychomentalen Potentiale - gestalten zu können.

Nicolaus von Kues hat (um 1430) die Gestaltungskraft des menschlichen Geistes in meisterhafter Weise dargestellt. Er mag damit letztlich das zum Ausdruck gebracht haben, was in der Gegenwart verstanden werden kann als „Management von nicht-explizitem Wissen“ hervorgehend aus der Beobachtung der Natur in uns und um uns herum und das dazu führen kann, „mit dem Auge des Geistes die Wahrheit zu sehen“.

## 2.1 Vorbemerkungen

Dieses Exposé geht von der Annahme aus, dass „explizites Wissen“ das Resultat eines gedanklichen Entwicklungs- und Gestaltungsprozesses ist, an dem alle Menschen, die je auf der Erde gelebt haben, mit mehr oder weniger bedeutenden Beiträgen mitgewirkt haben. Dieses „explizite Wissen“, das in der Gegenwart als gesichert gelten darf, ist in Enzyklopädien und Datenbanken aller Art „abrufbar“.

Die Enzyklopädie Britannica kann wohl als die größte „allgemeine“ Wissensbank der Gegenwart angesehen werden, niedergelegt in 32 Bänden mit 31084 Seiten und mehr als 72000 Artikeln. In der Gegenwart arbeitet beispielsweise die UNESCO an einer auf die menschliche Gesundheit ausgerichteten Sammlung des gegenwärtigen Wissens über Gesundheit und Krankheit des Menschen, das allen Interessierten demnächst als Informationsquelle zur Verfügung stehen wird. In der Medizin ist es möglich, aus Datenbanken wie MEDLINE, EMBASE und anderen eine Fülle des gegenwärtig verfügbaren Wissens abzurufen (siehe O. Obst, Datenbanken auf dem Prüfstand, AG MB Nr. 7, 2000).

Was aber nicht in diesen Enzyklopädieen oder Datenbanken dargestellt wird oder dargestellt werden kann, ist die geistige Grundlage und das infrastrukturelle „Umfeld“, auf der und in dem dieses „explizite Wissen“ entstanden ist. Es kann aber keinen vernünftigen Zweifel daran geben, dass das gegenwärtig verfügbare „explizite Wissen“ nur denkbar ist als Resultat von geistigen Vorgängen des Denkens und des Erkennens, die man dem Begriff des „nicht-expliziten Wissens“ zuschreiben kann und das Nicolaus von Kues gemeint haben mag, wenn er „vom Auge des Geistes spricht“, mit dem die Wahrheit erkannt werden kann.

**Was charakterisiert, so die Frage, jenen (geistigen) Humusboden, auf dem neues Wissen entsteht als Resultat des menschlichen Dranges nach Erkenntnis, nach Mehr-wissen-wollen über sich selbst, in körperlicher und psychomentaler Dimension ebenso wie über die uns umgebende Natur und über die in ihr waltenden Naturgesetze bis hin zu der Frage nach den Möglichkeiten, sich eben diese Welt „untertan“ zu machen (siehe Genesis 1, 27 und 28).**

Mit einem „Management von nicht-explizitem Wissen“ soll nun - so ist die zugrunde liegende Annahme dieses Beitrages - der Versuch unternommen werden, der Urquelle von Wissen, Erkennen und Denken nachzuspüren, um zu erforschen, welche Rahmenbedingungen personeller und infrastruktureller Art gegeben sein müssen, um die Entstehung von nicht-explizitem Wissen verstehen aber auch fördern zu können. Dieses wäre auch als Ausgangspunkt zu sehen für die Entstehung und Weiterentwicklung des expliziten Wissens, das naturgemäß im Zentrum vielfältiger, wissenschaftlicher, wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Interessen und Anliegen ist.

Darüber hinaus wird in dem vorliegenden Text davon ausgegangen, dass in der Domäne des nicht-expliziten Wissens auch weitestgehend jene Eigenschaften versteckt sind, die das „Charisma“ bestimmter Forscher und nicht zuletzt wissenschaftlich und fachlich gebildeter Ärzte ausmachen. Dies wirkt positiv in Richtung vorbildhafte Lehre und menschenzentriertes Heilen, ist aber nach aller Erfahrung nicht leicht vermittelbar oder erlernbar – manches ist offenbar angeboren und höchst individuell.

In dem Bemühen um den „Urquell menschlicher Erkenntnis“ reiht sich das FAW-Projekt ein in eine unendliche Kette von Versuchen, zu erkennen, „was die Welt im Innersten zusammenhält“. Gelingt es, im Rahmen des angedachten Projektes die Entstehung und das Wesen von nicht-explizitem Wissen ein wenig weiter zu erhellen, so wird es vielleicht möglich, jene personellen und infrastrukturellen Randbedingungen zu fördern, die über nicht-explizit darstellbare Wirkungsketten den Fortschritt fördern. Dies könnte helfen, die gewaltigen Herausforderungen zu bewältigen, die mit der quantitativen und qualitativen Entwicklung der globalen menschlichen Gesellschaft verbunden sind.

In diesem Beitrag soll der Stellenwert von nicht-explizitem Wissen in der Forschung, Lehre und Praxis der Medizin (als einem besonderen „gesellschaftlichen System“) herausgearbeitet werden. **Dieses nicht-explizite Wissen - so die These dieses Beitrags - wird angesehen als eine unabdingbare Voraussetzung**

zung für die Vertiefung und Erweiterung jenes expliziten Wissens und jener „geistigen Qualität“, die das System „Medizin“ benötigt, um kontinuierlich an einer Verbesserung der „Gesundheit“ und Gesundheitsversorgung „für alle“ Menschen des „global village“ weiterarbeiten zu können. Das „nicht-explizite Wissen“ muss aber auch gesehen werden als „Wert an sich“, der sich niederschlägt in dem, was man bei Ärzten und Forschern als „Arztum“ und „charismatische Kreativität“ zu erleben vermag, bzw. in Form von Wirkungskräften, in Formen bei denen Selbstorganisation ein erfülltes Leben und weiteren Fortschritt ermöglicht.

## **2.2 Das System „Medizin“ in Forschung, Praxis und Lehre und die Bedeutung des nicht-expliziten Wissens**

Es gab und gibt - so lange Menschen in einer Gemeinschaft zusammenleben - keine Gesellschaft, in der sich nicht mindestens ein Bereich der Gesundheit im Allgemeinen und den Gesundheitsstörungen im Besonderen gewidmet hat.

**Im Mittelpunkt des Systems „Medizin“ stand und steht der Mensch.** Ihm gilt das Interesse der wissenschaftlich oder der praktisch tätigen Ärzte. Alle Epochen der Menschheitsgeschichte sind geprägt auch durch die in ihr praktizierte Medizin, nicht selten in Verbindung mit religiösen Vorstellungen (z.B. Priesterärzte). Jede Epoche verfügte über das sie prägende „explizite Wissen“, weitergegeben von Generation zu Generation (in der griechischen Medizin musste der „Ärztelehrling“ beim Gott Apollo schwören, den Lehrer „seinem Vater gleich“ zu verehren und ggf. zu versorgen). In der weiteren Entwicklung wurde das „explizite Wissen“ schriftlich (und sei es auf Tontafeln) weitergegeben. Das Lehren in der Medizin bestand immer wieder (zumindest vordergründig) aus der Weitergabe des „expliziten Wissens“. Dabei ist aber zu vermerken, dass dieses Wissen einem dynamischen Entwicklungsprozess unterworfen ist und „ruckweise“ Fortschritte macht, auch und gerade in der Wechselwirkung mit den jeweiligen und zeitgebundenen Wertvorstellungen und gesellschaftlichen Zwängen. So entdeckte Vesalius - der Anatom -, dass das gelehrte Wissen seiner Zeit über die Anatomie des Körpers sich nicht auf die Verhältnisse beim Menschen, sondern beim Schwein bezog. Er wurde zum Begründer der menschlichen Anatomie. Sein Instrument der Erkenntnisgewinnung war das Skalpell. Er seziierte Leichname und zeigte, dass der Mensch über „Organe“ verfügt (Herz, Leber, Milz, Niere usw.), sodass nunmehr Krankheiten „ihren organischen Sitz“ hatten. Die moderne Medizin lehrt „Systeme“ (also Herzkreislaufsystem, Nervensystem, Verdauungssystem, blutbildendes System), die immer noch organ- bzw. gewebeorientiert sind. In Gegenwart und Zukunft wird sich das „explizite Wissen“ auf eine neue Abstraktionsebene hin erweitern, geprägt durch biologische Regelkreise, begründet durch molekularbiologische Signalkommunikationen.

Die gewaltige Wissensentwicklung in der Medizin steht in der Gegenwart für weitere Forschung und für die Praxis zur Verfügung und wird - derzeit vorwiegend traditionell - im Medizinstudium vermittelt (siehe Approbationsordnung für Ärzte). Der tätige Arzt (als Allgemeinarzt oder Facharzt) macht sich das „explizite Wissen“ zu Nutze. Das System der Gesundheitsversorgung (geprägt durch das geltende Sozialversicherungsrecht) kann nur dann funktionieren, wenn der tätige Arzt die Patientenversorgung „nach bestem Wissen und Gewissen“ und nach dem jeweiligen „Stand des Wissens“ ausübt. Die Qualitätskontrolle unterstellt, dass alle Ärzte ein vergleichbares Wissen und Können haben, dass daher Eingriffe in ihrer Art und Zeitdauer standardisierbar sind und dass deshalb eine „Budgetierung“ ärztlicher Leistung möglich wird.

Diese „Philosophie“ kann auch charakterisiert werden durch den Satz: Eigentlich weiß man alles, was notwendig ist, um eine Gesundheitsvorsorge, eine sachge-

rechte Krankheitsfürsorge und eine effektive Nachsorge zu betreiben, man muss nur das vorhandene explizite Wissen nutzen, um mehr „Gesundheit für Alle“ zu erzielen.

Eine solche „Philosophie“ verkennt aber die Evolution in der Natur, die keineswegs zum Stillstand gekommen ist. Man denke nur an die kontinuierliche Weiterentwicklungen in der Mikrobiologie mit neuen Formen der Infektionskrankheiten (Viren, Prionen etc.).

Sie verkennt aber vor allen Dingen die Bedeutung von nicht-explizitem Wissen für die Qualität der Bemühungen um mehr Gesundheit und eine bessere Gesundheitsversorgung. Bedenkenswert ist aber auch das nicht-explizite Wissen bei den Betroffenen, die ggf. ihr gesundheitliches Schicksal (z.B. Auftreten einer Krebserkrankung) nur begrenzt rational verarbeiten, sondern als „grausam“ empfinden. Dabei lehrt uns die Beobachtung der Natur, dass diese weder gütig noch grausam ist, sondern nur ihren eigenen Gesetzen gehorcht. Es ist der Mensch, der den einen (Gesundheits-) Zustand als „gütig“, den anderen als „grausam“ empfindet (William W. Welch 1905).

Das nicht-explizite Wissen in der Medizin bedarf in mehreren Domänen einer neuartigen Betrachtung.

In der **Forschung** muss gefragt werden nach den persönlichkeitsgebundenen Eigenschaften, die dem medizinischen Forscher – in je subjektivem Umfang - ermöglichen, gänzlich neues nicht-explizites Wissen aus sich heraus zu generieren. Es muss weiterhin gefragt werden nach den infrastrukturellen Randbedingungen, die den Einzelnen wie eine Gruppe von Personen („team-work“) in die Lage versetzen, in lokalen, nationalen oder internationalen Netzwerken nicht-explizites Wissen in einem dynamischen Entwicklungsprozess auf die Ebene des expliziten Wissens zu heben und gleichzeitig das nicht-explizite Wissen auszubauen und zu vertiefen.

In der (medizinischen) **Praxis** muss immer wieder nach den persönlichen Eigenschaften bzw. Charakteristika oder dem Charisma jener Personen gefragt werden, die als Ärzte für ihre Patienten besonders wirkungsvoll sind. Hierzu sind oft nicht-explizite Mechanismen wirksam, die dazu beitragen, das Vertrauen des Patienten zu gewinnen und zu erhalten. Dieses Vertrauen ist eine Mitbedingung für den Prozess der Krankheitsbewältigung. Es geht u.a. um das „Charisma“ des Arztes, der einerseits das gesamte Arsenal des expliziten Wissens zur Verfügung hat und der andererseits (wie zu allen Zeiten) durch seine Ausstrahlung eine Dimension neu erschließt, die ebenso wichtig ist und insbesondere mit dem Vertrauen der Patienten und der Erzeugung von Zuversicht und Glauben zusammenhängt. Umgekehrt ist natürlich auch das nicht-explizite Wissen des Patienten wichtig, der ein Gespür dafür entwickelt, wem er trauen kann.

Schließlich muss gefragt werden nach den persönlichen und sachlichen Voraussetzungen für die **Vermittlung** nicht nur des expliziten Wissens und seiner Nutzung für das Medizin-System sondern eben auch und gerade für die Formen der **Weitergabe des nicht-expliziten Wissens**, also der „ärztlichen Kunst“, des „Arztums“, des ärztlichen „Charisma“, z.B. die Formen der Zusammenarbeit, Lehrer-Schüler Beziehung, Formen der Selbstorganisation usw. Es geht dabei um die kontinuierliche Weitergabe des – „institutional memory“ - des nicht-expliziten Wissens vom ärztlichen „Lehrer“ auf seine „Schüler“.

### 2.3 Das Spannungsfeld von nicht-explizitem und explizitem Wissen in der Medizin als Motor des Fortschritts

Die „Quantensprünge“ im medizinischen Fortschritt sind mehr oder weniger **alle** geprägt durch eine „actio“ und „reactio“ zwischen nicht-explizitem Wissen und explizitem Wissen.

In der Regel sind solche „Quantensprünge“ verbunden mit den Namen von Persönlichkeiten, die offenbar über ein hohes Maß an explizitem Wissen verfügten und dieses regelmäßig „zur Hand“ hatten.

Aber diese Persönlichkeiten, die eine „neue Epoche der Medizin“ in ihren jeweiligen Fachgebieten einleiteten, verfügten offensichtlich auch über ein hohes Maß an nicht-explizitem Wissen. Es mag gerechtfertigt sein, diesen Persönlichkeiten zu attestieren, dass sich derartiges nicht-explizites Wissen auch beschreiben lässt als „intuitives Wissen“ oder „Intuition“, als „kreatives Wissen“ oder „Kreativität“. Sie verfügten über die Fähigkeit des assoziativen Denkens, des Hinterfragens von ungewöhnlichen Beobachtungen.

Einige Beispiele sollen diese Art der kreativen Intuition belegen, sie lassen sich vielfältig erweitern.

Auf Edmund Jenner (1749-1823) geht die Entdeckung und Entwicklung der Pockenimpfung zurück. Dass die Pockenerkrankung heute als ausgerottet gelten kann, während im 17. Jahrhundert noch ca. 40000 Menschen pro Jahr an dieser Krankheit verstarben, verdanken wir der Idee Jenners, einen Schutz vor der Pockenerkrankung durch Impfung zu erzeugen - lange vor der Entwicklung einer wissenschaftlich fundierten Mikrobiologie. Dieses Erkenntnis wird wie folgt beschrieben:

„Eine Frage beschäftigte dauernd den neugierigen Sinn dieses Landarztes und guten Beobachters, während er von Hof zu Hof ritt, nämlich die gefürchteten Pocken. Der Überlieferung nach ist es die zufällige Bemerkung eines Milchmädchens, die zu der langen Reihe der Überlegungen und Versuche Veranlassung gab, welche ihn zum Sieg über die Pocken führten. Dieses junge Milchmädchen fand sich eines Tages bei Ludlow ein, als der junge Jenner dort als Praktikant tätig war. Als man in Gegenwart des Mädchens über die Pocken sprach, rief dieses aus: „Diese Krankheit werde ich niemals bekommen, denn ich habe die Kuhpocken gehabt.“ Tatsächlich waren nach einer überlieferten Ansicht in Gloucestershire diejenigen, welche die Kuhpocken überstanden hatten, vor den schrecklichen Pocken geschützt. Jenner sprach mit Hunter über dieses Problem. Dieser gab ihm den sprichwörtlich gewordenen Rat: „Denken Sie nach, machen Sie Versuche, seien Sie geduldig, seien Sie genau!“ Jenner zeigte sich sehr geduldig. Seine ersten Untersuchungen über die Kuhpocken gehen auf das Jahr 1775 zurück. Aber erst 1780 teilte er seine Versuchsergebnisse und seine Beobachtungen seinem Freunde Edward Gardner mit, und wiederum erst im Jahre 1788 zeigte er Sir Everard Home (1756-1832) und anderen Londoner Ärzten Kuhpockennarben an den Händen eines Kuhhirten.“

Auch Ignaz Philip Semmelweis (1818-1865) gehört zu jenen Persönlichkeiten, die über die Fähigkeit verfügen, "nicht-explizites Wissen" zu generieren und das klinische Handeln zu revolutionieren. Er war es, der die Ursache des Kindbettfiebers erkannte, das Tausende von Wöchnerinnen dahinraffte.

Die entsprechenden Erkenntnisse gewann Semmelweis wie folgt:

„Im März 1847 starb Semmelweis' Freund und Lehrer, der Gerichts-anatom Jakob Kolletschka (1803-1847), an einer Sepsis. Ein Student

hatte ihn bei einer Sektionsübung in den Finger gestochen. Als Semmelweis den Obduktionsbefund las und genau dieselben Organbefunde verzeichnet fand wie bei seinen toten Wöchnerinnen, da sei ihm die Erleuchtung gekommen. Genauso wie das mit Leichenteilen infizierte Messer des Studenten Kolletschka den Tod brachte, genauso bringen die mit Leichenteilen infizierten Finger der Studenten und Ärzte, die nach den Sezierübungen bei Rokitansky die Wöchnerinnen der I. Gebärklinik untersuchen, diesen den Tod. Hebammen aber pflegen nicht zu sezieren. Damit war das Rätsel der mysteriösen Sterblichkeitsdifferenz zwischen der I., der Ärzteklinik, und der II., der Hebammenklinik, gelöst. Es war aber auch die wahre Natur des Wochenbettfiebers erkannt. Nicht eine Witterungskrankheit, erzeugt durch einen jahreszeitlich wechselnden „Genius epidemicus“ war es, sondern eine Wundinfektion, wie sie auch Männer, Anatomen und Chirurgen, erlitten, wenn sie sich beim Sezieren oder Operieren verletzten. Semmelweis hat aus dieser Erkenntnis sofort die Konsequenzen gezogen. Ende Mai 1847 führte er an der I. Gebärklinik die Chlordesinfektion der Hände ein. Schon im Juni sank die Sterblichkeitsziffer beträchtlich ab und erreichte bis zum 16. November 1847 einen Stand von nur noch 2,45 Prozent.“

Aus derartigen Beispielen - die zwanglos vermehrt werden könnten - geht hervor, dass das nicht-explizite Wissen, also zunächst nur diffus Wahrgenommenes oder Erahntes, in den medizinischen Wissenschaften von herausragender Bedeutung ist, und oft auch die Voraussetzungen bildet für geistige Pionierleistungen, hin zur Erweiterung des bestehenden expliziten Wissens.

Das bedeutet oft, in gänzlich neue Bereiche der Wissenschaften vorzudringen und diese „zu erobern“. Dieses nicht-explizite Wissen muss auch unter dem Gesichtspunkt betrachtet werden, dass die innovative Intuition gleichzeitig auch ein „geistiges Kapital“ darstellt im Sinne eines immateriellen Reichtums. Eine solche „Pionierleistung“ findet daher zunächst in der Zurückgezogenheit des Studierzimmers, des Labors oder auch im „Alltag“ statt und wird erst dann „verkündet“, wenn das innovative Geschehen zur Gewissheit wurde, der Pionier sich „seiner Sache“ sicher ist.

Es ist von Interesse, hier an das Beispiel des Lebenswerks von Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923) zu erinnern, dem Entdecker der X-Strahlen, die die medizinische Diagnostik („bildgebende Verfahren“) und die Therapie bösartiger Erkrankungen revolutionierten.

Wie sind seine Entdeckungen bewertet worden:

„Was Röntgen in jener schicksalsreichen Nacht des 8. November 1895 entdeckte, gehört zu den ganz großen Errungenschaften des 19. Jahrhunderts. Als er ein deutliches Fluoreszieren des Platin-Baryum-Cyanür-Schirms bei Entladung seiner vollkommen abgedeckten Hittorf-Röhre beobachtete, hatte er gleich die feste Überzeugung, dass es sich hierbei nicht um eine reine Kathodenstrahlenwirkung handeln könne, sondern dass das Aufleuchten bedingt sein müsse durch ein neues Agens, welches er als „X-Strahlen“ bezeichnete, eine Benennung, die kurze Zeit darauf von Rudolph Albert von Kölliker (1817-1905) in Würzburg durch „Röntgenstrahlen“ ersetzt wurde.

Insgesamt hat Röntgen 59 physikalische Abhandlungen verfasst. Es ist typisch für seine Arbeiten, dass er sie lange Zeit ausreifen ließ, bevor er sie dem Drucke übergab.“

Das „geistige Eigentum“ spielt bei der Feststellung, Veröffentlichung und Nutzung schon immer, aber insbesondere in der Gegenwart, eine wichtige Rolle bis hin zur Frage (und der gleichzeitigen Problematik), ob man schon eine Idee (ohne sie schon mit den Regeln der Wissenschaft verifiziert zu haben) patentieren lassen darf.

Das Problem des nicht-expliziten Wissens (in der Medizin) bedarf dann einer besonderen Beachtung in seinem Management, wenn es um ein „Netzwerk“ von Personen geht, die „kooperativ“ zusammentreten, um gemeinsam Pionierleistungen zu vollbringen. Das nicht-explizite Wissensmanagement in einer Gruppe kann nur dann erfolgreich sein und zu geistigen Innovationen führen, wenn mehrere Bedingungen erfüllt sind. In einem innovativen Team müssen alle Partner in ihren jeweiligen Fachgebieten voll kompetent sein. Sie müssen gleichzeitig kreativ sein, um assoziativ das Wissen der anderen in sich aufzunehmen ohne das jeweilige geistige Eigentum des nicht-expliziten Wissens der anderen in Frage zu stellen. Und es ist unabdingbar, dass jeder dem anderen volles Vertrauen schenken kann, dass er die Verbalisierung des nicht-expliziten Wissens in Gegenwart der anderen nicht zu eigenem Vorteil missbraucht. (Im Sport sind die Bedingungen für erfolgreiche Leistungen längst bekannt: bei einem Olympia-Achter weiß man, dass er nur dann gewinnen kann, wenn alle 8 Ruderer von gleicher körperlicher Kompetenz und von einer geeigneten gruppenspezifischen Kreativität sind und wenn jedes Mannschaftsmitglied allen anderen volles Vertrauen entgegenbringen kann).

Das Management von nicht-explizitem Wissen in einer Gruppe, die die Chance auf geistige Kreativität und Innovation hat, setzt voraus, dass die Rahmenbedingungen geschaffen werden, unter denen die „kritische Masse“ für geistige Höchstleistung erbracht wird. Dazu erweist es sich als erforderlich, in einem „Club-Stadium“ die geistige Kompatibilität der Partner zu prüfen und einzuüben, so dass das nicht-explizite Wissen zum geistigen Eigentum der Gruppe wird.

Beispiele können aus der Analyse erfolgreicher DFG-Forschergruppen, erstklassiger Sonderforschungsbereiche und von anerkannten internationalen Gruppen wie die der „European Late Effects Project Group“ oder der „European Organization for Research on Treatment of Cancer“ abgeleitet werden.

Im Management des nicht-expliziten Wissens als einer wesentlichen Quelle geistiger Innovationen und als Ausgangspunkt von Pionierleistungen spielt die „Infrastruktur“ eine wichtige Rolle. Dem kreativen Individuum, der kreativen Gruppe müssen die Rahmenbedingungen für Höchstleistungen geschaffen werden. Dafür gibt es beredte Beispiele. Das Prinzip der „Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft“ (spätere Max-Planck-Gesellschaft) war es, „herausragende“ Persönlichkeiten mit starkem „nicht-explizitem Wissens-Potential“ einzuladen, „ihren (wissenschaftlichen) Traum zu leben und zu verwirklichen“. Daher holte Max Planck den Physiker Albert Einstein nach Berlin (im Jahre 1913), um ihn zu gewinnen, sein wissenschaftliches Credo im Rahmen der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zu verwirklichen. Daher wurden der Physiologe Hermann Rein und der spätere Nobelpreisträger Kuhn nach Heidelberg geholt, um dort ihre Arbeitsgruppen im MPI für Medizinische Forschung zu verwirklichen. In besonderer Weise gelang es Einsteins Freund Reichinstein (Prag 1934) die infrastrukturellen Voraussetzungen zu beschreiben, die erforderlich sind, um „geistige Kreativität und Leistungsfähigkeit“ im Bereich des nicht-expliziten Wissens zu befördern: „Um zu arbeiten, wenn es sich um eine große Idee handelt, die der Gelehrte in sich längere Zeit reifen lassen muss, darf er keine Sorgen haben, muss jedem störenden Lebenskonflikt aus dem Wege gehen, demütig seinem Angreifer nachgeben, weil er etwas Kostbares, das er in seiner Seele trägt, zu beschützen hat“.

Die Rockefeller-Foundation verfügt am Comer See über das Bellagio Study and Conference Center, die herausragende Persönlichkeiten einlädt, ihr nicht-

explizites Wissen zu ordnen, innovativ zu gestalten und - wenn entsprechend gerafft - zu publizieren. „The villa's highest usefulness is a refuge for thought, writing and purposeful discussions, and as a place where scholars and other thoughtful people could be free from everyday demands“. Auch das „Fogarty-Fellowship“ der National Institutes of Health ist darauf angelegt, kreativen und innovativen Persönlichkeiten die Chance zu geben, in einer alten „Colonial Style Villa“ (Stone House) ihr nicht-explizites Wissen aufzubereiten und es - so weit es gereift ist - in wissenschaftlichen Gruppen zu diskutieren und in das explizite Wissen einzubringen. Immer geht es darum, „handverlesenen Gelehrten“ die Gelegenheit zu verschaffen, den „Ideenschatz“ in sich zu ordnen, zu gestalten und zu vermehren.

In Deutschland konnte sich das Wissenschaftszentrum der Universität Ulm Schloss Reisenburg - begründet, auf- und ausgebaut vom „Internationalen Institut für wissenschaftliche Zusammenarbeit e. V.“ in Günzburg - einen besonderen Ruf erwerben als „Wissenschaftsklausur“. Dabei war Vorbild die klösterlichen Gemeinschaften, deren Wesen es ist, „geistliche Wahrheiten und Erkenntnisse“ gemeinsam zu erleben und erlebend zu gestalten. Die Reisenburg dient wissenschaftlichen Gruppen als Stätte der Begegnung, der Wissenschaftsplanung, des Gesprächs, der Besinnung und des gemeinsamen Wohnens. Ähnlich wie bei der Klausur der Rockefeller-Foundation erweist sich die Atmosphäre der Reisenburg als eine einzigartige Infrastruktur für die Generierung von nicht-explizitem Wissen in der Gruppe. Allerdings ist das Geheimnis des Erfolgs, dass die Teilnehmer über folgende Eigenschaften verfügen (das 4-C-Konzept):

- Competence,
- Creativity,
- Confidence und
- Continuity.

In den - oftmals - entstehenden „Club“ werden nur die zugelassen und längerfristig integriert, die sich an den ungeschriebenen Regeln wissenschaftlicher und persönlicher Integrität orientieren und den persönlichen (geistigen) Reichtum der „Club-Mitglieder“ nicht missbrauchen, deren nicht-explizites Wissen das eigentliche Kapital für die Schaffung neuer (geistiger) Werte darstellt.

Erst wenn sich ein solcher „Club“ mit einer spezifischen Problemstellung „etabliert“ hat - man hat die Spielregeln entwickelt - kann es zu einer oft über Jahre oder Jahrzehnte andauernden wissenschaftlichen Kooperation kommen mit der Schaffung innovativen neuen expliziten Wissens, das dann auch zu wichtigen, anerkannten Publikationen führt.

Beispiele für erfolgreiche „Wissenschafts-Clubs“ oder „Klausuren“ gibt es zahlreich: Schwerpunktsprogramme oder Sonderforschungsbereiche der DFG sind auf derartige („gestaltete Klausuren“) angewiesen ebenso wie internationale Programme.

Es darf die These aufgestellt werden, dass nicht das explizite Wissen an sich (wie es in Enzyklopädien oder Datenbanken gespeichert ist) der Quell von Innovationen in der Medizin und darüber hinaus in der Wissenschaft ist. Vielmehr ist das explizite Wissen immer die Basis, von der aus sich der Fortschritt über nicht-explizites Wissen vorwärts bewegt, dass dann seinerseits irgendwann explizit wird und damit die Basis verbreitert. Fortschritt resultiert insofern immer aus - zunächst nicht-explizitem Wissen in den Köpfen von Personen, die von Natur her kreativ sind, die eine fachliche Kompetenz haben und die assoziativ zu denken vermögen, indem sie aus Beobachtungen in der Natur (Mensch, Umwelt) Ideen

gewinnen, wie Probleme strukturiert werden können, um zu gänzlich neuen Horizonten in dieser Art von Pionierleistungen aufzubrechen.

**Zusammenfassend** ist festzuhalten, dass der Fortschritt der medizinischen Wissenschaften dann aktiv befördert werden kann, wenn man „hindurchstößt“ zu dem „Urquell alles Wahren und Schönen“, also zu der Generierung, Pflege und Vermehrung des nicht-expliziten Wissens. Dies setzt voraus, dass es erforderlich ist, „die Richtigen“ besonders zu fördern, die aufgrund ihrer Persönlichkeit, Kreativität und Leistungsfähigkeit zu „Höchstleistungen“ fähig sind. Es ist auch evident, dass in derartigen Gruppen nicht-explizites Wissen dann generiert, gepflegt und vermehrt werden kann, wenn es in einer „Club-Phase“ zur Selektion von Persönlichkeiten kommt, die nicht nur (in ihrem Fachgebiet) kompetent sind sondern auch kreativ (Fähigkeit zum verknüpften Denken) aber - vor allem - denen man vertrauen kann (dass sie mitgeteiltes oder transferiertes nicht-explizites Wissen des anderen nicht missbrauchen oder sich (hinterlistig) zu eigen machen. Es ist auch offensichtlich, dass infrastrukturelle Gegebenheiten („Studierzimmer“, „Wissenschaftsklausur“) der Generierung, Pflege und Vermehrung von nicht-explizitem Wissen förderlich sind. Man kann insofern nicht unmittelbar auf nicht-explizites Wissen zugreifen, aber immerhin die Bedingungen gesellschaftlicher Art fördern, unter denen es entsteht.

## **2.4 Arzt-Patient-Beziehung: Die Rolle des nicht-expliziten Wissens in Prävention, Diagnostik, Therapie und Rehabilitation**

Wenn deutlich wurde, dass das nicht-explizite Wissen in der Medizin als unerschöpflicher Urquell und als Motor des medizinischen Fortschritts unverzichtbar ist, dann gilt das ebenso, wenn auch in einer völlig anderen Weise, für die Qualität ärztlichen Handelns in der medizinischen Praxis, angefangen von der Prävention, hin zur Diagnostik und Therapie gesundheitlicher Störungen bis zur medizinischen, beruflichen und sozialen Rehabilitation.

Zwei Äußerungen bedeutender Ärzte der Gegenwart mögen das Spannungsfeld zwischen „ärztlicher Kunst und ihrer (natur-)wissenschaftlichen Basis“ beschreiben.

Ernst Ferdinand Sauerbruch - der berühmte Berliner Chirurg (1875-1951) - beschrieb dieses Spannungsfeld wie folgt:

„Ich habe es oft gesagt: Die Medizin ist eine Naturwissenschaft; aber das Arzttum ist keine Naturwissenschaft, sondern das Arzttum ist das Letzte und Schönste und Größte an Beziehungen von Mensch zu Mensch. Das Arzttum ist das Königliche; die Naturwissenschaften sind die Minister des Königs, die dienen müssen und nicht herrschen dürfen“.

Es geht also um das „Arzttum“, um das, was „ärztliche Kunst“ ausmacht, das „charismatische“ im Arztsein.

Es war Ludwig Heilmeyer - langjähriger Internist und Hämatologe der Freiburger Universität und Gründungsrektor der Universität Ulm (1899-1969), der letztlich das nicht-explizite Wissen des Arztes beschrieb, wenn er das Aktionsfeld zwischen Arzt und Patient wie folgt charakterisierte:

„So begegnete ich schon in jungen Jahren den großen Problemen leib-seelischer Wechselwirkungen, deren Verständnis für unser ärztliches Tun so außerordentlich wichtig ist. Das spiegelt sich auch in der seelischen Führung der Kranken wieder. Diese ist schwer erlernbar und setzt ein großes Einfühlungsvermögen voraus. Ich habe oft empfunden, dass ein wissenschaftlich forschender Arzt zwei gänzlich verschiedene Seelen in seiner Brust haben muss. Auf der einen Seite strenge Kritik in seiner wissenschaftlichen Forschungsarbeit, die er

nur auf exakten Daten aufbauen darf, und auf der anderen Seite am Krankenbett eine gewisse Zurückdrängung dieser kritischen Haltung zugunsten einer schöpferischen Phantasie, die ihm hilft, auch mit unvollkommenen Mitteln und mangelhafter Beweisführung noch Heilwirkungen zu erzielen. Da diese Dinge nur selten zu vereinigen sind, sind gute Wissenschaftler nicht immer gute Ärzte und gute Ärzte selten gute Wissenschaftler“ (L. Heilmeyer, Lebenserinnerungen, F.K. Schattauer-Verlag, Stuttgart-New York 1971).

Hinter diesen Äußerungen zweier bedeutender Ärzte der Gegenwart - einem Chirurgen und einem Internisten - stehen Erkenntnisse, die wohl in besonderer Weise die „ärztliche Kunst“ kennzeichnen. Letztlich basiert diese auf einem besonderen Reichtum nicht-expliziten Wissens, das untrennbar mit der charismatischen ärztlichen Persönlichkeit an sich verwoben ist.

Sauerbruch stellt dieses „Arztum“ insofern über die Naturwissenschaften als er dieser eine dienende Funktion für das wahrhaft ärztliche Handeln zuweist. Heilmeyer weist darauf hin, dass ein tätiger Arzt „zwei Seelen in seiner Brust“ hat, eine naturwissenschaftliche Basis, die auf exakten Daten, auf explizitem Wissen basiert und ein Arztum, dessen nicht-expliziter Reichtum des Wissens als „schöpferische Phantasie“ bezeichnet wird.

Paracelsus (1493-1541) - der berühmte Arzt aus Basel, der bahnbrechend wirkte für die Entwicklung einer naturwissenschaftlich fundierten Medizin, betonte dennoch mit Nachdruck das nicht-explizite Wissen als Basis der ärztlichen Kunst, wenn er sagte:

„Der höchste Grund der Arznei ist die Liebe. Die Liebe ist es, die die Kunst lehrt und außerhalb derselbigen wird kein Arzt geboren. Schwätzen, süß reden ist des Maules Amt, Helfen aber, nutzsein ist des Herzens Amt. Im Herzen wächst der Arzt, aus Gott geht er, des natürlichen Lichtes, der Erfahrung ist er. Nirgend ist, wo große Liebe vom Herzen gesucht wird, eine größere als im Arzt.“

Also auch hier: das Arztum verfügt über eine ihr eigene Dimension des nicht-expliziten Wissens, die verankert erscheint in der Persönlichkeit des Arztes und seiner ärztlichen Grundeinstellung. Man darf sich nicht wundern - so Ludwig Heilmeyer -, wenn es nur wenige Ärzte gibt, die „beide Seelen“ in sich selbst zu einer fruchtbaren Synthese führen, nämlich das naturwissenschaftliche Wissen, Können und Denken und „schöpferische Phantasie“, die „ärztliche Intuition“, das „im Herzen gewachsene“ Arztum, in dem die „Demut“ (Nicolaus von Kues) ein Wesenselement ist.

Aus dieser Perspektive ist es sicherlich auch zu verstehen, warum „Medizin“ auch ganz anders praktiziert werden kann, als wir es in Deutschland gewohnt sind, wie z.B. in anderen Kulturkreisen, in anderen Ländern und Regionen dieser Welt (z.B. China, Tibet, Südamerika, Afrika: „traditionelle Medizin“). Von diesen Erfahrungen kann man den „Stellenwert“ des nicht-expliziten Wissens im Arztum ableiten. In unserer Gesellschaft erscheint es aber eine „Unabdingbarkeit“ zu sein, dass die Qualität der Gesundheitsversorgung sowohl das von großen Ärzten aller Zeiten beschworene „Arztum“ in seinen „im Herzen“ verankerten Grundlagen erforderlich macht als auch die naturwissenschaftliche Erkenntnis, die erwächst aus dem „Ringem nach Erkenntnis und Wahrheit“ (Nicolaus von Kues).

Die Frage ist nun, ob diese Überlegungen nach der Frage des Stellenwertes vom nicht-expliziten Wissen oder vom „ärztlichen Erfahrungsschatz“ in der Gesundheitsversorgung noch eine Bedeutung haben. Die Gesundheit mag wie folgt definiert und verstanden werden:

**Gesundheit ist aber kein Zustand, sondern ein Prozess ständiger Anpassung mit dem Ziel eines kompensierten, dynamischen Gleichgewichtes des Individuums in sich selbst und mit seiner Umwelt und zwar in physischer, psychischer und sozialer Dimension. Kranksein ist aus dieser Perspektive das „Leben am Rande der Adaptationsfähigkeit“, also der Belastbarkeit. Sterben ist dann das irreversible Überschreiten dieses Grenzbereiches zum Tode, also das Versagen der Anpassungsmöglichkeiten** (siehe Fliedner TM: „Gesundheit für Alle“ an der Schwelle zum Dritten Jahrtausend, Festvortrag am 24.09.1988 anlässlich der Internationalen Kneipp-Kulturtag in Ottobeuren).

Wenn dem so ist, dann ist es auch heute Aufgabe des Arztes, alle Aspekte der Gesundheit des sich ihm anvertrauenden Patienten zu berücksichtigen. Und das ist nur dem Arzt möglich, der sich seines „Arztums“ als „das Königliche“ bewusst ist, dem die „Naturwissenschaften als Minister dienen“ (wie Sauerbruch es bildhaft beschreibt).

Dieses „Arztum“ setzt eine Grundhaltung voraus, die man nicht erlernen aber ausprägen, einüben und pflegen kann. Es ist die Grundhaltung einer Liebe, einer bedingungslosen Zuwendung zum Menschen im Sinne von Paracelsus (und mit ihm einer unübersehbaren Zahl von Ärzten aller Zeiten) „aus dem Herzen wächst der Arzt“. Genauso, wie man für Musik, für Mathematik, für Dichtung eine genuine Begabung mitbringen muss, die dann weiterentwickelt werden kann bis zu Höchstleistungen, so muss das „Arztum“ diese Grundhaltung der Zuwendungsfähigkeit zum Menschen mitbringen; der Patient muss das Vertrauen gewinnen, dass der Arzt ihn annimmt und dass er sich angenommen fühlen kann.

Dieses Arzt-Patienten-Verhältnis setzt eine nicht-explizite Kommunikation voraus. Kann der Patient davon ausgehen, dass der Arzt ihn sieht als Person mit „ihrer“ Problematik (und nicht mit „einem“ Problem)? Ist er ihm wichtig genug, um ihm zuzuhören, sich mit seiner individuellen Situation so zu befassen, dass die erforderliche Vertrauensbasis für eine konsensfähige Aktionsstrategie entsteht?

Dieses Interaktionspotential ist je nach Kommunikations- und Aktionsphase qualitativ unterschiedlich. Wenn es um die „Diagnostik“ geht, darf es eben nicht nur um ein Organ oder Organsystem gehen, sondern auch um den Einfluss einer Funktionsstörung auf den Organismus insgesamt. Auch die Planung und Durchführung „therapeutischer Maßnahmen“ erfordert eine „ganzheitliche“ Betrachtungsweise, die das individuelle Befinden wie auch das soziale und berufliche Umfeld beachten muss. Es sollte eben nicht „um jeden Preis“ agiert werden, sondern der Patient als Mensch in den Gesundungsprozess einbezogen werden. Das gilt ebenso auch für die Rehabilitation, die im gegenwärtigen Krankenhaus-system - sehr kurze Liegezeiten - in spezielle Reha-Einrichtungen oder in den ambulanten Bereich verlagert ist.

Hinter diesem ärztlichen Handeln steht also das nicht-explizite Wissen, dessen Basis die ärztliche Grundhaltung der unbedingten Zuwendung zum Patienten an sich voraussetzt.

All das ist gemeint, wenn Paracelsus von der „Erfahrenheit“ oder Heilmeyer von der „schöpferischen Phantasie“ oder Sauerbruch von dem „Arztum“ als das Größte an Beziehungen von Mensch zu Mensch spricht.

Wenn aber „Qualitätskontrolle“, „Zertifizierung“, „Überwachung“, „Budgetierung“ die Begriffe einer Gesundheitsökonomie der Gegenwart sind, wenn „das ärztliche Gespräch“ in der Honorierung des Arztes zu kurz kommt, wenn der Arzt womöglich in seinem Studium in diesen Bereichen des nicht-expliziten Wissens nur unzureichend für das „ärztliche Gespräch“ vorbereitet wurde, dann ergibt sich daraus ein Handlungsbedarf für Lehre und Forschung, dem derzeit nur unzureichend Raum gegeben wird. Und vielleicht muss dann auch eine Gesellschaft

umdenken, die noch viel zu oft hofft, alles bis ins kleinste auf der Ebene von Bürokratie, Meßsystemen und Regelwerken behandeln zu können.

Es ist dabei zugegebener Maßen nicht einfach, dieses „Arztum“ als Resultat eines auf die ärztliche Persönlichkeit und ihres Wirkens und Handelns bezogenen nicht-expliziten Wissens zum Gegenstand der Forschung zu machen. Denn wie soll man mit etwas Nicht-Explizitem, also insbesondere nicht sprachlich Kommunizierbarem, unter Menschen umgehen, vor allem, wenn man in einer solchen Gesellschaft letztlich alles justitiabel machen möchte. Sicherlich gehört diese Fragestellung zum Gegenstand der Wissenschaftsforschung. Es wird natürlich zu fragen sein nach den psychologischen, soziologischen, ethischen, religiösen, ethnischen oder genetischen Wurzeln, die „das Arztum“ ausmachen. Es wird auch nicht ausreichen, die Motivationen und Persönlichkeitsdispositionen sowie die institutionellen und individuellen Bedingungen der Kreativität im ärztlichen Handeln zu hinterfragen, also die „schöpferische Phantasie“ (Ludwig Heilmeyer) des Arzttums.

Die Forschung wird zunächst versuchen sich auf indirekte Beschreibungsformen zu konzentrieren, also auf die Randbedingungen der Erfolge und Misserfolge ärztlicher Tätigkeit in Bezug auf den Patienten aber auch in Beziehung zu dem sozialen Umfeld, in dem die Mitarbeiter des Arztes (Arzthelferinnen, Sekretärinnen, Pflegekräfte usw.) ihren spezifischen Platz einnehmen wie aber auch die sozialen Netze des Patienten (Ehe-)Partner, Angehörige, Freunde.

Wenn man die „schöpferische Phantasie“ als Wesenselement des nicht-expliziten Wissens der ärztlichen Praxis untersuchen will oder auch das, was man als „ärztliche Kreativität“ beschreiben könnte, so genügt es aber nicht, die institutionellen oder individuellen Bedingungen einer Analyse zu unterziehen. Es genügt auch nicht, die „Kreativität“ im ärztlichen Handeln aufzufassen als Synonym für „quantitative oder qualitative Produktivität“ und der Frage nachzugehen, welche institutionellen oder administrativen Randbedingungen förderlich sind. Es müsste vielmehr untersucht werden, in welcher Weise sich dieses nicht-explizite Wissensarsenal in der Person des Arztes ausprägt und entwickelt und ob endogene Persönlichkeitsstrukturen erkennbar werden, die von Bedeutung sind und die gefördert oder gebremst werden können.

Erst dann, wenn es gelingt, in der Gesellschaft der Gegenwart sich dem Thema des „Arzttums“ als einer Domäne des nicht-expliziten Wissens mit Methoden der Wissenschaftsforschung zu nähern, wird es möglich sein, diesem Element in Aus-, Fort- und Weiterbildung einen angemessenen Platz und Stellenwert einzuräumen, und diese Aspekte auch schließlich besser zu würdigen in der Art und Weise, in der das Gesundheitswesen orientiert und strukturiert ist.

## **2.5 Nicht-explizites Wissen in der medizinischen Aus-, Fort- und Weiterbildung als Element des „institutional memory“**

In diesem Beitrag wurde im Abschnitt 3 und 4 dargestellt, in welcher Weise das nicht-explizite Wissen hineinreicht in das, was Nicolaus von Kues als „Urquell alles Wahren“ genannt hat, nämlich „mit den Augen des Geistes die Wahrheit sehen“.

Die menschliche Originalität und Kreativität wird verglichen mit einer unerschöpflichen Quelle, die den Fluss speist, der - je nach Art und Struktur - immer größer wird, gegebenenfalls immer reißender und immer mehr geeignet ist als tragfähige Infrastruktur des Transportes von Menschen und Gütern. Dieses im Menschen verankerte nicht-explizite Wissen kann auch betrachtet werden als „Urquell“. Es charakterisiert sowohl in der Forschung als auch in der Praxis die Quelle, aus der

die Ideen unerschöpflich generiert werden, aus der Weisheit entsteht, in der Intuition und Kreativität ihren Ursprung haben.

Kann man diesen Prozess der Generierung von Wissen und - letztlich auch - Weisheit und personellem Charisma verstehen und kann man ihn befördern? Kann man Rahmenbedingungen für seine Pflege und Förderung schaffen?

In der Medizin haben wir es mit einer langen Kette von ärztlichen Persönlichkeiten zu tun, die dieses nicht-explizite Urwissen um das Denken und Erkennen von Generation zu Generation weiter trugen. Das „System Medizin“ verfügt, in seinem eigentlichen Kern, um eine Jahrtausende alte „institutional memory“, die im wesentlichen über eine nie abgebrochene Kette persönlicher Weitergabe am Leben erhalten wurde. Ein wesentlicher Bestandteil dieses Systems kumuliert in dem sogenannten Hipokratischen Eid, der bis heute an (geistiger) Aktualität wenig eingebüßt hat.

Folgende Sätze aus diesem Kodex mögen belegen, wie das nicht-explizite Wissen (im Kodex am besten charakterisiert durch „Kunst“) von dem „Lehrer“ auf den „Schüler“ übergeleitet wird:

„Den, der mich diese Kunst lehrte, gleich zu achten meinen Eltern, insbesondere mit ihm den Lebensunterhalt zu teilen und ihn mitzuversorgen, falls er Not leidet; seine Nachkommen gleich zu achten meinen männlichen Geschwistern, insbesondere, wenn sie es wünschen, sie diese Kunst zu lehren ohne Entgelt und ohne vertragliche Verpflichtung, und so Ratschlag und Vorlesung und all sonstige Belehrung zu erteilen meinen und meines Lehrers Söhnen wie auch den Schülern, die durch den Vertrag gebunden und vereidigt sind nach ärztlichem Brauch, sonst aber niemandem.

Meine Verordnungen werde ich treffen zu Nutz und Frommen der Kranken nach meinem besten Vermögen und Urteil, sie schützen vor allem, was ihnen schaden und Unrecht zufügen könnte .

Was ich auch bei der Behandlung sehe oder höre oder außerhalb der Behandlung im Leben der Menschen soweit man es nicht ausplaudern darf, werde ich darüber schweigen, in der Überzeugung, dass hier Schweigen heilige Pflicht ist.

Wenn ich nun diesen meinen Eidspruch erfülle und nicht verletze, möge mir im Leben und in der Kunst Erfolg beschieden sein, Ruhm und Ansehen bei allen Menschen bis in ewige Zeiten; wenn ich ihn übertrete und meineidig werde, dessen Gegenteil.“

So ist es in all den vielen Generationen von Ärzten gewesen: die Lehrenden vermittelten ihren Schülern sowohl – auf indirektem Wege - das nicht-explizite, als auch – unmittelbar - das explizite Wissen, um sie in die Lage zu versetzen, die „Heilkunst“ oder die „Heilkunde“ zum Nutzen der kranken Menschen auszuüben. Auf diese Weise entstanden „Schulen“, die in allen Epochen in vielen Ländern und Kulturkreisen dokumentiert sind.

So wurde im 14. Jahrhundert die Pariser Universität begründet mit einer medizinischen Fakultät unter dem signum einer „universitas magistrorum et scholarium“, also als einer „Genossenschaft der Lehrenden und Lernenden“. Das explizite Wissen wurde den „Schriften der Alten“ (oft unhinterfragt) entnommen und weitergegeben (es wurde durch Vorlesen in „Vorlesungen“ vermittelt). Aber das explizite Wissen war immer nur ein Teil der Ausbildung. Vielleicht noch wichtiger für das Ausüben der ärztlichen Kunst, das Verhalten im ärztlichen Beruf, das Ethos des ärztlichen Tuns war etwas anderes, sprachlich nicht Fassbares, nämlich ein nicht-expliziter Teil, der durch das Vormachen des akademischen Lehrers, durch seine Funktion als Vorbild, transparent wurde.

Es ist hochinteressant zu vermerken, dass die Weitergabe des (expliziten) Wissens letztlich einem anderen Mechanismus unterlag als die Vermittlung des nicht-expliziten Wissens. Letzteres erscheint bis heute untrennbar verbunden mit unmittelbarer menschlicher Interaktion und Nähe von Lehrenden und Lernenden, bis die Lernenden ihrerseits zu Lehrenden werden. Dies ist die Basis der nie abgebrochenen Wissenstransfer-Kette eine „institutional memory“ des „Systems Medizin“.

In allen historischen Darstellungen der akademischen Lehre wird der „Unterricht in der Kleingruppe“ dargestellt: der akademische Lehrer doziert aufgrund von explizitem Wissen, was in dicken Büchern aufgezeichnet ist. Das praktische Wissen wird „am Krankenbett“ vermittelt und weitergegeben. Als beredtes Beispiel sei die Entstehung der „Poli-Klinik“ erwähnt, wie sie in den medizinischen Fakultäten im 19. Jahrhundert stattfand. Der Medizinprofessor konnte, verankert in dieser Infrastruktur, mit Studierenden seine Patienten in der Stadt (Polis) besuchen und behandeln. Auch in den Studienordnungen der Medizin der Gegenwart wird die Unterweisung der Studierenden in kleinen Gruppen gefordert. Allerdings geht es dabei offiziell immer um die Weitergabe von explizitem Wissen. Viel wichtiger ist aber der dabei, en passant, auch stattfindende Transfer von nicht-explizitem Wissen durch das Vorbild des Lehrenden. Natürlich unterstellt die Approbationsordnung, dass diese Unterweisung zur vornehmsten Aufgabe des Professors selbst gehört und nicht an jene Nachwuchskräfte delegiert wird, die selbst noch ihren Standort im Arztum finden müssen.

Für die Pflege des nicht-expliziten Wissens in der medizinischen Praxis und für seine professionelle Weitergabe von einer Generation zur nächsten (als Element der Pflege des „institutional memory“) sollte auch in der modernen Medizin wieder mehr „Platz“ geschaffen werden.

Dieses erscheint dann möglich, wenn die Vermittlung des expliziten Wissens durch die Verfügbarkeit neuer Kommunikationstechnologien auf eine gänzlich neue Basis gestellt wird (siehe P. Glotz: Expertenkreis „Hochschulentwicklung durch neue Medizin: Die Universität im Jahre 2005“ in *Forschung und Lehre* 8, 1999; G. Krüger: „Informationsgesellschaft der Zukunft“ in *Jahrbücher der Heidelberger Akademie der Wissenschaften*, 1999; P. J. Kühn: *Die Universität an der Schwelle des 21. Jahrhunderts: Welche Konsequenzen haben Globalisierung und Internationalisierung auf das Ausbildungs- und Forschungssystem*. *Jahrbücher der Heidelberger Akademie der Wissenschaften*, 2000).

Wenn man derartige, zukunftsorientierte Vorstellungen auf das Medizinsystem in Forschung und Praxis, auch unter dem Aspekt der Aus-, Fort- und Weiterbildung betrachtet, so ergeben sich für das hier behandelte Thema interessante Schlussfolgerungen.

Bedingt durch neue, weltweite Informations- und Kommunikationstechnologien kann das „explizite Wissen“ (das für den Fortschritt der Medizin unabdingbar ist und immer sein wird) in gänzlich neuen Formen vermittelt werden. Das erfordert und ermöglicht allerdings in den medizinischen Fakultäten auf lokaler, nationaler und internationaler Ebene neue Formen der Zusammenarbeit und Interaktion in der Standardisierung, Qualitätskontrolle und einem kontinuierlichen „up-dating“ des Wissensstandes.

Derartige Entwicklungen schaffen den Raum und bilden eine Herausforderung und Chance, die „Urquelle alles Wahren“ bzw. den Prozess des Sehens „mit dem Auge des Geistes“ und das „Ringeln nach Erkenntnis und Wahrheit“ (Nicolaus von Kues) offenbar zu machen und dem nicht-expliziten Wissen in Lehre, Forschung und Praxis einen neuen Stellenwert zu geben. Die neue Universität gewinnt somit eine zukunftsorientierte Dimension, die auf ihre historischen Wurzeln einer „Universitas magistrorum et scholarium“ (Universität Paris 1215) zurück-

greift und im unmittelbaren Kontakt zwischen einem (erfahrenen) Lehrenden und einem (rezeptiven) Studierenden die Chance des Transfers von nicht-explizitem Wissen, Erkennen und Können bietet.

Es ist nicht verwunderlich, dass es kaum einen national oder international anerkannten Wissenschaftler oder Praktiker in der Medizin gibt, der nicht - in der eigenen Lebensbeschreibung oder Rückblende - auf den entscheidenden Beitrag seiner akademischen oder ärztlich-praktischen Lehrer für seine eigene Entwicklung hinweist. Derartige unmittelbare Beziehungen zwischen akademischen und praktisch-ärztlichen Lehrenden und rezeptiven und hochbegabten Schülern finden sich in zahlreichen Monographien (z.B. René Dumesnil und H. Schadewaldt: Die berühmten Ärzte, Aulis Verlag Deubner & Co., Köln 1965; H. Freud und A. Berg: Geschichte der Mikroskopie: Leben und Werk großer Forscher, Umschen Verlag, Frankfurt a. Main 1964; M. Wintrobe, Hematology, The Blossoming of a Science, Lea und Febiger, Philadelphia, USA, 1985; G. Silló-Seidl: Ärzte ohne Nobelpreis, deren Entdeckungen Millionen Menschen geholfen haben. Ariston Verlag, Genf 1978).

Eine derartige persönliche Interaktion zwischen Lehrenden und Lernenden als „Kern“ des „Wissensreaktors“ der „Universitas magistrorum et scholarium“ und zugleich als wohl wichtigster Transfermechanismus in der Weitergabe nicht-explizitem Wissens setzt, so die These dieses Beitrages, Persönlichkeitsstrukturen und Merkmale voraus, die in der Gegenwart in den medizinischen Fakultäten und den heutigen Funktionsbedingungen dieser Institutionen nicht mehr so gefördert werden wie früher. Es könnte also sein, dass dieser wichtige Teil des medizinischen Wissens in der Summe heute etwas verkümmert, was andererseits dann durch gesteigerten Technik- und Medikamenteneinsatz irgendwie kompensiert wird. R. Dumesnil beschreibt in seinem Werk „Die berühmten Ärzte“ das frühere, heute gefährdete Ideal so: Die Medizin kann niemals nur reine Wissenschaft sein, sie bleibt auch eine Kunst, die von einem wissenschaftlich gebildeten Arzt ausgeübt werden muss, der reflektiert und der nie die Gefahren der missbräuchlichen Verallgemeinerung und des Schematisierens vergisst. Sie benötigt Persönlichkeiten mit klarem Urteil, mit reinem Gewissen und mit einem „mitleidvollen Herzen“.

**Zusammenfassend** sollte darauf hingewiesen werden, dass sowohl in der medizinischen Forschung als auch in der ärztlichen Praxis dem nicht-expliziten Wissen ein bisher nur unzureichend erforschter und genutzter Stellenwert zukommt. Sowohl in der Forschung als auch in der Praxis kann es charakterisiert werden mit Begriffen wie „schöpferische Phantasie“, „Kreativität“, „Instinkt“, „Intuition“, „Vertrauenswürdigkeit“. Es ist untrennbar verbunden mit Persönlichkeitsstrukturen und charismatischen Begabungen (M. Weber: „...der Begnadung bestimmter Persönlichkeiten mit besonderen „außeralltäglichen“ Fähigkeiten ...“). Früher waren die Bedingungen zur Förderung dieser Dimensionen günstiger als in der heutigen Massenuniversität und der massiven Kommerzialisierung und Verrechtlichung allen medizinischen Tuns. Allerdings bietet vielleicht die jetzt am Horizont sichtbar werdende Universitätsentwicklung von einer „Massenuniversität“ zu einer „virtuellen Hochschule“ die einmalige Chance, zum Kern der „Universitas magistrorum et scholarium“ zurückzufinden, um gerade auch in der Medizin die Tradierung von nicht-explizitem Wissen wie auch das praktische Handeln auf der Grundlage des expliziten Verfügungswissens auf eine neue interpersonelle Basis zu stellen.

## 2.6 Das nicht-explizite Wissen als Gegenstand der Erforschung des Wissensmanagement

Es geht in Gegenwart und Zukunft u.a. auch um die Frage, in welcher Weise in unserer „Informationsgesellschaft“ die vorhanden geistigen Potentiale noch besser entwickelt und genutzt werden können, um eine nachhaltige Stabilisierung der Lebensbedingungen nicht nur in Deutschland und Europa, sondern im weltweiten Kontext zu erreichen.

Das „System Medizin“ als Rückgrat von gesellschaftlichen Bemühungen, eine verbesserte Gesundheit und eine bezahlbare Gesundheitsversorgung für alle zu erreichen, könnte an Innovation, Qualität und Nachhaltigkeit gewinnen, wenn die Wiederverwendung von nicht-explizitem Wissen über bessere Randbedingungen vertieft und vermehrt wird. Diese Mobilisation der geistigen und ethischen Kräfte - wie sie Nicolaus von Kues nicht besser beschreiben konnte - erfordert gänzlich neuartige Ansätze der Forschung und Entwicklung.

In der **medizinischen Forschung** muss es um die Mobilisation der Reserven in Bezug auf das nicht-explizite Wissen gehen, das sich - wie wir gezeigt haben - quantitativ und qualitativ entwickeln lässt als Grundlage einer originellen, originären und kreativen „Wertschöpfung“. Es geht darum, auf Basis der Geistesfrüchte der Menschen aller Jahrhunderte „die ganze uns umgebende Natur immer tiefer zu erfassen und zu ergründen“ (Nicolaus von Kues).

Die Erforschung dieses geistigen Potentials, von dem wir unterstellen dürfen, dass es in unserem Land im reichen Maße vorhanden ist (als Schatz, den es zu heben gilt), erfordert u.a. auf der einen Seite das Erfassen und Ergründen jener Gesetzmäßigkeiten, die einen Menschen dazu befähigen, schöpferisch, kreativ und originell tätig zu werden im Sinne des Verstehens der Natur, ihrer Gesetzmäßigkeiten und den Korrektur-Erfordernissen im Fall von Gesundheitsstörungen. Diese Erforschung der Generierung von nicht-explizitem Wissen erscheint auch erforderlich, um jene Persönlichkeiten besser als bisher prädiktiv zu identifizieren, bei denen man „Höchstleistungen“ im Sinne des Ethos eines Nicolaus von Kues erwarten kann, wenn man diese dann in geeigneter Weise unterstützt. In ähnlicher Weise erscheint es sinnvoll, die Voraussetzungen und die geistigen Grundlagen zu erfassen, die eine „Gruppe“ („team“) dazu befähigen als solche tatsächlich außergewöhnliche oder „außerplanmäßige“ Forschungs- und Entwicklungserkenntnisse zu generieren und zwar nicht so sehr im Feld der „expliziten Wissensvermehrung“ sondern im Bereich des nicht-expliziten Wissens, das geistige Kompetenz, Kreativität und Vertrauenswürdigkeit im zwischenmenschlichen (Gruppen-)Verhalten vorauszusetzen scheint. Auch hier wäre die Frage zu klären, welche Maßnahmen eingesetzt werden können, um diesen Entwicklungsprozess in einer Gruppe zu einer kreativen Produktivität zu nutzen.

Auf der anderen Seite erscheint es als sinnvoll, nicht nur die Persönlichkeitsfaktoren für die Generierung nicht-expliziten Wissens zu erforschen, sondern auch die infrastrukturellen Voraussetzungen für ihr Florieren. War der Weg, den die Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft und später die Max-Planck-Gesellschaft einschlug der richtige, nämlich hochrangige und ausgewiesene Persönlichkeiten zu berufen und „um sie herum“ jenes Umfeld an personellen wie materiellen Ressourcen zu schaffen, das diese für erforderlich halten, um in neue Dimensionen des Wissens vorzustoßen (siehe die Berufungen von A. Einstein, Hermann Rein, Richard Kuhn, A. Butenandt)? Können derartige Bedingungen des Auslebens einer „schöpferischen Phantasie“ auch an Universitäten geschaffen werden, etwa im Sinne der Universität **in** der Universität mit einem ungewöhnlichen Freiraum der Möglichkeiten zur Arbeit? Die USA kennen das „Research Cancer Development Award“, mit dessen Hilfe es beispielsweise Dr. E. D. Thomas gelang, die Kno-

chenmarktransplantation zu entwickeln (mit Nobelpreis), und zwar auf der Grundlage eines reich ausgeprägten nicht-expliziten Wissens.

Es muss aber auch gefragt werden nach den infrastrukturellen Voraussetzungen, die erforderlich sind, um eine Gruppe von kompetenten, kreativen und vertrauenswürdigen Personen so zu „moderieren“, dass kreative Arbeit nicht nur im Bereich des expliziten Wissens sondern auch des nicht-expliziten Wissens geleistet werden kann. Hier ist zu denken an Leistungen in der Hochenergie-Physik (CERN; Brookhaven National Laboratory) aber auch in biomedizinischen Gruppen wie Forschergruppen und Sonderforschungsbereichen auf nationaler Ebene, und kooperative Gruppen wie der European Late Effects Project Group oder der European Organization for Research on Cancer auf internationaler Ebene. Gegenstand der Forschung ist nicht so sehr die Entwicklung und die Nutzung von explizitem Wissen („Decimal Point Research“, das vorhandenes Wissen vertieft und erweitert) sondern die Entwicklung von nicht-explizitem Wissen, das die Basis darstellt für „Spearhead-Research“, also Speerspitzenforschung.

In dem „System Medizin“ geht es aber nicht nur um das nicht-explizite Wissen als „Urquell alles Wahren“. Es geht vor allem auch um die Frage, wie das „System Medizin“ trotz aller wissenschaftlich-technischen Errungenschaften „dem Menschen“ - dem Einzelnen wie der Bevölkerung - gerecht wird. Wenn es wahr ist, dass „der Mensch“ im Mittelpunkt der Bemühungen der Medizin steht und nicht die weitere Automatisierung, Technisierung und Gewinnmaximierung, dann geht es um die Frage nach dem „Arztum“. Es geht um die Frage, welche Persönlichkeitsmerkmale, welche Grundeinstellungen einem Arzt im Sinne eines Paracelsus oder im Sinne von führenden Ärzten der Gegenwart (z.B. Sauerbruch oder Heilmeyer) zu eigen sein müssen, um mit einem gerüttelten Maß an nicht-explizitem Wissen und Können seine ärztlichen Aufgaben zu erfüllen. Auch in diesem Bereich sind Forschungsvorhaben dringlich, um die Persönlichkeitsmerkmale für das ärztliche Tun so zu erfassen, dass auf deren Basis auch prädiktive Indikatoren für die Auswahl und Förderung von ärztlichen Persönlichkeiten identifiziert werden können.

Schließlich gilt es, die qualitativen Voraussetzungen zu erforschen, die eine Universität in die Lage versetzen, jene Persönlichkeiten auf Lehrstühle zu berufen, die in Bezug auf ihr nicht-explizites Wissen eine hohe Gewissheit dafür geben, ihren Platz in einer universitas magistrorum et scholarium ausfüllen zu können. Es geht um die Gewinnung von Persönlichkeiten, die in der Lage sind, nicht nur explizites Wissen weiterzugeben und zu nutzen, sondern die über das professorale Charisma verfügen, einige wenige aber exzellente „Schüler“ (scholaren) um sich zu versammeln, die dann in der Lage sind, die „Botschaft“ weiter zu entwickeln und zu tragen, um das „institutional memory“ funktionsfähig zu halten und weiterzuentwickeln.

Es geht um eine „Wissenschaftsforschung“ für das neue Jahrhundert, es geht um die Mobilisation jener geistigen Potentiale in der Domäne des nicht-expliziten Wissens, die allein helfen können bei der Bewältigung der immensen Probleme, die von der Gesellschaft der Zukunft zu bewältigen sind.

**Danksagung:** Meiner Frau, Dr. med. Gisela Fliedner, danke ich für viele konstruktive Gespräche bei der Vorbereitung dieses Manuskriptes.

### **3. Nicht-explizites Wissen in der Computerlinguistik**

**Prof. Dr. Walter von Hahn**

Universität Hamburg  
Fachbereich Informatik  
Arbeitsbereich Natürlichsprachliche Systeme (NATS)  
Vogt-Kölln-Str. 30  
22527 Hamburg  
Tel. 040-428-83-2434  
Fax. 040-428-83-2515  
[vhahn@informatik.uni-hamburg.de](mailto:vhahn@informatik.uni-hamburg.de)

## Zusammenfassung

Die meisten Psycholinguisten sind der Auffassung, dass sprachliches Wissen ausschließlich implizit sei, was sich darin zeige, dass der Spracherwerb nicht über Regellernen abläuft und z.B. Generierung nicht vorhersagbar und nur teilweise rationalisierbar sei. Die Linguistik hat diese Grundeinschätzung in ihren grammatischen und semantischen Disziplinen noch kaum, die Computerlinguistik solche Vorstellungen noch fast gar nicht umgesetzt. Während sich die Linguistik auf alle Sprachvarianten konzentriert, modelliert die Computerlinguistik fast ausschließlich fachsprachliches Verhalten, das seiner Natur nach eher explizit ist als Alltagssprache oder gar literarische Sprache.

Das folgende Papier stellt die Themen in Linguistik und Computerlinguistik vor, auf die der Begriff des nicht-expliziten Wissens am ehesten abgebildet werden kann.

### 3.1 Terminologische und fachliche Abdeckung

Da der Terminus "nicht-explizit" im Sinne der Papiere (Radermacher97a) und (Radermacher97b) in der Computerlinguistik eher selten benutzt wird, bildet der Text ihn ab auf die in der Literatur benutzten Termini "implizit", "unbewusst", "nicht-regelhaft" und "vage". Darin zeigt sich, dass in der Computerlinguistik nur wenige Facetten des Terminus "nicht-explizit" abgedeckt sind. Da die Grenzen zwischen Linguistik und Computerlinguistik häufig fließend sind (z.B. im Falle M. Pinkals), sind auch linguistische Themen aufgenommen worden.

### 3.2 Die wissenschaftliche Rolle des nicht-expliziten Wissens in der Computerlinguistik

Implizitheit ist bis in die Gegenwart ein vernachlässigtes Thema, sowohl in der Linguistik wie noch mehr in der Computerlinguistik. Einer der Gründe dafür ist, dass die Sprachbeschreibung (zu Ebene 4) auch in der Computerlinguistik sich immer noch ganz stark

- a) als regelbasiertes Paradigma versteht, und überwiegend
- b) technische, informationsübermittelnde Interaktion (Fachsprache) modelliert.

Daher erscheinen dann systematisch schwer beschreibbare sprachliche Phänomene, die der Vorstellung einer Datenübertragung ferner liegen, dysfunktional. Ein radikales Beispiel sind die AECMA-Definitionen, die systematisch auch die Semantik einschränken. Auch die Forschung im methodischen Paradigma der neuronalen Netze hat sich vorwiegend mit der Modellierung solcher linguistischer Phänomene befasst, für die auch eine symbolische regelbasierte Lösung existiert oder geschrieben werden könnte (begriffliche Klassifizierung, Assoziationsstärke von Wörtern, Signalerkennung etc.)

Ob wir beim Thema "Nicht-Explizitheit" einen Forschungsansatz der (Computer)Linguistik für relevant halten, hängt auch davon ab, wie tief er bearbeitet wurde. Unterscheiden muss man wohl zwischen

- der Bewusstheit der Problematik (z.B. beim Thema Inhouse-Terminologie),
- der systematischen Sammlung von (Trainings-) Material (z.B. beim Thema Verstehen von Segmentierungsinformation)
- einem formalen Modell (z.B. beim Thema Präsupposition und Allegation)
- einer Implementierung des Verstehensmodells (z.B. beim Thema Pronomen-Auflösung)
- einem aktiven Simulationsmodell (z.B. beim Thema Erzeugen von Ellipsen)

Forschungsgeschichtlich hat sich das Themengebiet in der Linguistik etwa folgendermaßen entwickelt: Bereits im Frühstrukturalismus ist der Gedanke entwickelt worden, dass es sprachliche Systeme gibt, deren Teile sich nicht einzeln verändern, sondern dass eine bewusste Änderung an einer Stelle systemische Veränderungen an ganz anderer Stelle bewirken (Trier, Havránek).

Die Anfänge der breiteren Beschäftigung mit nicht-explizitem Wissen liegen in der Linguistik der Nachkriegszeit, in der Assoziationen und Konnotationen als linguistische Größen am Rande eingeführt wurden. Auch die Nicht-Vorhersagbarkeit sprachgeschichtlicher Veränderungen wurde zu dieser Zeit konstatiert (als "Nebenprodukt" von Formalisierungsunternehmungen). Aus der Logik wurde die frühere Forschung zu Vagheit und Präsupposition in dieser Zeit auch in der Linguistik wahrgenommen und in den frühen 80ern in der Computerlinguistik erstmalig modelliert. In der frühen Computerlinguistik wurden vornehmlich die logischen Aspekte in PLIDIS (IdS, in LISP) und Vagheitsphänomene mit einer Fuzzy-Repräsentation und der Sprache FUZZY, bzw. AIMDS im System HAM-RPM (Hamburg) implementiert.

Die Soziolinguistik der 70er ist vor allem deshalb gescheitert, weil die Parameter für (schichten)spezifisches Sprechen nicht erhoben werden konnten. Das gab Anlass zu einer grundsätzlichen Skepsis gegenüber einer festen Zuordnung von bestimmten linguistischen Indikatoren zu bestimmten sozial-kognitiven Funktionen (z.B. bestimmtes Personalpronomen = restringierter Code bei Bernstein) und von bestimmten sozialen Leistungen zu bestimmten Codes.

Erst Mitte der 90er kam mit lernbasierten Verfahren, abgeleitet aus der Sprachsignalerkennung, eine Methode in die computerlinguistische Diskussion, die gleichviel, ob ein Phänomen symbolisch beschrieben werden konnte oder nicht explizierbar war, mit Lernverfahren ein gegebenes Ein-Ausgabeverhalten auf einer Maschine evozieren konnte. Bereits aus der neuronalen Forschungsrichtung bekannte Verfahren wurden dabei genutzt. In der Tat waren die Erfolge erstaunlich, von der Inhaltsanalyse bis hin zur maschinellen Übersetzung. Neuerdings werden verstärkt hybride Verfahren eingesetzt. Allerdings ist bisher noch kein Verfahren bekannt geworden, das mit einem subsymbolischen Verfahren bei gleicher Tiefe bessere Ergebnisse erzielen konnte (Wermters "scanning understanding" ist ein gutes Beispiel).

Die Linguistik hatte lange Zeit, vor allem vor der Zeit der Kognitionsforschung, eine starke Tendenz, implizites Wissen überhaupt dem Weltwissen zuzuordnen und damit aus der Linguistik auszugrenzen. Das hat nur teilweise den gewünschten Erfolg gehabt, denn z.B. die Steuerung einer linguistischen Generierungskomponente ist ohne massive Berücksichtigung von Weltwissen dann nur sehr partiell modellierbar.

### **3.3 Die klassischen Forschungsthemen (mit Beispielen)**

Themen, die nur in der Linguistik, nicht aber in der Computerlinguistik ausführlicher behandelt werden, sind in diesem Kapitel mit einem \* gekennzeichnet.

#### **3.3.1 Implizitheit**

Pinkal weist schon darauf hin, dass Explizitheit/Implizitheit eine graduelle Eigenschaft ist, d.h. jede Äußerung mehr oder weniger implizit ist. Es bestehen darüber hinaus auch begründete Zweifel daran, ob es überhaupt Äußerungen gibt, die per se exakt sind, wie die "Philosophie der normalen Sprache" deutlich gezeigt hat.

Implizitheit gilt als nicht vollzogene Kontext-Projektion. Als Kontext soll dabei gelten, "was irgendeinen Einfluss auf den möglichen Sinn der Äußerung besitzt: die Kommunikationsteilnehmer in ihren spezifischen Rollen, Sprechzeit und Ort der Äußerung, der sprachliche Vorkontext, die gestische Begleitung der Äußerung, die unmittelbare Umgebung der Kommunikationsteilnehmer, ihre augenblickliche Verfassung, ihre Vorgeschichte, dazu beliebige und beliebig weit entfernte physische, soziale und historische Fakten - kurz gesagt, die ganze Welt relativ zum Äußerungsereignis" (weite Teile des Abschnitts basieren auf Pinkal 1985, 56ff).

Signalebene: Interpretation der Prosodie [*ich habe das nicht gesagt!*], Verstehen von Segmentierungsinformation [*Pausen, Tonhöhe*]

Morphologie: \*Kontext (z.B. firmen-)abhängige Expansion von Abkürzungen [*ASL = Architektur von Speech - und Language Systemen, American Sign Language*] \*Kurztermini [*Klemmenabdeckplatte*→*Klemmenplatte*], Artikelzuordnung, Semantik von Mehrfachzusammensetzungen (*Kinderlandverschickung*), Selektion von Diskriminationsdimensionen bei Zusammensetzungen [*Schweineschnitzel vs. Jägerschnitzel*]

Lexikon: Auflösung von Proformen und ihre Referenzierung [*Das muss von dieser Abteilung jetzt umgesetzt werden, oder: Der Vorstand veräußerte zwei firmeneigene Grundstücke. Davon wurden notwendige Investitionen getätigt*], Bindung von Termini an terminologische Systeme [*"Frosch" in unterschiedlichen Kontexten*], Inhouse-Terminologie [*Lopez-Lösung*], \*gruppenspezifische Sprache [*z. B. bei zielgruppenspezifischer Werbung*], \*kontext (z.B. firmen-)abhängiges Synonymenverstehen [*Speech = Sprache*]

Syntax: Ellipsenverstehen [*Wer von beiden?*], \*Satzwertige Antworten und deren Skopus [*Ja!*], Repairs und false starts [*Also, das ist, wir haben eben kein Geld ...*], Kognitive und instrumentelle Grammatiken

Semantik: Referenzierung [*Dieses unbedeutende Problem*], Präsuppositionen [*Haben Sie aufgehört zu trinken?*], \*Implikaturen und Allegationen [*Er ist an der Kunsthochschule tätig >er ist Künstler*], Inferenzumgebungen [*Alltagswissen vs. Physik*], Naive Physik [*Vakuum entweicht aus der Flasche*], \*Komparativsemantik und andere relative Ausdrücke [*die bessere Lösung, das große Haus*], Prototypenbindung [*Ein protziges Auto*], Präsuppositionen [*Haben Sie aufgehört zu trinken?*], Vererbungshierarchien [*Ein Reh ist lebendig*], terminologische Selbstdeutigkeit [*Sicherheitsvorschriftenformular*], Expansion von Formeln [*1/2*], Interdependente Wortfelder [*gelehrt, gescheit, klug, clever*], Metaphorik

Text und Diskurs: \*Verstehen von Einbettungs- und Deklarationstechniken [*Typologie, Sequenz*], Komplexe Textkohärenz [*daher, im folgenden, dieselbe*], Formularverstehen [*Logik eines Steuerformulars*], \*Transitivität von Text- zu Teiltextmerkmalen [*Korrektheit von Teiltexten*], Identifikation von Diskursgrammatiken [*z.B. RST*], Multiple Übersetzungsäquivalente, Abstracting

Pragmatik: \*Empfängerangaben und damit zusammenhängende Lese- und Verarbeitungsvorschriften [*An alle Mitarbeiter*], Geltungsbereich von Dokumenten [*Nur für den internen Gebrauch!*], \*Indirekte Sprechakte [*Können Sie das bitte noch einmal wiederholen?*], Grice'sche Maximen [*Sei relevant!*], \*Wahl von Stilhöhe oder Vertraulichkeit, Wechsel der semantischen Granularität

Sprechermodelle: \*Kognitive Landkarten, Simulation des Spracherwerbs, Begriffsbildung [*L. Steels Experiment*], \*Freiheit der Wortwahl, Freie Syntaxgenerierung, Turntaking, Grice'sche Maximen.

Nach Fraas 89 begünstigt man durch einen übertriebenen System- und Exaktheitsanspruch (damit auch durch Explizierung) "einseitig eine ganz bestimmte

Lehrmeinung und benachteiligt und unterdrückt sogar alle anderen hiervon abweichenden Denkansätze". Die Forderung nach Explizitheit kann also innovati- onsfreundlich oder indoktrinär sein.

Fazit: Komplexes Sprachverstehen wird nicht durch Erklären, sondern durch impliziten Sprachgebrauch und Weltwissen erlernt, von vielen Sprechern muss es daher auch nicht rationalisiert werden oder kann es gar nicht (Typisches Beispiel: Präsuppositionen). Prinzipiell sind aber viele dieser Phänomene durch Regeln oder Lernverfahren darstellbar. Es kann auch zwischen Sprechern Einvernehmen über die Semantik und Pragmatik impliziter sprachlicher Äußerungen erzielt werden.

### 3.3.2 Unbewusstheit

Prominentestes Beispiel ist wohl die \*Nativitätsannahme Chomskys. Von computer-linguistischer Modellierung ist diese weit entfernt.

Des weiteren: \*Sprecherstandpunkt (z.B. Origo-Implizierung) , \*Komplexe Partnermodelle (oberhalb von belief-Modellen) und alle \*Stilphänomene (oberhalb von Wortwahl und grammatischen Parametern); die aktive Generierung gehört wohl auch in diese Gruppe. Es gibt z.B. keine Vorhersagbarkeit und keine implementierten Modelle von initialen Sprechhandlungen.

Im Unterschied zu implizitem Sprechen kann zwischen Sprechern gewöhnlich kein Einvernehmen über die Semantik und Pragmatik sprachlicher Äußerungen dieser Klasse erzielt werden.

Die \*Sprachgeschichte und der \*Sprachwandel sind außerdem Themen, deren im Prinzip chaotisches Verhalten häufiger festgestellt wurde. Der Begriff der \*Sprachgemeinschaft (oberhalb eines Code-sharing) entzieht sich ebenso der Rationalisierung wie \*Modewörter oder der \*Appeal von künstlichen Firmen- und Produktnamen.

Ein immer wichtiger werdendes Problem der Computerlinguistik ist die Architekturfrage. Dieses Thema hat in der Linguistik so gut wie kein Korrelat, da die Linguistik höchst selten in prozeduralen Modellen denkt.

Es geht um das Systemdesign einer Sprachverarbeitung, die Verstehen auf den unterschiedlichsten Ebenen konstituieren und dann in die anderen Ebenen propagieren kann. Verstehen entweder durch Schlüsselwörter oder durch nonverbale Clues oder durch genaue grammatische Analyse oder durch Situationsparameter werden beim menschlichen Verstehen mühelos vom selben System bewältigt und sozusagen "unterwegs" gegeneinander evaluiert. Die Pragmatik kann per Erwartung top-down das Hörverstehen steuern (oder sich sogar gegen die Höranalyse entscheiden) und die Höranalyse bottom-up für eine kumulierende kompositionelle Sinnkonstitution Werte belegen. Oberflächliches Verstehen ist in derselben Architektur möglich wie detaillierte konzeptuelle Exegese, und alle diese Prozesse menschlichen Verstehens haben any-time-Eigenschaft: Sie liefern (nach einem Offset) zu jedem Abbruchzeitpunkt konsistente Werte. Fast alle formal zufriedenstellenden Modelle der Computerlinguistik haben diese Eigenschaft nicht.

Nur mit solchen Systemen lassen sich aber genau genommen Ellipsen, Abbrüche, Unterbrechungen (Ins-Wort-fallen), False starts und ähnliche Phänomene modellieren. Bei der Maschinellen Übersetzung kristallisiert sich dieses Problem um den Begriff der variablen Analysetiefe.

Befriedigende Modelle für diese dem Sprecher unbewusste Fähigkeiten gibt es bisher in der Computerlinguistik nicht. Klassische Programmiermethoden sind zu

sequentiell, während neuronale Netze die Komplexität des Verstehens auf unterschiedlichen Ebenen (noch) nicht beherrschen können.

\*Erinnern und Vergessen als eine ganze entscheidende sprachökonomische Eigenschaft von Sprechern und Hörern ist bisher psychologisch sehr breit, linguistisch nur oberflächlich und in der Computerlinguistik noch gar nicht bearbeitet worden. Aber gerade bei technischer Kommunikation spielt die Einbeziehung von Vergessen und Erinnern eine zentrale Rolle. Effiziente Partnermodelle natürlicher Sprecher beziehen das mögliche Vergessen mit ein oder bieten Gedächtnisstützen an. Mir bekannte Partnermodelle in der Computerlinguistik sind zwar vom Paradigma der Wissenskopien zugunsten von partiell geteiltem Wissen abgerückt, aber Vergessensprozesse spielen bisher keine Rolle. Dass man vergisst, ist jedem Sprecher absolut klar, was man vergessen hat, naturgemäß nicht. In industriellen Kommunikationsformen (von Gesprächsnotizen bis Marketing und Werbung) wären Vergessens- und Erinnerungsmodelle hochwichtig.

Auch weitere psycholinguistisch bereits beschriebene Phänomene unbewussten Sprachverhaltens sind in der Computerlinguistik schwer modellierbar: z.B. \*Nicht-Rekonstruierbarkeit des Input nach dem Verstehen. \*Nichtsequentialität der Generierung, Koexistenz unterschiedlichen Sprachwissens und -gebrauchs, natürliche Lexikonorganisation, multimodale Repräsentation und Inferenz.

Fazit: Viele sprachlich kommunikative Handlungen funktionieren, ohne dass sie exakt beschreibbar sind und ohne dass sie von den Beteiligten wahrgenommen werden. Am schwierigsten sind die Verstehensmethoden (Architektur, Kontrollfluss, Saliency) zu rationalisieren.

### 3.3.3 Vagheit

Klassische Arbeitsthemen sind:

Illokutive Unbestimmtheit: Hier ist der Sprechakttyp nicht eindeutig festgelegt. [*"Wir werden im nächsten Jahr unsere Einnahmen um 15% steigern!" (Versprechen, Warnung, Vermutung oder Scherz)*]. In der Computerlinguistik verschiedene Systeme zur Dialogaktzuweisung. \*Uninformativität: Die Aussage ist so allgemein, dass sie keine sinnvolle Reaktion erlaubt. [*Bei "Patienten haben Krankheiten" würde man nach einer übertragenen Bedeutung suchen*]. Homonymie: Wörter wie "Schloss" oder "Bank" haben mehrere, nicht als zusammenhängend verstandene Bedeutungen. Implizites Verstehen muss für die Desambiguierung herangezogen werden

\*Polysemie: "Gericht" ist ein polysemer Ausdruck in dem Sinne, dass er den Vorgang "zu Gericht sitzen", aber auch das Gerichtsgebäude, die Institution oder ein Gremium meinen kann. In der Computerlinguistik wird meist über künstliche Selektionsmerkmale desambiguiert.

Syntaktische Ambiguität: "*Verschrauben Sie den Schwenkarm mit der Führung am Gehäuse*" kann entweder bedeuten, dass der Schwenkarm eine Führung hat oder aber das Gehäuse. Das Problem ist in der Literatur bekannt als "PP-attachment". In eher semantische Richtung geht das Beispiel: "Alle Ärzte haben einen Feind". Dort ist der Skopus von "alle" und "ein" unklar (jeweils einen oder alle zusammen einen einzigen).

Referentielle Vieldeutigkeit: Hier sind besonders deiktische Ausdrücke als potentiell missverständlich zu nennen. Außerhalb der originären Situation können indexikalische Ausdrücke wie "ich", "hier", "auf der vorigen Seite" oft nicht eindeutig zugeordnet werden.

Elliptische Vieldeutigkeit: "Die Firma hat geliefert" ist ohne den Kontext einer konkreten Bestellung nicht eindeutig. Mehr noch tritt die Schwierigkeit auf, wenn

elliptische Nachfragen aus dem Kontext gerissen werden: Zum Verständnis von "den auch?" muss außer der Pronomenauflösung die Aktion des Vorgängersatzes verfügbar sein. Eine Ankündigung: "Tropenhölzer demnächst erheblich teurer" lässt offen, ob gegenüber einheimischen Hölzern oder gegenüber dem bisherigen Preis verteuert wird. Diese Mehrdeutigkeit ist typisch für den normalen Gebrauch von Steigerungsformen. Im Zweifelsfalle muss also immer die Bezugsgröße hinzugenommen werden.

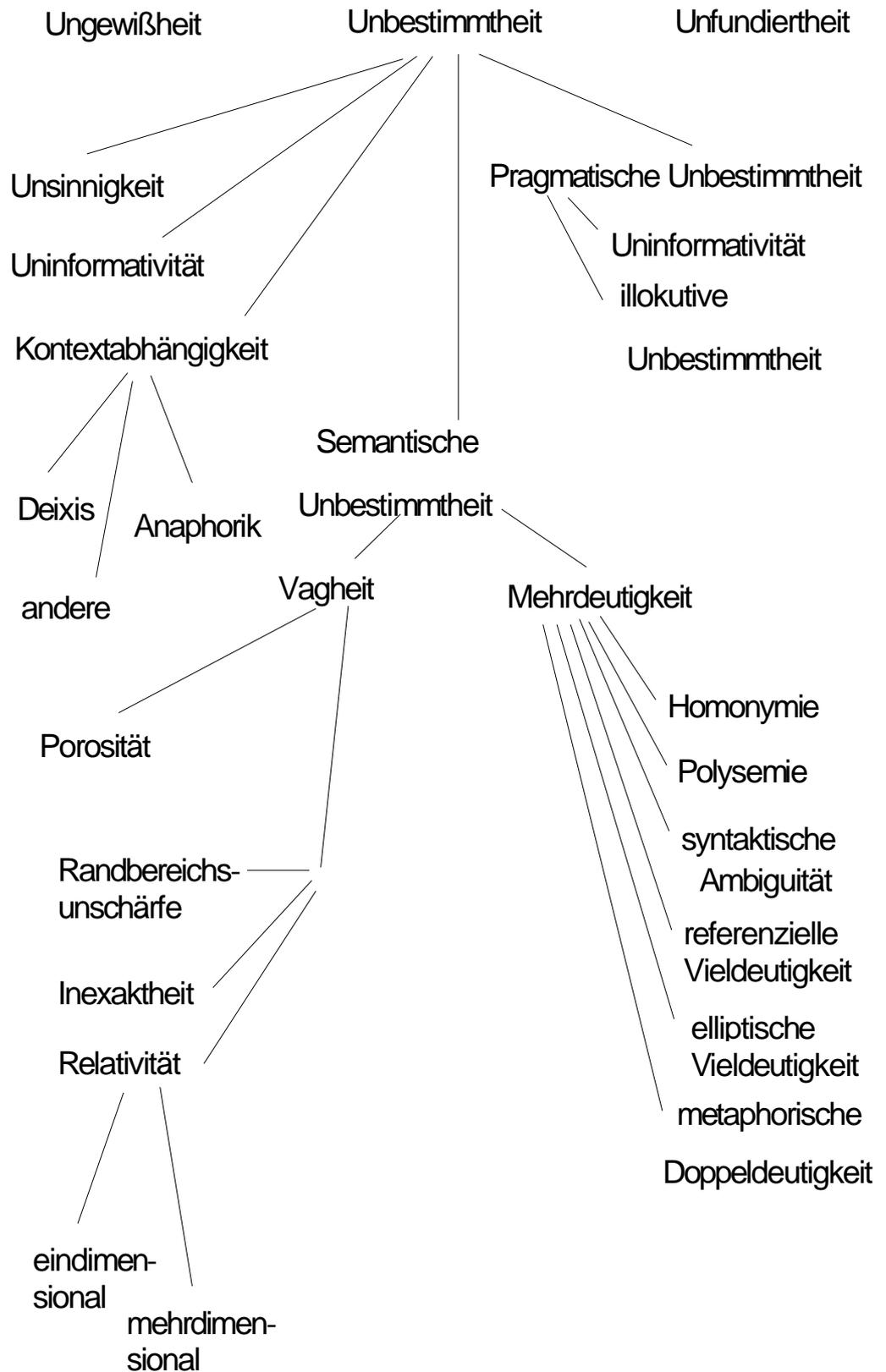
Metaphorische Doppeldeutigkeit: "Blatt" kann in bestimmten Kontexten sowohl für eine Zeitung als auch nur eine Seite davon benutzt werden.

Porosität: *"Ist eine Substanz, die in allen chemischen und physikalischen Eigenschaften mit Gold übereinstimmt, dazu aber eine unbekannte Strahlung emittiert, Gold?"* (Pinkal 1980, 14) In Forschung und Entwicklung kommen solche Fälle häufig vor. Die existierende Begrifflichkeit und damit die Terminologie eines Gebiets wird bei zunehmender Erkenntnis zwangsläufig porös. Der Begriff deckt also nicht mehr alle Erkenntnisse ab. Das macht sich darin bemerkbar, dass wichtige Forschungsfortschritte in der Regel nicht nur zu einer reinen Auffächerung des Gebiets führen, sondern zu einer grundsätzlichen Reorganisation der Terminologie auch auf höheren Ebenen. Mit anderen Worten: Durch Forschung werden Fachbegriffe porös und entsprechend muss die Terminologie auch für die Oberbegriffe rekursiv aufsteigend neu festgelegt werden.

Relativität: "groß" ist für eine Nadel etwas anderes als für ein Sonnensystem. An absoluten Messdaten lässt sich der Ausdruck "groß" sicher nicht vereinheitlichen, sondern eher an Typen oder typischen Handlungssituationen.

Inexaktheit: Adjektive wie "rund" oder "rechteckig" sind nur in Alltagszusammenhängen implizit exakt. Unter dem Mikroskop mag ein runder Gegenstand alles andere als rund sein. Dasselbe gilt für die meisten Zahlenangaben: "Der Sperrbügel ist 1,20 m breit" ist sicher nicht exakt, wenn man zehnstellige Maße angeben muss. Die Aussage: "Die Firma hat uns ein neues Angebot geschrieben" ist nur dann exakt, wenn über dem Schreiben genau steht: Neues Angebot.

Randbereichsunschärfe: "Komplexe Sachverhalte, speziell Prozessabläufe, lassen sich durch einfache Graphen nicht mehr ohne weiteres darstellen, hier bieten z.B. Petri-Netze eine geeignete Methode" Eine solche Aussage ist in Bezug auf *komplexe Sachverhalte, einfache Graphen* und *ohne weiteres* randbereichsunschärf: Was genau noch darunter gefasst werden kann, ist nicht festlegbar.



### **Pinkals Typologie der Vagheit**

Ein Missverständnis ist weit verbreitet: Vagheit behindere die Kommunikation. Das ist nicht einmal als Tendenzaussage zutreffend, denn der Vorteil oder Nachteil von Vagheit bestimmt sich aus den kommunikativen Randbedingungen,

nicht aus den Eigenschaften isolierter linguistischer Einheiten. So besteht oft sogar ein positiver Zusammenhang zwischen Verständlichkeit und Vagheit: In einer Fachdiskussion kann es ausgesprochen nützlich sein, zunächst zur Herstellung eines einheitlichen Kenntnisstandes sehr pauschal zu bleiben und dann erst im weiteren Verlauf der Diskussion zu immer präziseren und weniger vagen Formulierungen überzugehen.

Gerade Arbeitsgespräche in Gruppen verlaufen typischerweise so, dass ausgehend von sehr allgemeinen Aussagen die Redeweise immer enger und durch Vereinbarungen ("Ich nenne das jetzt einmal die Schmidt'sche Lösung 2") immer exakter wird. Dieses trichterartige Vorgehen innerhalb derselben Sprache wird gerade ermöglicht dadurch, dass auch die Fachsprache unscharfe, vage oder unexakte Ausdrücke zulässt und zwischen verschiedenen Exaktheitsebenen virtuos gewechselt werden kann. Man könnte die Vermutung äußern, dass innovatives problemlösendes Sprachverhalten genau mit dieser Fähigkeit flexibler Vagheit verbunden ist. Oft macht auch der Fachmann die Erfahrung, dass, befindet er sich auf einer zu tiefen Ebene der Exaktheit, die Sicht auf Innovationen geradezu verstellt ist.

### 3.4 Methoden der Bearbeitung

#### 3.4.1 Zum Verstehen von Implizitheit

- Vorherige prozedurale Explizierung (z.B. Ausnahmebehandlung für Ellipsen in der Syntax)
- Vorherige deklarative Explizierung (z.B. Semantische Repräsentation zur Transitivität von Begriffshierarchien)
- Neuronale Netze (z.B. unscharfe Klassifizierungsangaben)
- Lernverfahren (z.B. Übersetzungsäquivalente durch Alignment, Bestimmung von Dialogakten durch unüberwachtes Lernen)

#### 3.4.2 Zur Ein- und Abgrenzung

Es gibt in der Computerlinguistik keine klare Ein- oder Abgrenzung des Themengebiete. Allenfalls M. Pinkals Definitionsumgebung von Explizitheit/Implizitheit bzw. Vagheit grenzt diese Begriffe gegen ähnliche ab, wobei das wissenschaftlich solide ist, im Bewusstsein eines Sprechers aber kein Korrelat hat.

Unter **Ausdrücklichkeit** verstehen wir die redundante Nennung des gleichwohl vorhandenen Kontexts, um dessen Bindung gegenüber Missverständnis, Missinterpretation oder Übersehen zu sichern ("Es sei ausdrücklich betont, dass Ausdrücklichkeit nicht synonym mit Explizitheit ist").

Als **Vollständigkeit** bezeichnen wir neben der (syntaktischen oder semantischen) Lückenlosigkeit die angemessene Explizitheit eines Textes. Ein vollständiger Text ist also ein in einer speziellen Kommunikationssituation ausreichend expliziter (oder: nicht zu impliziter) Text.

**Präzise** ist ein Text, wenn er nicht vage ist. Vage kann ein Text dadurch werden, dass er in seinem Wahrheitswert trotz genauer Kenntnis der Umstände nicht festlegbar ist. Das Ideal der Präzision von Fachtexten wird also erreicht durch Entfernung vager Ausdrücke, nicht durch Explizierung (Pinkal 1985, 48). Allerdings ist aus der Definition auch ersichtlich, dass vage Texte oft unvermeidlich sind.

Ein Text **höherer Spezifität** (geringerer Allgemeinheit) entsteht, wenn seine Aussagen an eine niedrigere Klasse von Entitäten gebunden wird, z.B. Hund -> Dackel, Schiff -> Segelschiff -> Segelschulschiff.

Explizit machen kann man vor allem den Kontext einer bivalenten (wahren oder falschen) Aussage. Dennoch kann man auch vage Aussagen explizieren. Man kann z.B. den Charakter der polyvalenten Semantik klären ("Unter dieser Bedingung ist das so, unter einer anderen nicht so, das kommt drauf an, das ist nicht entscheidbar", etc.).

M. Pinkals Definitionsumgebung von Vagheit:

**Unsinnigkeit** im umgangssprachlichen Gebrauch ist eine "unsinnigen Frage", also solche Äußerungen, die Präsuppositionsverletzungen oder Sortenverstöße enthalten.

*["Hat Abteilung 2b aufgehört, für dieses Produkt zu werben?" (aber Abt. 2b ist der Einkauf), "Ist das Lösungsmittel groß oder klein"]*

Derartige Äußerungen oder Fragen sind nicht vernünftig direkt zu beantworten. Man würde in beiden Fällen, in der Annahme, dass eine kommunikativ wirksame Äußerung beabsichtigt ist, mit einer Rückfrage oder Richtigstellung reagieren.

**Ungewissheit**, z.B. Aussagen, die erst in der Zukunft liegen ("*Unsere Firma erzielt im nächsten Jahr 5% mehr Umsatz*") oder aus Gründen ungeklärter oder nicht klärbarer Fakten.

**Allgemeinheit**. Spezifischer im Gegensatz zu präziser ist ein Ausdruck, in dem niedrigere Klassen verwendet werden: Hund - Dackel, Schiff - Segelschiff. Dasselbe gilt von dem Gegensatzpaar "vage/allgemein". Vage ist: nicht präzise und allgemein ist: nicht spezifisch.

Fazit: Als Bearbeitungsmethoden werden prozedurale oder deklarative Explizierung, neuronale Netzmodelle oder Lernverfahren angewendet. Es gibt in der Computerlinguistik keine klare Ein- oder Abgrenzung des Themengebiets. Die nach Pinkal außerhalb liegenden Randbegriffe liegen sicher auch außerhalb des Skopus von "Nicht-explizitem Wissen".

### 3.4.3 Zur Klassifikation

Verschiedene Arten der Nicht-Explizitheit kann man nach folgender Ad-hoc-Schematik unterscheiden. Eine wissenschaftlich begründete oder breiter diskutierte Typologie liegt nicht vor:

#### 1. Unabhängiges implizites Wissen

- |   |   |
|---|---|
| a) (noch) nicht explizites regelhaftes Wissen | Methode: Explizierung   |
| b) (noch) nicht entdecktes Wissen             | Methode: Data Mining  |
| c) strukturell nicht explizierbares Wissen    | Methode: Neue Repräsentationen,<br>Lernverfahren, Neuronale Netze |
| d) Wissen der Ebenen 1 und 2                  | Methode: Explizierung durch Hebung                                |

#### 2. Mitgewusstes Wissen

- |                  |   |
|------------------|---|
| a) Assoziationen | Methode: Neue Repräsentationen<br>Neuronale Netze |
|------------------|---|

b) Konnotationen	Methode: ??
c) Präsuppositionen	Methode: Neue Repräsentationen
d) Implikaturen	Methode: ??
e) Allegationen	Methode: Neue Repräsentationen
f) Beziehungswissen	Methode: Meta-Wissensbasis
3. Strukturell nicht regelhaftes Wissen	
a) nicht wahrheitswertfähig	Methode: Neuronale Netze
b) chaotische Prinzipien	Methode: Neuronale Netze
c) überlappendes/widersprüchliches Wissen	Methode: Neue Repräsentationen (Kontexte, constraints)
4. (Überwiegend) Unbewusstes Wissen	
a) sprach- evolutionäres Wissen	Methode: Wissenschaft, Statistik, Theoriebildung
b) Kontrollstruktur verstehender Systeme	Methode: ??
c) Kommunikationsverhalten	Methode: Lernverfahren
d) Multiple Repräsentation	Methode: Medienunabhängige Repräsentation

Fazit: Eine anerkannte Typologie gibt es nicht. Der hier vorgestellte ad-hoc-Versuch orientiert sich an Radermachers Ebenenmodell ebenso wie an der Dimension abhängig/unabhängig.

### 3.5 National und international führende Wissenschaftler des Gebiets

Es gibt keine Forscher oder Forschungseinrichtungen, die sich ausdrücklich diesem Thema gewidmet haben. Einige wichtige Forschungen in der Vagheitsfrage wurden in der Vergangenheit in Deutschland von Manfred Pinkal, Saarbrücken ausgeführt. Rieger, Aachen hat früh einige eher formale Beiträge zur Vagheit in Informatiknähe geliefert. Die Vagheitsproblematik wird heute eher als ein Repräsentationsproblem, denn als kognitives Prinzip gesehen. Nicht-explizites Wissen wird in der Kognitionswissenschaft vorwiegend im Bereich räumliche Orientierung angesiedelt, dort spielt aber die (computer-) linguistische Frage der Erzeugung sprachlicher Performanz eine untergeordnete Rolle. NN-Methoden und hybride Lösungen werden etwa von Stefan Wermter (jetzt Univ. of Sunderland) angewendet und ausführlich beschrieben.

Fazit: Nicht-Explizites Wissen wird nicht als einheitliches computerlinguistisches Forschungsfeld angesehen und daher auch nicht schwerpunktmäßig an bestimmten Institutionen bearbeitet.

Architekturfragen sind im BMBF-Projekt ASL intensiv exploriert worden. Computerlinguistische Modelle sind dabei von G. Görz, W. v.Hahn und W. Menzel in größerer Breite bearbeitet worden.

### 3.6 Computerlinguistische Forschungsprojekte über implizites Wissen

Es gibt meines Wissens zur Zeit kein Projekt, das sich genau diesem Thema widmet. Einige der oben genannten Themen werden erforscht im Zusammenhang von sprachlichen Agenten (SFB Bielefeld). Vor allem multimodale Integration, multiple Repräsentation und der Komplex "Sprache und Handlung" werden dort intensiv erforscht. Verschiedene Saarbrücker Projekte (Wahlster) haben sich erfolgreich mit der Frage multimodalen Wissens beschäftigt. Das BMBF-Projekt ASL hatte die Fragen nichtsequentieller Sprachverstehenssysteme thematisiert.

Fazit: Es gibt meines Wissens kein Projekt, das sich genau den computerlinguistischen Aspekten des Themas "Nicht-Explizites Wissen" widmet.

### 3.7 Forschungsbedarf

Die oben genannten offenen Fragen stellen eine kaum zu übersehende Forschungsarbeit in Linguistik und Computerlinguistik dar. Der Forschungsbedarf der Computerlinguistik ist besonders hoch, weil sich neben den Fragen expliziter Modellierung (oder sonstiger Beherrschung nicht-expliziter Phänomene) noch die Frage stellt, wie Mensch und Maschine in Zukunft in den Bereichen nicht-expliziten Wissens zusammenarbeiten sollen, eine Frage, die in absehbarer Zeit beantwortet werden muss.

In zahlreichen Gebieten der Sprachverarbeitung sind viele der oben genannten offenen Fragen eine eklatante Technologiehürde, von der man zur Zeit nicht weiß, wie und wann man sie wird überspringen können. Auf dem Technologie-sektor sind beispielhaft zu nennen:

- Qualitätsmessung maschineller Übersetzung und maschinellen Dolmetschens,
- Multimodale Repräsentation und Transformation von modalem Wissen,
- Architekturen sprachverstehender Systeme,
- Speziell: Speech-Language-Integration,
- Variable Analysetiefe von Sprachverarbeitungsprozessen,
- Vergessens- und Erinnerungsmodelle (von Gesprächsnotizen bis zur Werbung)
- Dynamisch wachsende sprachverarbeitende Systeme (von Terminologiebank bis Abstracting)
- Integration von expliziten sprachverstehenden Systemen in die implizite menschliche Kommunikationsumgebung,
- Systematisch multiple Repräsentation aspektgebundenen Wissens in Firmen,
- Integration von expliziter Terminologieschöpfung in die implizite dynamische Arbeitsumgebung;

und mehr theoretisch:

- Was ist nicht-explizites linguistisches Wissen?
- Was ist Ganzheitlichkeit des Sprachverstehens?
- Sprachliches Erinnern und Vergessen,
- Was löst sprachliche Aktivität aus (selbständige sprachliche Agenten)?
- Spontanes Metapherngenerieren (z.B. Räumliche, Szenario- und Personmetaphern).

Fazit: Der angesprochene Forschungsbereich "Nicht-explizites Wissen" wird gerade erst in seinen Teilen und seiner Bedeutung sichtbar. Viele Themen sind theoretisch abzuklären und gleichzeitig sind eine Reihe dringender Technologiehürden zu beseitigen.

### **3.8 Forschungsperspektiven**

In Forschungsgruppen zusammen mit Psycholinguisten, Betriebspsychologen, Sprachtechnologern und Informatikern muss das Thema "Nicht-explizites Wissen" in der Computerlinguistik erforscht und technologisch umgesetzt werden.

Es ist das in der Wissenschaftsentwicklung jetzt anstehende Thema nach einer neunzigjährigen Ära des expliziten Paradigmas aus dem Strukturalismus. In den heute zwischen Informatik, Linguistik, Psychologie, Philosophie und Betriebswirtschaft neu entstehenden Forschungsgebieten spielt das nicht-explizite Wissen eine herausragende Rolle. Gerade moderne betriebswirtschaftliche Themen wie "die Börsendynamik", "Kommunikative Eigenschaften von Führungspersönlichkeiten", "Trendorientierung" "Corporate Identity" oder "Erkennungswert von Werbung", um nur wenige zu nennen, weisen auf die eminente Bedeutung nicht-expliziten Wissens hin.

Alle oben aufgeführten Forschungsprojekte in diesem Themenfeld haben die interessante Eigenschaft, dass sie computerlinguistische FuE , wie auch kognitionswissenschaftliche Theorie und technologische Anwendung in organischer Weise verbinden (müssen).

Auch von den informatischen Paradigmen her ist die Entwicklung von den symbolischen, rein regelbasierten Verfahren hin zu hybriden Systemen unter Einschluss neuronaler Netze oder von Lernverfahren ein Hinweis darauf, dass eine Integration der unterschiedlichen Methoden der Wissensverarbeitung in bearbeitbare Nähe gerückt ist.

Fazit: Wir befinden uns am Ende einer Ära der Erforschung von vorwiegend positivem, explizitem, bewusstem und persistentem Datenwissen. Die nächste Runde muss das nicht-explizite Wissen bearbeiten und dazu ein neues Paradigma entwickeln, das nicht nur der Explizierung solchen Wissens (und damit wieder der Anwendung des alten Paradigmas) dient: Neue Methoden der Beschreibung und Handhabung müssen entwickelt werden, die heute erst in Konturen erkennbar sind. Forschungsprogramme in diesem Themengebiet sind für den Fortschritt in der Theorie wie in der Technologie gleich entscheidend. Sie würden eigentlich erst den lange schon angekündigten Schritt von der Datenverarbeitung (der Verarbeitung expliziten Wissens) zur Wissensverarbeitung (der Einbeziehung nicht-expliziten Wissens) vollziehen.

## Literatur

- AECMA/AIA 1989 = Association Européenne des Constructeurs de Matériel Aérospatial and Aerospace Industries Association: Simplified English. A Guide for the Preparation of Aircraft Maintenance Documentation in the international Aérospatial Maintenance Language, Chance 5. Paris 1989.
- Ballmer/Pinkal 1983 = Thomas T. Ballmer und Manfred Pinkal: Approaching Vagueness. Amsterdam/New York/Oxford 1983. (North Holland Linguistik Series 50).
- Berman/Hestvik 1992 = Steve Berman, Arild Hestvik: Proceedings of the Stuttgart Ellipses Workshop 1992. Stuttgart 1992. (Sprachtheoretische Grundlagen für die Computerlinguistik. Papiere des SFB 340, Bericht 29).
- Biere 1989 = Bernd Ulrich Biere: Verständlich-Machen. Hermeneutische Tradition - Historische Praxis - Sprachtheoretische Begründung. Tübingen 1989.
- Fraas 1989 = Claudia Fraas: Terminologiebetrachtung - Sache der Fachleute oder der Linguisten? In: Fachsprachen 11. 1989. 106-113.
- Görz 1996 = Günther Görz., Kessler, M., Spilker, J., Weber, H.: Research on Architectures for Integrated Speech/Language Systems in Verbmobil. Proceedings of CO-LING-96, August 1996, Copenhagen [ps.gz].
- Grice 1975 = H.P. Grice: Logic and Conversation. In: P. Cole, J.J. Morgan (Hrsg.): Syntax and Semantics 3.41-58. New York 1975.
- v.Hahn 1992 = Walther v.Hahn: Von der Verknüpfung zur Integration: Kontrollstrategie oder kognitive Architektur. Görz, Günther (Hrsg.), Proceedings of KONVENS92. Berlin 1992. S. 1 - 10.
- v.Hahn 1995 = Walther v.Hahn und Claudius Pyka: System Architectures for Speech Understanding and Language Processing. In: G. Heyer und H. Haugeneder: Language Engineering. Wiesbaden 1995. S. 139 - 157.
- v.Hahn 1998a = Walther v.Hahn, Das Postulat der Explizitheit für den Fachsprachengebrauch. In: H.E. Wiegand, L. Hoffmann (Hrsg.), HSK Fachsprachen. Berlin 1998. S.
- v.Hahn 1998a = Walther v.Hahn, Vagheit bei der Verwendung von Fachsprachen In: H.E. Wiegand, L. Hoffmann (Hrsg.), HSK Fachsprachen. Berlin 1998. S.
- Hörmann 1970 = Hans Hörmann, Psychologie der Sprache. Berlin 1970  
Korn 1982 = Monika Korn: Untersuchungen zur graphischen Darstellung wissenschaftlicher Theorie. Dargestellt am Beispiel von Kommunikationsmodellen. Hamburg 1982. Manuskript.
- Menzel 1998 = Wolfgang Menzel, Ingo Schröder (1998) Model-based Diagnosis under Structural Uncertainty. Proc. 13th European Conference on Artificial Intelligence, ECAI'98, Brighton UK, p. 284-288.
- Neubert 1986 = Albrecht Neubert: Translatorische Relativität. In: Snell-Hornby 86. 85-105.
- Möller 1999 = Jens-Uwe Möller, DIA\_MOLE: Modellierung gesprochen-sprachlicher Dialoge unter Zuhilfenahme eines maschinellen Lernverfahrens. St. Augustin 1999.
- Pinkal 1980 = Manfred Pinkal: Semantische Vagheit: Phänomene und Theorien. In: Linguistische Berichte 70. 1980. 1-26. und 72. 1981. 1-26.
- Pinkal 1985a = Manfred Pinkal: Logik und Lexikon - Die Semantik des Unbestimmten. Berlin, New York 1985.
- Pinkal 1985b = Manfred Pinkal: Kontextabhängigkeit, Vagheit, Mehrdeutigkeit. In: Christoph Schwarze und Dieter Wunderlich (Hrsg.): Handbuch der Lexikologie. 27-63. Königstein/Ts. 1985.
- Pinkal 1989 = Manfred Pinkal: Imprecise Concepts And Quantification. Hamburg 1989.

- Pinkal 1991 = Manfred Pinkal: Vagheit und Ambiguität. In: Arnim von Stechow/Dieter Wunderlich: Semantik. Handbuch der Sprach- und Kommunikationswissenschaft, Band 6. S.250-269. Berlin, New York 1991.
- Radermacher 1997a = Franz Joseph Radermacher: Intelligenz - Kognition - Bewusstsein: Systemtheoretische Überlegungen. Technische Möglichkeiten, philosophische Fragen. In; Stadelhofer, C. (Hrsg.), Interdisziplinäre Beiträge zur Kommunikation und zum Mensch-Technik-Verhältnis. S. 146 – 193.
- Radermacher 1997b = Franz Joseph Radermacher: Komplexe Systeme und lernende Unternehmen. Manuskript 1997.
- Rieger 1989 = Burkhard B., Unschärfe Semantik: Die empirische Analyse, quantitative Beschreibung, formal Repräsentation und prozedurale Modellierung vager Wortbedeutungen in Texten Frankfurt a.M. 1989.
- Roelcke 1991 = Thorsten Roelcke: Das Eineindeutigkeitspostulat der lexikalischen Fachsprachensemantik In: Germanistische Linguistik 19. 1991.194-208.
- Růž iř ka 1975 = Rudolf Růž iř ka: Sprachwissenschaft und Wissenschaftssprache.. In: Albrecht Neubert/Rudolf Růž iř ka (Hrsg.): Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften der DDR.18-30. Berlin 1975.
- Schmitt 1986 = Peter A. Schmitt: Die "Eindeutigkeit" von Fachtexten: Bemerkungen zu einer Fiktion. In: Snell-Hornby 86. 252-282.
- Schröder 1988 = Hartmut Schröder: Fachtext und interkulturelle Autor-Leser-Kommunikation: Überlegungen zum Übersetzen wissenschaftlicher Fachtexte aus dem Bereich der Gesellschaftswissenschaften, In: C. Laurén/M. Nordman(Hrg.): From Office to School: Special Language and Internationalisation. 21-38. Clevedon, Philadelphia 1988.
- Snell-Hornby 1986 = Mary Snell-Hornby (Hrsg.): Übersetzungswissenschaft - eine Neuorientierung: Zur Integrierung von Theorie und Praxis. Tübingen 1986 (UTB 1415).
- Wermter1996 = Stefan Wermter, E. Riloff, G. Scheler (Ed). Connectionist, Statistical and Symbolic Approaches to Learning for Natural Language Processing Springer Verlag, Berlin, 1996.
- Wichter 1988 = Sigurd Wichter: Signifikantgleiche Zeichen. Untersuchungen zu den Problembereichen Polysemie, Homonymie und Vagheit auf der Basis eines kommunikativen Zeichenbegriffs am Beispiel deutscher Substantive, Adjektive und Verben. Tübingen 1988.
- Wolski 1980 = Werner Wolski: Schlechtbestimmtheit und Vagheit - Tendenzen und Perspektiven: Methodologische Untersuchungen zur Semantik. Tübingen 1980.



## **4. Philosophie/Erkenntnisse**

**Prof. Dr. Christoph Hubig**

Universität Stuttgart  
Institut für Philosophie  
Abt. Wissenschaftstheorie und Technikphilosophie  
Seidenstr. 36  
70174 Stuttgart  
Tel. 0711-121-2491  
Fax 0711-121-2492  
wttp@gmx.de

## 4.1 Bereiche nicht-expliziten Wissens – ihre Thematisierung in der Philosophie

Die Philosophie tut sich schwer mit einem Konzept „nicht-expliziten Wissens“. Denn üblicherweise versteht man unter „Wissen“ in der Philosophie (1) identifizierte, (2) klassifizierte und (3) als gültig anerkannte Information. Sind diese Kriterien nicht erfüllt, spricht man von (z.B. ästhetischer) *Anmutung* bzw. nicht-begrifflicher Erfahrung ((1) und (2) fehlen), oder von bloßer *Kennzeichnung* ((2) fehlt) oder von bloßer *Meinung* oder Vermutung ((3) fehlt). Gleichwohl gibt es Bereiche, mit denen wir umzugehen genötigt sind, ohne dass sich diese harten Kriterien durchhalten lassen. Die allgemeine Problemlösungsstrategie, welche hier zum Zuge kommt, konzentriert sich dann auf eine Analyse des *Umgangs*, verlagert also die Problemstellung von Fragen der Repräsentation (theoretisch) auf Fragen der (Selbst-) Steuerung (praktisch).

Die Bereiche eines notwendigen Umgangs mit nicht-expliziten Wissen lassen sich folgendermaßen gliedern:

1. Umgang mit de facto nicht-explizitem Wissen, welches sich ex post (durch Reflexion) explizieren lässt. Es handelt sich also um *relativ* nicht-explizites Wissen. Es ist dies ein Wissen, welches implizit vorausgesetzt wird, wenn wir Wissen *generieren*. Insofern hat es den Charakter eines *abduktiven* Wissens (Abduktion ist der „Schluss“ von einem Befund auf seine Bedingungen unter der implizit als gültig unterstellten Regel des Zusammenhangs zwischen Befund und Bedingung. Abduktionen können auf verschiedenen Stufen stattfinden, objektstufig, wenn die Regel den als real unterstellten Bedingungs-zusammenhang ausmacht, höherstufig, wenn Regeln des Erklärens oder der Forschungsstrategien implizit als gültig unterstellt werden). Dieses implizite Wissen, welches die Wissensgenese (und somit die kognitiven Prämissen beim Agieren von Individuen oder Korporationen) leitet, spielt auf zwei Ebenen eine Rolle:
  - 1.1. Wir gehen von der Gültigkeit von Regeln bei denjenigen Selektions- und Auszeichnungsprozessen aus, welche das Zustandekommen von Wissen expliziter Art bedingen. Diesen Regeln versuchen wir auf die Spur zu kommen, wenn wir diese Prozesse selbst artifizial gestalten, in technischen Systemen der Sensorik, des Messens, des Datentransfers, der Datenverarbeitung, der Informationsverarbeitung, der Interpretation von Informationen und der Selbstvergewisserung über funktionale Erfordernisse bei diesen Selektions- und Auszeichnungsprozessen.
  - 1.2. Wir unterstellen die Gültigkeit von Gesetzmäßigkeiten bei der Modellierung eines Konzepts von „Wissen“ *überhaupt*. Solche höherstufigen Unterstellungen, die ihrerseits nicht Gegenstand des objektstufigen Wissens sein können, weil sie dieses allererst definieren, orientieren sich an Gesamtvorstellungen von der „Welt“ (z.B. als evolutionäres Geschehen).

Dass die Unterstellungen in 1.1. und 1.2. durchaus gut begründet werden können, verdeutlicht, dass ihre Impliztheit (oder Nicht-Expliztheit) nur eine relative ist und als solche nur im Status ihrer Begründungsleistung bei der Genese objektstufigen Wissens bzw. einer Modellierung der Genese eines Konzepts von Wissen hat und in ihrer eigenen Gültigkeit ad infinitum hinterfragbar ist. Das ist das allgemeine Problem einer Selbstbegründung von Wissenschaft (1.1.) und Erkenntnistheorie (1.2.), sofern nicht die anfangs erwähnte Problemverschiebung in den Bereich des Praktischen stattfindet (Pragmatismus, Konstruktivismus etc.).

2. Neben diesem Bereich relativ nicht-expliziten Wissens bestehen zwei Problemfelder eines „Als-ob-Wissens“, welches sich aus systematischen Gründen

einer Repräsentierbarkeit entzieht, also absolut oder a limine nicht explizierbar ist.

2.1. Der Bereich der *Dispositionen*: Unter Dispositionen im Gegensatz zu „manifesten“ Eigenschaften versteht man real-mögliche Eigenschaften als Fähigkeiten, Potentiale etc., welche (nur) unter bestimmten Bedingungen wirksam werden. In der Umgangssprache werden sie signalisiert durch Wörter mit Endungen wie –lich, -bar, -ig, -ich und –sam. Sie dokumentieren unsere Realitätserwartungen *einschließlich* der Unterstellungen von Realitäten, die nicht manifest wurden, weil die nötigen Ausgangsbedingungen ihrer Verwirklichung nicht vorlagen (kontrafaktische Aussagen). Für die *Naturwissenschaften* und Technologien ist die Sachlage zentral: Indem die neuzeitliche Naturwissenschaft ihre Spezifik darin hat, die Erschließung von *Phänomenen* (vgl. Goethes Farbenlehre, Naturmedizin) durch die Erfassung und Überprüfung von *Effekten* zu ersetzen, behandelt sie ausschließlich dispositionelle Eigenschaften, die unter bestimmten Umständen, insbesondere solchen experimenteller Art, in Erscheinung treten. So sind praktisch alle Materialkonstanten Dispositionen: Schmelz- und Siedepunkte, Wärme- und elektrisches Leitvermögen, Elastizitätsmodul, Absorptionsvermögen etc. Dieser „operationalistische“ Ansatz im weitesten Sinne begründet zum einen die Inanspruchnahme einer spezifisch begrenzten Sicherheit für naturwissenschaftliches Erkennen, zum anderen – gegen den Strich gelesen – die Kritik am Erkenntnisideal der Naturwissenschaften, die die „eigentliche“ „erste“ Natur verfehlten. Wenn hingegen die Operationalisierungsbedingungen nicht gewiss sind, bergen Dispositionsbegriffe eine Unsicherheit, die für die Technologie-Diskussion charakteristisch ist: Fehlerfreundlichkeit und Risiko, Nachhaltigkeit, Mobilität, Sicherheit der Endlagerung, Wirtschaftlichkeit, Zukunftsfähigkeit etc. markieren Schauplätze kontroverser Diskussionen, die ihre Wurzel im dispositionellen Charakter der Eigenschaften haben, deren Ungewissheit sich in die Unsicherheit der eigentlichen Bewertung fortschreibt.

Die Problematik erscheint darüber hinaus im Bereich des Humanen in höherem Maße komplex, als dort die Unabhängigkeit von Dispositionen/Potentialen von den Ausgangsbedingungen ihrer Verwirklichung nicht gegeben ist. Während das Kristallgitter von Zucker oder Salz unabhängig modellierbar ist von den Ausgangsbedingungen einer Auflösung in Wasser (Aggregatzustand, Druck, Temperatur etc.), können wir zunächst eine „Wechselwirkung“ zwischen Dispositionen und ihren Verwirklichungsbedingungen im Humanbereich beobachten, so etwa zwischen der Entwicklung körperlicher Leistungsfähigkeit und den Ernährungs- und Trainingsbedingungen. Dies gilt für die *Kompetenzen* von Individuen und Korporationen insgesamt. Ferner – und hier wird die Fragestellung virulent auch für das angestrebte Projekt – werden solche dispositionalen Entwicklungen zunehmend präzise modelliert für den Bereich der natürlichen Organismen überhaupt und partiell für physikalische Prozesse in der anorganischen Natur. Das Wissen von Möglichkeiten überhaupt ist dabei nur über komplexe Prozesse modellierbar, die im weitesten Sinne mit räumlichen Metaphern arbeiten (Möglichkeitsraum, Grenze, Verteilung etc.). Zu den Bearbeitungsstrategien s. u.

2.2. Der Bereich eines Umgangs mit *Nichtwissen*: Nichtwissen ist definitionsgemäß nicht repräsentierbar, allenfalls ex negativo im Zuge eines „Grenzgangs von Innen“ (Ludwig Wittgenstein), also einer Grenzbeschreibung ausgehend von dem „Wissen“. Nichtwissen ist die radikalste Form des nicht Explizierten. Aus höherstufiger Perspektive lässt sich Nichtwissen in unterschiedlicher Weise modellieren, also ein Wissen vom Nichtwissen beschreiben. Semantisch lässt sich Nichtwissen modellieren als unvollständige Erschlossenheit eines begrenzten Definitionsbereichs oder als Unkenntnis der Grenzen eines

beanspruchten Definitionsbereiches (extensional) oder als Identifizierungs- und Klassifikationsunsicherheit (intensional). Syntaktisch lässt sich Nichtwissen modellieren über die Unvollständigkeit von Regeln, unvermeidbare Antinomien etc. Pragmatisch lässt sich Nichtwissen begründen im Blick auf eine fragile Anerkennungsbasis, widersprüchliche oder verweigernde Anerkennungsakte. Der Umgang mit Nichtwissen stellt sich als Aufgabe im Theoretischen für die Heuristik und im Praktischen für den Umgang mit Unsicherheit.

Die philosophische Hypothek im Blick auf den zweiten Aspekt des Generalthemas, nämlich „...von der Natur lernen“ stellt sich entsprechend den Punkten 1. und 2. folgendermaßen dar:

- (aus 1.1.):  
Inwiefern setzen wir bei der naturwissenschaftlich geleiteten Erfassung von „Gesetzmäßigkeiten“ implizites Regelwissen über die Gültigkeit der in Anschlag gebrachten Verfahren voraus? Ist unser „Lernen“ von der Natur nicht bereits epistemisch imprägniert?
- (aus 1.2.):  
Mit welchem Recht unterstellen wir Naturkonzepte und Naturbilder, etwa „Natur als Organismus“ (Kant: Die Natur tut nichts umsonst – eine Als-ob-Natur-Unterstellung, die konstitutiv ist für die Fehlerrechnung sowie die Funktionsapproximation) oder „Natur als evolutives System“ (angesichts konkurrierender Modelle natürlicher Evolution und Selbstorganisation) als gültig? Radikaler formuliert: Sollen wir von unseren – durchaus gut begründeten – eigenen Unterstellungen lernen? Dann lernen wir nicht mehr von einer (ersten) Natur.  
Oder lernen wir bloß ex negativo „aus Fehlern“ (Natur als das Andere der Vernunft, welches sich nur in Form von Erlebnissen des Misserfolgs und Scheiterns „zu Wort meldet“, also als Wissen von Nichtwissen)? Inwiefern ist aber die *Diagnose* eines Scheiterns ihrerseits durch die Standards der Vernunft bedingt (möglicherweise ist eine Katastrophe oder Havarie „aus der Sicht der Natur“ ein Prozess des Gelingens)?
- (aus 2.1.):  
Wenn Dispositionen nicht stricto sensu repräsentierbar sind und zudem durch die Wechselwirkung mit ihren Verwirklichungsbedingungen einer Dynamik unterliegen – ist dann nicht ein „Lernen“ in Orientierung an „natürlichen Dispositionen“ im wahrsten Sinne des Wortes reaktionär?
- (aus 2.2.):  
Wenn sich „Lernerfolge“ im wesentlichen an einem gelingenden Umgang mit Nichtwissen zeigen, müssen sie dann nicht auf eine andere Basis gestellt werden als auf diejenige einer Orientierung an etwas, was als gewusst unterstellt wird?

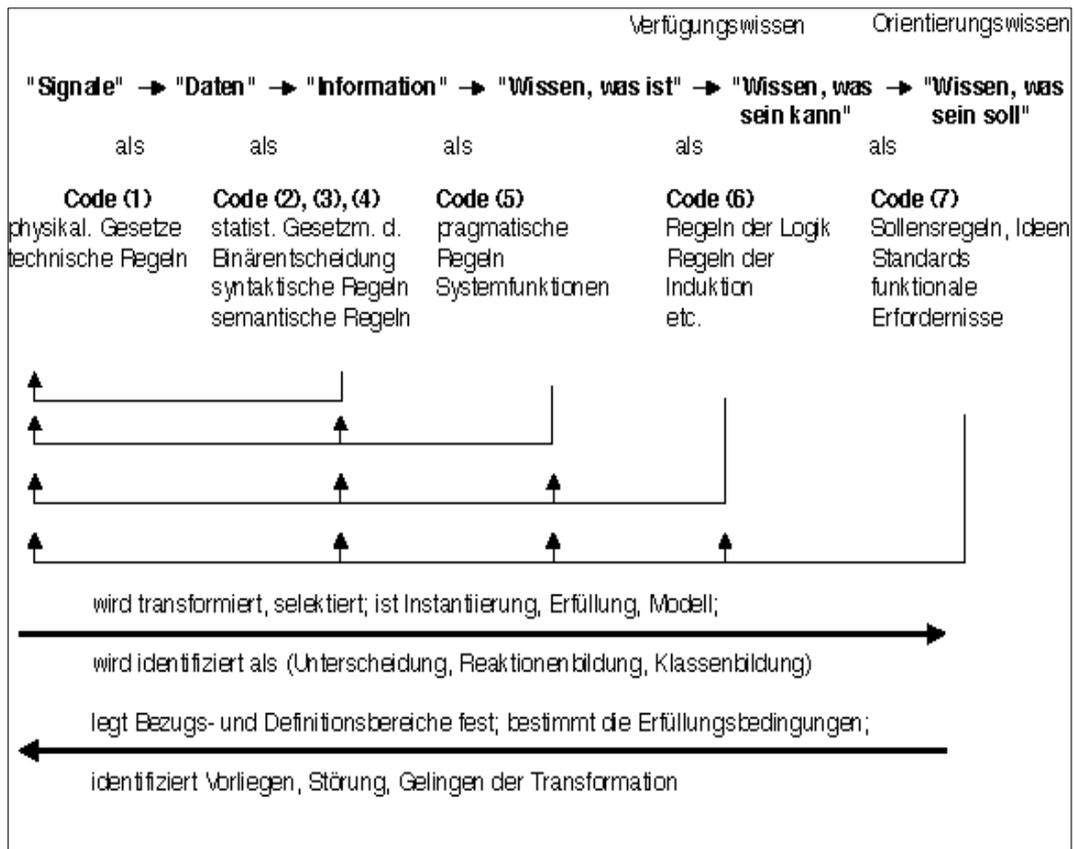
Und schließlich der Generaleinwand (naturalistic fallacy): Eine normative Orientierung, wie sie für das Konzept des Lernens konstitutiv ist, ist nicht ableitbar aus einem wie auch immer modellierten Ist-Befund. Solche Befunde, wie sie z.B. auf der Basis von Modellierungen des Evolutionsgeschehens begründet werden, können allenfalls (fallible) Grenzen modellieren, innerhalb derer wir die Bezugsbereiche unserer normativen Orientierungen sehen („realistische Moral“ versus „überfordernde Moral“ oder schwächer: „realistische Leitbilder“ versus „Visionen“) – ein gemäßigter Evolutionismus (z.B. bei Hans Mohr).

## 4.2 Strategien zur Erforschung der Bereiche nicht-expliziten Wissens in der Philosophie

Die Forschungsstrategien zur Erschließung des o. e. Problemfeldes lassen sich nun grob klassifizieren in

- Pragmatistische,
- Evolutionistische,
- Kombinationen zwischen beiden ersteren.

Als Folie der Darstellung verwende ich eine Übersicht über verschiedene Stufen der Wissensgenese, welche zunächst nur als Strukturierung des Problemfeldes gelesen werden mag.



Diese Übersicht weist gewisse Ähnlichkeiten mit dem Vier-Stufen-Schema von Radermacher/FAW auf. Unterschiede bestehen meines Erachtens im Wesentlichen darin, dass der FAW-Ansatz sich bereits auf eine bestimmte Interpretation des Schemas festgelegt hat, nämlich die evolutionistische. Damit steht er in einer Polarität zu den pragmatistischen/kulturalistischen Ansätzen.

Zu den Interpretationen der Stufenschemata (es existieren selbstverständlich noch eine Fülle weiterer Modellierungen von Kognitionsstufen einschließlich ihrer unterschiedlichsten Interpretationen, auf die im Rahmen dieses Textes nicht eingegangen werden kann, insbesondere im Bereich der kognitiven Psychologie):

1. Die pragmatistisch-konstruktivistische-kulturalistische Lesart:  
Wissensgenese wird interpretiert als Prozess, welcher auf den unterschiedlichen Stufen auf Anerkennungsakten beruht. Die Anerkennung ist motiviert aus einer (intentional) erfassten Problemlage und einer begründeten Erwartung über die Problemlösung. Menschliche Intentionalität steht nicht im „luft-

leeren Raum“ – sie findet ihre spezifische Verfasstheit im Rahmen der Handlungs- und Orientierungsschemata der jeweiligen Kultur, welche auch die entsprechenden Koordinationsprozesse für unterschiedliche individuelle Anerkennungsakte oder Anerkennungslagen anbietet. Aus diesem Grunde zieht jene Problemlösungsstrategie zum einen den Vorwurf des Relativismus und Dezisionismus auf sich; zum anderen macht sie sich abhängig vom evolutionären Schicksal derjenigen Kulturbasis, von der aus sie argumentiert. Die auf den ersten Blick erfolversprechende Strategie einer Problemverschiebung (weg vom Repräsentationismus hin zum Pragmatismus, weg von der Problematik nicht-expliziten Wissens hin zur Problematik eines *Umgangs* mit nicht-expliziten Wissen) findet hier ihre Grenzen.

2. Die evolutionistische Lesart:

Dem Vorwurf der Kulturalisten, dass die Verfechter einer evolutionistischen Lesart den Wissensbegriff unzulässig ausweiteten, weil sie ihn von seiner intentionalistischen Wurzel abkoppelten, lässt sich zunächst begegnen mit dem Hinweis auf die Lizenz zur Wahl geeigneter Grundbegriffe (hier: „Wissen“ als Steuerungsmechanismus) sowie einer vorgenommenen Spezifizierung (hier: Stufen nicht-expliziten Wissens). Die philosophische Problematik scheint mir darin zu liegen, dass die Ebene der im Status der Modellierung konkreter Wissensgenese nicht mitbefragten Modellierung des evolutiven Geschehens überhaupt *in* diesem Modell nicht thematisierbar ist. Keinesfalls lässt sie sich als letzte Stufe begreifen, weil im Lichte ihrer Grundannahmen sowohl das Stufenschema selbst, was die *Abgrenzung* der einzelnen Stufen voneinander und ihre spezifischen Unterschiede betrifft, als auch mögliche *Interpretationen* der Entwicklung (als Progression oder Regression), als auch die *Modellierung* konkreter Eigenschaften der einzelnen Stufen bedingt sind. Kurz: Das Stufenschema ist in der *rein* evolutionistischen Lesart nicht selbstbezüglich, weil es nicht-intentionalistisch modellierte Stufen ((1) und (2)) aufweist, auf denen dann die intentionalistischen aufruhend. Wenn es aber nicht selbstbezüglich ist, dann weist es das lose Ende einer offenen Begründung für die Adäquatheit der Modellierungen auf Stufe (1) und (2) auf und muss sich den Anfragen eines erkenntnistheoretischen Skeptizismus stellen, welcher darauf verweist, dass doch von den Stufen (3) und (4) aus „festgelegt“ werde, was wir auf den Stufen (1) und (2) anzutreffen vermeinen.

Es ist aber auch eine andere Lesart des FAW-Vier-Stufen-Schemas möglich, welche dann in die Gruppe derjenigen Strategien fallen würde, die eine *Kombination* aus einer evolutionistischen und einer intentionalistischen Betrachtungsweise anstrebt.

3. Kombination zwischen (1) und (2):

Ein Forschungsprogramm, welches sich den erwähnten Einschränkungen von (1) und (2) nicht aussetzen will, hätte zum einen zu berücksichtigen, dass die Modellierungen, die wir vornehmen, (individuell oder kollektiv) intentional bedingt sind. Diese intentional konstituierten Bedingungen prägen die Modellierung der Übergänge zwischen den verschiedenen Stufen der Wissensgenese. Zum anderen lassen uns die bei diesem Versuch selbst empfundenen Grenzen und Einschränkungen einer Modellierung bestimmte Stufen der Wissensgenese allererst als nicht-explizit erscheinen. M.a.W.: Der Bereich des Nicht-Expliziten erscheint erst im Lichte von Intentionalität, ist aber ein „eigenständiger“ Bereich. Denn unsere Kompetenz, Wissensgenesen zu modellieren, hängt ihrerseits aber davon ab, wie die Gelingensbedingungen verfasst sind. Einen Blick – und nicht mehr – auf diese Verfasstheit werfen wir, wenn wir versuchen, Wissensgenesen technisch zu realisieren, also nicht-explizites Wissen in Grenzen explizit zu machen. Ich nenne diesen Gesamtprozess „Kreislauf des Wissens“ und fasse damit diejenigen Forschungsstrategien zusammen, die explizites Wissen weder als „Endstation“

der Wissensgenese begreifen (reiner Evolutionismus) noch (intentionales explizites) Wissen als basale unhintergehbare Instanz jeglicher Modellierung ansehen. Es ist fast schon eine Binsenweisheit, in der Untersuchung der Bedingtheit des Wissens *und* des bedingenden Charakters des Wissens die Zentralaufgabe moderner Wissenschaftstheorie zu sehen. Die gegenwärtigen Bemühungen an der „Forschungsfront“, insbesondere das Feld abduktiven Schließens zu erforschen, bestätigen dies.

Die o.ä. Problematik der Erschließung von *Dispositionen* stellt eine Teilfrage in jenem Problemfeld dar, welche in der Tradition ihrer Behandlung sowohl das Scheitern eines naiven Empirismus als auch die unbefriedigenden Lösungen eines Pragmatismus anschaulich vorführt. Die Versuche gründeten in der Hoffnung, nicht-explizites Wissen zu einem bloß relativ nicht-expliziten Wissen zu machen, also auf explizites Wissen zurückzuführen. Die Problemgeschichte stellt sich folgendermaßen dar:

Der erste und radikalste Problemlösungsversuch (Rudolf Carnap) bemühte sich um eine strikte *Reduktion*. Unter dem Ideal, dass einzig Beobachtungsprädikate zugelassen und aus ihnen eine Wissenschaftssprache aufgebaut werden sollte, lautete der erste Vorschlag, Dispositionsprädikate zu modellieren, wie folgt: Für alle  $x$  gilt, dass die entsprechende Disposition (z.B. "wasserlöslich" oder "fehlerfreundlich") dann und nur dann ihnen zukommt, wenn in allen Testsituationen  $S$  unter bestimmten manifesten Bedingungen  $T$  (eben des Testes) sich das Resultat  $R$  immer, d.h. für alle  $S$ , einstellt. Das Problem dieser Rekonstruktion liegt darin, dass das Zusprechen einer Disposition im Gegensatz zu unseren Absichten *unterbestimmt* ist: Das Zusprechen der Disposition kann auch stattfinden, wenn z.B. die Ausgangsbedingung nicht erfüllbar ist, und zwar auf Grund der Wahrheitsbedingungen der Implikation. (Eine Implikation ist auch wahr, wenn das Antezedens falsch und das Konsequenz wahr ist. Dies ist unter technischen Kriterien der logischen Semantik sinnvoll. Es entspricht jedoch nicht unserer Bestimmungsintuition.) Unsere schöne Explizitdefinition, in der das Definiendum durch das Definiens vollständig unter dem geforderten Ideal eliminiert ist, wird problematisch. Daher schien ein Ausweg darin zu liegen, die Zuflucht zu einer *bedingten* Definition (Rudolf Carnap, *Testability and Meaning* 1954) zu suchen, wobei die Bedingung unsere praktische Intuition des Testens berücksichtigt: Das Zusprechen der Disposition  $D$  besagt: Für alle  $x$  und alle Testsituationen  $s$  gilt, dass, wenn die Ausgangsbedingungen erfüllt sind (z.B. ein Test  $T$  stattgefunden hat), das Dispositionsprädikat dann und nur dann zugesprochen wird, wenn sich das entsprechende Resultat  $R$  einstellt. Diese Fassung bringt jedoch neue Nachteile mit sich. U.a.: Wenn die Ausgangsbedingung nicht erfüllt ist, bleibt die Disposition *unbestimmt* (sie kann vorliegen oder nicht). Wir können also von Dispositionen nur sprechen, wenn ein realer Test stattfindet. Wenn die Ausgangsbedingung erfüllt ist, steht und fällt das Zusprechen der Disposition mit dem Auftreten von  $R$ . Wahrheitszuweisungen werden also von dem jeweils stattgefundenen Verifikationsverfahren abhängig gemacht. Ein einziger positiver Test zwingt zum Zusprechen, ein einziger negativer zum Absprechen der Disposition. Ein radikaler Operationalist mag das begrüßen, muss sich aber dem Vorwurf stellen, dass sein zugelassenes Wissen einzig von real ausgeführten Versuchen abhängt. Die Dispositionszuschreibung wäre somit *überbestimmt*. Ein weiterer - logischer - Einwand ist u.a. dieser: Das Definiendum ist offensichtlich durch das Definiens nicht eliminierbar, weil jenes in diesem vorkommt.

Unter dem Einwand, dass das Ideal jener Reduktion auf Beobachtungsterme ( $T$  und  $R$ ) doch längst obsolet sei und überdies die materiale Implikation sich als ungeeignetes Mittel logischer Rekonstruktion in diesem Falle (da sie auch bei nichterfüllter Ausgangsbedingung wahr ist) erweise, verabschiedete man

also die hausgemachten Probleme eines Reduktionismus und ließ theoretische Terme zu, somit Dispositionsprädikate als Elemente einer *Theoriesprache* (Rudolf Carnap, *Theoretische Begriffe der Wissenschaft* 1960), deren Begriffe *nicht* vollständig durch Beobachtungsbegriffe definiert sind. Der Gegenstandsbezug kann dann nur noch pragmatisch hergestellt werden, indem Dispositionsprädikate als empirische Hypothesen über die Anwendung des entsprechenden Begriffs auf Gegenstände durch bestimmte Forscher gefasst werden. Oder man versuchte, *Korrespondenzregeln* zu eruieren, die durch Induktion abgesichert werden können (Essler, Stegmüller u.a.). Dies sind zwei Rückzugspositionen, die das Problem entweder "weichen" wissenschaftlichen Konventionen bzw. Hypothesen über diese, oder der Unsicherheit induktiven Schließens überantworten, dafür aber eher die Forschungspraxis beschreiben.

Der entscheidende Durchbruch wurde erst möglich, als man sich daran machte, Dispositionsprädikate durch irrealen Konditionalsätze zu modellieren. Es begann wiederum relativ elementar: Es sollten indikativische Sätze gesucht werden, die mit den irrealen Konditionalsätzen äquivalent sind, damit man bei jenen die Wahrheitszuweisung vornehmen konnte. Wie kann man aber verhindern im Blick z.B. auf die Disposition "Fehlerfreundlichkeit", dass der Satz "Hätte das Kontrollsystem so und so reagiert, wäre die Havarie vermieden worden." und der Satz "Hätte das Kontrollsystem *nicht* so und so reagiert, wäre die Havarie vermieden worden." aus dem gleichen Grunde (bei Nichterfüllung der Ausgangsbedingung) zutreffen?

Nelson Goodman (*Fact, Fiction and Forecast*, 1973) versuchte das Problem dadurch zu lösen, dass er forderte, dass eine Menge klar präzisierte *Hilfsannahmen* modelliert werden müssen, die zusätzliche Bedingungen beschreiben, unter denen sich bei gegebener Ausgangsbedingung ein Resultat einstellt, damit die Disposition zugesprochen wird. In unserem Beispiel: Das Bedienungspersonal ist ausgeschlafen; die Schicht wird regulär gefahren, die Kontrollinstrumente sind gewartet, die Sensoren regelmäßig getestet etc.. Auf Bedingungen solcherlei Art greife jeder implizit zurück, der einen irrealen Konditionalsatz solcher Art formuliere. Der irrealen Konditionalsatz ist dann übersetzbar: "Wenn dies alles gilt, und die Ausgangsvoraussetzung (Fehlermeldung) eintritt, dann wird die Havarie vermieden". Aber wie groß soll man den Kreis dieser Zusatzbedingungen ziehen? Jedenfalls müssen die Bedingungen gesetzesartige Aussagen beinhalten; dabei können aber aus logischen und erkenntnistheoretischen Gründen nicht alle als wahr unterstellten Sätze über die Welt gemeint sein. (In allen wahren Sätzen wäre die jeweilige Ausgangsbedingung enthalten; wird zugleich unterstellt, dass diese nicht erfüllt sein könnte, können wir die Regel "ex falso quodlibet" anwenden.) Wo soll man also die Grenze für die Relevanz von Zusatzbedingungen ziehen?

Einige Sprachphilosophen suchen eine Lösung dahingehend, dass die Betrachtung auf *mögliche Welten* ausgedehnt wird: Das Verhalten eines Gegenstandes oder Menschen ist nur begrenzt auf reale Bedingungen hin überprüfbar; Dispositionen sollen hingegen Eigenschaften sein, die jenen Gegenständen auch unter veränderten Bedingungen in Kontexten zukommen, die den manifesten Kontexten "*verwandt*" bzw. ihnen "*ähnlich*" sind. Somit sollen Dispositionen als Implikationsbeziehungen in *allen* solcherlei möglichen Welten modellierbar sein. Damit verlagert sich das Problem auf die Beurteilung des Verwandtschaftsgrades der möglichen Welten untereinander, *auf dessen Basis ja die nichtrelevanten Faktoren, eben weil sie die Verwandtschaft nicht begründen*, ausgeklammert werden sollen. Somit ist das erkenntnistheoretische Problem der Grenzziehung nicht aus der Welt.

Natur- und Ingenieurwissenschaftler legen daher in der Regel diese Grenze pragmatisch fest, begründet durch ihr *Interesse* an bestimmten Kausalzu-

sammenhängen, und verdichten somit die materiale Implikation zur *Kausalimplikation* mit allen erkenntnistheoretischen Hypothesen des Kausalismus.

An diesem Punkt angelangt, haben andere Philosophen die Möglichkeit, logisches Schließen hier überhaupt in Anschlag zu bringen, endgültig verabschiedet; Rescher spricht von "hypothetischem Rasonnieren" in der Form "dialektischen Argumentierens" (Belief Contravening Suppositions, 1961), Mackie von "unvollständiger Argumentation" (Cause and Conditions, 1965), von Wright von "bedingten *Behauptungen*", also *Handlungen*, die in ihrer Begründung sich nicht auf die Wahrheit der in der Begründung vorkommenden Aussagen reduzieren lassen, sondern eben auch auf die Intentionen (Logical Studies, 1957).

Im Blick auf die Problemgeschichte wird ersichtlich, dass die Versuche, Dispositionsprädikate im strengen Sinne zu operationalisieren, gescheitert sind oder im Zuge ihrer ständigen Verbesserung immer mehr "lose Enden" aufweisen, die uns in problematischer Weise in den *Pragmatismus* führen - Pragmatismus gefasst als diejenige Haltung, die die entsprechenden Probleme unter *praktischen* Kriterien lösen will. Basis der Rechtfertigung ist dann eine *Anerkennung* der Relevanz von Bedingungen, eine Anerkennung, die aber *ihrerseits dispositionellen Charakter* hat, als unterstellte oder mögliche oder einzufordernde. Denn in vielen Fällen validiert nicht vorliegende faktische Anerkennung (Akzeptanz) die Entscheidungen, die den Einsatz bestimmter Dispositionsprädikate als "selbstverständlich" erscheinen lassen, sondern eine in Expertendiskursen befürwortete Anerkennung ("Akzeptabilität"). *Akzeptabilität ist aber ihrerseits ein Dispositionsprädikat.*

Diese Problematik schreibt sich fort in den Bereich eines Umgangs mit *Nichtwissen*, für den wir – unter Verweis auf Akzeptabilität als Dispositionsprädikat – die Hoffnung aufgeben müssen, ein höherstufiges explizites Wissen über das Nichtwissen entwickeln zu können. Unter diesem Eindruck stehen die Forschungsstrategien, aus denen ein vernünftiges Design für den Umgang mit Nichtwissen im theoretischen und praktischen erwartet werden.

So versucht man in der *Heuristik* im weitesten Sinne unter – aus wissenschaftstheoretischer Sicht – „weichen“ Grund- und Leitbegriffen erfolgreiche Verfahren für die Erschließung des Nichtgewussten zu entwickeln: Analogie, Ähnlichkeit etc., abgeleitet davon das exemplarische Lernen, fallbasiertes Schließen in Ersetzung einer strikten Suchpfadarchitektur u. v. a. mehr. Dies bedeutet, dass man sich bewusst Überraschungen aussetzt und sich im wesentlichen bemüht, die Ausgangsbedingungen so zu gestalten, dass bestimmte Dispositionen wirken können, bzw. Kriterien für die Gestaltung der entsprechenden Ausgangsbedingungen zu finden. An dieser Stelle – und dies ist ein zentraler Punkt – wird dasjenige zur „Tugend“, was aus wissenschaftstheoretischer Sicht den entsprechenden Bemühungen immer als „Not“ vorgehalten wurde: Sofern wir nämlich auf diesem Feld uns intentativer Absicht an der Überlebensfähigkeit natürlicher Organismen orientieren und durch Analogieschluss deren Organisationsprozesse auf soziale Organisationen und Institutionen übertragen, unterstehen wir nicht der Hypothek einer ontologischen Rechtfertigung dieser „Gleichsetzung“, sondern suchen – was erkenntnistheoretisch legitim ist – die Manifestation von Dispositionen zu realisieren durch das „Anbieten“ von entsprechenden Ausgangsbedingungen. Wir erweitern den Spielraum der Variation in der Hoffnung, dass derjenige Mechanismus wirksam wird, der über die Gestaltung von Ausgangsbedingungen die Disposition erhöht (wie beim Training). Und über diesen erweiterten Suchraum vermögen wir dann das nicht-explizite Wissen über Dispositionen auf dem Wege eines expliziten Wissens über seine Manifestationen ein Stück weit zu relativieren.

Ähnliches finden sich im Praktischen beim Umgang mit Unsicherheit als Form praktischen Nichtwissens, mit dem sich auf breiter Front die *Risikoforschung* befasst und gleichwohl wesentlichen Intuitionen der Risikoträger (etwa der primären Orientierung an der Schadenshöhe unter Vernachlässigung der Auftrittswahrscheinlichkeit bzw. der Ablehnung einer gegenseitigen Verrechnung) nicht zu genügen vermochte. Der „wahre Kern“ dieser Haltung, dass man nämlich bei Großschadensereignissen neben dem Schaden auch den Verlust der Kompetenz zu einem künftigen Risikomanagement befürchtete, wurde gerade durch eine Modellierung im Blick auf natürliche Prozesse greifbar: Unter Verweis auf „Regenerationsraten“ in der Natur (bzw. unserer Modellierung derselben) wurde ersichtlich, dass bei gleicher Regenerationsrate viele kleine Schäden schneller reguliert sind als ein quantitativ vergleichbarer großer Schaden. Dies hat zu einem sich abzeichnenden Paradigmenwechsel in der Risikoforschung geführt, nämlich den Schadensverläufen größere Bedeutung beizumessen als den Risikoverläufen.

### 4.3 Wortführer der Diskussion, Forschungsprojekte

1. Mit den Problemen der Abduktion beschäftigt sich aus semiotischer Sicht eine Arbeitsgruppe an der Universität Frankfurt/M. (Jo Reichertz), aus kommunikationstheoretischer Sicht eine DFG-Forschergruppe an der Universität Leipzig (Pirmin Stekeler-Weithofer) und an der Universität Stuttgart ein BMBF-Projekt (Christoph Hubig).
2. Mit dem Problem nicht-expliziten Wissens beschäftigte sich ein Teilprojekt im Rahmen des Projektes „Humanressourcen“ an der Akademie für Technikfolgenabschätzung Baden-Württemberg (1995-96). In unserem Kontext erscheint mir auch die Berücksichtigung derjenigen Forschergruppen sinnvoll, welche an der Explizierung nicht-expliziten Wissens arbeiten, da an deren Problemen die Spezifik des „nicht-explizierbaren Restes“ sehr scharf kenntlich wird: Maschinelle Sprachverarbeitung (SFB an der Universität Stuttgart/Hans Kamp, Christian Rohrer), ferner an der Universität Augsburg die Projekte von Klaus Mainzer.
3. Fragen der Wissensrevolution und –selbstorganisation werden in der Philosophie unter dem Titel „Evolutionäre Erkenntnistheorie“ diskutiert; nachdem naiv-realistische Ansätze der harten Kritik nicht standhalten konnten, werden die Argumentationslinien der gemäßigten evolutionistischen Ansätze weiter verfolgt, im Theoretischen im Ausgang der Arbeiten von Gerhard Vollmer/Braunschweig, im Praktischen ausgehend von den Arbeiten von Eve-Marie Engels/Tübingen.
4. Die Problematik der Dispositionsprädikate ist Kernbestandteil aller wissenschaftstheoretisch orientierten Forschungen an den einschlägigen Lehrstühlen der Universitäten; menschliche Dispositionen und Kompetenzen werden bevorzugt im Kontext der Mind-Brain-Projekte sowie der sprachanalytischen Philosophie diskutiert.
5. Mit Fragen der Heuristik beschäftigte sich eine DFG-Forschergruppe „Konstruktionshandeln“ 1986-92 an der TU Berlin, insbesondere die Teilprojekte von Hans Poser und Wolfgang Beitz. Im ingenieurwissenschaftlichen Bereich existieren Konstruktionsheuristiken, meines Wissens aber keine in Orientierung an Prozessen der Selbstorganisation.
6. In der Risikoforschung wird das Konzept einer Orientierung an Regenerationsraten und der Analyse und mathematischen Modellierung von Schadensverläufen in Berücksichtigung der Regenerationsmechanismen im Bereich

Sicherheitstechnik an der Universität Hannover vorangetrieben. Mit Fragen der Risikoforschung sind ferner das ITAS am Forschungszentrum Karlsruhe sowie die Europäische Akademie zur Erforschung der Folgen wissenschaftlich-technischer Entwicklungen Bad Neuenahr befasst.

#### **4.4 Forschungsprogramme, die diese Themen adressieren**

Meines Wissens existieren zur Zeit keine spezifischen Forschungsprogramme, die die philosophischen Aspekte der Fragestellung berühren bzw. eine Anschlussfähigkeit philosophischer Fragen erlauben.

#### **4.5 Offener Forschungsbedarf**

Aus der Beantwortung der Fragen 1. und 2. dürfte ersichtlich werden, dass gerade im philosophischen Bereich gravierender Forschungsbedarf zur angesprochenen Problematik besteht. Dieser wird auch nicht aufgefangen durch die philosophischen Bemühungen im Bereich der engeren KI-Forschung. Im Blick auf die aufgezeigten Sackgassen der Forschungslinien des Kulturalismus/Pragmatismus einerseits und eines naiven Evolutionismus andererseits wären Fortschritte zu erwarten von denjenigen, welche Wissensgenese dahingehend zu modellieren suchen, dass die Relation zwischen intentionalistischen Anteilen und einem evolutionären Geschehen pünktlicher erfasst und letztere in ihren Wechselwirkungen rekonstruiert werden.



## **5. Nicht-explizites Wissen aus der Sicht der Informationswissenschaft**

**Prof. Dr. Rainer Kuhlen**

Universität Konstanz  
Fachbereich Informatik und Informationswissenschaft  
78457 Konstanz  
Tel. 07531-88-2879  
Fax 07531-88-2048  
[rainer.kuhlen@uni-konstanz.de](mailto:rainer.kuhlen@uni-konstanz.de)

## **Vorbemerkung**

Diese Stellungnahme soll dazu beitragen, die Möglichkeiten impliziten Wissens auszuloten. Dazu gehört auch die Erwartung, „von der Natur zu lernen, wie diese mit Wissen umgeht“ (aus der programmatischen Vorgabe von Prof. Radermacher). Letzteres ist natürlich ein attraktives und höchst innovatives Programm. Die folgenden Ausführungen können dieser Anforderung jedoch nur unzureichend gerecht werden, da der Verfasser als Informationswissenschaftler Wissen, Information und Informationsverarbeitung bzw. Informationsarbeit in erster Linie - bei aller technologischen Abhängigkeit - im Zusammenhang sozialer, ökonomischer, organisationeller oder politischer Anforderungen und Kontexte sieht. Die kulturellen, also von den Leistungen der Menschen abhängigen Aspekte der Wissensproduktion und Informationserarbeitung standen entsprechend bislang im Vordergrund und weniger, wie denn die Natur uns mit welcher informationsverarbeitender Grundausstattung versorgt hat. Dennoch bleibt genug, um die Herausforderung anzunehmen, etwas zu implizitem Wissen zu sagen. Dies trägt durchweg subjektive Züge – hat der Verfasser doch den Auftrag so verstanden, keinen *State-of-the-art* mit referenzieller Absicherung anzufertigen, sondern eine Einschätzung mit der beruflichen Erfahrung in der Informationswissenschaft im Hintergrund.

### **5.1 Die Natur der Informationsverarbeitung ist die Kultur der Informationsverarbeitung**

Die folgenden Ausführungen sind von den Grundgedanken getragen, dass Wissen und Information bzw. einzelne „Wissensstücke“ oder Informationselemente keine quasi Naturkonstanten sind, also auch nicht eindeutig modelliert bzw. erarbeitet werden können, sondern in hohem Maße kontext- und damit kulturabhängig sind. Sie unterliegen dem, was wir den pragmatischen Primat von Informationsarbeit nennen wollen. Dies bedeutet eine radikale Absage an das bislang vorherrschende stark deterministische Informationsverarbeitungsparadigma, auf das wir knapp im zweiten Abschnitt eingehen wollen. Dem stellen wir im dritten Abschnitt das informationswissenschaftliche Verständnis gegenüber, dass Information nicht nur Wissen in Aktion ist, sondern auch Funktion hochgradiger Kontextualisierung. Information ist Wissen in kontextualisierter Aktion. Mit diesen Klarstellungen im Hintergrund können wir im vierten Abschnitt einige Situationen und Anforderungen für implizites Wissen und daraus abgeleiteter Information in elektronischen Informationsräumen ableiten, wobei durchweg der Kontextualisierungsgedanke bestimmend bleibt. Wir führen das aus über die Punkte: Matching-Paradigma vs. explorativem

(Browsing-)Paradigma; Offenheit – offene Codierung/Repräsentation/Materialisierung; Implizites Wissen in vernetzter Kommunikation; Vertrauen in informationelle Interaktion und bei der Inanspruchnahme informationeller Leistungen; Metaphorisierung von Information; Ästhetisierende Mehrwerteffekte; Anthropomorphisierung/Personalisierung von technischen Informationsassistenten; Normative, kulturelle und andere Kontingenzfaktoren; Visualisierung – Verarbeitung großer und komplexer Informationsmengen.

### **5.2 Zum Informationsverarbeitungsansatz**

Seit gut 30 Jahren ist der Informationsverarbeitungsansatz das beherrschende Paradigma des Umgangs mit Information. Das gilt zu großen Teilen für das Verständnis der Informationsverarbeitung in der Psychologie, der Sprach- und Kommunikationswissenschaft, aber vor allem der Nachrichtentheorie und der Informatik, einschließlich des „main stream“ in der Künstlichen Intelligenz. Inner-

halb dieses Ansatzes wird von einem mechanistischen Verständnis der Informationsverarbeitung ausgegangen und die wissenschaftliche Theoriebildung auf formalisierbare und damit in das beherrschende mathematisch-naturwissenschaftliche Wissenschaftsparadigma integrierbare Konstrukte und Modelle konzentriert. Exemplarisch hierfür sind die seit dem ursprünglich im Kontext und im Interesse der Nachrichtentheorie von Shannon/Weaver vorgelegten und seitdem immer wieder modifizierten und immer komplexer gewordenen Kanal-, Sender-/Empfänger-Modelle zu nennen, die letztlich auch das bis heute in der Informatik dominierende von Neumann'sche Rechnermodell bestimmen.

Bemerkenswert an dem „Siegesszug“ dieses auch mit universalem Anspruch auftretenden Modells ist, dass es auch für wissenschaftliche Disziplinen attraktiv wurde, die, wie die Psychologie, die Linguistik oder die Kommunikationswissenschaft, Information-(sverarbeitung) an sich eher in einem kognitiven, sozialen oder kommunikativen Zusammenhang gesehen hatten, oder anders formuliert: in einem Zusammenhang der realen Verwendung, also z.B. des Verstehens, des Sprechens, Verhaltens oder Interagierens, bzw. der Auswirkungen des Umgangs mit Information, und nicht in Analogie zu einem technischen, auf formalisierbare Verarbeitung reduzierten Maschinenmodell.

Maschinen-/Computermetaphern, wie *Input/Output*, *Memory*, *Processor*, setzten sich in den Deskriptionssprachen auch dieser wissenschaftlichen Disziplinen durch, mit der für den Lebensprozess von Metaphern oft typischen Entwicklung, dass der metaphorische Charakter, dem anfänglich nur eine gewisse Erklärungsmächtigkeit zugedacht war, durch den Anspruch auf reale Abbildung ersetzt wurde. Die nominalistische Funktion von Metaphern schlägt tendenziell in eine realistische um, jedenfalls dem Verständnis und dem Anspruch nach. Dies gilt auch für den umgekehrten Weg, indem traditionell auf den Menschen bezogene Begriffe aus dem Umfeld der Informationsverarbeitung, wie Gedächtnis, Wissen, Denken, Intelligenz, erst als Metaphern verwendet wurden, um Prozesse der Informationsverarbeitung in Maschinen zu beschreiben, mit der dann offenbar fast unvermeidlichen Tendenz, dass entweder – in der bescheideneren Version – von „Maschinenintelligenz“, „maschinellem Wissen“ etc. gesprochen wurde oder – in der anspruchsvolleren Version – die Tatsache der Parallelität menschlicher und maschineller Informationsverarbeitung (mit den verschiedenen Intelligenz-/Wissensausprägungen) als unbezweifelbar gegeben angenommen wurde.

Der „Siegesszug“ dieses Verständnisses von Informationsverarbeitung war und ist jedoch noch weitgehender. Seit gut 20 Jahren dominiert es auch das Denken und die Theoriebildung in weiten Teilen der Disziplinen, die sich mit Informationsverarbeitung in Organisationen beschäftigen, also in den Wirtschafts- und Verwaltungswissenschaften, vielleicht in Zukunft auch stärker in den Rechtswissenschaften, die sich bislang dieser Tendenz noch weitgehend entziehen konnten. Begünstigt wurde diese Rezeption und Adaption durch das nicht zuletzt auf Max Weber zurückgehende Rationalitätsideal der Arbeitsprozesse in den (öffentlichen) Verwaltungen, die, wenn sie denn nur weitgehend formalisiert werden können, auch Maschinen zur Verarbeitung übergeben werden könnten. Die Standardisierung und Formalisierung von Abläufen und Arbeitsprozessen ist, nicht zuletzt aus Kosten-/Effizienzgründen, vorherrschende Zielvorgabe für öffentliche Verwaltungen, heute im ökonomistischen Ansatz des neuen Steuerungsmodells besonders deutlich. Ähnliches und Weitergehendes gilt für Modelle der Arbeits- und Ablauforganisation im Produktions-, Dienstleistungs- und Managementbereich, wie sie sich in der Gegenwart vor allem im *Business Reengineering*, *Work flow* und formalen Sprachen zur Modellierung von Objekten und Abläufen jeder Art ausprägen.

Sicherlich hat sich das „partielle Monopol“ dieses am Maschinenmodell orientierten Informationsverarbeitungsansatzes in den letzten Jahren stark reduziert,

z.B. dadurch dass ethnomethodologische, konversationsanalytische, pragmatische, kulturanthropologische und nicht-symbolische Methoden in den erwähnten (eher sozialwissenschaftlichen) Disziplinen entwickelt wurden bzw. dass in den Organisationswissenschaften der *Human-Faktor* bzw. die *Human relations* (wieder)entdeckt wurden und damit einhergehend die Bedeutung von Organisations-, Umfeldkulturen, Aspekten von Vertrauensbildung, Akzeptanz, Charisma, Vernetzung und anderen gegenüber dem Maschinen-/Formalisierungsansatz eher „weichen“ Faktoren.

Trotzdem ist der Informationsverarbeitungsansatz in seiner rationalen, formalen und auf symbolisch vermittelte Handlungen zurückgeführten Form weiterhin das allgemeine Leitbild und wird angesichts der Erfolge, die mit Blick auf Rationalisierung, Effizienzsteigerung und Kosteneinsparung erzielt werden, auch weiterhin bestimmend bleiben. Auf der anderen Seite ist aber auch klar erkennbar, dass dieser Ansatz an seine Grenzen stößt, da in Organisationen jeder Art sowohl Menschen arbeiten als auch von deren Arbeit Menschen betroffen sind, deren eigene Informationsverarbeitungsformen nicht in jeder Hinsicht mit dem „Maschinenmodell“ erklärt bzw. nicht auf sie reduziert werden können. Dies außer Acht zu lassen, bedeutet zum einen, Reibungsverluste in Kauf zu nehmen, zum anderen, Potentiale humaner Informationsverarbeitung nicht zum Nutzen der Organisationen bzw. ihrer Klientel ausschöpfen zu können.

### **5.3 Zum informationswissenschaftlichen Verständnis von Information**

Auch in die Informationswissenschaft hat der Informationsverarbeitungsansatz in Form von ebenfalls immer wieder modifizierten „Kanal“-Modellen Eingang gefunden und seine Erklärungsmächtigkeit unter Beweis gestellt. Auf der anderen Seite hat die gegenüber der Informatik sich nicht abgrenzende, aber doch differenzierende Informationswissenschaft immer den pragmatischen Aspekt von Information betont, der sich – bislang jedenfalls – formalisierbaren und Rechnern übergebaren Verfahren zu großen Teilen entzieht. Dazu müssen wir kurz etwas ausholen und uns über die Begriffe der Information und der Informationsarbeit aus informationswissenschaftlicher Sicht verständigen. Hier gibt es einigen Theorienachholbedarf, denn die in den letzten 30 Jahren bevorzugte Konzentration auf das technisch Mögliche und von Maschinen Verarbeitbare hat zwar die Informatik in ihrer Theoriebildung und in ihren hohen Praxis- und Ausbildungsstandards weit nach vorne gebracht. Sie hat jedoch die Entwicklung einer Theorie von Information verhindert oder erschwert, bei der die Inhalte, der Gebrauch, der Nutzen und die Konsequenz von Information im Vordergrund stehen.

Ging es der klassischen Informationstheorie und über lange Zeit auch der technisch, formal bestimmten Informatik – vereinfacht formuliert - um die syntaktische Korrektheit im Umgang mit den Daten, so geht es in der informationswissenschaftlichen Sicht um die semantische Stimmigkeit der Daten und ihre pragmatische Relevanz. Dabei wird zwischen Daten, Wissen und Information unterschieden, denen relativ grob die drei semiotischen Ebenen der Syntax, der Semantik und der Pragmatik zugeordnet werden können. Wir wollen nicht versäumen darauf hinzuweisen, dass diese Unterscheidung analytischer, nicht faktischer Art ist. Es gibt nicht so etwas wie Information, ohne dass Wissen und Daten dabei nicht beteiligt wären. Dabei ist jeweils Wissen der die beiden anderen Begriffe bestimmende Ausgangsbegriff.

### 5.3.1 Wissen - Probleme seiner Materialisierung

Mit Wissen sind (zunächst nicht näher festgelegte) Strukturen gemeint, die ontogenetisch im Prozess der individuellen Auseinandersetzung mit der Umwelt erworben oder phylogenetisch durch Vererbung bzw. Evolution weitergegeben werden und mit denen (mit unterschiedlichem Wahrheits- oder Sicherheitsanspruch) Aussagen über Objekte und Sachverhalte der (realen oder fiktiven) Welt getroffen und auf deren Grundlage Verhalten gesteuert und Handlungen durchgeführt werden können. Wissen sollte, so die herrschende Meinung, in irgendeiner Form codiert sein, damit es abgerufen und aktiviert werden kann. Wissen wäre damit immer schon dargestelltes, materialisiertes, traditionell bezeichnet: *repräsentiertes* Wissen. In welcher Form es allerdings materialisiert, codiert bzw. repräsentiert ist, das hängt entscheidend von der Situation ab, in der es verwendet wird, also von den angesprochenen pragmatischen Rahmenbedingungen. Ein einziger Gesichtsausdruck und ein Intonationsmuster in der Sprache können sehr viel Wissen aktuell präsent machen, das in der diskursiven symbolvermittelten Darstellung nur über sehr lange Sequenzen vermittelbar wäre.

Die Reduzierung von Wissen auf symbolisches, sprach- oder sogar formalsprachlich-vermitteltes Wissen ist, wie jeder Reduktionismus, aus praktischen Gesichtspunkten häufig sinnvoll, aus pragmatischem Interesse oft aber relevanzverhindernd. Wie wir weiter unten zeigen wollen, ist möglicherweise das gesamte Konzept von Codierung bzw. Repräsentation aus einer pragmatischen, kontextualisierten Sicht aufzugeben - jedenfalls die Vorstellung einer eindeutigen und konstant zu haltenden Codierung -, wenn man davon ausgehen muss, dass Bedeutung und Relevanz von Stücken von Wissen nicht an sich gegeben ist, sondern erst durch die Rezeption/Interpretation in einer Situation mit einem Kontext produziert werden. Wenn wir also im folgenden zunächst noch Begriffe wie Codierung oder Repräsentation verwenden, dann eher als Hilfskonstrukte angesichts des Fehlens geeigneter Ausdrücke, durch die die offene, also vielfältige Nutzung ermöglichende Materialisierung von Wissen in irgendeiner Form bezeichnet werden kann.

Aus der bislang vorgelegten Bestimmung von Wissen folgt, dass es nicht zwangsläufig in eine kommunikative, interaktive (also auf mindestens 2 Partner sich erstreckende) Situation eingebunden werden muss. Wissen kann – und wird ja auch laufend – individuell in der Aktivierung der vorhandenen (wie auch immer codierten) Wissensbestände und in der Anpassung an den aktuellen Wissensbedarf benützt. Ist Wissen jedoch in eine kommunikative Situation eingebettet – und das leitet dann zum Verständnis von Information über, so müssen die dabei Beteiligten über gleiche oder zumindest ähnliche Codierungstechniken zur Verschlüsselung und Entschlüsselung von Wissen verfügen oder noch vorsichtiger formuliert: die im allgemeinen unvermeidbaren Asymmetrien in der Darstellung und in der Aufnahme von Wissen (Codierung, Decodierung) dürfen nicht zu stark werden, wenn die Interpretationen der Wissensstücke nicht zu unterschiedlich werden sollen.

### 5.3.2 Information - pragmatischer Primat der Informationsverarbeitung

Wir wollen im Folgenden den Informationsbegriff auf die kommunikative Situation beschränken (dabei muss nicht zwangsläufig ausgeschlossen sein, dass auch das Resultat der Aktivierung des eigenen Wissens in einer konkreten Handlungssituation Information genannt werden kann; uns beschäftigt im Folgenden diese individuelle (Gedächtnis)Leistung nicht weiter).

Der Informationsbegriff nimmt seinen Ausgang vom Wissensbegriff. Information gibt es nicht als Objekt für sich, sondern kann nur in einer Repräsentations-/Kodierform von Wissen wahrgenommen werden. Da ist kein Unterschied zu Wissen. Information ist aber weitergehend als Wissen ein referentielles Konzept. Informationen referenzieren nicht nur auf das in Daten repräsentierte Wissen, sondern entfalten diese Bedeutung nur mit Referenz auf die aktuelle Benutzungssituation.

Informationen bedeuten etwas, aber – und das macht das pragmatische Grundverständnis bzw. das pragmatische Primat der Informationsverarbeitung aus – sie existieren nicht losgelöst von ihrer Nutzung. Das ist vielleicht eine zunächst gewöhnungsbedürftige Aussage, die gänzlich von der informations- bzw. nachrichtentechnischen Sicht, aber auch vom naturwissenschaftlichen Verständnis von Information abweicht. Aussagen wie, dass das Universum  $2^x$ -Bit-*Informationen*, das menschliche Gehirn Potential für  $2^y$ -*Informationen* oder ein Netzwerk eine Übertragungskapazität von  $2^z$ -Baud (bit/sec)-*Informationen* haben, sind im Kontext entsprechender Theorien sinnvoll – entsprechend unserem Erkenntnisinteresse sollte man jedoch nicht von Information sprechen.

Wir wollen von Information nur im aktuellen Kontext ihrer Verwendung sprechen, unter Berücksichtigung der verschiedenen Rahmenbedingungen ihrer Benutzung<sup>1</sup>.

Verschärft wird die Anforderung an Information nicht nur dadurch, dass sie *relevant*, also einschlägig für die aktuelle Situation, sondern auch noch in ihrem Wissensgehalt *neu* für den Aufnehmenden sein muss. Etwas, was ich schon weiß, ist keine Information für mich. Relevante einschlägige, aber schon bekannte Wissensstücke können in kommunikativen Situationen eher als Signale angesprochen werden, deren Handlungsrelevanz weitgehend auf Wiedererkennung beruht, nicht auf der Neuigkeit. Das pragmatische Verständnis von Information – als aktiv gewordenes Wissen, ausgedrückt in der Formel *Information ist Wissen in Aktion* – ist grundlegend für Information.

Das sind alles informationswissenschaftliche Grundeinsichten, die von der entsprechenden *Scientific community* überwiegend geteilt werden. Wichtig ist im Zusammenhang dieses Textes zum nicht-expliziten Wissen, dass sich die Informationswissenschaft immer schon bewusst war, dass Information sich nicht zwangsläufig auf quasi objektivierbares, in Symbolen oder Theorien vermitteltes (also die Radermacher'schen Wissensstufen 3 und 4 abdeckendes) Wissen beschränken muss, sondern als Ressourcen für ihre Aktivierung auf alle Wissensausprägungen zurückgreifen kann. Information steht sozusagen orthogonal zu Wissen, und zwar orthogonal sowohl hinsichtlich des Anspruchs auf Wahrheit/Richtigkeit oder Relevanz als auch hinsichtlich der Formen, in denen Wissen codiert/repräsentiert auftritt. Information kann aus einem wissenschaftlich begründeten Theorem entstehen, aber auch – um den Extremfall zu nehmen – aus einer als Wissen verkleideten Lüge (die also handlungsrelevant werden kann – wer wollte das bestreiten?). Information kann aus einem weitgehend aus formalen Zeichen und Operationen bestehenden Beweis als Text entnommen werden, aber auch aus einem nicht weiter symbolisierten Schmerzensschrei oder dem Heben der linken Augenbraue.

---

<sup>1</sup> Dazu gehören die individuelle Befindlichkeit des die Information verwendenden Subjekts (z.B. sein bisheriger Wissensstand oder seine Informationsverarbeitungskapazität, seine Intelligenz) und die situativen Rahmenbedingungen (z.B. die Verfügbarkeit über Zeit und andere Ressourcen wie Geld für die Informationsverarbeitung, Verwendungszweck, organisationaler Hintergrund, allgemeine Informationskultur der aktuellen Umgebung).

### 5.3.3 Kontextualisierung

Systematisch gesehen bezieht sich Information also immer auf Wissen (in dem weiteren Verständnis, das sich nicht auf fest codierte symbolische Repräsentationen beschränken muss). Die Entscheidung, was aus dem vorhandenen Wissen in einer auf Wissenszufuhr angewiesenen Situation wirklich zu Information wird, ist darüber hinaus in hohem Maße kontextualisiert. Wir haben das mit Bezug auf den pragmatischen Primat bzw. auf die Abhängigkeit von der realen Nutzung schon angedeutet. Die Kontextualisierung hat aber weitergehende Konsequenzen. Radikale Vertreter des Kontextualisierungsansatzes gehen sogar davon aus, dass man überhaupt nicht von so etwas wie vorgegebenem Wissen sprechen kann, sondern dass das Vermitteln und Aufnehmen von Wissen erst aus dem Kontext heraus verständlich oder überhaupt erst real wird. Anders formuliert: die aktuelle Handlungssituation produziert zahlreiche (De)Kontextualisierungshinweise, die, von verschiedenen Personen mit verschiedenen kognitiven und sozialen Hintergründen und Interessen unterschiedlich interpretiert, zu unterschiedlichen Reaktionen führen, die wiederum nicht eindeutig sein müssen, sondern wiederum differenziert von den Rezipienten dieser Reaktion aufgenommen werden. Programmatisch formuliert: Information ist nicht nur Wissen in Aktion, sondern auch Funktion hochgradiger Kontextualisierung. Information ist Wissen in kontextualisierter Aktion.

Wenn dem so ist, so hat das einige Konsequenzen für die Verfahren, mit denen Wissen produziert, aufbereitet, verteilt/angeboten, und auf der Nutzerseite für die Verfahren, mit denen handlungsrelevante Information erzeugt werden kann. Hier bestehen ganz offensichtlich keine eindeutigen 1:1-Beziehungen, wie die bislang verwendeten Begriffe der Codierung und Repräsentation nahe legen. Radikal ausgedrückt müsste aus dem Verständnis von Wissen in kontextualisierter Aktion folgen, dass Wissen lediglich eine virtuelle Größe ist, die nur in der aktuellen Verwendung in einer aktuellen Situation mit deren kontextbestimmenden Faktoren zu Information als anwendbarem Wissen werden kann. Das wollen wir die radikale Informationssicht nennen.

Diese radikale Sicht wird nicht durchzuhalten sein. Unübersehbar ist, dass zwar das Zusammenspiel von Wissen und Information tatsächlich nur unter den skizzierten pragmatischen, kontextualisierten Bedingungen funktioniert - Information also aus dieser Sicht nie an sich existiert -, dass aber Wissen auf allen vier Radermacher'schen Ebenen quasi auf Vorrat vorgehalten wird, in der Erwartung, dass es irgendwann einmal gebraucht wird. Ein Fuß enthält das Wissen, wie man sich in der Steppe zu bewegen hat, auch wenn der Fuß aktuell in Ruhe ist und sogar noch nicht ein einziges Mal tatsächlich bewegt worden ist. Anders wäre es auch gar nicht möglich, dass Wissen, einmal produziert, dauerhaft und über die Generationen hinweg latent präsent gehalten werden kann. Daher kommen hier natürlich wieder die reduktionistischen Codierungs- und Repräsentationstechniken zum Einsatz, erst recht in Umgebungen, wo dieses Wissen Rechnersystemen übergeben werden muss, die in ihren Speichern die repräsentierten Strukturen vorhalten und in realen Anfrage- und Handlungssituationen diese dann in Information verwandeln sollen. Dies wollen wir die realistische Informationssicht nennen.

Wir haben aus den bisherigen Ausführungen gesehen, dass eine absolute Trennung von Wissen und Information keinen Sinn macht, so dass bei der folgenden Darstellung von impliziten Faktoren nicht streng zwischen implizitem Wissen (also dessen Produktion, Materialisierung und Bereitstellung) und entsprechenden Faktoren auf der Seite von Information (also deren Erarbeitung und Nutzung) unterschieden werden soll.

## 5.4 Einige Situationen für implizites Wissen und daraus abgeleiteter Information in elektronischen Informationsräumen

### 5.4.1 Matching-Paradigma vs. explorativem (Browsing-)Paradigma

Gegenwärtige Informationsverarbeitungssysteme orientieren sich überwiegend an dem Matching-Paradigma, d.h. an dem Ziel, eine Frageformulierung oder eine Problemstellung möglichst exakt in Übereinstimmung mit den im System vorhandenen Repräsentationsformen zu bringen, so dass die Profile von Seiten der Nutzer und von Seiten der Systeme „matchen“.

Informationskritische Situationen sind aber in der Regel nicht nur informationell unterbestimmt, sondern sie unterliegen auch dem Theorem des *Anomalous state of knowledge*, d.h. die Informationssuchenden wissen zwar, dass sie neues Wissen benötigen, können aber den Bedarf nur sehr unzureichend spezifizieren. Dennoch wissen Menschen in der Regel rasch und eindeutig zu entscheiden, was denn an angebotenen Wissen tatsächlich Information ist, also handlungsrelevant werden könnte.

Um dieser typischen Situation des *Anomalous state of knowledge* entsprechen zu können, sind anstelle von „matchenden“ eher explorative Verfahren der Informationserarbeitung angebracht. Die bisherigen Hypertextsysteme, deren Navigationsmöglichkeiten häufig mit dem Anspruch kognitiver Plausibilität gerechtfertigt werden (assoziatives Browsing entsprechen den Formen, wie unser Gehirn Information verarbeitet), verwenden bislang kaum Typisierungstechniken (also semantisch und pragmatisch ausgelegte Verknüpfungen oder sogar Verknüpfungen mit Kontextualisierungshinweisen). Hier müssen neue Modelle und Systemarchitekturen entwickelt werden, die sich zunächst an den Verfahren orientieren müssten, wie wir (ohne Maschinen) in der Lage sind, durch riesige Informationsmengen schnell explorativ zu navigieren und rasch das in der aktuellen Situation Passende zu finden<sup>2</sup>.

Zukünftige Informationssysteme werden daran gemessen werden, inwieweit sie, wie Datenbank- und Retrievalsysteme, nicht nur höchst selektiv und sehr schnell die Information bereitstellen, die wir aktuell brauchen, sondern auch gestatten, nach dem explorativen Paradigma vorzugehen, also Browsing- oder auch Serendipity-Effekte zuzulassen. Zielen Browsing-Effekte in erster Linie darauf ab, quasi im Mitnahmeeffekt beim Explorieren auch solche Informationen aufzunehmen, mit denen man anfänglich gar nicht gerechnet hat (so wie beim Stöbern in einer – nicht zu stark – systematisch geordneten Bibliothek), so bewirken Serendipity-Effekte, dass man vom ursprünglichen Informationsziel zugunsten eines anderen, aktuell dominanter werdenden Ziels „abgelenkt“ wird – die Grenze zwischen chaotischer und kreativer Informationserarbeitung verschwimmen hier.

### 5.4.2 Offenheit – offene Codierung/Repräsentation/Materialisierung

Im Sinne des beschriebenen Kontextualisierungsansatzes sollten Wissensdarstellungen eher heterogene Optionen als eindeutige Lösungen bereitstellen und damit auch die Realisierung des explorativen Paradigmas begünstigen. Dazu müssen neue, flexible und offene Modellierungsverfahren entwickelt werden, die,

---

<sup>2</sup> Ob diese „Nachahmung“ der „Natur“ auf Dauer hilfreich sein wird, ist eine eher grundsätzliche Frage. Zu den „Todsünden“ maschineller Informationssysteme wird ja im allgemeinen gerechnet, dass sie sich, wenn ihre der jeweiligen Technik zugrundeliegenden Potentiale wirklich genutzt werden sollen, gerade nicht an dem humanen Vorbild orientieren sollen. Das ist möglicherweise ein Einwand gegen das Programm „von der Natur lernen“, der gründlich bedacht werden sollte.

anders als überwiegend die bisherigen Verfahren, nicht in erster Linie auf die semantische Leistung der genauen Spezifizierung abheben (Begriffs- und Relationenkontrolle), sondern auf eine pragmatische Offenheit, also auf die Offenheit gegenüber im Detail noch gar nicht vorhersehbaren Anwendungssituationen. Die Leistung von Informationssystemen auf dieser Grundlage beruht dann eher auf der Analogiebildung, auf der Inferenz-, neutraler: der Interpretationsfähigkeit der Systeme, mit denen sie die offenen heterogenen Wissensstrukturen verarbeiten.

### **5.4.3 Implizites Wissen in vernetzter Kommunikation**

Es kann davon ausgegangen werden, dass in Zukunft Wissen verstärkt durch kollaborative Formen der Arbeitsorganisation produziert wird, wobei die Zusammenarbeit fortschreitend virtualisiert wird, also nicht auf die Kopräsenz der Interaktionspartner in Raum und Zeit angewiesen ist (dislozierte und asynchrone Kommunikation). Für diese Formen von vernetzter, medial vermittelter Kommunikation müssen sicherlich auch Mechanismen entwickelt werden, durch die die zweifellos auch klar erkennbaren Nachteile dislozierter und asynchroner Kommunikation kompensiert werden können, z.B. durch den vermehrten Einsatz von Moderatoren in medial bestimmten Kommunikationssituationen wie elektronischen Foren. Für unseren Zusammenhang, implizites Wissen nutzbar zu machen, muss es darauf ankommen, Verfahren zu entwickeln, durch die die These bestätigt werden kann, dass bei vernetzter, dislozierter und asynchroner Kommunikation das Kommunikationsergebnis mehr, zumindest anders ist als die Summe ihrer einzelnen Teile.

In jüngster Zeit werden vermehrt elektronische Kommunikationsforen als Möglichkeit des Wissensmanagement eingesetzt (wenn man denn unter Wissensmanagement genau die Technik versteht, implizit vorhandenes Wissen einzelner Organisationsmitglieder zum expliziten Wissen der Gesamtorganisation zu machen). Dies kann auch ein erwünschter Effekt der Verwendung elektronischer Formen der Kommunikation sein - wir sehen den Wert von verteilter Kommunikation eher darin, dass durch die Beteiligung vieler Personen mit heterogenem „kulturellen“ Hintergrund in hohem Maße der offene, viele Kontexte der Verwendung ermöglichende Charakter von Wissensdarstellung und Informationserarbeitung bewahrt bleiben kann.

### **5.4.4 Vertrauen in informationelle Interaktion und bei der Inanspruchnahme informationeller Leistungen**

Auf elektronischen Märkten setzt sich zunehmend die Einsicht durch, dass der Aufwand, der zur Vertrauenssicherung der Informationsprodukte bzw. der diese Produkte anbietenden Personen und Institutionen betrieben werden muss, dem Aufwand zur Produktion und Distribution vergleichbar ist. Entsprechend spricht man von Vertrauensmanagement (Trust engineering). Vertrauen ist ein Musterbeispiel für die Notwendigkeit und die Tragfähigkeit von implizitem Wissen. In Situationen expliziter Sicherheit ist kein Vertrauen nötig. Mathematik oder – auf elektronischen Märkten – Kryptographie brauchen kein Vertrauen. Sie vermitteln Gewissheit. Vertrauen ist in Situationen informationeller Unterbestimmtheit nötig, wenn wir uns den (technischen oder informationellen) Systemen anvertrauen, uns ihnen, da wir keine andere Wahl haben, anvertrauen müssen. Vertrauen kompensiert fehlende explizite Gewissheit. Schenken wir Vertrauen, handeln wir so, als ob wir Sicherheit hätten.

Im Verlauf der Menschheitsgeschichte und im Verlaufe der individuellen Sozialisation haben wir die Techniken der Vertrauensbildung gelernt, die zu guten Teilen auf Übertragungsmechanismen beruhen. Ich bilde in der konkreten Situation

des bevorstehenden Fluges Vertrauen in die Maschine eher durch die Begegnung mit dem freundlichen und kompetent aussehendem Personal, obgleich dieses mit der Flugsicherheit kaum etwas zu tun hat, als durch Rekurs auf die „objektiven“ Flugunfallstatistiken, die Fliegen als wesentlich sicherer herausstellen als Autofahren.

Die Intensität, mit der von Seiten der Informationswirtschaft um Vertrauen geworben wird (z.B. Sicherung von *Privacy* der Interaktionsdaten, Sicherung der Vertraulichkeit und Authentizität von Transaktionen jeder Art), zeigt die Abhängigkeit der Nutzung informationell kaum durchschaubarer elektronischer Produkte und Dienstleistungen von dem Vertrauen in sie. Die Schlichtheit, um nicht zu sagen Primitivität, mit der Vertrauensbildungsmechanismen bislang faktisch zum Einsatz kommen, zeigt aber auch die Notwendigkeit intensiver Vertrauensforschung. Sie ist nötig, um die Sicherheit der Vertrauensbildung, die wir in dem alltäglichen Umgang mit anderen Menschen durch lange Tradition erworben haben, auch auf den Umgang mit Informationssystemen bis hin zu den anthropomorphisierten Informationsassistenten übertragen zu können. Bzw. wird sie nötig sein, um ganz neue genuine Techniken der Vertrauensbildung in elektronischen Informationsräumen zu entwickeln.

#### **5.4.5 Metaphorisierung von Information**

Metaphorisierung von Information bedeutet, einzelne Informationselemente in einen artifiziellen Kontext zu stellen, in der Erwartung, dass sie dazu verhilft, die Komplexität realer Kontexte besser zu bewältigen. Metaphern haben also eine hohe Ordnungs- und Komplexitätsreduktionsfunktion, indem sie als Filter wirken bzw. Interpretationsmuster bereitstellen, durch die für sich disparate Informationselemente kohärent zusammengefasst und verstanden werden können. Gute Metaphern erlauben nicht nur intuitiv leichtes Navigieren, sondern ermöglichen auch ein besseres Ableiten neuen Wissens aus bestehenden Strukturen, im wesentlichen dadurch, dass sie, wie erwähnt, Kohärenzstiftend wirken und Spielräume der Interpretation eröffnen.

Das Prinzip der Metaphern ist in elektronischen Systemen natürlich längst eingeführt, wie man sich an dem erfolgreichen Beispiel der Desktop-Metapher erinnern wird. Für komplexe elektronische Informationsräume sind allgemein akzeptierte Darstellungs- und Nutzungsmetaphern noch nicht entwickelt worden. Hier bestehen einige Forschungsdefizite, unter anderem sogar bezüglich der Zweifel, ob Metaphorisierung überhaupt bei elektronischen Systemen angebracht sei, da diese von den eigentlichen Funktionen ablenke. Wir haben nicht diesen radikalen Zweifel, sondern sehen Metaphorisierung als einen wichtigen Faktor bei der Bildung kohärenter, aber dennoch offener Verfahren der Wissensdarstellung und der Informationserarbeitung.

#### **5.4.6 Ästhetisierende Mehrwerteffekte**

In den Zusammenhang der Metaphorisierung und der Visualisierung von Information gehören auch die innerhalb der Systematik der informationellen Mehrwerte angesiedelten ästhetisierenden Mehrwerteffekte als Zusammenspiel von Systemleistungen und Rezeptions-/Interpretationsvermögen der Nutzer. Dem hier vorgeschlagenen Konzept der Ästhetisierung liegt weniger der in der Philosophie der Kunst im 18. und 19. Jahrhundert entwickelte Ästhetik-Begriff zugrunde als vielmehr das klassische Verständnis von *aisthesis* als Reklamation der sinnlichen Erfahrungswelt gegenüber dem reduktionistischen Anspruch der Verstandeswelt, darin funktional nicht unähnlich dem Beharren auf den direkt zugänglichen Lebenswelten in der Husserl'schen Phänomenologie.

Ästhetisierende Mehrwerteffekte in diesem Verständnis zu erzielen, ist eine besondere Herausforderung an die Konstruktion von Informationssystemen. Nicht umsonst wird heute in einer tendenziell kulturpessimistischen Sicht der Verlust an direkter Alltags- und Naturerfahrung und der Verlust an kommunikativer *Face-to-face*-Kompetenz bei fortgeschrittenem Umgang mit Rechner-/Informationssystemen beklagt - mit welcher empirischen Evidenz sei dahingestellt. Zukünftige Informationssysteme werden in ihrem Design daran zu messen sein, inwieweit sie innerhalb der technischen Umgebung einen quasi natürlichen ästhetischen Umgang mit ihnen erlauben. Dazu werden wir davon lernen müssen, in welcher Form wir bislang unsere Informationsverarbeitung ästhetisiert haben, sie also der ausschließlichen rationalen Kontrolle zu entziehen vermochten. Erneut kann es bei diesem Lernen von dem Naturvorbild nicht bleiben – es müssen entsprechende, zusammen mit der Metaphorisierung und Visualisierung, genuine Ästhetisierungseffekte in elektronischen Räumen entwickelt werden, jenseits, aber auch im Rückgriff auf die neue Ästhetik in den Spielwelten der elektronischen Unterhaltungsindustrie.

#### **5.4.7 Anthropomorphisierung/Personalisierung von technischen Informationsassistenten**

Zum Aufgabenfeld der Metaphorisierung, zusammen mit der Notwendigkeit von Übertragungsmechanismen bei der Vertrauensbildung, gehören die aktuellen Bestrebungen, die einzelnen Ausprägungen von Informationsarbeit bis hin zu der Bewertung der Information oder sogar ihrer Anwendung in realen Handlungen (Aktienkauf, Personaleinstellung) nicht nur an technische Assistenten (in der Informatik in der Regel „intelligente Agenten“ genannt) zu delegieren, sondern diese – wie immer schon in der *Science-Fiction*-Literatur – auch in menschlicher Gestalt oder zumindest in personalisierter/figurierter Form zu realisieren, bevorzugt die vertrauenserweckende personalisierte Figur des Hundes.

Hier besteht noch erheblicher Forschungsbedarf, inwieweit diese Anthropomorphisierung produktiv oder kontraproduktiv wirkt und inwieweit – und das ist das grundlegendere Problem - wir von unserem natürlichen *Face-to-face*-Informations- bzw. Kommunikationsverhalten bei der Übertragung auf maschinelle Systeme lernen können. Die Bereitschaft der Informationswirtschaft, sich aus Marketing- bzw. Kundenbindungsgründen darauf einzulassen, ist offensichtlich vorhanden – wiederum, wie bei der Vertrauensbildung, ohne über ausreichendes Wissen darüber zu verfügen, auf welchen Mechanismen das beruht bzw. welche Reaktionen, Akzeptanz- oder Abstoßungsformen darauf produziert werden.

#### **5.4.8 Normative, kulturelle und andere Kontingenzfaktoren**

Informationen – darauf haben wir zu Beginn hingewiesen – können nicht wie quasi aus der Schublade dem Vorrat an vorhandenem Wissen entnommen werden, sondern müssen unter Berücksichtigung sehr komplexer, kontextabhängiger Rahmenbedingungen – wir nennen sie Kontingenzfaktoren – erarbeitet werden. Wir wollen hier nur darauf hinweisen, dass die kulturellen Hintergründe der Informationsverarbeitung immer schon wirksam waren, aber kaum im rationalen Paradigma beachtet wurden. Kulturelle Faktoren werden aber offensichtlich immer bestimmender für den Erfolg bzw. für die Akzeptanz, die Nutzung und somit für den Nutzen von Information. Das ist offensichtlich darauf zurückzuführen, dass mit der Globalisierung des Informationsgeschehens der „natürliche“, auf die direkte Kommunikation bezogene und sich innerhalb einer weitgehend kohärenten Kulturgemeinschaft bewegende Informationsaustausch nicht nur stark virtua-

lisiert (disloziert, asynchron), sondern eben auch durch den Zusammenprall heterogener Kulturen geprägt wird. In der Forschung ist man sich keineswegs darüber im klaren, ob die Entwicklung in Richtung Monokulturalität, Multikulturalität (Fortbestehen heterogener (Informations) Kulturen), Interkulturalität (Durchdringen der verschiedenen Kulturen) oder Transkulturalität (Entwickeln globaler Kultur- und Wertebereiche bei Beibehalten regionaler Kulturkerne) gehen wird geschweige denn gehen soll.

Wenn Kultur – verstanden in der Ergänzung zur institutionellen Ausprägung als Menge der Kulturobjekte, z.B. der Kunst und Architektur – als die Gesamtheit der Gepflogenheiten, Wertesysteme (Ethiken, Religionen), Handlungsmuster, Interpretationsschemata etc. begriffen wird und wenn angenommen werden kann, dass diese Ausprägungen von Kultur auf den Umgang mit Wissen und Information entscheidenden Einfluss haben, dann müssen sich zukünftige global wirkende Informationssysteme darauf einlassen. Sie können nicht darauf vertrauen, dass das europäisch-nordamerikanische Kulturparadigma fraglos von den anderen, quantitativ ohnehin dominierenden Kulturen übernommen wird.

Gegenwärtig wird diese Kulturabhängigkeit besonders deutlich bei den für vielfältige Zwecke (*parental control*, staatliche Überwachung, Organisationskontrolle, Medien-Push-Dienste) eingesetzten Filter- und Abblockverfahren, die in der Qualifizierungsleistung wesentlich von den zugrundeliegenden kulturellen Gewohnheiten abhängen. Diese Verfahren werden aber auch wirksam in Regionen, die auf ganz anderen Wertesystemen, anderen Kulturen beruhen. Wissensdarstellung und Informationserarbeitung wird sich aber auch in vielen Anwendungsbereichen auf diesen quasi unnatürlichen, aber rasch zur Natur des Menschen gehörenden Zusammenprall der Kulturen einstellen und dafür entsprechende kulturelle Kontextualisierungsverfahren entwickeln müssen.

#### **5.4.9 Visualisierung – Verarbeitung großer und komplexer Informationsmengen**

Zu diesem Punkt muss nicht viel gesagt werden – hier ist die Forschung (auf dem Gebiet des Information visualization) schon intensiv dabei, Visualisierungsverfahren zu entwickeln, mit denen komplexe Sachverhalte simultan auf den „graphischen Punkt“ gebracht werden können, z.B. bei der Visualisierung von großen Treffermengen beim Information Retrieval, bei vernetzten Verkehrs- und technischen Kommunikationsströmen oder zur Darstellung sozialer Konflikte bzw. politischer Entscheidungssituationen. Allerdings zielen diese Verfahren – entgegen unserer grundlegenden Kontextualisierungsannahme – darauf ab, zu möglichst eindeutigen Interpretationen komplexer Sachverhalte zu kommen. Visualisierungsverfahren sollten darüber hinaus in der Lage sein, die Exploration großer Informationsmengen „natürlicher“ geschehen zu lassen, indem die einzelnen erarbeiteten Elemente in ihren semantischen und pragmatischen Kontext gestellt werden. Was bedeutet ein Element im (wechselnden) Kontext zu anderen Elementen und welche aktuelle Handlungsrelevanz besitzen sie genau für mich in meiner Situation?

### **5.5 Schluss**

Wir versuchen keine abschließende Synthese. Der Grundansatz, Information als kontextualisiertes Wissen zu verstehen, und die Annahme, dass sich die Formen der Wissensdarstellung und Informationserarbeitung nicht eindeutig, kontextfrei realisieren lassen, sondern eben von stark variierenden Kontextbedingungen und kulturellen Faktoren abhängen, sollten deutlich geworden sein. Dieses Verständnis von offenem, kontextualisiertem Wissen und Information wird, sollte es denn

adaptiert werden, erhebliche Auswirkung auf unsere Konstruktion von Wissen bereitstellenden und Information erarbeitende Systeme haben. Inwieweit diese Systeme quasi natürlich sind oder in hohem Maße artifiziell-technisch, wird sich in der Realisierung und der Akzeptanz zeigen.



**6. Vier Komponenten des  
informationstechnischen  
Wissensmanagements:  
Unternehmensgedächtnisse,  
Wissensretrieval, Wissenstransfer  
und Wissensvisualisierung**

**Prof. Dr. Dr. Hermann Maurer**

TU Graz - IICM  
Inffeldgasse 16c  
A-8010 Graz  
Tel. +43-316-873-5612  
Fax. +43-316-873-5699  
hmaurer@iicm.tu-graz.ac.at

**Dr. Klaus Tochtermann**

Know-Center  
Kompetenzzentrum für wissensbasierte  
Anwendungen und Systeme  
Inffeldgasse 16c  
A-8010 Graz  
Tel. +43-316-873-5671  
Fax: +43-316-873-5688  
ktochter@know-center.at

**Zusammenfassung:** Der Beitrag besteht aus zwei unterschiedlichen Teilen: Der erste Teil stellt zusammenfassend die informationstechnische Sicht auf Wissensmanagement vor, wie sie von dem Kompetenzzentrum für wissensbasierte Anwendungen und Systeme (Know-Center), Graz (Österreich), vertreten wird. Dabei wird nach einer allgemeinen Einführung ausführlicher auf die vier Komponenten Unternehmensgedächtnis, Wissensretrieval, Wissenstransfer und Wissensvisualisierung eingegangen. Der zweite Teil des Beitrags stellt anschließend in der Natur bewährte kreative Mechanismen zur Entwicklung von Populationen vor und zeigt Ansätze auf, ob und wie diese Mechanismen im Kontext von Wissensmanagement angewendet werden können.

## 6.1 Informationstechnisches Wissensmanagement

Der erste Teil des Beitrags stellt die Sicht des Kompetenzzentrums für wissensbasierte Anwendungen und Systeme (Know-Center), Graz (Österreich), auf informationstechnisches Wissensmanagement vor. Nach einer allgemeinen Einleitung werden Themenstellungen aufgezeigt, die in Zukunft vom Know-Center in den Bereichen Unternehmensgedächtnis, Wissensretrieval, Wissenstransfer und Wissensvisualisierung angegangen werden.

### 6.1.1 Einleitung

Der Bedarf an Software für Wissensmanagement wird sich dem Ovum Report von 1998 zufolge von \$ 285 Millionen im Jahre 1998 auf \$ 1,6 Milliarden im Jahre 2002 entwickeln (Woods et al. 1998). Die Studie über Wissensmanagement von Murray und Myers (Murray et al. 1999) besagt, auf Basis einer umfassenden Befragung in Europäischen Unternehmen, dass die Erfassung und Bereitstellung von Wissen in den nächsten drei bis fünf Jahren mit höchster Priorität in zahlreichen Firmen angegangen wird (83% der befragten Unternehmen). 85% der 100 wichtigsten befragten Unternehmen stimmten folgender Aussage zu: "Wenn wir wüssten, was wir wissen, wären wir wesentlich effektiver".

Im gewöhnlichen Sprachgebrauch steckt Wissen in den Köpfen der Menschen. Es ist offensichtlich, dass das Wissen einer Gruppe meist umfassender ist als das Wissen Einzelner. Da es jedoch bislang noch keine direkte Verbindung zwischen den Gehirnen verschiedener Menschen gibt, sind Ideen wie Gruppenwissen oder Unternehmensgedächtnis zur Zeit noch mehr Fiktion als Realität. Aufgrund eines fehlenden Organs des Menschen ist die Kommunikation zwischen Menschen leider auch sehr eingeschränkt. (Wir haben zwar mit den Ohren zum Hören den Gegenpart zum Mund, über den Laute erzeugt werden können. Zu den Augen, die bildhafte Dinge erkennen, fehlt aber das passende Organ, das Bilder zur Kommunikation erzeugt (Carlsoln et al. 1992).) Gruppenwissen liegt daher immer in sehr fragmentierter Form vor. Ziel von Wissensmanagement ist es nun, Wissen Einzelner zu fördern und zu erweitern und den Austausch von Wissen zwischen Individuen zu vergrößern. Um dieses Ziel zu erreichen, können organisatorische und/oder sozio-kulturelle Aspekte berücksichtigt werden. Darüber hinaus spielen aber die in diesem Beitrag im Vordergrund stehenden informationstechnischen Aspekte des Wissensmanagement eine zentrale Rolle. Ziel hierbei ist es, Wissen zu computerisieren, d.h. informationstechnisch verarbeitbar, auffindbar und transferierbar zu machen.

Informationstechnische Beiträge zu Wissensmanagement können in eine prozessorientierte und eine produktorientierte Sicht unterteilt werden (Studer et al. 1999). Die prozessorientierte Sicht beschäftigt sich mit der aktiven Bereitstellung relevanter Informationen in unternehmensrelevanten Prozessen, z.B. Entwicklungs- und Entscheidungsprozesse. Ziel ist es, vorhandenes Wissen optimal

in diesen Prozessen einzusetzen und diese dadurch ständig zu verbessern. Die produktorientierte Sicht beschäftigt sich zunächst damit, menschliches Wissen zu computerisieren, um es dann pflegen, bereitstellen, suchbar und nutzbar machen zu können. In beiden Fällen geht es darum, Wissen zwischen Menschen unter Verwendung von Informationstechnologien zu transferieren. Dabei ist zwischen explizitem und implizitem Wissen zu unterscheiden. In der Kognitionswissenschaft sind die Begriffe wie folgt definiert (Strube 1996): "Im modernen Sprachgebrauch bedeutet *explizit* so viel wie erklärt, ausdrücklich, ausführlich dargestellt, (mehr oder minder) unmittelbar zugänglich und *implizit* so viel wie (stillschweigend) eingeschlossen, mitenthaltend, mitgemeint - aber nicht ausdrücklich gesagt, nicht unmittelbar zugänglich". Explizites Wissen kann also formuliert, erfasst und zugänglich gemacht werden (z.B. als Handbücher). Implizites Wissen kann demgegenüber nicht unmittelbar offen gelegt werden, vielmehr sind Denk- und Betrachtungsschritte für einen Erkenntniszugang erforderlich.

Um Wissen innerhalb eines Unternehmens optimal nutzen zu können, sind die Aspekte Unternehmensgedächtnis, Wissensretrieval und Wissenstransfer von großer Bedeutung (Tochtermann et al. 2000). Ein Unternehmensgedächtnis ist idealerweise eine vollständige computerisierte Abbildung des menschlichen Wissens der Mitarbeiter eines Unternehmens (im Rahmen dieses Beitrags werden Teile des in einem Unternehmensgedächtnis vorhandenen Wissens, ohne sie genauer zu definieren, als „Wissenseinheiten“ benannt). Aufgrund der schwierigen Externalisierung impliziten Wissens wird dieser Idealfall jedoch in den meisten Fällen nicht erreicht. Für den Aufbau und die Pflege eines Unternehmensgedächtnisses wird kontinuierlich das intellektuelle Kapital eines Unternehmens computerisiert und systematisch in einem in der Regel vernetzten Computersystem abgelegt. Methoden des Wissensretrievals helfen, Wissen im Unternehmensgedächtnis wieder aufzufinden. Dies ist die Voraussetzung für den anschließend stattfindenden Wissenstransfer (Maurer 1999). Um den Wissenstransfer effizient zu unterstützen, sind Methoden zum Wissensretrieval erforderlich. Da in zunehmendem Maße Wissen audio-visuell verfügbar sein wird, sind zukünftig neben klassischen auch audio-visuelle Retrievalmethoden erforderlich. Darüber hinaus kann Wissensretrieval durch Wissensvisualisierung unterstützt werden. Unter Wissenstransfer wird neben dem direkten Austausch von Wissen zwischen Mitarbeitern eines Unternehmens die Überführung von computerisiertem Wissen aus dem Unternehmensgedächtnis zu den Mitarbeitern verstanden. Wissenstransfer auf der Basis von Wissensmanagementsystemen wird in Zukunft eine immer größere Bedeutung zukommen. Grund hierfür ist folgender Trend: In den Jahren 1992-1995 haben 75% aller Mitarbeiter eines Unternehmens an traditionellen Fortbildungskursen (Wissenstransfer von Mensch zu Mensch) teilgenommen, dieser Prozentsatz stieg im Verlauf der Studie noch einmal um 10%. Im selben Zeitraum wurde jedoch das Budget für Fortbildungsveranstaltungen in Unternehmen durchschnittlich um 10% verringert, was ca. 34 Milliarden DM entspricht (Hasebrook 1999). Abbildung 1 stellt nun diese Aspekte im Zusammenhang dar.

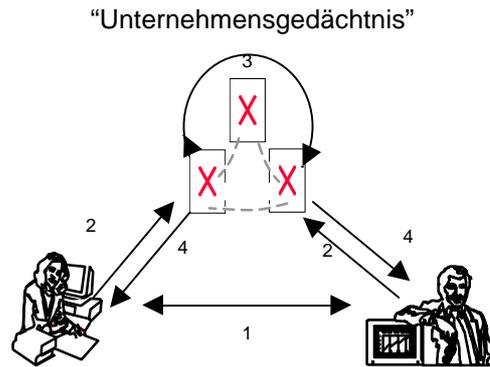


Abb. 1 Zentrale Aspekte des Wissensmanagements

Das wichtigste Element beim Wissenstransfer ist Mensch-zu-Mensch Interaktion (Pfeil 1 in Abbildung 1). Daneben kann Wissen aber auch ausgetauscht werden, indem es zunächst externalisiert und dann in Form von Handbüchern, Berichten, Protokollen etc. im Unternehmensgedächtnis bereitgestellt wird. Um aus menschlichem Wissen computerisiertes Wissen für ein Unternehmensgedächtnis zu erzeugen, gibt es drei Möglichkeiten (Pfeil 2): (a) Explizites Anlegen von Wissen und zugrundeliegender Information, (b) Implizites Erzeugen von Wissen als Nebenprodukt von Prozessen, die ohnehin durchgeführt werden und (c) systemische Aktionen, d.h. Aktionen, die durch das Computersystem veranlasst werden. Daneben ist es auch möglich, dass sich ein Unternehmensgedächtnis autonom durch systemische Aktionen vergrößert (Pfeil 3). Üblich sind hier z.B. Ansätze aus der künstlichen Intelligenz, bei denen durch Inferenzmechanismen auf der Basis vorhandenen Wissens neues Wissen erzeugt wird, und automatisches Verlinken von Informationen sowie automatisches Anlegen neuer Strukturen, die z.B. aus Anwenderverhalten abgeleitet werden. Für den Wissenstransfer muss es Möglichkeiten geben, um computerisiertes Wissen zurück auf menschliches Wissen abzubilden (Pfeil 4). Hier sind zwei Wege gangbar: (a) Explizites Abfragen von Informationen und Wissen und (b) systemische Aktionen, die z.B. auf der Basis von Benutzerprofilen oder Benutzerverhalten reagieren. Der Wissenstransfer wird in der Regel durch ein zuvor durchgeführtes Wissensretrieval ermöglicht.

### 6.1.2 Unternehmensgedächtnisse

In Organisationen jeder Art steigt der Bedarf, Wissen zu speichern, zu warten und verfügbar zu machen. Dabei wird es in Zukunft nicht nur darum gehen, neues Wissen bereitzustellen, sondern auch existierende Informationsbestände nahtlos in relevante Arbeitsprozesse einzubinden. Diese Anforderung führt zwangsläufig zu einer Situation, in der unternehmensweite Informations- und Wissensbestände zu harmonisieren sind, die heterogen bzgl. der verwendeten Inhalte (Texte, Bilder, Videos, Audios), der verwendeten Technologien (Datenbanken, Videoarchive) und heterogen bzgl. der Standorte sind.

Um all diese Informationen und dieses Wissen zugänglich zu machen, werden in Unternehmen in zunehmenden Maße Unternehmensportale (Enterprise Information Portals) eingesetzt. Diese zeichnen sich in der Regel dadurch aus, dass sie einen „Single Point of Access“ darstellen, über den all das vorhandene Wissen abgerufen werden kann, unabhängig von den Inhalten, der verwendeten Speichertechnologie und dem Standort. Um einen echten Mehrwert zu erreichen,

genügt es jedoch nicht, allein den Zugriff zu vereinheitlichen. Denn, was nützt der Zugriff auf Wissen, wenn dessen Qualität und Zuverlässigkeit nicht garantiert ist? Was nützt ein Zugangsportale, wenn es damit nicht möglich ist, Wissen geliefert zu bekommen, dass auf die Durchführung einer speziellen Aufgabe zugeschnitten ist? Was nützt ein Zugangsportale, wenn es darüber nicht möglich ist, sein Wissen mit dem von Kollegen auszutauschen?

Diese Fragestellungen zeigen, dass es allein mit der Bereitstellung eines Zugangsportals nicht getan ist, um ein Unternehmensgedächtnis effektiv einzusetzen. Anstelle des „Single Point of Access“ ist für die Zukunft das Konzept eines „Single Point of Exchange“ von viel größerer Bedeutung. Dies beinhaltet, dass neben den Suchmöglichkeiten auch Möglichkeiten angeboten werden müssen, die es erlauben, persönliche Wissensseinheiten in ein Unternehmensgedächtnis einzubringen, wobei hier die Fragestellung der Qualitätssicherung angegangen werden muss - dies ist entscheidend für die Akzeptanz von Unternehmensgedächtnissen bei dessen Nutzern. Darüber hinaus muss es möglich sein, dass Nutzer untereinander kommunizieren können, sei es über asynchrone bzw. synchrone Diskussionsforen (Newsgroups bzw. Videokonferenzen). Forschungsarbeiten in diesem Umfeld haben jedoch gezeigt, dass computergestützte Kommunikationsformen, gleich welcher Art, nicht die direkte Mensch-zu-Mensch Kommunikation ersetzen können. Daher müssen in Unternehmensgedächtnissen auch sogenannte „Yellow Pages“ bereitgestellt werden, die aufzeigen, welche Mitarbeiter eines Unternehmens zu welchen Themen Wissen haben und wie diese Mitarbeiter zu erreichen sind. Schließlich gehören zu einem Unternehmensgedächtnis auch Metainformationen und Metawissen, die es ermöglichen, das für die Durchführung konkreter Aufgaben erforderliche Wissen effizient zu finden. Dabei spielt die Personalisierung von Metainformationen und Metawissen eine bedeutende Rolle. Personalisierung erlaubt es, für ein und dieselben Wissensseinheiten innerhalb eines Unternehmensgedächtnisses unterschiedliche Metainformationen anzulegen, die speziell auf die Bedürfnisse unterschiedlicher Nutzergruppen oder spezielle Aufgabenbereiche zugeschnitten sind. Da es allein aufgrund der Menge an vorhandenem Wissen in einem Unternehmensgedächtnis nicht möglich sein wird, Metainformationen für verschiedene Nutzergruppen und Aufgabenbereiche manuell zu erfassen, müssen Wege gefunden werden, die eine automatische Generierung erlauben. Automatische Generierungsmechanismen werden zusätzlich für die kontinuierliche Erweiterung von Unternehmensgedächtnissen unabdingbar sein. Ein Ansatzpunkt für Arbeiten in diese Richtung ist die Beobachtung, dass über gleiche Metainformationen verschiedener Wissensseinheiten abgeleitet werden kann, dass diese Wissensseinheiten vermutlich irgend etwas gemeinsam haben (wenn z.B. zwei verschiedene Personen zur selben Zeit am selben Ort waren, existiert in vielen Fällen ein Grund dafür).

### **6.1.3 Wissensretrieval**

Ziel von Wissensretrieval ist es, Methoden anzubieten, über die Wissen in einem Unternehmensgedächtnis effizient aufgefunden werden kann. Systematische Strategien des Wissensretrievals sind erforderlich, um aus den riesigen Beständen an Informationen und Wissen das zu finden, was dem jeweiligen Bedarf gerecht wird. Eine solche Strategien ist unter dem Namen konzeptueller Navigation bekannt. Hierbei wird über strategische Sequenzen der Suchraum während der Anfrage nach und nach eingeschränkt. So kann die Frage nach dem Zweck (Warum?) den Suchraum in einem ersten Schritt begrenzen. Der Suchraum kann sukzessive weiter verkleinert werden, wenn nach Zeitbezügen (Wann?), Raumbezügen (Wo?), nach Fachbezügen (Was?) und Personen/Organisationen (Wer?) gefragt wird. Diese Methodik hat sich z.B. im Umfeld der Umweltinforma-

tionssysteme in vielen Jahren bewährt und ist nun auf allgemeines Wissensmanagement anzupassen. Voraussetzung hierfür ist, dass alle Wissenseinheiten über eine entsprechende Bezugsform in einer einheitlichen Terminologie verschlagwortet sind. Ontologien, sowie Werkzeuge zur Erzeugung von Ontologien, werden also eine wichtige Rolle einnehmen. Zudem stellt sich dann wieder die Frage nach der weitgehend automatisierten inhaltlichen Erschließung von Wissenseinheiten (vgl. Unternehmensgedächtnisse).

In Zukunft werden in zunehmendem Maße multimediale Medien als Form der Wissensrepräsentation verwendet. So sind bereits die heutigen Archive der Rundfunkanstalten von unschätzbarem Wert und werden daher zumindest in Teilen retrospektive digitalisiert, um sie über effiziente Methoden des Wissensretrieval erschließen zu können. Weiterhin können komplexe Sachverhalte anhand multimedialer Animationen wesentlich besser vermittelt werden als über rein textuelle Beschreibungen. Daher haben (und werden auch zukünftig) audiovisuelle Medien in weite Teile des Computer-based training/learning Einzug erhalten.

Neue Multimediastandards wie MPEG-4 für digitales Video und MPEG-7 für Metadaten multimedialer Dokumente machen es möglich, den Abstraktionslevel der semantischen Beschreibungen von multimedialen Medien zu erhöhen. Im Bereich digitales Video beschränken sich die Möglichkeiten zum Retrieval in MPEG-2 Videos u.a. auf Anfragen nach Kameraschwenks (z.B. finde alle Startbilder neuer Szenen), Einzelbilder in Szenen (z.B. finde alle Bilder mit einer Person mittels query by image) etc. Der wesentliche Unterschied von MPEG-4 zu anderen Datenkompressionsstandards wie ITU-T H.261/263, G.723 und ISO/IEC MPEG-1/-2, besteht nun darin, dass MPEG-4 erstmals die Aufteilung einer Szene in einzelne Objekte zulässt. Die separate Beschreibung dieser Objekte innerhalb des gesamten Datenstroms ermöglicht es, auf der Empfängerseite, insbesondere durch Benutzerinteraktion, systematische Manipulationen am Szeneninhalte vorzunehmen. Es ist aber auch die Voraussetzung geschaffen, um Anfragen auf einem höheren Abstraktionslevel zu erlauben (finde eine Szene mit einem fahrenden Auto im Hintergrund, einem bellenden Hund, der vor einem weißen Haus steht). Für die Zukunft stellt sich die Frage, welche Abstraktionsebenen für Anfragen für welche Aufgabenstellungen am besten geeignet sind. Sicherlich ist zu berücksichtigen, dass auch Anfragen mit Elementen möglich sein müssen, die aus unterschiedlichen Abstraktionsebenen kommen (z.B. finde alle Startbilder neuer Szenen, in denen ein fahrendes Auto im Hintergrund ist).

Neben diesem allgemeinen Einsatzbereich wird Wissensretrieval in zunehmenden Maße in Dienstleistungsbereichen, wie Customer Care, Call Center und Help Desk Solutions, eine zentrale Rolle einnehmen. In diesen Dienstleistungsbereichen können Nutzer z.B. telefonisch Anfragen stellen, die sie von Experten beantwortet bekommen. Dieses ständige Zusammenspiel zwischen Fragen und Antworten kumuliert sich über die Zeit zu einem riesigen Wissensschatz, den es zu archivieren und für die zu bearbeitenden Dienstleistungsaufgaben zu nutzen gilt. Die Einsatzmöglichkeiten können so aussehen, dass alle eingehenden Fragen und zugehörigen Antworten gespeichert werden. Ist einmal ein genügend großer Schatz an Fragen und Antworten vorhanden, kann für eingehende Anfragen geprüft werden, ob bereits ähnliche Anfragen zu einem früheren Zeitpunkt gestellt wurden. Wenn ja, können die zugehörigen Antworten vom System automatisch zurückgeliefert werden. In diesem Umfeld werden für die Zukunft zwei Herausforderungen an die Wissenschaft gestellt: So werden Spracherkennung und das Ableiten von Wissen (evtl. sogar von implizitem Wissen) aus Sprache eine Schlüsselrolle einnehmen. Zudem wird das Erkennen der Ähnlichkeit von verschiedenen Anfragen eine große linguistische Herausforderungen an die Sprachanalyse stellen.

#### **6.1.4 Wissenstransfer**

Wie bereits eingangs erwähnt, sinken die Budgets in Unternehmen für traditionelle Fortbildungsmaßnahmen während gleichzeitig der Bedarf an Schulung nicht zuletzt aufgrund der hohen Innovationsgeschwindigkeit in der Informationsgesellschaft steigt. Ziel für die Zukunft wird es sein, Wissenstransferkomponenten als elementaren Bestandteil von Wissensmanagementsystemen zu etablieren. Der Bereich Wissenstransfer kann dabei auf den zahlreichen Erfahrungen aufbauen, die im Umfeld des Web-based und Computer-based training/learning in der Vergangenheit gemacht wurden. Da es bereits zahlreiche Arbeiten zu verschiedenen Lernstrategien aus diesem Bereich gibt, gilt es zu untersuchen, inwieweit diese für Wissensmanagement anzupassen sind.

Interessant ist eine Lernstrategie, die in hohem Maße auf Metawissen basiert. Dabei geht es nicht direkt darum, Wissen aus dem Unternehmensgedächtnis an die Nutzer zu übermitteln. Vielmehr geht es darum zu ermitteln, ob ein Nutzer ausreichenden Wissen hat, um eine bestimmte Aufgabenstellung zu bewältigen. Zu diesem Zweck ist es zunächst erforderlich, dass die Lerneinheit selbst „wissen“ muss, welches Wissen erforderlich ist, um diese Aufgabe zu bearbeiten. Zudem muss die Lerneinheit Kriterien kennen, anhand derer sie abschätzen kann, ob ein Nutzer genügend Wissen für die gestellte Aufgabe hat. Die Entwicklung generischer Werkzeuge, die solche Lerneinheiten für beliebige Inhalte generieren, stellt große Herausforderungen an zukünftige Forschungsarbeiten in diesem Umfeld.

Schließlich sind Feedbackmechanismen von großer Bedeutung, wenn es darum geht, von den Nutzern Rückmeldungen über die Qualität der Inhalte eines Unternehmensgedächtnisses zu bekommen. Allerdings hat sich hier herausgestellt, dass traditionelle Methoden zur Rückmeldung, wie z.B. Fragebögen, von Nutzern als Belastung empfunden werden und daher nicht mit der Sorgfalt ausgefüllt werden, die wünschenswert wäre. Daher müssen „unaufdringliche“ Feedbackmethoden gefunden werden, die möglichst nahtlos in den Arbeitsfluss der Nutzer integriert sind. Ein denkbarer Ansatz besteht darin, Teile eines Fragebogens in die verschiedenen Interaktionsabläufe zwischen Nutzer und System einzubauen. Beispielsweise könnte für die Navigation von einer Wissensseinheit zur nächsten zwei Buttons angegeben werden, wobei der Nutzer durch Navigation über den einen Button zum Ausdruck bringt, dass ihm eine Wissensseinheit angesprochen hat. Demgegenüber gibt die Navigation über den anderen Button an, dass die Wissensseinheit nicht sehr hilfreich war. Allerdings haben Studien aus der kognitiven Psychologie gezeigt, dass bereits kleinere Ablenkungen (wie die Überlegung, welcher Button gewählt werden soll) erhebliche Störungen beim Aufnehmen von Informationen nach sich ziehen. Dies zeigt die gesamte Komplexität, die bei der Behandlung der Thematik zu beachten ist.

#### **6.1.5 Wissensvisualisierung**

Unternehmensgedächtnisse werden in der Regel riesige Mengen an Wissensseinheiten beinhalten. Grafische Visualisierungen können einen entscheidenden Beitrag leisten, um die Unternehmensgedächtnisse oder Teile davon anschaulich und kontextbezogen darzustellen. So können über grafische Darstellungen Zusammenhänge zwischen Wissensseinheiten explizit gemacht werden, die ansonsten nur implizit existieren. Neben zwei-dimensionalen Darstellung werden in Zukunft aufgrund der stetig steigenden Rechnerleistungen auch drei-dimensionale Darstellung von Wissensräumen an Bedeutung gewinnen. Ein Vorteil drei-dimensionaler Darstellungen ist, dass mehr Kontextinformation bereitgestellt werden kann. Beispielsweise sagt eine zwei-dimensionale Visualisie-

zung eines Titels eines Dokuments nicht aus über den Umfang des Dokuments. Die dritte Darstellungsdimension kann diese Information jedoch anbieten. Zwei- und drei-dimensionale Visualisierungsformen können gleichermaßen die Zugehörigkeit zu einem oder mehreren Themen darstellen. Während etwa in traditionellen Bibliotheken ein Buch immer nur genau in das Regal eines Themenbereiches eingeordnet werden kann (z.B. nur Biologie, obwohl es auch zu Chemie passen würde), können die Inhalte von Unternehmensgedächtnissen mehreren Kontexten zugeordnet werden. Für Nutzer entsteht dadurch der große Vorteil, dass sie ein Unternehmensgedächtnis aus verschiedenen Perspektiven für sich erschließen können.

Aus dem Bereich multimediale Kartografie ist die drei-dimensionale Darstellung von Dokumentbeständen als Infomaps bekannt. Die Idee besteht darin, Dokumente zu klassifizieren und auf der Basis dieser Klassifikation Landschaftskarten mit Hügeln, Täler, Ebenen etc. zu erstellen. Hügel bringen zum Ausdruck, dass zu einem bestimmtem Thema viele Informationen existieren. Demgegenüber sind Ebenen Ausdruck der Tatsache, dass wenige Information zu einem Thema existieren. Insellandschaften entstehen, wenn ein Dokumentenbestand thematisch sehr stark fragmentiert ist und keine Beziehungen zwischen den einzelnen Themenbereich existieren.

Der Bereich Wissensvisualisierung behandelt jedoch nicht nur die Visualisierung von Wissen und Unternehmensgedächtnissen. Vielmehr umfasst er auch die ganze Thematik der Repräsentation von Wissen in audio-visueller Form (vgl. Wissensretrieval). So werden viele Erwartungen mit der Möglichkeit von MPEG-4 und anderen sich bildenden Standards für multimediale Mediel verbunden, dass auf Empfängerseite, insbesondere durch Benutzerinteraktion, systematische Manipulationen am Szeneninhalte vorgenommen werden können. Damit bleiben nun Funktionen erhalten, die traditionell nur während der Produktion audio-visuellen Materials ausführbar waren. So sind folgende Anwendungen gerade für den Wissenstransfer sinnvoll, in denen in Abhängigkeit von Nutzergruppen, a) bestimmte Objekte oder Szenenteile priorisiert werden können, b) Objekte verschiedenen Ursprungs in einer einzigen Szene zusammengefügt werden können, c) zusätzliche audio-visuelle Information zu einem bestimmten Objekt angeboten werden und durch Benutzerinteraktion ausgelöst werden können und d) in realen und virtuellen Szenen navigiert werden kann. Damit werden viel weitergehende Formen der Interaktion mit Wissen möglich, als dies mit den Medien Text und Grafik denkbar ist.

## **6.2 Wissensmanagement und Kreativität**

Dieser Teil des Beitrags stellt am Beispiel der Populationsgenetik aus der Natur bekannte kreative Mechanismen zur Entwicklung von Populationen vor und zeigt auf, welche Analogien zum Thema Wissensmanagement existieren.

### **6.2.1 Das Gesetz der Populationsgenetik**

In der Biologie bezeichnet Evolution den Wandel in der stammesgeschichtlichen Entwicklung der Organismen. Sie beginnt mit der einfachsten Lebenserscheinung und setzt sich mit den daraus entstandenen, abgewandelten Organismen in ihrem Artenreichtum fort. Wichtig ist zu beachten, dass sich der Begriff „Entwicklung“ hier nicht auf die Veränderungen während der Individualentwicklungen bezieht.

Im Jahre 1908 beschrieben G. Hardy und der deutsche Biologe W. Weinberg unabhängig voneinander das grundlegende Gesetz der Populationsgenetik, das Hardy-Weinberg-Gesetz. Unter einer Population wird dabei die Gesamtheit der

Individuen einer Gruppe verstanden, die an der Fortpflanzung von einer Generation zu nächsten beteiligt sind oder sein können (Murken et al. 1988).

Das Hardy-Weinberg-Gesetz besagt nun, dass sich in einer idealen, sehr großen Population die Genfrequenzen (die Genfrequenz ist die Häufigkeit eines Gens an einem Genort in einer Population) über die Generationen nicht ändern, wenn u.a. die folgenden Randbedingungen erfüllt sind<sup>3</sup>:

- a) Es herrscht unbehinderte Panmixie, d.h. ein System der Partnerwahl, bei dem der Genotyp eines Genorts nicht berücksichtigt wird und sich Paare nach Gesetzen der Wahrscheinlichkeit finden. Das Gegenteil von Panmixie ist die Paarsiebung, bei der für die Partnerwahl der Genotyp beachtet wird. Beispielsweise heiraten Gehörlose häufig untereinander, sodass hier eine Auslese zugunsten eines bestimmten Genotyps vorliegt, sofern die Gehörlosigkeit erblich bedingt ist. Wird mehr als nur ein Merkmal zur Paarsiebung herangezogen, so spricht man von multifaktoriell bedingten Merkmalen. Bei vielen multifaktoriell bedingten Merkmalen ist Paarsiebung eher die Regel als die Ausnahme. Beispielsweise haben Vergleiche des Intelligenzquotienten von Eheleuten ergeben, dass beide Ehepartner meist einen vergleichbaren Intelligenzquotienten hatten.
- b) Es treten keine Mutationen auf. Unter Mutation versteht man die erbliche Veränderung genetischen Materials, die nicht auf Rekombination oder Segregation (Aufspaltung der Erbfaktoren während der Reifeteilung) zurückzuführen ist. Für die Mutation kann zwischen folgende Mechanismen unterschieden werden: Substitution, Deletion, Insertion, Genduplikation und Verkürzung oder Verlängerung der Polypeptidkette. Bei den Ursachen von Mutationen ist zwischen spontanen und induzierten Mutationen zu unterscheiden. Spontane Mutationen treten ohne erkennbare Ursache auf, während induzierte Mutationen künstlich erzeugt werden (z.B. durch ionisierende Strahlen, wie Röntgenstrahlen).
- c) Keiner der Genotypen hat einen selektiven Vor- oder Nachteil. Selektionsvorteil führt zur Vermehrung eines mutierten Gens in einer Population; Selektionsnachteil bedingt die Verminderung der Häufigkeit eines mutierten Gens in einer Population. Unter selektiven Nachteil fällt z.B. die Tatsache, dass Fehlbildungen für Personen eine sehr große Belastung sind, weshalb sie häufiger als Vergleichspersonen keinen Partner finden und daher keine Kinder haben.

Reale Populationen genügen nun häufig nicht dem Hardy-Weinberg-Gesetz, so dass sich dort die Genfrequenzen über längere Zeiträume ändern, es kommt zur Evolution. Die Änderungen werden durch Mutation, Selektion, Migration und Zufallseffekte hervorgerufen. Um nun Evolutionsprozesse besser zu verstehen, haben Populationsgenetiker die Randbedingungen des Hardy-Weinberg-Gesetzes nach und nach gelockert (Mohr 1999):

Ändert man z.B. die Größe einer Population, so stellt man fest, dass in sehr kleinen Populationen eine zufallsbedingte genetische Drift eine Evolution hervorbringen kann. Berechnungen zeigen, dass eine genetische Drift Genformen aus der Population eliminiert und somit im Wesentlichen zu einer Abnahme der Variationen führt. Im Vergleich zu Evolution ist der genetische Drift in diesem Fall also kein besonders kreativer Prozess. Lässt man nun in dieser Population auch noch

---

<sup>3</sup> Den Autoren ist bewusst, dass zusätzlich noch Zufallsabweichungen und Genwanderung wichtige Randbedingungen für das Hardy-Weinberg-Gesetz sind. Die genannten drei werden jedoch als die für Wissensmanagement besonders relevanten angesehen. Auf Genwanderung wird in Abschnitt 4.5.3 eingegangen, Zufallsabweichungen werden im Kontext spontaner Mutationen in Abschnitt 4.2 angesprochen.

natürliche Selektion zu, so stellt man fest, dass sich der Einfluss der genetischen Drift auf die Gesamtpopulation vermindert und die Häufigkeitsverteilung der verschiedenen Zustandsformen eines Gens in die durch die Selektion bestimmte Richtung verändert.

### 6.2.2 Genetische Kreativität und Wissensmanagement

Ausgangspunkt für die Betrachtungen zu genetischer Kreativität und die Evolution von Wissen ist die Annahme, dass das in einem Wissensmanagementsystem verfügbare Wissen als Population verstanden wird. Dieses Wissen soll entsprechend der vorherigen Kapitel als Unternehmensgedächtnis benannt werden. Es liegt nun nahe, zu untersuchen, inwieweit die aus der Natur bekannten und oben beschriebenen Mechanismen zur Evolution anwendbar sind.

Das Hardy-Weinberg-Gesetz trifft sicherlich auch auf Unternehmensgedächtnisse zu, die einmal eingerichtet wurden und keinen Einflüssen mehr unterliegen, ganz gleich ob diese von Personen oder durch systemische Aktionen entstehen. Wie in der Natur auch, wird diese Situation i. d. R. aber nur in theoretischen Modellen oder künstlich erzeugten Umgebungen zu halten sein.

Dennoch gibt es einige bekannte Systeme mit Wissensmanagementkomponenten, die sich zumindest für definierte Zeiträume im Hardy-Weinberg-Gleichgewicht befinden. Bei dem System PADDLE (Tochtermann et al. 2000) wird z.B. das über das System verfügbar gemachte Wissen von Verlagshäusern geliefert und anschließend nicht mehr inkrementell verändert. Neuaktualisierungen betreffen stets den kompletten Bestand und nicht nur Teile davon. Eine Evolution findet also nicht statt, da Populationen stets unverändert bleiben und nur durch vollkommen neue Populationen abgelöst werden.

Wie in der Natur auch sind für Unternehmen evolutionäre Prozesse von Bedeutung, die dafür sorgen, dass sich das Unternehmensgedächtnis stets das für ein Unternehmen relevante Wissen bereit hält. Die Frage, die im Kontext von Wissensmanagement und genetischer Kreativität zukünftig untersucht werden sollte, lautet:

*Welche Randbedingungen des Hardy-Weinberg-Gesetzes sind für als Population verstandene Unternehmensgedächtnisse zu lockern, damit Wissen evolutionären Prozessen unterliegt, die das Wissen in die für ein Unternehmen stets „optimalste“ Form überführen?*

Die Beantwortung dieser Frage macht die Bearbeitung folgender Teilfragen erforderlich:

- 1) Was kann unter den für die Populationsgenetik definierten Begriffen Panmixie, Mutation, selektiver Vor- und Nachteil im Kontext von Wissensmanagement verstanden werden kann?
- 2) Welche Auswirkungen auf ein Wissensmanagement hat die Lockerung einzelner bzw. Kombinationen von mehreren Randbedingungen des Hardy-Weinberg-Gesetzes?

Wie die nachfolgenden Betrachtungen zeigen, ist es für Wissensmanagement von extremer Bedeutung, dass sich das in einem Unternehmen verfügbare Wissen nicht im Hardy-Weinberg-Gleichgewicht befindet. Vielmehr sind es gerade die aus der Natur so bewährten Mechanismen Panmixie, Mutation und Selektion die gewährleisten, dass das Wissen kontinuierlich im Hinblick auf die Interessen eines Unternehmens optimiert werden kann. Darüber hinaus können auch zusätzliche Mechanismen der Populationsgenetik, wie etwa Inzucht, Dominanz und Genwanderung, interessante Effekte im Umfeld Wissensmanagement aufzeigen.

### 6.2.2.1 Panmixie und Wissensmanagement

Panmixie in der Populationsgenetik führt dazu, dass sich Partner nach den Gesetzen der Wahrscheinlichkeit finden und ihre Gene an ihre Nachkommen weitergeben. In Unternehmensgedächtnissen kann unter Panmixie die Zusammenführung von Wissensseinheiten verstanden werden, aus denen etwa durch systemische Aktionen neue Wissensseinheiten als „Nachkommen“ entstehen. Unter Partnerschaftswahl oder Paarbildung kann im Kontext von Wissensmanagement der Prozess verstanden werden, der festlegt, welche Wissensseinheiten kombiniert werden, um eine neue Generation von Wissensseinheiten zu erzeugen. In Abbildung 1 repräsentiert Pfeil 3 diesen Vorgang.

Panmixie ist für Unternehmensgedächtnisse sicherlich keine wünschenswerte Einschränkung, da Gesetze der Wahrscheinlichkeit als alleiniges Kriterium für die Partnerschaftswahl die Sinnhaftigkeit und inhaltliche Zusammenhänge zwischen Wissensseinheiten nicht berücksichtigen kann. Der Wissensgehalt so erzeugter Nachkommen wäre also in vielen Fällen von sehr geringer Bedeutung.

Somit bietet es sich an, über die Lockerung der Panmixie nachzudenken, was automatisch zur Paarsiebung führt. Allerdings fällt auf, dass in Unternehmensgedächtnissen neue Wissensseinheiten anders als in der Natur aus mehr als nur einem Paar von zwei zugrundeliegenden Wissensseinheiten entstehen können. Das aus der Natur bekannte Prinzip der Berücksichtigung des Genotyps (Merkmale, die durch die Erbanlagen gegeben sind) wird sich auf Unternehmensgedächtnisse positiv auswirken. So können gleiche Merkmale unterschiedlicher Wissensseinheiten als Kriterium für eine Paarbildung (im erweiterten Sinne) herangezogen werden, was eine bessere inhaltliche Zusammengehörigkeit der neuen Wissensseinheiten verspricht.

Für Paarsiebungen werden bei Unternehmensgedächtnissen multifaktoriell bedingte Merkmale gewiss eine größere Rolle spielen als nur einfach bedingte Merkmale. So ist für viele Unternehmen gerade die Möglichkeit von großer Bedeutung, sich neues Wissen zu erschließen, das auf getrennt voneinander existierendem, aber dennoch über bestimmte Merkmale als „zusammengehörig“ identifizierbarem Wissen basiert.

### 6.2.2.2 Mutation und Wissensmanagement

Für die Analogiebildung des Begriffs „Mutation“ ist zwischen den oben genannten Mechanismen Substitution, Deletion, Insertion, Genduplikation und Verlängerung bzw. Verkürzung der Polypeptidkette zu unterscheiden. Zusätzlich ist eine Differenzierung der Ursachen entsprechend spontaner und induzierter Mutationen vorzunehmen. Mutation, so der erste Eindruck, ist für Unternehmensgedächtnisse eine zentrale Voraussetzung, um sich an die stets ändernden äußeren Randbedingungen anpassen zu können, unter denen Unternehmen an zunehmend globalen Märkten operieren müssen.

Unter Substitution können alle Änderungen verstanden werden, die aufgrund einer Paarbildung (im erweiterten Sinne) von Wissensseinheiten den Austausch von Wissen<sup>4</sup> ermöglicht und als Ergebnis eine neue Wissensseinheit erzeugt. Analog können unter Deletion bzw. Insertion alle Änderungen verstanden werden, die eine Wissensseinheit durch Löschen bzw. Hinzufügen von Wissen in eine neue Wissensseinheit transformieren. Für die beiden weiteren Mutationsmechanismen sei auf den letzten Absatz dieses Abschnitts verwiesen. In Abbildung 1 werden diese Mechanismen durch die Pfeile 2 und 3 repräsentiert.

---

<sup>4</sup> Unter „Austausch von Wissen“ ist hier nicht der Wissenstransfer im Sinne von Kapitel 2 gemeint. Mit Austausch ist hier vielmehr „Auswechslung“ zu verstehen.

Spontanmutationen treten in der Natur ohne erkennbare Ursache auf und können aber von äußeren Bedingungen, wie z.B. Alter des Vaters abhängen. Hier wird es wohl keine Analogie für Unternehmensgedächtnisse geben, solange diese immer noch durch von Menschen steuerbare Rechenvorschriften ohne kreative Intelligenz manipuliert werden. Allerdings können Programmierfehler in ihrer Auswirkung wie spontane Mutationen erscheinen, da sie unbeabsichtigt sind und für den Menschen ohne erkennbare Ursache auftreten.

Induzierte Mutationen werden dagegen für Unternehmensgedächtnisse die Regel sein, da Menschen von außen Eingriffe in ein Unternehmensgedächtnis, also eine Population der Wissenseinheiten, vornehmen (Pfeil 2 in Abbildung 1). Ähnlich wie in der Natur auch, werden die drei oben beschriebenen Mutationsmechanismen eine zentrale Rolle spielen.

In der Natur ist nun Substitution der häufigste Mutationstyp. Nach ersten Überlegungen scheint dies auch auf Unternehmensgedächtnisse zuzutreffen. Diese Vermutung basiert auf der Beobachtung, dass sich Unternehmensgedächtnisse in der Regel inkrementell an die Rahmenbedingungen innerhalb eines Unternehmens anpassen. Allerdings kann auch Insertion für Unternehmen eine große Rolle spielen, etwa dann wenn sich neue Unternehmensfelder eröffnen, für die eine vorhandene Wissensbasis erweitert werden muss.

Auch wenn in diesem Abschnitt nur allgemein Mutation als erbliche Veränderung „genetischen Materials“ behandelt wurde, sei darauf hingewiesen, dass in der Natur Mutationen auf drei verschiedenen Ebenen stattfinden können: Genommutationen, die zu einer numerischen Änderung des Chromosomensatzes führen, Chromosomenmutationen, die Chromosomen strukturell verändern und Genmutationen, die einzelne Gene betreffen. Im Rahmen dieser Ausführungen bleibt offen, welche Analogien es in Unternehmensgedächtnissen für Genom, Chromosom und Gen gibt. Ist hier mehr Klarheit geschaffen, können auch Analogien für die Mutationsmechanismen Genduplikation und Verkürzung und Verlängerung der Polypeptidketten entwickelt werden. All dies erfordert sicherlich zudem eine genauere Definition dessen, was in dieser Arbeit als „Wissenseinheit“ bezeichnet wurde.

### **6.2.2.3 Selektive Vor- und Nachteile und Wissensmanagement**

Selektionsvorteile können im Wissensmanagement dadurch entstehen, dass bestimmte Wissenseinheiten für ein Unternehmen von großer Bedeutung sind. Viele Unternehmensmitarbeiter kennen diese Wissenseinheiten daher und wenden Wissen aus diesen Einheiten bei der Generierung neuer Wissenseinheiten an. In diesem Sinne werden die „Gene einer Wissenseinheit“ mutiert und finden sich vererbt in einer neuen Wissenseinheit wieder. Analog dazu können Selektionsnachteile verstanden werden als Wissen, das für Unternehmen von nachrangiger Bedeutung ist. Als Folge kennt keiner der Mitarbeiter diese zugehörigen Wissenseinheiten. Das dort repräsentierte Wissen wird nicht mehr benötigt und wird daher auch nicht bei der Generierung neuer Wissenseinheiten vererbt; es kommt zu einer Verminderung der Häufigkeit.

Interessant ist hier die Fragestellung, ob systemische Aktionen Selektionsvorteile bzw. Selektionsnachteile beeinflussen können. So ist es z.B. denkbar, dass diese Aktionen unabhängig von Einschätzungen der Mitarbeiter auch weniger interessante Wissenseinheiten verwenden, um neue Wissenseinheiten zu erzeugen. In diesem Falle würde der Mechanismus der negativen Selektion nicht mehr greifen. Analoges gilt für die Beeinflussung positiver Selektion durch systemische Aktionen, wenn diese bedeutendes Wissen nicht mehr berücksichtigen.

Genau wie Panmixie und Mutation sollten auch selektive Vor- und Nachteile bei der Evolution von Wissen als Mechanismus ermöglicht werden. Beide Selekti-

onsvarianten erlauben es, die Fortentwicklung von Wissen so zu steuern, dass nur tatsächlich relevantes Wissen erhalten und unnötiges Wissen eliminiert wird.

#### **6.2.2.4 Zusammenspiel Mutation, Selektion und Wissensmanagement**

Während bislang die einzelnen Voraussetzungen für ein Populationsgleichgewicht unabhängig von einander behandelt wurden, soll nun kurz auf das Zusammenspiel zwischen diesen Faktoren und Wissensmanagement eingegangen werden.

In der Bevölkerung wird die Häufigkeit von Genen in einer Population durch das Zusammenwirken von Mutation, Selektion und genetische Drift bestimmt. Wirkt sich etwa eine Mutation ungünstig auf die Lebensfähigkeit eines Trägers aus, so verschwindet die Mutante wieder. Durch ständige Neumutation kann sich ein Gleichgewicht von negativer Auslese und Mutation einstellen. Allerdings werden durch die ständige Mutation immer wieder Erbkrankheiten entstehen.

Es stellen sich nun die Fragen, was Erbkrankheiten im Kontext von Wissensmanagement sind (z.B. falsches oder unbrauchbares Wissen, das etwa durch fehlerhafte Einflussnahmen von „außen“ entsteht, Pfeil 2 in Abbildung 1) und ob die Gesetzmäßigkeiten aus der Populationsgenetik im gegenseitigen Zusammenspiel der genannten Mechanismen für Wissensmanagement genauso erforderlich sind wie für die Natur. Sicherlich können spontane Mutationen, wie sie in der Natur so häufig vorkommen, in Wissensmanagementsystemen unterbunden werden (Programmierfehler ausgeschlossen). Da Mutationen für den Variantenreichtum in einem Unternehmensgedächtnis verantwortlich sind, gewinnen dann aber induzierte Mutationen an Bedeutung, insbesondere wenn man zusätzlich noch bedenkt, dass genetische Drift zu einer Abnahme von Variationen führt. Selektion ist schließlich bedeutungsvoll, da nur hierdurch Wissensseinheiten von minderer Qualität oder geringer Bedeutung eliminiert werden können.

Würde man in einem Wissensmanagementsystem nur Mutation ohne Selektion zulassen, wäre die Weiterentwicklung eines Unternehmensgedächtnisses gesichert. Da jedoch unnötiges und unbrauchbares Wissen nicht selektiert wird, würde die Komplexität des Ganzen mittelfristig nicht mehr handhabbar werden. Zudem würden beim Wissensretrieval auch zahlreiche Wissensseinheiten von geringer Qualität zurückgeliefert, was sich negativ auf die Akzeptanz eines Wissensmanagementsystems auswirken wird. Hätte man nur Selektion, könnte kein neues Wissen generiert werden und das vorhandene Wissen würde über die Zeit verschwinden.

#### **6.2.2.5 Inzucht, Dominanz, Genwanderung etc. und Wissensmanagement**

Dieser Abschnitt spricht weitere Aspekte aus der Populationsgenetik an, die im Hinblick auf Wissensmanagement von Interesse sein können.

##### **6.2.2.5.1 Inzucht und Wissensmanagement**

Neben Paarsiebung ist die Bevorzugung von Blutsverwandten eine andere Form der Abweichung von Panmixie. Diese Form wird mit dem Ausdruck „Inzucht“ belegt. Genetisch bedeutet Inzucht, dass gemeinsam ererbte Anlagen häufiger auftreten als dies bei Nichtverwandten der Fall ist. Bei erbgesunden Lebewesen braucht Inzucht nicht nachteilig zu sein. Bei der Häufung von erblich bedingten „schlechten“ Anlagen kann aber Inzucht zu Verminderung von Fruchtbarkeit, Wachstum, Leistung etc. führen.

Was ist nun Inzucht im Kontext von Wissensmanagement? Der Pfeil 3 in Abbildung 1 repräsentiert sicher nicht Inzucht, wenn die zugrundeliegende Population an Wissen groß genug ist. Liegt aber nur eine kleine Population an Wissen vor,

so ist die Wahrscheinlichkeit höher, dass sich neue Wissensseinheiten immer auf der Basis „genetisch verwandter“ Wissensseinheiten bilden. Dies birgt das Risiko, dass „junge“ Unternehmensgedächtnisse, also solche, in denen die Qualität des abgelegten Wissens noch nicht den gewünschten Stand erreicht hat, in ihrer Entwicklung behindert werden. Also Folge bleibt der erhoffte Nutzen hinter den Erwartungen zurück. Inzucht kann nun vermieden werden, wenn ein Unternehmensgedächtnis von außen angereichert wird (Pfeil 2 in Abbildung 1). So kann sich ein stetiger Zufluss an „mischerbigen Anlagen“, d.h. an neuem Wissen, positiv auf die Qualität eines Unternehmensgedächtnisses auswirken. Dieser Aspekt sollte insbesondere beim Aufbau von Unternehmensgedächtnissen berücksichtigt werden.

#### **6.2.2.5.2 Dominante Gene und Wissensmanagement**

Von dominanten Genen spricht man in der Humangenetik, wenn Merkmalsträger das zugrundeliegende Gen an die Hälfte ihrer Nachkommen weitergeben, die Bevorzugung eines bestimmten Geschlechts nicht besteht und unter Nachkommen merkmalsfreier Personen das Merkmal niemals auftritt. Wenn nun Wissensseinheiten in einem evolutionären Prozess neue Wissensseinheiten erzeugen, ist es interessant, Analogien zu dominanten Genen zu untersuchen. Beispielsweise könnte über die Dominanz gesichert werden, dass bestimmte „Merkmale“ von Wissensseinheiten immer weiter vererbt werden. Bestimmtes relevantes Wissen würde dann nicht durch Selektion aus einem Unternehmensgedächtnis verschwinden. Führt man so etwas wie Stammbäume von Wissensseinheiten ein, kann anhand der Dominanz ein Sonderfall der genetischen Drift, der sogenannte founder effect (Gründereffekt) nachgebildet werden. Unter dem founder effect versteht man in der Populationsgenetik die Möglichkeit, ein genetisches Merkmal in einer Population auf einen der Begründer dieser Population, den Stammvater oder die Stammutter zurückführen zu können. Dies ist von Bedeutung, wenn es darum geht nachzuvollziehen, welche Personen welche Änderungen von „außen“ (Pfeil 2 in Abbildung 1) an Wissensseinheiten einer „Familie“ vorgenommen haben.

#### **6.2.2.5.3 Genwanderung und Wissensmanagement**

Menschliche Bevölkerungen unterscheiden sich in der Häufigkeit ihrer Gene und Genotypen. Eindrucksvolle Unterschiede finden sich z.B. bei Erbkrankheiten. Die genetische Zusammensetzung einer Population kann sich durch Genwanderung, d.h. die Änderung der Genverteilung, verändern. Übertragen auf Unternehmensgedächtnisse, verstanden als Populationen, stellt sich die Frage nach der Anwendbarkeit der Gesetze der Populationsgenetik auf die Vermischung von Populationen (Wie verändert sich das Wissen eines Unternehmensgedächtnisses aufgrund der Hinzunahme von Wissen eines anderen Unternehmensgedächtnisses? Welche Erbkrankheiten lassen sich ausmerzen, welche entstehen neu?)

#### **6.2.2.5.4 Genetische Variabilität von Bakterien und Wissensmanagement**

Von Bakterien ist bekannt, dass sie in einem Einschnitt- oder Vielschrittmuster zur Chemoresistenz mutieren können. Beim Einschnittmuster ist bereits nach einer Mutation die Mutante gegen hohe Konzentrationen eines Mittels resistent. Beim Vielschrittmuster müssen dagegen mehrere Mutationen ablaufen. Da Mutationen relativ selten auftreten, ist ein Mittel zur Selektion der Mutante notwendig, damit ein Bakterienstamm mit einer veränderten Eigenschaft entsteht. Die Regel lautet also Mutation plus Selektion, wobei bei Entstehung resistenter Bakterienstämme das zugehörige Chemotherapeutikum das Selektionsmittel darstellt. Für das Wissensmanagement ist nun interessant zu untersuchen, inwieweit genetische Vari-

abilität dazu beitragen kann, Wissen resistent gegenüber „schädlichen Einwirkungen“ zu machen. Zu solchen schädlichen Einwirkungen können z.B. die Vererbung oder das Hinzufügen irreführenden, irrelevanten oder gar falschen Wissens bei der Generierung neuen Wissens gehören; es kann aber auch das unbeabsichtigte bzw. von außen böswillig versuchte Verändern oder gar Löschen wichtigen Wissens beinhalten. Sind Einwirkungen identifiziert, können Mutations- und Selektionsmechanismen definiert werden, die bei Erhaltung des Wissens dieses gegenüber derartigen Einwirkungen immunisieren. In diesem Kontext sind auch Verfahren zur Förderung spezifischer Immunreaktionen aus der Immunologie interessant, etwa dann wenn sich ein Unternehmensgedächtnis spezifische Immunität gegen einen „Erreger“ durch aktive Immunisierung (Schutzimpfung) erwirbt. Vor dem Hintergrund des Wertes von Wissen für Unternehmen sind Schutzmechanismen dieser Art von großer Bedeutung.

#### **6.2.2.5.5 Evolution der Mitarbeiter sowie deren Wissen und Wissensmanagement**

In den bisherigen Ausführungen wurden die Zusammenhänge zwischen Mechanismen der Populationsgenetik und dem durch ein Wissensmanagementsystem bereitgestellten Wissen beleuchtet. Nicht berücksichtigt wurde die Veränderung des Wissens der Mitarbeiter eines Unternehmens. Dies trifft neben dem expliziten Wissen, das i.W. im Unternehmensgedächtnis abgelegt ist, in besonderem Maß auch für das implizite Wissen zu. Daher stellt sich die Frage, ob und in welcher Form Mitarbeiter von „außen“ auf die Evolution von Wissen innerhalb eines Wissensmanagementsystems Einfluss nehmen können. Vielleicht kann diese Einflussnahme im Kontext der genetischen Drift oder spontaner Mutationen untersucht werden, wobei man annimmt, dass die der genetischen Drift zugrundeliegenden Zufallsabweichungen auf den sich stets ändernden Aktionen der Mitarbeiter basieren.

### **Literatur**

#### **1. Allgemeine Literatur**

- Carlson, P., Maurer, H. (1992). Computer Visualization, a Missing Organ and a Cyber-Equivalency; *Collegiate Microcomputer X*, 2, S. 110-116.
- Hasebrook, J. (1999). Web-based training, performance and controlling, *Journal of Network and Computer Applications*, Bd. 22, Nr. 1, S. 51-54.
- Maurer H. (1999). The Heart of the Problem: Knowledge Management and Knowledge Transfer. Proc. Enable'99, Espoo-Vanta Institute of Technology, S. 8-17.
- Murray, P., Myers, A. (1999). The Facts about Knowledge. Studie der Cranfield School of Management. <http://www.info-strategy.com/knowsurl/>
- Strube, G. (1996). Wörterbuch der Kognitionswissenschaft, Klett Cotta.
- Studer, R., Abecker, A., Decker, S. (1999). Informatik-Methoden für das Wissensmanagement. *Angewandte Informatik und Formale Beschreibungsverfahren*, Teubner-Texte zur Informatik, Band 29, S. 263-274.
- Tochtermann, K., Maurer, H. (2000). Knowledge Management and Environmental Informatics, *Journal of Universal Computer Science*, Bd. 6, Nr. 4 Springer Verlag, 2000, <http://www.jucs.org>, S. 517-536.
- Tochtermann, K., Hicks, D., (2000): Creating corporate knowledge with the PADDLE system. erscheint in *Proceedings of WebNet 2000 – World Conference on the WWW and Internet (AACE)*, Texas (USA) 2000.
- Woods, E., Sheina, M. (1998). Knowledge Management - Applications, Markets and Technologies, Ovum Report 1998.

## 2. Ausgewählte Literatur zu Unternehmensgedächtnisse

- D. Apostolou and G. Mentzas. Managing corporate knowledge: A comparative analysis of experiences in consulting firms. In PAKM 98. Practical Aspects of Knowledge Management. Proceedings of the Second International Conference, pages 19/1–7, Zurich, Switzerland, 1998.
- Brooking. Corporate Memory: Strategies for Knowledge Management. International Thomson Business Press, London, 1999.
- W. Choo. The knowing organization: How organizations use information to construct meaning, create knowledge, and make decisions. *International Journal of Information Management*, 16(5):329–340, Oct. 1996.
- T. H. Davenport and L. Prusak. *Working Knowledge: How Organizations Manage What They Know*. Harvard Business School Press, Boston, MA, 1997.
- R. Dieng, O. Corby, A. Giboin, and M. Ribière. Methods and tools for corporate knowledge management. In Proceedings of KAW'98: Eleventh Workshop on Knowledge Acquisition, Modeling and Management, Voyager Inn, Banff, Alberta, Canada, 18–23 Apr. 1998.
- Gal (1997). Handling Constantly Changing Metadata. Proceedings of the 2nd IEEE Metadata Conference. <http://computer.org/conferen/proceed/meta97/papers/agal/agal.html>
- O. Kühn and A. Abecker. Corporate memories for knowledge management in industrial practice: Prospects and challenges. *Journal of Universal Computer Science*, 3(8):929–954, 1997.
- C. Marshall (1998). Making Metadata: a study of metadata creation for a mixed physical-digital collection. Proceedings of the 3rd ACM Conference on Digital Libraries, pp. 162-171.
- B. Schatz, W. Mischo et al. (1999). Federated Search on Scientific Literature. *IEEE Computer* Vol. 32, No. 2, pp. 51-59.
- K. Tochtermann, W.-F. Riekert, G. Wiest, J. Seggelke, B. Mohaupt-Jahr. (1997). Using Semantic, Geographical, and Temporal Relationships to Enhance Search and Retrieval in Digital Catalogs; LNCS 1324 Springer, Proceedings of the First European Conference on Research and Advanced Technology for Digital Libraries, Pisa, September 1997, S. 73-86.

## 3. Ausgewählte Literatur zu Wissensretrieval

- C. Beghtol (1997), Stories: Applications of Narrative Discourse Analysis to Issues in Information Storage and Retrieval. *Journal on Knowledge Organization*, 24(2), pp.64-71.
- G. E. Bock. Information retrieval tools for knowledge management. *Office Computing Report*, 21(1):3–25, Jan. 1998.
- R. Feldman, M. Fresko, H. Hirsh, Y. Aumann, O. Liphstat, Y. Schler, and M. Rajman. Knowledge management: A text mining approach. In PAKM 98. Practical Aspects of Knowledge Management. Proceedings of the Second International Conference, pages 9/1–10, Zurich, Switzerland, 1998.
- Norbert Fuhr, Gisbert Dittrich, Klaus Tochtermann (Herausgeber); *Hypertext - Information Retrieval - Multimedia '97*, Proceedings HIM '97. Universitätsverlag Konstanz ISBN 3-87940-605-7, 1997.
- W. Haas, H. Müller-Seelich, P. Uray; "Visual Movie Annotation and Analysis in the VICAR Project" in: Jean-Yves Roger, Brian Stanford-Smith, Paul T. Kidd (Eds.), "Business and Work in the Information Society: New Technologies and Applications", pp. 382 – 387, IOS Press, 1999.
- D.H. Jonassen, R. Goldman-Segal, H. Maurer (1996) DynamIcons as Dynamic Graphic Interface; *Journal on Intelligent Tutoring Media* (1996), 6(3/4), pp. 149-158.

J. Lennon, H. Maurer (1994). A Multi Sensory Language Interface. Proceedings ED-MEDIA '94, AACE (1994), pp. 341-348.

D. E. O'Leary. Enterprise knowledge management. Computer, 31(3):54–61, Mar. 1998.

K. Stanoevska-Slabeva, A. Hombrecher, S. Handschuh, and B. Schmid. Efficient information retrieval: Tools for knowledge management. In PAKM 98. Practical Aspects of Knowledge Management. Proceedings of the Second International Conference, pages 23/1–6, Zurich, Switzerland, 1998.

#### **4. Ausgewählte Literatur zu Wissenstransfer**

D. Albert, C. Hockenmeyer (1997): Adaptive and dynamic hypertext tutoring systems based on knowledge space theory. In B. du Boulay & R. Mizoguchi (Eds.) Artificial Intelligence in Education: Knowledge and Media in Learning Systems. Proceedings of AIED 97 World Conference on Artificial Intelligence in Education, Kobe, Japan, pp 535-555.

J. Hasebrook, M. Gremm (1999). Multimedia for vocational guidance: Effects of testing, videos and photography on acceptance and recall. Journal of Educational Multimedia and Hypermedia, 8(2), pp. 217-240.

Knowledge Management and the Learning Organization: A European Perspective. Consortium Benchmarking Study Best-Practice Report. Executive Summary. American Productivity & Quality Center, 1998.

D. Leonard. Wellsprings of Knowledge: Building and Sustaining the Sources of Innovation. Harvard Business School Press, Boston, MA, 1998.

B. Lloyd. Understanding the power, responsibility, leadership and learning links: The key to successful knowledge management. Journal of Systemic Knowledge Management, Jan. 1998.

H. Maurer (1998): On two aspects of improving web-based training; Proceedings ED-MEDIA '98, AACE (1998), pp. 925-930.

H. Maurer, T. Dietinger. GENTLE - (GEneral Networked Training and Learning Environment); Proceedings of ED-MEDIA & ED-TELECOM 98, Freiburg, Germany, AACE, Charlottesville, USA (1998), 274-280.

F. K. Nereu, Jr., R. J. McQueen, and J. L. Corner. The nature of data, information and knowledge exchanges in business processes: Implications for process improvement and organizational learning. The Learning Organization, 4(2):70–80, 1997.

#### **5. Ausgewählte Literatur zu Wissensvisualisierung**

K. Andrews, H. Heidegger. Information Slices: Visualizing and Exploring Large Hierarchies using Cascading, Semi-Circular Discs; Late Breaking Hot Topic Paper, IEEE InfoVis'98, Research Triangle Park, North Carolina, Oct. 1998.

K. Andrews. Visualizing Rich, Structured Hypermedia; IEEE Computer Graphics and Applications, Vol. 18, No. 4, July/Aug. 1998, pages 40--42. C. Beghtol (1997), Stories: Applications of Narrative Discourse Analysis to Issues in Information Storage and Retrieval. Journal on Knowledge Organization, 24(2), pp.64-71.

D.H. Jonassen, R. Goldman-Segal, H. Maurer (1996) DynamIcons as Dynamic Graphic Interface; Journal on Intelligent Tutoring Media (1996), 6(3/4), pp. 149-158.

S. Maglajlic, D. Helic and N. Scherbakov: Some remarks on Visualization of Structured Educational WEB Materials. - Proceedings of XXII. International Symposium on Multimedia and Hypermedia Systems MIPRO '99 (May 1999) Rijeka, Croatia. pp. 150-151.

D. E. O'Leary. Enterprise knowledge management. Computer, 31(3):54–61, Mar. 1998.

## **6. Ausgewählte Literatur zu Wissen und Kreativität**

Mohr, H. (1999). Wissen - Prinzip und Ressource, Springer Verlag.

Murken, J, Celev, H. (1988). Humangenetik, Ferdinand Enke Verlag Stuttgart.

## **7. Bionik und nicht-explizites Wissen**

**Dipl.-Inform. Boris Naujoks**

Centrum für angewandte Systemanalyse  
Informatik Centrum Dortmund  
Joseph-von-Fraunhofer-Str. 20  
44227 Dortmund  
Tel. 0231-9700-975  
Fax 0231-9700-959  
naujoks@icd.de

## 7.1 Einleitung

Die Macht des Wissens lässt sich sehr gut erkennen und mit Beispielen belegen. Wer an der Börse Informationen über ein Unternehmen und das Wissen von wirtschaftlichen Zusammenhängen besitzt, kann beides gut einsetzen, um Geld und somit Macht zu erlangen.

Eine besondere Rolle bezüglich des Wissens spielen Forschungsförderer, die durch ihre Förderungen in speziellen Gebieten die Richtung der Forschung vorgeben. Diese Forschungsförderer sind dabei natürlich auf Eingaben aus der Forschungslandschaft angewiesen, um entscheiden zu können, welche Richtungen noch vielversprechend sind. Eine derartige Eingabe zu liefern ist die Intention des vorliegenden Textes.

Dieser Text beschreibt Bereiche, die der Autor für förderungswürdig hält. Selbstverständlich stammen sie aus dem näheren Umfeld der Arbeiten des Autors. Dieses Umfeld ist die Informatik mit der Schnittstelle zur Biologie, also die Bionik. Dazu kommen weiterreichende Ideen, die aus den vorgenommenen Überlegungen entstanden sind. Nicht alle Ideen lassen sich daher auf adaptives Lernverhalten oder nicht-explizites Wissen zurück führen.

Im Teil nach dieser Einleitung werden einige Beobachtungen von natürlichen Systemen gemacht. Bei vielen dieser Systeme ist die Entwicklung von Zusammenhängen oder einer Organisation zu beobachten, obwohl hierfür bisher keine Begründung gefunden werden konnte. Hier spricht man von nicht-explizitem Wissen. Am Ende des Kapitels wird dann auf Systeme eingegangen, die ursprünglich von Menschen geschaffen wurden und die hier artifiziell genannt werden. Eine Beschreibung mit den englischen Wörtern *man-made* oder *engineered* wäre sicherlich zutreffender. Allerdings unterscheiden sich die hier vorgestellten Systeme von artifiziellen Systemen wie sie im Rest des Textes besprochen werden. Die hier vorgestellten Systeme wurden dazu konzipiert natürliche Systeme zu simulieren.

Das folgende Kapitel widmet sich den herkömmlichen artifiziellen Systemen, die nicht mit der Intention geschaffen wurden, natürliche Systeme zu kopieren oder zu simulieren. Hier wird zuerst auf das Internet und dann auf große Softwareprodukte eingegangen. Dort werden Hinweise auf die Existenz von nicht-explizitem Wissen untersucht.

Am Schluss des Textes finden sich Bereiche, die den obigen Kapiteln nicht zugeordnet werden konnten. Teilweise haben sie einen direkten Bezug zu nicht-explizitem Wissen. Andererseits finden sich dort Teile, die nach Ansicht des Autors verbesserungswürdig sind, auch wenn sie keinen direkten Bezug zu nicht-explizitem Wissen besitzen. Allerdings stehen sie alle in Bezug zu einer möglichen Ausschreibung des BMBF für den Bereich nicht-explizites Wissen: Noch mehr Lernen von der Natur soll ermöglicht werden.

## 7.2 Nicht-explizites Wissen in natürlichen Systemen

### 7.2.1 Ebene der Erbinformation

Nicht-explizites Wissen taucht in der Natur sehr häufig auf. Als ein Beispiel sei der Träger der Erbinformation die DNS<sup>5</sup> genannt, von der nur etwa 10% der ent-

---

<sup>5</sup>Desoxyribonukleinsäure (DNS) und ihr Aufbau, Codierungsmechanismen etc. werden in [5] beschrieben

haltenen Information nach dem heutigen Stand der Wissenschaft genutzt werden. Dies kann auch den Grund haben, dass es in der Natur Sequenziermechanismen gibt, die der Wissenschaft bisher nicht bekannt sind. Solange aber keine gegenteiligen Vermutungen begründet erscheinen, ist davon auszugehen, dass wirklich nur ca. 10% der Information decodiert und somit von dem Organismus genutzt werden.

Ein Beispiel für sehr komplexe Vorgänge, die in der DNS codiert sind, ist die Selbstreproduktionsfähigkeit. Durch Zellteilung gelingt es einzelnen Zellen neue Exemplare von sich selbst herzustellen. Dies heißt insbesondere, dass die gesamte Erbinformation, die in der Zelle vorhanden ist, dupliziert und weitergegeben wird. Hier tritt zum ersten Mal ein Phänomen auf, das noch häufiger zu beobachten ist. Die Erbinformation wird dazu eingesetzt Veränderungen an sich selbst vorzunehmen, sich selbst zu beeinflussen, in diesem Fall sich selbst zu reproduzieren. Da hier in der Regel Fehler auftreten, kommt es zu einer Veränderung des ursprünglichen Materials und somit zu der für die Evolution notwendigen Variation der Erbinformation.

Die Fortpflanzung von Lebewesen gehört in den Bereich nicht-expliziten Wissens auf der Ebene einzelner Individuen und wird dort genauer betrachtet (vgl. 3.7.2.3).

Als ein Beispiel für nicht-explizites Wissen auf der Ebene der einzelnen Zellen wird die Spezialisierung von Zellen herangezogen. Einzelnen Zellen gelingt in ganz frühen Entwicklungsstadien eine Spezialisierung auf gewisse Aufgaben. Nur so ist die Bildung von komplexen Organismen möglich. Noch ist nicht bekannt, wie es zu dieser Spezialisierung kommt, mehrere Möglichkeiten sind denkbar:

- Es existiert ein spezieller Auslöser von außen für dieses Verhalten.
- Das Wissen, welches in der Zelle bereits vorhanden ist, wird dazu eingesetzt.

In beiden Fällen ergeben sich Fragen nach dem Mechanismus: Wie, wann und warum kommt es zu diesem Ereignis und was ist der Auslöser?

Eine wichtige Bedeutung in diesem Zusammenhang besitzt der Begriff der Umgebung. Durch die angesprochene Spezialisierung kommt es zur Entwicklung von Bereichen innerhalb von Zellverbänden, die bestimmte Aufgaben wahrnehmen. Diese geregelte Unterteilung der Organismen muss ebenfalls strukturell vorgegeben sein, da sonst in allen Zellen die gleichen Entwicklungen vorgehen würden. Diese Vorgänge finden dabei sowohl auf der Ebene der Zelle bei der Bildung der Organellen, als auch auf der Ebene der Zellverbände bei der Entwicklung der Organe statt.

Der Umgebungsbegriff wird in 4.1 noch einmal im Zusammenhang mit demselben Begriff aus der Informatik beleuchtet.

## **7.2.2 Ebene von Zellverbänden**

Natürliche Lebewesen entwickeln Schutzmechanismen vor Gefahren, die nicht mit den Sinnen wahrnehmbar sind. Da Bakterien, Viren oder Pilze nicht mit den natürlichen Sinnen wahrgenommen werden können, ist nicht-explizites Wissen erforderlich, um derartige Gefahren zu erkennen und zu bekämpfen. Lebewesen bauen dazu ein Immunsystem auf, das derartige Gefahren erkennt und bekämpft.

Darüber hinaus ist das Immunsystem in der Lage, auf neue Krankheitserreger zu reagieren und entsprechende Antikörper zu bilden. Die Antikörper müssen sich auf die neuen Herausforderer einstellen bzw. der Organismus muss in der Lage

sein Antikörper zu bilden, die die neuen Herausforderer besiegen können. In beiden Fällen ist dies eine Leistung, bei der nicht-explizites Wissen zum Einsatz kommt.

Auf jeden Fall muss die Information vorliegen, auf welchem Gen und in welcher Sequenz die Information zur Bildung eines übergreifenden Immunsystems zu finden ist. Eine Art Lexikon für das Erbgut und die Aufgaben innerhalb des Organismus muss bereits in der Zelle, die sich aus diesem Erbgut bildet, vorliegen. Dies ist ein weiteres Beispiel für Information über die DNS in der Zelle, ähnlich den bereits erwähnten Veränderungen, Beeinflussungen der DNS durch sich selbst.

Neben der oben bereits erwähnten Bildung von Organen aus Zellverbänden, können noch weitere Beispiele für nicht explizites Wissen auf dieser Ebene angegeben werden:

- Entwicklung eines Bewusstseins, einer Wahrnehmung (Gehirn)
- Entwicklung eines Nervensystems, das in der Lage ist, ohne bewusste Einflussnahme, lebenswichtige Körperfunktionen aufrecht zu erhalten (Sympathikus, Parasympathikus: Steuerung des Verdauungsapparates, der Muskel-tätigkeit insbesondere des Herzes und der Lungen)

### **7.2.3 Ebene der einzelnen Individuen**

Die Fortpflanzung von Lebewesen wurde im Bereich nicht-expliziten Wissens auf der Ebene der Erbinformation bereits angesprochen (vgl. 3.7.2.1). Sie wird der Ebene einzelner Individuen zugeordnet, da sie zwischen diesen stattfindet. Nicht-explizites Wissen kommt bei der Fortpflanzung zum Einsatz, da diese zumindest teilweise durch Instinkte gesteuert wird.

Diese Instinkte sind artbedingt und werden innerhalb einer Art weitergegeben. Dies bedeutet, dass sie irgendwo in der Erbinformation enthalten sein könnten. Es ist bis jetzt aber nicht bekannt, wie Verhalten in Erbinformation gespeichert und aus dieser in das Verhalten des Nachfolgers übertragen werden kann. Es handelt sich also vermutlich um erlerntes Wissen, welches innerhalb von Arten über Generationen hinweg weitergegeben wird. Zu diesem instinktiven Verhalten zählt nicht nur der Akt der Fortpflanzung selbst, sondern beispielsweise auch die Balz, das Werben um den Partner.

Nicht-explizites Wissen bei der Entwicklung von Pflanzen und Lebewesen bewirkt eine nahezu optimale Anpassung an die äußeren Gegebenheiten. Zum Beispiel entwickelt sich ein Baum in Verästelungen derart optimal, das eine Beeinträchtigung durch Umwelteinflüsse (Wind, Sturm) nur sehr unwahrscheinlich ist. Eine ähnliche optimale Verästelung findet sich in den Blutgefäßen von Lebewesen. Auch hierfür muss bei der Entwicklung der Strukturen nicht-explizites Wissen vorhanden sein.

Mögliche Konsequenzen sind für die Softwareentwicklung denkbar und werden später diskutiert (vgl. 3.7.3.2).

### **7.2.4 Vergleich mit artifiziellen Systemen**

#### **7.2.4.1 Artificielle Umgebungen zur Simulation natürlicher Systeme**

Bestehende Computersysteme sind in der Regel weit weniger komplex als existierende Lebewesen, insbesondere der Mensch, der aus wissenschaftlicher Sicht am meisten interessiert. Diese höhere Komplexität ist auf die Existenz nicht-expliziten Wissens zurück zu führen. Existierende Computersysteme wurden von

Menschen geschaffen und in der Regel sind die Funktionsweise, der innere Aufbau und Prozessabläufe bekannt und können vorhergesagt werden. Ausnahmen sind allerdings ebenfalls bekannt. Diese treten dann zu Tage, wenn die Komplexität des Systems größer wird, beispielsweise im Falle des Internet (vgl. 3.7.3.1). Lohnt sich also der Vergleich zu künstlichen Artefakten aus dem Computer?

Betrachtet man beispielsweise das System SUGARSPACE [4], bekommt man Hinweise, dass sich mit derartigen Systemen natürliche Systeme erklären lassen. Eine umfassende Erklärung dieser darf allerdings noch nicht erwartet werden.

Zelluläre Automaten bieten im Allgemeinen einen ersten Ansatz zur Simulation natürlichen/menschlichen/sozialen Verhaltens. Die betrachteten Welten reichen aber bei weitem nicht aus, reales Verhalten vollständig zu simulieren oder zu erklären. Am Beispiel SUGARSPACE wird dies durch die Einschränkung auf nur eine Spezies, eine recht kleine Umgebung und nur marginale Veränderungen dieser klar. Andererseits werden einige Eigenschaften natürlicher Prozessabläufe in SUGARSPACE bereits simuliert. Beispielsweise besitzen die Individuen ein gewisses Lebensalter ebenso wie Verhaltensregeln, die das Verhalten in der Umgebung und den Umgang mit anderen Individuen bestimmen.

Neue, komplexere Ansätze sind hier notwendig, beispielsweise durch

- mehrere, am besten sich selbst entwickelnde Spezies,
- größere und flexiblere Nachbarschaften,
- dynamische und irreguläre Umgebungen und
- Asynchronität.

Erst durch derartige Ansätze werden die Ergebnisse mit natürlichen Prozessen vergleichbar [8].

Die Aussicht in derartig erweiterten Systemen erste Schritte der Entwicklung komplexen, natürlichen Verhaltens zu entdecken ist durchaus realistisch. In diesem Fall sollten diese Systeme anhand der folgenden Fragestellungen untersucht werden:

- Wie entstehen neue Spezies?

Insbesondere sollten hier künstliche Welten betrachtet werden, die in der Lage sind, basierend auf Kleinstentitäten mit wenigen einfachen Regeln, andere Formen mit sehr komplexem (natürlichem/menschlichem?) Verhalten zu generieren.

- Wie entwickelt sich Sozialverhalten?
- Wie entstehen Symbiosen, Räuber-Beute-Systeme und derartige Verbindungen zwischen einzelnen Spezies?
- Was sind die konkreten Voraussetzungen für solch komplexes Verhalten?
- Entwickeln sich derartige Strukturen, wenn man den Computersystemen nur genügend Zeit dazu lässt? Was sind verlässliche Indikatoren für eine Stagnation der Entwicklung?
- Ist die Entwicklung derartigen Verhaltens von einem Ausgangspunkt, einem Artefakt, einer bestimmten Kohlenstoffverbindung, einem Minimum an Information ausgehend überhaupt möglich?

### 7.2.4.2 Evolutionäre Algorithmen

In Evolutionären Algorithmen<sup>6</sup>, speziell den Evolutionsstrategien, wird die Steuerung der Optimierungsschrittweiten mit in den Evolutionsprozess integriert (sog. Selbstadaptation) [7]. Eine Anpassung dieser Schrittweiten an die lokale Zielfunktionstopologie erlaubt es in diesem Zusammenhang, von nicht-explizitem Wissen zu sprechen. Bezogen auf die zuvor betrachteten natürlichen Ebenen entspricht dies der Ebene der Erbinformation.

Ein Einsatz von nicht-explizitem Wissen auf den anderen Ebenen, die bereits angesprochen wurden, ist ebenfalls denkbar. Dazu müssten auf der Ebene von Zellverbänden und einzelnen Individuen Strukturen ausgemacht werden, wo derartiges Wissen eingesetzt werden könnte. Beispielsweise liegen parallelen Evolutionären Algorithmen in der Regel Netze oder Gitter zugrunde, auf denen die Individuen oder Populationen migrieren können. Dies könnten geeignete Strukturen sein, auf denen Interaktionen stattfinden können.

Darüber hinaus ist der Einsatz von nicht-explizitem Wissen auf noch höher angelegten Ebenen, beispielsweise Populationen, noch nicht betrachtet worden. In Zusammenarbeit mit Psychologen, Politologen und Verhaltensforschern kann es möglich sein, auf diesen höheren Ebenen in natürlichen Systemen den Einsatz nicht-expliziten Wissens nachzuweisen. Mit Hilfe dieser Wissenschaften kann danach der Übertrag in den Bereich der Evolutionären Algorithmen oder auch in die zuvor behandelten Simulationsumgebungen bewerkstelligt werden.

Einige Themen, die bereits in diesem Text erwähnt wurden, sind hinsichtlich Evolutionärer Algorithmen bereits bearbeitet worden. Beispielsweise wurden Evolutionäre Algorithmen in dynamischen Umgebungen mit Erfolg eingesetzt [2]. In diesen Fällen unterlag die Fitnessfunktion einer Veränderung über der Zeit.

Andere Punkte spielen im Bereich Evolutionärer Algorithmen eine viel beachtete Rolle und bieten Ansatzpunkte für Untersuchungen, da hier noch keine befriedigenden Ergebnisse bzw. einheitliche Herangehensweisen vorliegen. Hier ist vor allem die mehrkriterielle Optimierung gemeint, wo die populationsbasierte Herangehensweise von Evolutionären Algorithmen sehr vielversprechend erscheint. Ein Bezug der mehrkriteriellen Optimierung zur Natur kann über das Finden von Kompromissen oder die Ausnutzung von Nischen hergestellt werden.

## 7.3 Nicht-explizites Wissen in artifiziellen Systemen

Das Wissen, welches aus natürlichen Systemen, beispielsweise der DNS, erlangt wird, unterscheidet sich wesentlich von dem aus Computern/Maschinen. Das Wissen oder die Regeln, die mit Hilfe von Maschinen/Computern selbstständig entwickelt werden, folgen bestimmten Spielregeln. Diese Spielregeln sind dem System von außen, also durch den Programmierer vorgegeben.

Hier besteht der Unterschied zu natürlichen Systemen. Die Spielregeln dieser Entwicklungen sind noch weitestgehend unbekannt. Zum Beispiel ist zwar neuerdings das Erbgut des Menschen größtenteils entschlüsselt, wie diese Informationen aber umgesetzt werden und wofür die einzelnen Sequenzen verantwortlich sind, ist hingegen nicht bekannt. Hier wird deutlich, dass zur Information immer ein geeigneter Abnehmer existieren muss, der die Information in Wissen umsetzen kann. Erst mit der Kenntnis der Mechanismen, wie die Decodierung der DNS-Sequenzen funktioniert, was die ermittelten Proteinstränge im Körper bewirken und wie Einfluss darauf genommen werden kann, wird aus dem ent-

---

<sup>6</sup>Sowohl grundlegende als auch weitergehende Beschreibungen von Evolutionären Algorithmen finden sich in [7, 1, 2]

schlüsselten Erbgut Wissen, welches zur Behandlung von Krankheiten eingesetzt werden kann.

Ein weiterer Unterschied ist die Entwicklung natürlicher und artifizierter Systeme. Natürlichen Systemen liegt ein evolutionärer Entwicklungsprozess über Generationen zugrunde. Die betrachteten Computerprogramme oder Maschinen sind erst wenige Jahre alt und die eingesetzte Software wird ebenfalls erst seit einigen Jahren hergestellt. Hier befindet man sich, sollen die Systeme verglichen werden, erst am Anfang eines Entwicklungsprozesses. Ähnlichkeiten lassen sich aber bereits erkennen (vgl. 3.7.3.2.1).

### **7.3.1 Nicht-explizites Wissen im Internet**

Das Internet verbindet sehr viele Benutzer aller denkbaren Bevölkerungsschichten und Kulturen miteinander. Es ist daher auch als ein Pool von Wissen und Erfahrungen zu sehen. Leider liegt auch hier das Wissen nicht direkt vor. Um eine bestimmte Information zu bekommen, ist teilweise ein sehr großer Aufwand notwendig.

Beispielsweise muss zuerst ein Benutzer ausfindig gemacht werden, der die benötigte Information besitzt. Dies lässt sich in der Regel innerhalb von einigen Stunden und den neuesten und umfangreichsten Suchmaschinen erledigen. Danach muss dieser Benutzer erreicht werden und nicht alle sind dann auch bereit, ihr Wissen entsprechend weiter zu geben.

Hierfür kommen mehrere Gründe in Frage:

1. Keine Zeit, Anfragen zu bearbeiten, da täglich viele Anfragen beantwortet werden wollen, die von der zu erledigenden Arbeit selbst abhalten.  
Hier wird eine Art Feedback durch das Netz deutlich: es ist sowohl hilfreich, als auch behindernd.
2. Keine Möglichkeit zur Kommunikationsaufnahme, da keine geeigneten Kommunikationswege zur Verfügung stehen. Dieser Fall wird eher selten eintreten, da mögliche Kommunikationsmittel immer größere Verbreitung finden.
3. Information ist vertraulich, darf nicht weitergegeben werden.

Hier erreicht man gleich die sehr interessante Fragestellung der Mensch-Maschine Interaktion, die später genauer betrachtet wird (vgl. 3.7.4.2).

Ein weiterer Aspekt ist, dass die Auswirkungen des Internets auch eine Rückbesinnung auf frühere Nachbarschaftsbeziehungen zur Folge haben können. Versteht man unter den Nachbarschaftsbeziehungen einer Person diejenigen Personen, mit denen er kommuniziert, so ist diese Beziehung in dem Fall des Internets global.

Mittlerweile besteht aber auch die Möglichkeit, dass das Internet in Zukunft zum größten Teil von kommunizierenden Maschinen genutzt wird [6]. Dies könnte zur Folge haben, dass aufgrund von Überbeanspruchung oder einer erhöhten Fehleranfälligkeit die Nutzung dieses Mediums nicht mehr komfortabel ist. Eine Orientierung auf lokale und regionale Nachbarschaftsbeziehungen könnte die Folge sein, welche sich in anderen Bereichen, Beispiel Autoverkehr bei erhöhtem Verkehrsaufkommen und steigenden Nutzungsgebühren, fortsetzen könnte.

### **7.3.2 Nicht-explizites Wissen in Softwareprodukten**

In dem Bereich der großen Softwareprodukte kann noch nicht von explizitem Wissen gesprochen werden. Trotzdem weisen derartige Softwarepakete Ähnlichkeiten mit schon besprochen Systemen auf, in denen nicht-explizites Wissen vorhanden ist.

### **7.3.2.1 Programmcode in Softwareprodukten**

Betrachtet man die momentan auf dem Markt befindlichen Office-Pakete oder PC-Betriebssysteme, existieren diese bereits seit Generationen. Aktuelle Versionszähler sind mittlerweile bei 5.2 (StarOffice) oder 6.4 (Suse Linux) angekommen. Dies ist ein Zeichen für wachsenden Softwareumfang und damit wachsenden Programmcode. Dieser Programmcode umfasst auch alten, nicht mehr genutzten Code und er kann auf dieser abstrakten Ebene mit der DNS in Zellen verglichen werden. Zwar ist der prozentuale Anteil von genutztem zu ungenutztem Code weit höher, als er es vermutlich in der DNS ist, aber dieser Anteil war in früheren Entwicklungsstadien der DNS wahrscheinlich ebenfalls noch höher.

Unbekannt ist bisher die genaue Verwendung oder der Zweck dieser nicht genutzten Informationen in der DNS. Denkbar ist aber, dass diese Sequenzen zum einen irgendwann in der Evolution genutzt wurden und momentan keinen Zweck erfüllen. Andererseits besteht die Möglichkeit, dass hier Information vorhanden ist, die momentan nicht benötigt wird, auf die aber bei Bedarf, zum Beispiel spontaner Änderung der Umweltbedingungen, zurückgegriffen werden kann.

Hier ergibt sich auch eine Möglichkeit des Einsatzes von nicht mehr genutztem Programmcode in Softwareprodukten. Eventuell besteht die Möglichkeit, die Robustheit dieser Pakete zu erhöhen und die Fehleranfälligkeit zu verringern, indem dieser Programmcode genutzt wird.

### **7.3.2.2 Compiler**

Unter der obigen Problemstellung wäre ein Compiler wünschenswert, der nicht genutzte Programmteile modifiziert, sodass sie intakt bleiben und bei neu anfallenden Aufgaben eingesetzt werden können.

Dieser Gedanke impliziert bereits Code-modifizierende Eigenschaften von Compilern, die heute noch nicht zur Verfügung stehen. Diese Compiler könnten einerseits in der Lage sein, Verwechslungen (i statt j) zu erkennen und selbstständig vergessene Zeichen einzufügen. Andererseits sind lernende Compiler denkbar, die bestimmte, häufig wiederkehrende Fehler eines Programmierers erkennen und diese dann automatisch korrigieren.

### **7.3.2.3 Das Betriebssystem Linux**

Eine besondere Rolle auf dem Markt der momentan verfügbaren Betriebssysteme nimmt Linux ein. Dieses Betriebssystem ist im letzten Jahrzehnt von Tausenden von Freiwilligen im Internet entwickelt worden und hat sich bis heute zu einer ernst zu nehmenden Konkurrenz zu dem marktbeherrschendem Betriebssystem Windows entwickelt.

An der Entwicklung dieses Systems haben sehr viele Leute mitgewirkt, die alle einen Teil ihres Wissens haben einfließen lassen. Hier traten Synergieeffekte auf, wenn spezielle Eigenschaften eines Programms in ein anderes übernommen wurden etc. Mittlerweile hat dieses Projekt einen derartigen Umfang erreicht, das vermutlich die Quellen von einzelnen Eigenschaften gar nicht mehr bekannt sind. In diesem Fall kann ebenfalls von nicht-expliziten, weil nicht mehr nachvollziehbarem Wissen gesprochen werden.

## 7.4 Noch mehr Lernen von der Natur

### 7.4.1 Interdisziplinäre Zusammenarbeit

Eine interessante Fragestellung ergibt sich, wenn man den in der Natur vorliegenden Umgebungsbegriff betrachtet. Dass etwas wie eine Umgebung vorhanden sein muss, wird aus der Entwicklung differenzierter Strukturen auf verschiedenen Ebenen deutlich, beispielsweise verschiedener Organe eines Lebewesens oder Organellen einer Zelle. Andernfalls, falls keine vorgegebene Struktur existiert, müssten sich alle Zellen gleich verhalten bzw. entwickeln.

Es sei darauf hingewiesen, dass die Umgebungsbegriffe aus der Informatik und aus der Biologie sehr unterschiedlich sind. In der Informatik sind die Umgebungen zumeist fest definiert, z.B. die Moore- oder die von-Neumann-Umgebung bei Zellulären Automaten. In der Biologie sind diese Strukturen hingegen irregulär.

Damit wird ein hoher Informationsaustausch zwischen Informatik und Biologie notwendig, um das Verständnis für die eine Disziplin bei den Wissenschaftlern der anderen zu verbessern. Den Sprachen der Wissenschaftler muss eine einheitliche Basis gegeben werden, ein gemeinsames Vokabular muss zusammengestellt werden. Dies funktioniert am besten in gemeinsamen Projekten, in denen ein reger Informationsaustausch notwendig ist.

Solche Projekte sollten derartig angelegt sein, dass Biologen aus verschiedenen Bereichen (Evolution, Gehirn, etc.) mit Informatikern aus entsprechenden Bereichen (EA, NN, etc.) zusammenarbeiten.

Selbstverständlich war auch bisher ein Informationsaustausch zwischen den einzelnen Disziplinen gegeben, beispielsweise sind wichtige Erkenntnisse aus dem Bereich der *Computational Intelligence (CI)* bereits von der Biologie in die Informatik übertragen worden. Die noch engere Zusammenarbeit in fachübergreifenden Projekten ermöglicht aber einen noch intensiveren Wissensaustausch. Erst hier treten vielleicht die Faktoren zu Tage, die bisher von einer Seite aus Unwissenheit für unwichtig oder überflüssig gehalten wurden, die aber für die andere Disziplin und das Verständnis von nicht-explizitem Wissen unabdingbar sein könnten.

### 7.4.2 Mensch-Maschine Interaktion

Aus den obigen Schilderungen von Kommunikation im Internet (vgl. 3.7.3.1) wird bereits ersichtlich, dass Menschen, die über Informationen verfügen, welche andere Menschen ebenfalls gerne hätten, Zugänge zu Maschinen/ Computernetzen/Internet benötigen um ihre Informationen weiter zu geben. Die heutigen Zugangsarten sind aber eher befremdlich, als dass sie allen, insbesondere älteren Menschen nahe gebracht werden könnten. Ältere Menschen sind hier insofern von besonderer Bedeutung, da sie im Laufe ihres Lebens mehr Erfahrungen gesammelt und sich mehr Wissen angeeignet haben als jüngere.

Daher muss dringend über alternative Zugangswege nachgedacht werden, die sich dann entsprechend realisieren lassen müssen. Die Zeit der Schreibmaschine/Tastatur ist bereits fast beendet, allerdings haben sich modernere Eingabegeräte, wie etwa Methoden zur Spracheingabe/Spracherkennung noch nicht durchgesetzt, da sie noch nicht ausreichend benutzerfreundlich sind.

Die Zeit von großen, schweren Monitoren ist mit dem Erscheinen von flachen TFT-Monitoren und Internetzugang per Handy ebenfalls bereits vorbei. Doch auch hier konnte noch kein in allen Belangen ebenbürtiger Nachfolger etabliert werden, der auch die gewachsenen Anforderungen erfüllt. Beispielsweise ist die

Informationseingabe und das Surfen im Internet am Handy eher als beschwerlich anzusehen. Ebenso verhält es sich mit der Darstellung der erwünschten Information auf dem viel zu kleinen Display.

Hier kommt sehr schnell der Gedanke einer direkten Kommunikation Mensch-Maschine im Sinne der Bionik der EU-FET-Absichten<sup>7</sup> zum Tragen: Entwicklung von Körperteilen und Sinnesorganen, die anstelle von nicht mehr existierenden Extremitäten an den Körper angefügt werden können, beziehungsweise diesem hinzu gefügt werden können.

Neben der Vision, eine natürliche Hand ohne Einschränkung der Funktionalität durch eine synthetische zu ersetzen, kann natürlich auch eine Erweiterung der natürlichen Funktionen angedacht werden, beispielsweise das direkte Darstellen von Informationen auf der Netzhaut des Auges. Die größten Schwierigkeiten bereiten vermutlich auch hier die Mensch-Maschine Schnittstellen, auch wenn unter diesem Begriff hier etwas anderes gemeint ist. Es handelt sich in diesem Fall um die Weiterleitung von elektrischen Impulsen aus dem synthetischen/technischen Teil in den natürlichen. Hier müssen Wege gefunden, entwickelt und erforscht werden, wie die elektronischen Impulse entsprechend getriggert und auf die Nervenbahnen übersetzt werden können [3].

### 7.4.3 Hierarchische Strukturen bei Datenbanksystemen

Betrachtet man Systeme von verteilten, lernenden Softwareagenten, so benötigt jeder Agent eine Liste von Präferenzen, die gewissen Vorlieben des Benutzers oder daraus abgeleitetem Wissen entsprechen. Soll über die Präferenzen aller Benutzer verglichen werden bzw. aus den bei den Agenten vorhandenen Informationen etwas gelernt werden, so stellt die Verteilung der Informationen ein Problem dar.

Hier lassen sich ebenfalls verschiedene Ebenen von Informationsträgern, wie in natürlichen Systemen, unterscheiden. Es liegen sowohl individuelle, lokale, regionale als auch globale Informationen vor. Besteht die Möglichkeit, aus natürlichen Systemen und der Kommunikation dort eine geeignete Implementierung von Lern- und Datenbanksystemen abzuleiten, um diese Information möglichst effektiv zu erhalten und zu verarbeiten?

### 7.4.4 Immune Computersysteme

Die letzten Attacken von **Hackern auf Computersysteme** und die damit verbundenen Einschränkungen und Ausfälle ganzer Netzwerke haben gezeigt, wie anfällig die moderne Kommunikationstechnik ist.

Hier kann evtl. auf der Ebene natürlicher Immunsysteme ein Ansatz zur Abhilfe gefunden werden. Wie bereits beschrieben, ist das Immunsystem in der Lage, Angriffe und Attacken durch den Einsatz nicht-expliziten Wissens zu erkennen und zu bekämpfen. Ein derartiges Verhalten von Computernetzwerken bei Hackerattacken ist denkbar und wünschenswert. Dazu wird aber eine neue Softwarearchitektur erforderlich sein, die diese Möglichkeiten bietet, da auch die eigentliche Aufgabe des Netzwerkes weiter bearbeitet und somit parallel gearbeitet werden muss. Ist hier der Einsatz nicht genutzter und durch neue Compiler modifizierter Programmteile, wie sie oben diskutiert wurden, denkbar (vgl. 3.7.3.2.1)?

---

<sup>7</sup>vgl. <http://www.cordis.lu/ist/fetbi.htm>

### 7.4.5 Direkte Kopplung natürlicher Strukturen

Ist Vernetzung von Leben oder natürlichen Strukturen auf direktem Weg möglich und was kann daraus gelernt werden?

Beispielsweise sind die beiden Gehirnhälften zum Informationsaustausch über den sog. Balken verbunden. Bei gewissen geistigen Störungen (besonderen Fällen der Epilepsie) ist es von Nutzen, diesen Balken zu durchtrennen und den betroffenen Menschen somit vor epileptischen Anfällen zu bewahren.

Welche Chancen bietet aber die **Koppelung von mehreren Gehirnhälften**?

Kommt es hier zu Überbeanspruchung und einem Stadium, in dem mit vorhandenem geistigen Potential nicht mehr umgegangen werden kann, bzw. es nicht genutzt werden kann? Was für gesellschaftliche, soziale Folgen könnten derartige Veränderungen haben (Größenwahn der entsprechenden Personen, Reaktionen der Umgebung)?

Derartige Experimente sind mit der menschlichen Ethik nicht zu vereinbaren. Vielleicht ermöglicht aber die gedankliche Auseinandersetzung mit derartigen Experimenten einen Einblick in die betroffenen Systeme, der zu neuem Wissen führt. Des Weiteren könnten in Zukunft Simulationen möglich werden, die derartige Experimente überflüssig machen und dennoch den Zugang zu dem hier verborgenen Wissen bieten.

## 7.5 Literatur

- [1] T. Bäck. *Evolutionary Algorithms in Theory and Practice*. Oxford University Press, Oxford, 1996.
- [2] Th. Bäck, D. B. Fogel, and Z. Michalewicz, editors. *Handbook of Evolutionary Computation*. Oxford University Press, New York, and Institute of Physics Publishing, Bristol, 1997.
- [3] Deutsche Presse Agentur (dpa). *Nervenzellen auf Mikrochips verraten Umweltgifte. Besser als Tierversuche?* Meldung des News-Ticker der Zeitschrift Bild der Wissenschaft vom 7.6.2000 (<http://www.bildderwissenschaft.de>).
- [4] J. M Epstein and R. Axtell. *Growing Artificial Societies*. Brookings Institution Press, Washington, D.C., 1996.
- [5] D. J. Futuyma. *Evolutionsbiologie*. Birkhäuser Verlag, Basel, 1990.
- [6] D. Sasse and bbc. *Das Internet der Zukunft als Reich der Puppen und Waschmaschinen*. Meldung des News-Ticker der Zeitschrift Bild der Wissenschaft vom 7.6.2000 (<http://www.bildderwissenschaft.de>).
- [7] H.-P. Schwefel. *Evolution and Optimum Seeking*. Sixth-Generation Computer Technology Series. Wiley, New York, 1995.
- [8] W. R. Stark and W. H. Hughes. *Asynchronous, irregular automata nets: the path not taken*. *BioSystems*, 55:107-117, 2000.



## **8. Nicht-explizites Wissen in Soziologie und Sozionik – Ein cursorischer Überblick**

**Prof. Dr. Werner Rammert**

Technische Universität Berlin  
Institut für Sozialwissenschaften  
Franklinstr. 28/29  
10587 Berlin  
Tel. 030-314-22396  
Fax 030-314-73301  
[werner.rammert@tu-berlin.de](mailto:werner.rammert@tu-berlin.de)

## 8.1 Einleitung

Das explizite Wissen zeichnet die moderne Gesellschaft besonders aus. In der Gestalt des formalen Rechts, der exakten Wissenschaft oder des berechenbaren Unternehmensrisikos hat es naturwüchsige Sitten, Erfahrungswissen oder Daumenregeln in den Hintergrund gedrängt. Allerdings hat die Soziologie als wissenschaftliche Disziplin von ihrem Beginn an das Gesellschaftliche nicht nur als explizite Regeln aufgefasst, sondern gleichfalls oder sogar begründend als das in Praktiken oder symbolischen Interaktionen Implizite. Mal figuriert es als Lebenswelt und gemeinsam geteilter Wissensvorrat, mal als Sprachspiel und praktisches Bewusstsein. Soziologische Theorien lassen sich jedenfalls danach einteilen, in welcher Weise sie die Explizit/Implizit-Differenz konzeptualisieren und welches Gewicht sie jeweils der einen oder anderen Seite verleihen.

Mit dem fortschreitenden Einsatz von Informationstechniken auf der Basis der Computertechnologie werden immer mehr Bereiche dem Druck der Explizierung ausgesetzt, die sich bisher überwiegend am impliziten Wissen der Beteiligten orientiert oder auf die praktische Erfahrung von Experten verlassen haben. In der Regel erfordert die Übertragung menschlicher Arbeitsfunktionen auf informationstechnische Systeme das Explizit-Machen der zugrundeliegenden Regeln, ihre Formalisierung und Modellierung für Computerprogramme. Das gilt für die kontext- und personengebundene Erfahrung von Instandhaltern ebenso wie für die Intuition professioneller Experten. Mehrere Fragen tauchen bei der forcierten Verwissenschaftlichung und Informalisierung auf: Welche Rolle spielt das nicht-explizite Wissen für das Gelingen von Arbeit und das Entstehen von Expertise? Was ist überhaupt unter nicht-explizitem Wissen zu verstehen? Wie kann man es methodisch erfassen? Und schließlich: Verschwindet es eigentlich mit der zunehmenden Explizierung und Formalisierung oder entsteht es immer wieder neu? Für ein erfolgreiches Wissensmanagement wird der angemessene Umgang mit dem nicht-expliziten Wissen zum strategischen Faktor.

Diese eben angesprochenen Fragen können hier nicht zufriedenstellend beantwortet werden. Sie leiten jedoch die Suche nach Feldern und Arbeiten der Soziologie und der Sozionik, die etwas zur angesprochenen Problematik beitragen können. Der cursorische Überblick beginnt mit der gründlichen Neulektüre eines Klassikers auf dem Gebiet des „impliziten Wissens“, Michael Polanyi. Die Soziologie ist ein weites Feld. Ich habe mich bei der Durchsicht auf die meiner Ansicht nach wichtigsten Vertreter einer Praxistheorie beschränkt. Ausführlicher werden einschlägige Diskussionen und Studien aus verschiedenen Gebieten der Wissenschafts- und der Technikforschung vorgestellt, da dort das Problem intensiv und explizit behandelt wird. Abschließend wird die Entwicklung von der Soziologie der künstlichen Intelligenz bis zur Sozionik im Hinblick darauf durchkämmt, wie dort Explizitheit und Wissen behandelt werden. Das Schlusskapitel fasst die Ergebnisse in einer kleinen Übersicht über die verschiedenen Begriffe zusammen und formuliert zentrale Forschungsfragen für die Zukunft.

## 8.2 Der klassische Ort: Implizites Wissen bei Michael Polanyi

Die Differenz explizites/implizites Wissen spielt eine zentrale Rolle im Werk von Michael Polanyi. Die Idee des impliziten Wissens („tacit knowledge“) entsteht bei ihm in Auseinandersetzung mit der Wissenschaftsgläubigkeit des sowjetischen Marxismus, speziell mit Nikolai Bucharin, und auch mit einem positivistischen Selbstverständnis der Naturwissenschaftler im Westen. Seine Ideen hat er zuerst in seinem Buch „Science, Faith and Society“ (1946) formuliert. Er zeigt darin, dass Wesen und Geltung wissenschaftlichen Wissens nicht nur mit Hilfe streng

expliziter Operationen begründbar sind, sondern dass es darunter liegende Formen der Abhängigkeit und Bedingtheit gibt. Sie sind existentiell bedingt und wirken implizit und stillschweigend.

In seinem nachfolgenden Buch „The Personal Knowledge“ (1959) sucht er besonders die (kognitions-)psychologischen Grundlagen dafür herauszuarbeiten. Das Wissen mehr ist als die Summierung oder Integration der Einzelmerkmale, veranschaulicht er am Beispiel des Erkennens menschlicher Gesichter. Er verweist auf die unbewusst mitlaufende Tendenz zur Bildung von kohärenten Strukturen und einheitlichen Gestalten. Diese Tendenzen zur Gestaltschließung bringen es mit sich, dass sogenannte „blinde Flecken“ im Wissen keine zeitweiligen Defizite, sondern notwendige Eigenschaften sind. Diese Ideen sind von der Gestaltpsychologie und neueren physiologischen Forschungen, z.B. von Maturana und Varela (1980), bestätigt worden.

In seinem dritten Buch „The Tacit Dimension“ (1966) werden die Überlegungen systematisch bilanziert und zwei neue Akzente gesetzt. Die Rolle des Körpers und die Bedeutung des Sozialen als emergente Ebene werden betont. Implizites Wissen („tacit knowing“) - so äußert sich Polanyi unter Bezug auf seinen Aufsatz „The structure of consciousness“ (1965) in der Zeitschrift „Brain“ - sei eben die Weise, in der uns Nervenprozesse bewusst werden -nämlich in Gestalt wahrgenommener Gegenstände. Es ist eben nicht notwendig „persönlich“ bedingtes Wissen, sondern es umfasst Komponenten unterhalb unseres eigenen Denkinhalts, die wir nur mittelbar und nebenbei registrieren. Es ist gleichsam ein Teil unseres Körpers. So erkläre sich die Tatsache, „dass wir mehr wissen, als wir zu sagen wissen“. (Polanyi 1985:14).

Man könnte dagegen einwenden, dass wir nur das Unsagbare, das Unterschwellige oder das Implizite explizit zu machen bräuchten, um es dann zu integrieren. Aber eine solche ungetrübte Klarheit komplexer Sachverhalte und eine solche Detailversessenheit verhindern das Erfassen der Bedeutung. Die Redeweise, dass jemand den Wald vor lauter Bäumen nicht sieht, spricht diesen Sachverhalt an. Explizite Integration kann die implizite nicht ersetzen, so lautet die Botschaft. Sie impliziert die starke These, „dass der Prozess der Formalisierung allen Wissens im Sinne einer Ausschließung jeglicher Elemente impliziten Wissens sich selber zerstört“ (Polanyi 1985: 27).

Das Soziale kommt ins Spiel, wenn Polanyi die Situation von zwei Personen beschreibt, wobei der eine die geschickten Handgriffe des anderen zu verstehen lernt. Person A bringt eine komplexe Entität hervor, z.B. Michelangelo eine Statue, indem er seine Bewegungen koordiniert und sich in seinen Körper und den Stein einfühlt. Person B versteht die Bewegungen, weil er sich in sie von außen einfühlt und sie geistig in einen Zusammenhang bringt, der dem Bewegungsmuster von A nahe kommt. Nicht die Registrierung der einzelnen Aktivitäten, sondern „die Einfühlung des einen in den anderen“ ermöglicht das Verstehen. Die Menge der Einzelbewegungen kann nur verstanden werden, wenn eine Instanz unterstellt wird, die den Zusammenhang gewährleistet, also eine Person oder ein Subjekt. Es werden wiederum nicht die entscheidenden Merkmale der Gesten und Bewegungen im Einzelnen beobachtet, sondern unter dem Gesichtspunkt einer ganzheitlichen Handlung. Dieses soziale Verstehen setzt ebenfalls nicht die Expliztheit aller Gesten voraus, sondern erfolgt unterschwellig, weil wir bereits über einen Schatz praktischen Wissens verfügen. Das Geheimnis der Sozialität - so könnte man schlussfolgern - liegt darin verborgen, dass auf einer neuen emergenten Ebene Gestalten und Ordnungen entstehen, die sich nicht mehr aus den einzelnen Merkmalen der darunter liegenden Ebene erklären lassen.

Die hier am Beispiel der Sozialität entwickelte Emergenztheorie verallgemeinert Polanyi. Emergenz wird beschrieben als das Entstehen einer höheren Ebene

durch einen Prozess, der auf der unteren Ebene nicht auffindbar ist. Keine Ebene ist in der Lage, ihre Randbedingungen selbst zu kontrollieren und kann auch keine über ihr liegende Ebene von sich aus generieren (Polanyi 1985: 46). Das hieße für den vorgestellten Fall des künstlerischen Handelns, dass weder aus der noch so detaillierten Aufzeichnung noch der genauesten Nachahmung aller Bewegungen das künstlerische Handeln verstanden noch schöpferisch vorangetrieben werden könnte. Das nicht-explizite Wissen kann zwar zunehmend expliziert und formalisiert werden; aber die Differenz der Emergenzebenen wird davon nicht tangiert.

*Nach meiner Ansicht sind Polanyis Überlegungen gewissermaßen klassisch. Sie entfalten die Grundproblematik der Explizit/Implizit-Differenz und behandeln die wichtigsten Aspekte, die - wie wir noch sehen werden - in den heutigen Diskussionen immer wieder angesprochen werden. Mit dem Bezug auf die Gestaltschließung hat er die epistemische oder kognitive Problematik nicht-expliziten Wissens angesprochen. Mit dem Bezug auf den Körper hat er die praktischen oder ingenieurtechnischen Aspekte impliziten Wissens behandelt. Und schließlich hat er mit Bezug auf die Emergenz ein allgemeineres theoretisches Schema zur Behandlung des Implizit/Explizit-Problems vorgelegt.*

### **8.3 Aus dem Blickwinkel ausgewählter soziologischer Theorien**

Was Polanyi rudimentär an der wechselseitigen Einfühlung von zwei Personen vorgeführt hat, wird in der soziologischen Theorie zu einem Zentralthema: Entsteht gesellschaftliche Ordnung durch explizites Handeln, z.B. Verträge, oder konstituiert sie sich durch implizit bleibende Regeln des sich wechselseitig aneinander orientierenden Handelns?

Alle soziologischen Theorien können danach beurteilt werden, wie stark sie die expliziten oder die impliziten Aspekte betonen und wie gut es ihnen jeweils gelingt, die Beziehung zwischen beiden zu konzeptualisieren. Das beginnt mit den Sozialphilosophien von Hobbes und Rousseau, findet sich in Tönnies Unterscheidung von „Gesellschaft“ als Resultat expliziter Wahl und „Gemeinschaft“ als naturwüchsiger Verflechtung und findet sich heute in der Spaltung von Theorien rationaler Wahl, welche in der Ökonomie und Politikwissenschaft vorherrschen, von Theorien sozialer Praxis, welche in Soziologie, Ethnographie und empirischer Anthropologie ihren Ort haben. Die einen folgen dem frühen Wittgenstein des „Tractatus“, wonach man sinngemäß über das, was man nicht explizit ausdrücken kann, lieber schweigen solle („6.522 Es gibt allerdings Unaussprechliches. Dies zeigt sich, es ist das Mystische....7 Wovon man nicht sprechen kann, darüber muss man schweigen“ 1984: 85). Die anderen stehen in der Tradition des späten Wittgenstein der „Philosophischen Untersuchungen“, der die Bedeutung im Gebrauch der Wörter sieht und Sprache sich nur als „Lebensform“ vorstellen kann, die Bedeutung also in den kulturell geteilten Praktiken und Sprachspielen implizit bleibt. Jeder Versuch, das Implizite durch Operationen explizit zu machen, führt zu einem unendlichen Regress, da diese Operationen selbst wiederum nicht-explizites Wissen voraussetzen.

Diesem sprachphilosophischen Kern des Problems soll hier nicht länger nachgegangen werden. Der Ausflug in die Philosophie würde sich zwar lohnen, aber hier sind die soziologischen Studien der Gegenstand der Betrachtung. Der Bezug auf Wittgenstein rechtfertigt sich insofern, als die meisten der in den folgenden Abschnitten referierten Arbeiten sich von Wittgensteins Denken und vor allem seinem nicht-expliziten Regelbegriff beeinflusst zeigen. Andere ergiebige Bezüge ließen sich zur pragmatistischen und phänomenologischen Philosophie ziehen, welche die Sozialtheorien der Praxis ebenfalls stark geprägt haben.

Der Soziologe Georg Herbert Mead zum Beispiel ist ein wichtiger Vermittler zwischen pragmatistischer Sozialtheorie und einer Soziologie der Praxis (vgl. Joas 1992). Was wir schon bei Polanyi als wechselseitiges Einfühlen gelesen haben, wird bei Mead exemplarisch als wechselseitige Perspektivübernahme zwischen zwei sich aufeinander in ihrem Verhalten beziehenden menschlichen Wesen, hier zwei Boxern, beschrieben (Mead 1968). In dieser symbolisch statt instinktiv - wie bei kämpfenden Hunden - vermittelten Interaktion entstehen Bedeutungen, die der Situation zunächst implizit bleiben. Die Bewegungen werden zu signifikanten Gesten, z.B. einer „Finte“, indem die erwartete Reaktion Bs auf die Geste von A innerlich vergegenwärtigt wird, B die Bedeutung dieser Bewegung als Finte und nicht als Schlag durch Hineinversetzen in den Gegner A erfasst hat und schließlich A durch das Unterbleiben der gegnerischen Abwehrreaktion wahrnimmt, dass B die Bedeutung der Geste als Finte erkannt hat. Ob eine Bewegung eine Finte ist oder nicht, lässt sich letztlich nicht explizit machen. Es bleibt in der Interaktionssituation der Kämpfenden implizit. Man kann dieses implizite Wissen nur erwerben, wenn man die Praxis des Boxens häufig ausübt, wozu Training und Kämpfe eingerichtet sind. Und man kann es sich aneignen, indem man den Gegner beim Kampf beobachtet, mit Gesten taktisch experimentiert und schließlich den Stil des Gegners sich in Videoaufnahmen von seinen anderen Kämpfen ansieht.

Damit sind auch schon drei Methoden angesprochen, wie man implizites Wissen annäherungsweise ermitteln kann, worauf ich aber erst später zurückkommen werde. Zunächst sind nur die drei Formen 1.) des Tuns der Praxis (Teilnahme), 2.) der experimentellen Störung der Praxis (Realexperimente) und 3.) der bildlichen Aufzeichnung der Bewegungen (Videoanalyse) festzuhalten.

Um das implizite Wissen über soziale Ordnungen im banalen Alltagshandeln aufzudecken, hat Harald Garfinkel seine berühmten ethnomethodologischen Experimente angestellt (Garfinkel 1967). Die Probanden wurden aufgefordert, selbstverständlich erscheinende Worte in ihren Antworten immer weiter zu explizieren. Die Interviewer trieben ihre Probanden in die Verzweiflung oder in den Zorn, weil sich vieles eben nicht sagen lässt, was man aber trotzdem allgemein weiß oder als allgemein geteilt unterstellt. Das implizite Wissen, das man als Selbstverständlichkeiten des Alltags unterstellt, lässt sich eher zeigen als sagen. Man erfährt die Unterschiede am eigenen Leibe, wenn man die Alltagskulturen zwischen Nord- und Südeuropa oder zwischen westlichen und fernöstlichen Ländern wechselt. Fernreisende Geschäftsleute lernen nicht explizite Regeln („Nicht die Hand schütteln!“ „Nicht auf die Schulter klopfen!“), sondern sie werden von Einheimischen in Rollenspielen oder durch Filmaufnahmen vorbereitet. Wie schon oben bei der Darstellung von Polanyis Ausgangsüberlegungen gibt es viele Einzelheiten, die als unausgesprochene Regeln im gesellschaftlichen Verkehr aufgefasst werden könnten. Aber die Aufzählung und das Explizitmachen japanischer Höflichkeitsregeln würde eben nicht das in der wirklichen sozialen Situation angemessene Verhalten erzeugen. Dazu bedarf es der Kompetenz des Einfühlens in den anderen Handelnden, in den „Rahmen“ der jeweiligen Situation und in den gesamten Kontext der Kultur, die durch längeres Leben, Erleben und Handeln in dieser Kultur erworben wird. Das implizite Wissen ist eben kein explizit erlernbarer Satz von Regeln, gleichsam ein Kode, sondern ein in den Praktiken immer wieder neu produzierter und reproduzierter Stil des Handelns. Die Elemente gewinnen zwar wie Worte und Gesten ihre Bedeutung durch den Kontext oder den Interaktionsrahmen, aber eben nicht in einer kodifizierten Eindeutigkeit, sondern in den jeweiligen inszenierten Handlungsvollzügen.

Der von Erving Goffman herausgestellte „Rahmen“ für Handlungen (Goffman 1990), der in gewisser Weise analog zur sinngebenden Gestaltschließung bei Polanyi gesehen werden kann, funktioniert nicht wie ein Skript, das den Rollen

und Aussagen ihren eindeutigen Kontext zuweist, sondern wird von den in der Situation Handelnden ständig miterzeugt, interpretiert und verändert. „Eine Situation wird durch die in ihr Befindlichen nicht eigentlich definiert, sondern gewöhnlich stellen die, die sich <in einer Situation> befinden, interpretierend und zumeist implizit, kaum bewusst, für sich fest, was für sie die Situation ist oder sein sollte, und sie verhalten sich - bis auf weiteres - entsprechend" (Soeffnerl 1989: 142). Es wird hier deutlich, dass man eigentlich gar nicht von impliziten Regeln oder einem impliziten Kode sprechen dürfte. Es handelt sich a) entweder um eine real wirkende „Fiktion“ der Beteiligten, die sie ständig unterstellen und korrigieren, oder b) um eine Beobachterkategorie, die von außen und nachträglich an das Verhalten der Beteiligten herangetragen wird, um es analytisch zu erfassen und zu ordnen.

Goffman unterscheidet auch zwischen der Vorderbühne („front stage“), auf der das eigentliche Geschehen abläuft, und einer Hinterbühne („backstage“), die zwar unsichtbar für das Publikum, doch wesentlich zum Ablauf der Handlung beiträgt, z.B. durch Beleuchtung, Strippenziehen und Regieanweisungen. Das Theaterbeispiel dient Goffman nur zur Demonstration für einen Sachverhalt, der für alle Alltagssituationen gültig ist (vgl. Goffman 1988). Man kann immer unterscheiden zwischen dem, was explizit Thema der vorrangigen Aufmerksamkeit ist, und dem, was im Hintergrund ständig mitläuft. Eine weitere Unterscheidung aus dem Theaterbereich betrifft die Unterschiede zwischen Drehbüchern mit 3 expliziten Anweisungen und den gespielten Situationen auf der Bühne. Sie wird von der längere Zeit im Xerox Parc arbeitenden Ethnologin Lucy Suchman für die Unterscheidung von expliziten „Plänen“ und „situiertem Handeln“ fruchtbar gemacht, um die Schnittstellen zwischen Mensch und Maschine schärfer zu fassen und zu verbessern (Suchman 1987).

Sozial- und Kulturtheorien der Praxis interessieren sich für die Herstellung und Wirkung solcher Fiktionen; Theorien rationaler Wahl bevorzugen das Explizit-Machen solcher Regeln und nutzen es zur Ausarbeitung idealtypischer Spielsituationen, in denen Spielstrategien und Spielregeln zu vorhersehbaren Spielergebnissen führen. Mit diesem normativen Beobachtungsmodell unterschlagen sie jedoch die zentrale Frage, inwieweit die Teilnehmer dem unterstellten expliziten Spielmodell wirklich folgen und es ihrem Handeln als Rahmen unterstellen. Daher schränkt sich der Erklärungsbereich dieser Theorien rationaler Wahl auf diejenigen Situationen ein, in denen der Rahmen explizit von den Teilnehmern befolgt wird, z.B. bei Tarifverhandlungen zwischen kollektiven Akteuren. Aber auch für diese Situationen gilt, dass im Verlaufe der Verhandlungen sich der implizite Rahmen und damit das Spiel verändern kann, wenn z.B. das ökonomische Verteilungsspiel zu einem politischen Legitimationsspiel der Stärkung oder Delegitimierung der Wirtschaftspolitik der Regierung umgepolt wird.

Man kann für die Soziologie zusammenfassen, dass das Nicht-Explizite im Kernbereich ihrer theoretischen Fragen angesiedelt ist. Besonders die Sozialtheorien der Praxis gehen von der Zentralität impliziten Wissens über Bedeutungen, Handlungssituationen und Rahmungen für die Herstellung sozialer Ordnungen aus. Führende Praxistheoretiker, wie Pierre Bourdieu oder Anthony Giddens, gehen davon aus, dass im Umgang mit sich selbst, mit anderen Menschen, und mit der restlichen Umwelt im alltäglichen Handeln selten exaktes oder explizites Wissen eine Rolle spielt. „In der Mehrzahl unserer alltäglichen Verhaltensweisen sind wir durch praktische Schemata geleitet ... Diese Urteils-, Analyse-, Wahrnehmungs-, Verstehensprinzipien bleiben fast immer implizit“ (Bourdieu 1992: 102). Wenn die Regeln objektiviert und in einem expliziten Regelsystem, wie der Grammatik oder dem Bürgerlichen Gesetzbuch, kodifiziert werden, dann sind sie auf ihre logische Kohärenz und in sozialen Konflikten über die Angemessenheit von Verhaltensweisen leichter zu kontrollieren. Trotzdem liegen ihren Weisen der

Klassifikation und den Formen des interpretativen Umgangs mit ihnen wiederum die nicht-expliziten Schemata zugrunde. In der theoretischen Figur des „Habitus“ hat Bourdieu diese nicht-expliziten Regelsysteme zusammengefasst. Der Habitus mit seinen Wahrnehmungs- und Urteilsschemata steuert gleichsam unbewusst die Praktiken und sorgt gleichzeitig für die Reproduktion der sozialen Beziehungen im jeweiligen Feld (Zum „Habitus“ im politischen Feld vgl. Janning 1997).

In der Strukturierungstheorie von Anthony Giddens wird in ähnlicher Weise zwischen den „Regeln des gesellschaftlichen Lebens“ und den „formulierten Regeln“ (Giddens 1988: 73) unterschieden. Den explizit formulierten und den kodifizierten Regeln wird allgemein wegen ihrer Abstraktheit und Reichweite ein größerer Einfluss auf soziale Aktivitäten zugerechnet; aber Giddens behauptet demgegenüber, dass die „intensiven“ und „stillschweigenden“ Regeln für das alltägliche Handeln eine nachhaltigere Wirkung entfalten. Darunter versteht er z.B. Sprachregeln und scheinbar so triviale Regeln von Rede und Widerrede in Gesprächen, die den Alltag und die Begegnungen im Hinblick auf Formierung, Abläufe, Anschlüsse und Beendigung sozialer Prozesse strukturieren. Im Unterschied zu Bourdieu laufen diese Handlungen nicht weitgehend unbewusst und unterhalb der Schwelle der Wahrnehmung ab, sondern im Rahmen des „praktischen Bewusstseins“, wie Giddens es in Absetzung von strukturalistischen und objektivistischen Theorieentwürfen betont. Die meisten Handlungen laufen auf dieser Ebene ab, auf der vieles nicht explizit gemacht wird, auf der stillschweigend nach den ungeschriebenen intensiven Regeln gehandelt wird und auf der ein gemeinsames Wissen darüber wechselseitig unterstellt wird. Erst bei Problemen und Schwierigkeiten wird auf die Ebene des „diskursiven Bewusstseins“ gewechselt, um die Regeln zu explizieren. Zwischen dem praktischen und dem diskursiven Bewusstsein besteht keine Schranke. Es gibt nur den „Unterschied zwischen dem, was gesagt werden kann, und dem, was charakteristischerweise schlicht getan wird“ (Giddens 1988: 57). Es versteht sich von selbst, dass die überwiegende Mehrheit unserer Praktiken im Alltag der Logik schlichten Tuns folgt (zur Anwendung auf die Techniktheorie vgl. Schulz-Schaeffer 2000).

Was macht nun das nicht-explizite Wissen aus? In Anlehnung an Alfred Schütz wird es als „große Masse des „Wissensvorrats““ gesehen. Giddens bestimmt es als „das in Begegnungen inkorporierte *gemeinsame Wissen*“ (Giddens 1988: 55). Es ist dem Bewusstsein der Akteure nicht direkt zugänglich, bleibt also implizit und ist seinem Wesen nach praktisch. Praktiken werden durch diese impliziten Strukturen vorstrukturiert, gleichzeitig produzieren und reproduzieren die Praktiken diese Strukturen. Das gemeinsame Wissen kann - wie schon gesagt - bei praktischen Verständigungsproblemen von den Teilnehmern ins diskursive Bewusstsein gehoben, also explizit gemacht werden. Auch sozialwissenschaftliche Beobachter können die Regeln, die sie beobachten, ex post explizieren. Aber es kann sich nur um Ausschnitte des weitgehend stillschweigenden gemeinsamen Wissens handeln. Nicht alles kann in propositionale Form übertragen werden. Auch die Teilnehmer selbst können alle Überzeugungen, die sie besitzen, nicht diskursiv formulieren (Giddens 1988: 394).

Es zeichnet sich deutlich ab, dass die Sozialtheorien der Praxis einen wichtigen Beitrag zur theoretischen Konzeptualisierung und zur empirischen Erforschung von Formen und Funktionen nicht-expliziten Wissens leisten können. Sowohl die Arbeiten von Garfinkel, Goffman, Giddens, Bourdieu und ihrer Schüler als auch die Studien der Ethnographie, Kulturanthropologie und Wissenssoziologie weisen ein reichhaltiges Potential auf, das bei einer genaueren Durchsicht, als es hier getan werden kann, größeren Ertrag erbringen würde. Die aktuelle Debatte um den wissenschaftlichen Fortschritt von Praxistheorien, die viele kluge Köpfe anzieht, ist ein Indiz für diese Attraktivität. Stephen Turner z.B. hat sich in seinem

letzten Buch „The Social Theory of Practices: Tradition, Tacit Knowledge and Presuppositions“ einflussreich und kritisch mit den Praxistheorien auseinandergesetzt. Das „tacit knowledge“ hat er dabei als „catchall for that which we do not yet understand“, also als einen inhaltsleeren Begriff gebrandmarkt (Turner 1995). Die Praxistheoretiker in der Wittgensteinschen Tradition haben diesen Vorwurf und vor allem die Begründung für die Inhaltsleere, nämlich weil der Begriff des „tacit knowledge“ nicht in einfache Komponenten zerlegt werden könne, vehement zurückgewiesen (vgl. u.a. Schatzki 1996; Collins/Kusch 1999; Reckwitz 2000).

Diese Debatte kann hier nicht wiedergegeben werden. Vielmehr soll noch einmal festgehalten werden, dass in der soziologischen Theoriediskussion das nicht-explizite Wissen den Kern der Sozialität ausmacht. Es sind die Regeln des gesellschaftlichen Lebens, die jeder kompetente Teilnehmer erlernt, unterstellt, vollzieht und im abweichenden Vollzug verändert. Sie können als habitualisierte Schemata des Wahrnehmens, Urteilens und Verhaltens bestimmt werden; sie können als in Begegnungen inkorporiertes gemeinsam geteiltes Wissen definiert werden; sie können in Reflexion und Diskurs oder durch wissenschaftliche Beobachtung zwar explizit gemacht werden, aber immer nur Ausschnitte, niemals können sie vollkommen in Sätze oder Formeln übertragen werden. *Aus dieser praxistheoretischen soziologischen Sicht wohnt das nicht-explizite Wissen weder im Bewusstsein oder Unterbewusstsein des Individuums, noch haust es draußen in einer diesen Individuen äußerlichen Gesellschaft: Es wirkt und bildet sich im Zwischenreich der Interaktion auf der Ebene der Kollektivität.*

## **8.4 Anknüpfungspunkte in der Wissenschafts- und Technikforschung**

### **8.4.1 Wissenschaftsforschung**

In einem Überblick über die Wissenschaftsforschung der letzten Dekaden unterscheidet Michel Callon zwischen vier Modellen für die Dynamik der Wissenschaften. Das erste Modell betont die Rationalität des wissenschaftlichen Wissens, das zweite die wettbewerbsörmige Organisation des wissenschaftlichen Unternehmens und das vierte die Übersetzungsleistungen, um wissenschaftliche Aussagen robust zu machen und zu verbreiten.

Das dritte Modell, das hier näher interessiert, nennt er das „soziokulturelle Modell“, das besonders „the practices and tacit skills“ ins Spiel bringt (Callon 1995: 30). Eine wesentliche Rolle spielen dabei die Einsichten von Wittgenstein, dass Propositionen ohne einen Kontext keine Bedeutung haben, und von Polanyi, dass nicht-propositionale Elemente, z.B. implizites Wissen, für die Herstellung wissenschaftlichen Wissens von großer Bedeutung sind.

Der polnische Pionier der Wissenschaftsforschung Ludwik Fleck hat schon 1935 nachgewiesen, dass wissenschaftliche Aussagen nur im Rahmen eines von einem „Denkkollektiv“ gemeinsam geteilten „Denkstils“ Geltung haben. Das gilt nicht nur für theoretische Aussagen, sondern auch für die Annahmen über die Wirkung von wissenschaftlichen Instrumenten und die Interpretation dessen, was man empirisch beobachtet. Thomas S. Kuhn hat fast dreißig Jahre später diese Erkenntnis mit seinem Buch über „Die Struktur der wissenschaftlichen Revolutionen“ (1962) bekannt gemacht. Er hat für das nicht-explizite Wissen den Begriff des „Paradigmas“ geprägt. Darunter fallen das Wissen über das Funktionieren von Instrumenten und die Interpretationen der dadurch gelieferten Daten. Es beinhaltet lokales Wissen, spezifische trickreiche Vorgehensweisen und Regeln, die nicht leicht expliziert werden können.

Im Paradigma sind die formalen Aussagen in ein Geflecht von Meta-Regeln der Deutung und Handhabung eingebettet, die letztlich unter Hinweis auf mustergültige Vorgehensweisen und exemplarische Experimentierverfahren verdeutlicht werden. Daher konnte Jerome Ravetz die wissenschaftliche Forschung auch als eine handwerkliche Tätigkeit kennzeichnen, die von einem Korpus von Wissen abhängt, das informell und teilweise stillschweigend ist (Ravetz 1971: 75 f.). Das nicht-explizite Wissen umfasst die ungeschriebenen Regeln des Umgangs mit den experimentellen Instrumenten, die durch Versuch und Irrtum angehäuften Erfahrungen, die Art der Formulierung von Problemen, die Wahl der je nach Problementwicklung angemessenen Strategien und die Interpretation der allgemeinen Kriterien der Adäquanz und Relevanz in den besonderen Situationen. Dieser Wissenskörper kann kaum standardisiert oder in explizite Vorschriften umgewandelt werden. Er bleibt größtenteils gänzlich implizit, wird durch Nachahmung und Erfahrung gelernt, häufig ohne ein Bewusstsein davon zu haben.

Den empirischen Beweis für diese Annahmen hat der englische Wissenschaftssoziologe Harry M. Collins erbracht. Er hat anhand der erfolgreichen und misslungenen Verbreitung des TEA Lasers in britischen Laboratorien nachweisen können, dass dieser Korpus nicht-expliziten Wissens von wesentlicher, ja notwendiger Bedeutung für die erfolgreiche Replikation von Experimenten ist. Der erfolgreiche Nachbau des TEA Lasers gelang nur an solchen Orten, an denen Wissenschaftler beteiligt waren, die als Assistenten oder Gastwissenschaftler über einen längeren Zeitraum bei der Entwicklung des ersten TEA Lasers dabei gewesen waren. Wissenschaft erfolgt demnach nicht nach einem „algorithmischen Modell“ expliziter, transparenter und meist schriftlicher Aussagen, sondern nach einem „enculturation model“, bei dem in menschlichen Wesen verkörperte Praktiken der Manipulation und der Interpretation mit experimentellen Geräten, Protokollen, Beobachtungs- und theoretischen Aussagen verknüpft werden (vgl. Collins 1974 und 1992).

Die Bedeutung impliziten und verkörperten Wissens spielt bei einer großen Zahl wissens- und wissenschaftssoziologischer Studien eine wichtige Rolle, die wie Collins in der Tradition des von David Bloor so bezeichneten „strengen Programms“ der Soziologie naturwissenschaftlichen Wissens stehen oder die spezielle Tradition der Laborstudien begründet haben (vgl. Knorr Cetina 1995). Die letztere Tradition, die sich stark ethnographischer und empirisch-anthropologischer Methoden bedient, hat ein reichhaltiges Inventar an Verfahren entwickelt, die Bedeutung und die Wirkungsweisen nicht-expliziten Wissens detailliert zu erfassen und zu beschreiben. Teilnehmende Beobachtung im Feld, Sammlung aller, eben auch nicht-offizieller Dokumente, wie Notizen oder Kritzeleien, die Aufzeichnung von Arbeitsgesprächen oder die Heranziehung von durch die Experimentiertechnik erzeugten Bildern stellen solche Methoden dar. Selbst in einer so formalen Wissenschaft, wie der Mathematik, konnte eine jüngere Studie nachweisen, dass es „ungesagtes und niemals vollständig explizierbares Wissen, das zum selbstverständlichen Grundbestand des mathematischen Know-how gehört“ (Heintz 2000. 175), gibt. Das Beweisen und Überprüfen, der Kern der mathematischen Disziplin, bedarf ausdrücklich der Sozialisation der Personen in die Normen, Werte und Praktiken der mathematischen Kultur. Implizites mathematisches Wissen gehört zum notwendigen gemeinsamen Hintergrundwissen, um Theoriegebäude verstehen und Axiome richtig anzuwenden zu können.

Was mit den Wittgensteinschen Lebensformen und dem Kuhnschen Paradigma begann, um das Unaussprechbare und das Nicht-Explizite zu markieren, wird heute unter dem Etikett der „Epistemischen Kulturen“ (Knorr Cetina 1999) oder der „Experimentalkulturen“ (Rheinberger 1994) weiter vorangetrieben.

## 8.4.2 Technikforschung

Zwei historische Trends erschwerten über längere Zeit, Unterschiede zwischen Wissenschaft und Technik gerade unter Bezug auf die Anteile von implizitem und explizitem Wissen zu fassen. Solange wie vor allem in der Wissenschaftstheorie Technik als angewandte Wissenschaft aufgefasst wurde, in der das exakte Wissen der Naturwissenschaften für praktische Problemstellungen nur spezifiziert zu werden brauchte, sah man auch die Technologien als Ansammlungen expliziten Regelwissens an. Solange wie die Ingenieurwissenschaften sich selbst durch Verwissenschaftlichung und Mathematisierung ihres Wissens einen höheren Status verleihen wollen, verdrängen sie die vielen Anteile reinen Erfahrungswissens und schriftlich nicht fassbarer Regeln in ihrem Wissenskopus. Wenn schon für die Wissenschaften die Bedeutung nicht-expliziten Wissens nachgewiesen werden konnte, so gilt dies für die Ingenieurdisziplinen umso mehr. Sie nähern sie sich den naturwissenschaftlichen Disziplinen immer mehr an, indem sie auch Grundlagenforschung über Anwendungsprobleme betreiben und Zusammenhänge in mathematischen Modellen zu fassen suchen. Diese wiederum verwandeln sich zunehmends in technologische Disziplinen, in denen die Entdeckung neuer Phänomene mit ihrer praktischen Verwertung immer enger verknüpft sind, wie wir an den Computerwissenschaften und an den Biowissenschaften gegenwärtig studieren können. Deshalb sprechen einige Forscher auch einheitlich von den „technosciences“ (vgl. Latour 1987).

Dementsprechend wurde auch schon das Paradigma-Konzept früh und mehrmals von der Wissenschaft auf den Bereich des technologischen Wandels übertragen, zunächst von Ron Johnston (1972) und Peter Weingart (1982) aus wissenschaftssoziologischer Perspektive, dann von Nelson/Winter (1977) und Giovanni Dosi (1982) aus innovationsökonomischer Perspektive. Bei technologischen Paradigmen wird noch deutlicher ersichtlich, dass es sich weniger um ein explizites Theoriegebäude handelt, sondern vielmehr um eine mustergültige Lösung oder ein exemplarisches Gerät. In seine Konstruktion gehen zwar explizite Regeln ein; aber zum Gelingen eines technischen Werks müssen im Unterschied zur Geltung einer wissenschaftlichen Erkenntnis eine Vielzahl von Routinen, ungeschriebenen Regeln, lokalen Praktiken und Stilen der Konstruktion hinzukommen.

In der Innovationsökonomie wird das nicht-explizite Wissen, das den technischen Wandel vorantreibt, als Daumenregeln und Routinen der Organisationen auf einer mittleren Ebene der Kollektivität angesiedelt (vgl. Nelson/Winter 1977). Seine Verortung reicht von den Mikrosituationen lokaler Entwicklerpraktiken über organisationsspezifische Stile bis hin zu branchenüblichen oder nationalen Traditionen.

In der sich breiter entwickelnden sozialwissenschaftlichen Innovationsforschung stehen vor allem Fragen der Gewinnung, Übertragung und Aneignung des „Know-how“ zwischen verschiedenen Akteuren im Vordergrund. Innovation wird zunehmend als „rekursiver Prozess“ aufgefasst, bei dem in enger Rückkopplung zwischen Herstellern und Anwendern oder zwischen Herstellern, Zulieferern und Kunden innovationsrelevantes Wissen erzeugt wird (Asdonk/Bredeweg/Kowol 1994; Kowol/Krohn 1995). Um an das nicht-explizite Wissen anderer Akteure zu gelangen, z.B. in der Universität-Industrie-Beziehung oder in Dreiecksbeziehungen zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Staat, haben sich gegenüber dem Markt und der Hierarchie netzwerkförmige Organisationsweisen als erfolgreiches Koordinationsprinzip herausgebildet (vgl. Powell 1990). Es kann als eines der wesentlichen Merkmale von Innovationsnetzwerken angesehen werden, das erst im freien und vertraulichen Zusammenspiel der verschiedenen Wissensträger aufkommende „Know-how“ und implizite Wissen für eine erfolgreiche Innovation

erzeugen und für alle bereitstellen zu können, das ansonsten fragmentiert und unvollständig geblieben wäre. Es betrifft besonders das Innovationswissen z.B. in der Biotechnologie oder in den Informations- und Kommunikationstechnologien, das nicht über den Markt in Form von expliziten Patenten oder Lizenzen käuflich ist. Es geht über das Detailwissen hinaus, das in den hierarchisch untergeordneten eigenen Forschungs- und Entwicklungsabteilungen selbst hergestellt werden kann. Wie dieses innovationsrelevante Wissen in verteilter Kooperation hergestellt und nutzbar gemacht werden kann, ist nicht nur das Thema wissensbasierter Unternehmen (Nonaka/Takeuchi 1997; Sydow/van Weel 1996), sondern auch regionaler und staatlicher Innovationspolitik.

In der sozialwissenschaftlichen Technikgeschichte werden die Stile und Traditionen der Ingenieurdisziplinen genauer beschrieben. Jüngst hat der Münchener Technikhistoriker Ulrich Wengenroth auf die Bedeutung des „tacit knowledge“ im Maschinenbau hingewiesen. Er stellt gegenüber dem Wissenschaftscharakter und den exakten wissenschaftlichen Kenntnissen den Kunstcharakter und das Erfahrungswissen in seiner Bedeutung für den Erfolg des deutschen Maschinenbaus im letzten Jahrhundert heraus. Es waren nicht die Ableitung aus der theoretischen Mechanik, sondern die ausgedehnten Versuche in Labors, nicht die mathematische Beschreibung, sondern die systematisierte Empirie mittels Prüfbüchern und Tabellenwerken, nicht die „Kreidephysik und -mathematik“, sondern das „intuitive Schließen von Theorielücken“, was den deutschen Maschinenbau so erfolgreich gemacht hat (Wengenroth 1997: 149). Statt auf die rein formale Ausbildung wurde auf ein „gutes Gespür“ und eine Vertrautheit mit den apparativen Hilfsmitteln großer Wert gelegt. Das Leitbild der Wissenschaft habe den Kunst-Diskurs in den Ingenieurwissenschaften verdrängt, wodurch die Wahrnehmung jener Fähigkeiten erschwert werde, mit denen die weiten, nicht determinierten Bereiche der technischen Artefakte und Systeme strategisch beherrscht werden könnten.

In gleicher Weise betont der Arbeitssoziologe Fritz Böhle (1997) die Bedeutung des „tacit knowledge“ für das Arbeitshandeln. Auch in der hochtechnisierten Industrie ist das „praktische Wissen“ nicht nur pragmatisch nützlich, sondern dem expliziten und wissenschaftlichem Wissen gegenüber gleichwertig und nicht ersetzbar (Böhle 1996: 154). In seinem Konzept des „subjektivierenden Arbeitshandeln“ fasst er darunter so verschiedene Fertigkeiten und Fähigkeiten, wie ein Gefühl für die Anlage haben, Wahrnehmung von Unregelmäßigkeiten und Störungen, bevor sie von technischen Anzeigen signalisiert werden, blitzschnelle Entscheidungen ohne langes Nachdenken, Orientierung an Geräuschen, assoziatives anschauliches Denken, dialogisch-interaktive und explorative Vorgehensweisen und persönlich und emotional gefärbte Beziehungen zu Arbeitsmittel und Materialien (ders.:158 ff). Wenn mit zunehmender Objektivierung und Verwissenschaftlichung des Arbeitshandeln die Unersetzbarkeit dieses nicht-expliziten Wissen vergessen wird, droht die Gefahr der Zerstörung wichtiger Ressourcen für technische Innovationen durch Verwissenschaftlichung.

In der soziologischen Technikgeneseforschung wurde der Begriff des technologischen Paradigmas durch differenziertere Konzepte ersetzt. Das „Leitbild“-Konzept bezieht sich auf die kognitive und motivationale Synchronisationsleistung zwischen heterogenen Wissenskulturen (vgl. Dierkes/Hoffmann/Marz 1992: 41 ff.). Ohne die Differenzen zwischen den beteiligten Akteuren und ihren Orientierungen durch exakte Zielangaben beheben zu können und ohne den beteiligten Entwicklern eine explizite Vorgabe machen zu können, leistet das Leitbild die Einbindung der Beteiligten und die Abgrenzung ihres Wahrnehmungshorizonts. Gegenüber dem Konzept des Leitbilds betont das Konzept des „kulturellen Modells“ die nicht-expliziten Aspekte der Orientierung technischer Entwicklung. Kulturelle Modelle wirken weniger über die individuelle Wahrnehmung der Akteu-

re, sondern gleichsam hinter ihrem Rücken. In ihnen kommen die in Konstruktions-traditionen eingeschriebenen Modelle, die in nationalen oder organisatorischen Stilen eingeschlossenen Schemata und die in technischen Trajektorien festgeschriebenen Vorentscheidungen zur Geltung. Ihr Ort ist der Vollzug der Praktiken in den Labors und Entwicklungsstätten. In den nicht-expliziten Schemata der Wahrnehmung, der Bewertung und des praktischen Tuns verdichtet sich das kulturelle Modell. Es ist weniger als offene Orientierung, sondern eher als versteckte Steuerung durch ein „hidden curriculum“ anzusehen (vgl. Rammert 1998a: 59 f.).

Neuerdings lassen sich weitere theoretische Konzepte in der Techniksoziologie finden, die alle das Problem der Koordination zwischen heterogenen Kulturen behandeln. Im Vordergrund steht immer die Frage, wie bei unterschiedlichen sozialen Welten, die in sich schlüssig und rational nach expliziten Regeln organisiert sind, eine Abstimmung zwischen diesen Welten erfolgt. Interessante Lösungen werden u.a. vom symbolischinteraktionistischen „boundary object“-Konzept (Star/Griesemer 1989; Strnbing 1999), vom „Metaphern“-Konzept (Mambrey/Paetau/Tepper 1995; Malsch 1997), vom systemtheoretischen Konzept der „strukturellen Kopplung“ und vom pragmatistischen Konzept „experimenteller Interaktivität“ (Rammert 1999) angeboten, die hier nicht im einzelnen vorgestellt werden können. Auf sie wird teilweise in den nachfolgenden Abschnitten über die Soziologie der Künstlichen Intelligenz/Sozionik genauer eingegangen.

## **8.5 Von der Soziologie der künstlichen Intelligenz zur Sozionik**

Die soziologische Intelligenz musste sich bisher vier Herausforderungen der Informatik stellen:

- 1.) der Herausforderung der menschlichen Intelligenz durch die maschinelle Intelligenz,
- 2.) der Herausforderung des professionellen Wissens durch Expertensysteme,
- 3.) der Herausforderung der Vergesellschaftung durch Multiagenten-Systeme und
- 4.) der Herausforderung der menschlichen Agency durch verteilte Agency in hybriden offenen Systemen.

Der Umgang mit dem expliziten Wissen spielt in allen Phasen eine zentrale, wenn auch leicht unterschiedliche Rolle.

### **8.5.1 Grenzen expliziter Intelligenz: Verkörpertes Wissen**

Wir sprechen von maschineller Intelligenz, wenn Maschinen ein Verhalten oder Leistungen zeigen, die üblicherweise, wenn sie von einem Menschen ausgehen, als intelligent bezeichnet werden. Rechnen, logisches Schlussfolgern oder Schachspielen gehören zu solchen Tätigkeiten. Sie beruhen auf expliziten Verfahren und Regeln, die eindeutig vorgegeben sind und präzise befolgt werden. Solche eindeutigen Problemlösungsverfahren werden als Algorithmen bezeichnet. Was Alan Turing ursprünglich zur Lösung des mathematischen Entscheidungsproblems ersonnen hat, wurde zur universalen Turing-Maschine, mit der sich alle Probleme, sofern sie formalisierbar und sequenzierbar sind, lösen lassen. Auch im Konzept des „General Problem Solving“ von Allen Newell und Herbert A. Simon (1972) wird ein Problemlösungswissen in einer expliziten Struktur vorausgesetzt. Ob allerdings die menschliche Intelligenz nach dem gleichen algorithmischen Muster funktioniert, ist höchst umstritten.

Die erste Kritik an der künstlichen Intelligenz richtete sich gegen die Annahme, dass alles Wissen explizit gemacht werden könne. Die Brüder Dreyfus bezogen sich auf Polanyis Beispiel des Fahrradfahrens, um auf die Impliztheit des Wissens bei vielen Fertigkeiten hinzuweisen. Ihre Argumentation läuft darauf hinaus, dass zwar Anfänger nach expliziten Regeln Wissen und Fertigkeiten erlernen, aber auf einem höheren Niveau das Wissen eher impliziten Regeln folge, die durch Erfahrung und Gefühl für das Richtige entstünden (Dreyfus/Dreyfus 1987). Entgegen der „physical symbol system“-Konzeption des Wissens setzen sie auf ein Konzept des „embodied knowledge“. In der phänomenologischen Tradition, in der sie stehen, wird Wissen als verkörpert in Praktiken und Wahrnehmungen aufgefasst.

Eine zweite Kritik am „General Problem Solving“-Ansatz richtet sich stärker gegen die unterstellte Symmetrie von Problem und Lösung (vgl. Malsch 1995; Baecker 1995). Nur wenn ein Problem schon explizit formuliert sei, könne ein Lösungsalgorithmus gefunden werden. Die Problemformulierung für Computerprogramme enthalte schon von vornherein in sich die Lösung. Bei wirklichen Problemen besteht jedoch eine Asymmetrie zwischen Problem und Lösung; ein „Nicht-Wissen“ steht einem „Wissen“ gegenüber. Die Bestimmung eines Problems setzt die Definition eines Rahmens oder eines Kontextes voraus, der zunächst implizit und auch mehrdeutig ist. Problemwissen in diesem Sinne existiert, wie es der Wissenssoziologe Harry M. Collins bezeichnet, nur als „embedded knowledge“ (Collins 1990).

### **8.5.2 Grenzen der Explikation: Eingebettetes Wissen**

Dieses eingebettete Wissen explizit zu machen, das könnte man als gemeinsamen Nenner der Bemühungen um die Entwicklung von Expertensystemen ansehen. Zwar wird hier die Strategie des Explizierens weiterverfolgt; aber man beschränkt sich auf eine abgegrenzte Wissensdomäne (Diagnose von Herzkrankheiten; Unverträglichkeiten von Medikamenten; Fehlermöglichkeiten bestimmter Maschinensysteme usw.) und baut zusätzlich heuristische Regeln, wie sie von den Experten der Domäne verfolgt werden, neben dem deklarativen Wissen aus den Lehrbüchern in die wissensbasierten Systeme ein.

Das Problem der Explikation verschiebt sich jedoch nur auf die Erhebung und Modellierung der von den Experten angewandten Heuristiken. Immerhin kann anhand der Entwicklung der Expertensysteme gelernt werden, das auch implizite Wissen der menschlichen Experten expliziert werden kann und in manchen Bereichen Maschinen menschliches Handeln nachahmen können. Die Grenze zwischen implizitem und explizitem Wissen ist jedoch wie bei Dreyfus und anderen nicht identisch mit der Grenze zwischen nicht-computerisierbar und computerisierbar. Stillschweigendes Wissen ist nach Collins selbst kein Hindernis für die Mechanisierung (Collins/Kusch 1999: 82). Selbst das Fahrradfahren als reine Fertigkeit außerhalb der Bewegung im Verkehr, das klassische Beispiel von Polanyi für stillschweigendes Wissen, könnte heute grundsätzlich von Maschinen nachgeahmt werden.

Was nach Collins Maschinen wie Computer jedoch überhaupt nicht können, ist Wissen, auch nicht das Anfängerkwissen, zu verarbeiten (Collins 1990: 8). Damit bezieht er sich sowohl auf Wittgenstein als auch auf Polanyi, wonach die Gruppe oder die Lebensform und nicht das Individuum der Ort des Wissens ist. Selbst wissenschaftliches Wissen bedarf bei der Übertragung - wie schon oben ausgeführt worden ist - eines sozialen Verkehrs und der sozialen Zustimmung. *Wenn Maschinen wie Computer trotzdem funktionieren, dann tun sie 1.) selten dieselbe Arbeit, die Menschen tun, oder es sieht 2.) manchmal nur so aus, also ob sie wirklich funktionieren, weil die Menschen mit ihnen interagieren, um ihre Schwä-*

*chen zu kompensieren, oder sie wirken 3.) in dem großen Bereich menschlichen Verhaltens, der Maschinen nachahmt und den daher Maschinen perfekt nachahmen können.*

Der wichtige Unterschied zur Konzeption des „embodied knowledge“ besteht also darin, die Grenze der Nachahmung bei zwei Formen des Handelns festzumachen. Alle Bereiche des menschlichen Verhaltens, die Collins „machine-like action“ nennt, können von Maschinen ausgeführt werden. In einem neueren Buch, das er mit dem Philosophen Martin Kusch zusammen verfasst hat „The Shape of Action: What Humans and Machines Can Do“ (Collins/Kusch 1999), wird dieser Typ des Handelns „mimeomorphisch“ genannt. Stühle lackieren zum Beispiel beinhaltet viel stillschweigendes Wissen, kann aber trotzdem mechanisiert werden, obwohl nicht alle impliziten Regeln angebar sind, jedoch praktisch erlernbar und nachahmbar sind (Ebda. 82). Die andere Form des Handelns wird als „polymorphisch“ bezeichnet. Dieses reguläre menschliche Handeln erfordert ständig neues, mit den Situationen wechselndes, unformulierbares Wissen. Dieses implizite Wissen ist nicht mechanisierbar. Das Beispiel hierfür wäre Fahrradfahren im öffentlichen Verkehr, indem sich durch die Begegnung mit anderen Verkehrsteilnehmern ständig neue Situationen ergeben.

Ein weiterer wichtiger Punkt für unsere Frage nach der Bedeutung der Implizit/Explizit Unterscheidung ist die Feststellung, dass die Grenzen zwischen implizitem und explizitem Wissen ebenso wie zwischen formellem und informellem Wissen weder innerhalb noch außerhalb der Menschen sind, sondern auf der Ebene der Kollektivität zwischen ihnen produziert und verändert werden. Statt nach den fixen Grenzen zu fahnden, kann vom kritischen Fragen auf das konstruktive Fragen umgestellt werden, unter welchen Bedingungen Maschinen wie der Computer funktionieren. Zwar gibt es prinzipielle Grenzen der Versprachlichung von Wissen und Können und damit der vollständigen Explizierbarkeit von Expertenwissen (Wehner 1995: 249) - man denke nur an das „schlecht-strukturierte“, „unscharfe“ oder „opake“ Wissen, aber nach der dritten These von Collins (siehe oben), kommt es auf die Weise der Kompensation der Schwächen der Maschine durch menschliches Handeln an, letztlich auf die Frage der sozialen Einbettung.

Hierzu liegen eine ganze Reihe empirischer Fallstudien vor, welche die Mechanismen der Einbettung im einzelnen aufzeigen. Bei Thomas Malsch u.a. (1993: 328) wird auf Grenzen der Wissensobjektivierung in Fällen hingewiesen, in denen in stärkerem Maße mit „kontext- und personengebundener Erfahrung“ oder „subjektivem Erfahrungswissen“ umgegangen wird. Bei Nina Degele (1995: 228) erscheint das implizite Wissen in der Auseinandersetzung und beim Erfahrungssammeln mit den emergenten Effekten eines Systems und den latenten Funktionen, die von den manifesten Funktionen und expliziten Zielen der Nutzung abweichen. Bei Michael Schlese taucht es als „unhinterfragte Leitvorstellungen“ der Ingenieure oder als deren „implizite Soziologie des Technikentwurfs“ auf (Schlese 1995: 367). Am deutlichsten wird die Prozesshaftigkeit des impliziten Wissens bei Josef Wehner formuliert: „Denn jeder Versuch, ein Wissensgebiet zu kodifizieren, wirft Grenzprobleme auf, indem er gleichzeitig Unrepräsentierbares oder Noch-Nicht-Repräsentierbares miterzeugt“ (Wehner 1995: 261). *Das Problem impliziten Wissens besteht demnach nicht darin, dass es als ein fest umrissener arkaner Bereich existiert, der nicht explizit gemacht werden kann, sondern dass implizites Wissen bei jeder Form von Explizieren naturwüchsig entsteht, es gleichsam ein ständiges Nebenprodukt bei der Produktion von Transparenz und Expliztheit ist.* „Implizites Wissen ist ein nicht reduzierbarer Bestandteil unserer Orientierung in der Welt“ (Rammert u.a. 1998: 55).

In umfangreichen intensiven Fallstudien über Möglichkeiten und Funktionieren von „Wissensmaschinen“ haben Rammert u.a. (1998) aufgezeigt, unter welchen

Bedingungen Expertensysteme trotzdem funktionieren. Die Wissensakquisition und die Modellierung von Expertendomänen wurde als „Entbettung“ und Modellierung von Praktiken aufgefasst. Dabei wurden nicht alle impliziten Regeln expliziert, sondern die Wissensingenieure konstruierten ein formales Modell, in dem sie einige explizierte Regeln übernahmen, andere im Verlaufe des Prozesses umdefinierten und eigene neue hinzufügten. Solche neu konstruierten Modelle des Expertenhandelns funktionierten nur dann, wenn 1.) die explizit gemachten Regeln nicht mit der legitimen Praxis in Widerspruch gerieten (z.B. das intuitive Vorrücken von Karteikarten bei prominenten Patienten), 2.) die impliziten Regeln der professionellen Praxis nicht zu stark eingeschränkt wurden oder 3.) keine Spielräume für die Neuaushandlung und Erprobung der Anwendung gewährt wurden. Alle Beispiele deuten darauf hin, dass die „Wiedereinbettung“ des Expertensystems als ein Prozess der Wiederherstellung oder der Neubildung von impliziten Regeln aufgefasst werden muss. Ohne diese experimentelle institutionelle Einbettung würde ein wissensbasiertes System nicht laufen. *Das Expertenwissen ist weder in der Maschine noch im Menschen existent, sondern es entsteht erst in ihrer Wechselwirkung. Es findet seine effektive Form zunächst in der „experimentellen Interaktivität“ und später in der „routinisierten Interaktivität“ zwischen Nutzer und Programm (vgl. Rammert 1998b; 1999).* Diese prozessuale Auffassung vom Wissen hat schon Heinrich von Kleist gehegt, als er in seinen Bemerkungen über das Marionettentheater von der „allmählichen Verfertigung der Gedanken beim Reden“ sprach.

### **8.5.3 Möglichkeiten von Multiagenten-Systemen: Verteiltes Wissen**

In der Sozionik wird bewusst daran angeknüpft, dass in der Verteilten Künstlichen Intelligenz und noch mehr in der Informatik der Multiagenten-Sozialmetaphern verwendet oder - meistens wenig explizit - an soziologische Konzepte angeschlossen wurde (vgl. Malsch 1999). Wenn man schon das Wissen einer Domäne nicht komplett und gleichzeitig widerspruchsfrei erfassen und darstellen konnte, dann versuchte man die Computerarchitekturen denjenigen sozialen Gebilden nachzuempfinden, die ohne zentrale Instanz erfolgreich Wissen erzeugen und verwenden. Ein maßgebliches Konzept war die „scientific community“ (vgl. Kornfeld/ Hewitt 1981; Star 1993). In der Gemeinschaft der Wissenschaftler wird erfolgreich neues Wissen produziert, ohne dass ein explizites einheitliches Ziel vorgegeben ist, ohne dass die Aufgaben explizit auf verschiedene Akteure aufgeteilt werden und ohne dass es eine explizite zentrale Instanz der Steuerung der Kooperation und der Bewertung der Ergebnisse gibt. Die markantesten Merkmale der sozialen Institution Wissenschaft sind die schlecht-strukturierten Probleme („ill-structured problems“) am Ausgangspunkt und die Verteiltheit des Lösungswissens auf viele und verschiedene Akteure.

Für die Sozionik erwachsen daraus zwei Probleme: das der Agentenkonstruktion und das der Gesellschaftskonstruktion (vgl. Müller 1993). Anstelle eines zentralen Steuerungsprogramms und klar zu- und untergeordneten Ausführungsprogrammen werden vielfältige Agentenprogramme geschrieben, die jeweils nur bestimmte Aufgaben ausführen können, allerdings mit anderen Agentenprogrammen kooperieren können. Die Agenten verfügen zwar auch über explizite Regeln, deren Ausführung allerdings von eigenen Zuständen, Zuständen anderer Agenten und von der Begegnung mit anderen Agenten abhängig sind (vgl. Schulz Schaeffer 1998). Der Ablauf und das Endergebnis sind nicht vorher festgelegt und vorhersehbar, sondern entstehen in der verteilten Kooperation als „emergente Phänomene“. Insofern gesellschaftliche Prozesse als Emergenzphänomene angesehen werden, lassen sich diese in Grenzen mit solchen Multiagenten-Systemen in ihren Abläufen und Ergebnissen simulieren (vgl. Malsch 1998). Allerdings besteht der wichtige Unterschied, dass bei menschlichen Ak-

teuren das nicht-explizite Wissen eine wichtige Rolle bei der Kooperation spielt, bei den technischen Agenten hingegen dieses nicht unterstellt werden kann, sondern höchstens in der technischen Form der Koordination impliziert ist.

Das zweite Problem, das der Gesellschaftskonstruktion, liefert der Gestaltung der technischen Koordination Modelle. Soziologische Konzepte des Marktes, der Auktion, offener Organisationssysteme oder informeller Austauschbörsen werden von der Sozialreferenz auf die Computerreferenz umgestellt. Sie alle dienen dazu, trotz verschiedener Akteure, unterschiedlicher Aktionszeiten und nur lokaler Spezifikationen Kooperation, Synchronisation und ein global tragbares Ergebnis zu erreichen.

Multiagenten-Systeme können zwar von sozialen Prinzipien der Arbeitsteilung, des sozial verteilten Problemlösens und der Koordination heterogener Aktivitäten profitieren, indem sie neue Mechanismen und Konstruktionsprinzipien entwickeln; aber wenn wir oben schon festgestellt hatten, dass das Wissen weder im System noch im Nutzer verortet werden kann, müssen wir im Hinblick auf das verteilte Wissen davon ausgehen, dass es nicht nur im System verteilt sein kann, sondern dass von einer Verteiltheit zwischen menschlichen und nichtmenschlichen Nutzern ausgegangen werden muss. Solche Form der Verteiltheit bezeichnen wir in der Sozionik als offene hybride Systeme (vgl. Malsch u.a. 1997; Burkhard/Rammert 2000).

#### **8.5.4 Offene hybride Systeme: Interaktivitäts-Wissen**

So wie Wissen erst aus der Interaktion zwischen Personen erwächst, so kommt auch das Wissen aus der Interaktivität mit Wissensobjekten oder Medien zustande (vgl. Rammert 1999). Wenn wir die Frage stellen, wer ist es, der vom Chinesischen ins Deutsche übersetzt: Ist es der menschliche Übersetzer oder das technische Programm, wobei es im Grundsatz keine Rolle spielt, ob es wie im Beispiel von John Searle (1986) als Mensch, der auf feste Instruktionen hin Schilder mit den übersetzten Worten hochhält, oder als integrierte Übersetzungssoftware oder als Kombination von Wortschatz-, Grammatik- und Stil-Agenten auftritt? Es ist weder der menschliche Übersetzer allein, noch nur die Tafelsammlung im Wörterbuch noch nur die Software. Es ist das medial vermittelte und auf verschiedene Agenten, menschliche wie nichtmenschliche, verteilte Handeln, das die Übersetzung erzeugt. Ein Übersetzer ohne Hilfsmittel, wie Wörterbücher, und ein Übersetzungsprogramm ohne kompetente Nutzung sind Fiktionen reiner Human- oder Computerreferenz. *Das Wissen und das Operieren sind nicht nur unter verschiedenen menschlichen Akteuren oder unter verschiedenen technischen Agenten aufgeteilt, sondern das Wissen ist zwischen Menschen und Objekten verteilt und entsteht in der Interaktivität zwischen ihnen.*

Analog dazu, wie in der sozialen Interaktionsbeziehung zwar immer wieder Aspekte von Handlungssituationen explizit gemacht werden können, aber im Umgang damit immer wieder nicht-explizites Wissen entsteht, so muss auch im Umgang mit expliziten Regeln und Programmen oder mit Objekten, in denen sie eingeschrieben sind, davon ausgegangen werden, dass der Umgang mit ihnen, seien es Bücher oder Multiagenten-Systeme, notwendigerweise nicht-explizites Wissen erfordert. Daher ist neben der Beobachtung der Interaktion von Menschen und neben der Beobachtung der technischen Interaktionen von Objekten für die Frage nach der Bedeutung des nicht-expliziten Wissens die Beobachtung der Interaktivität zwischen den Menschen und den Objekten besonders wichtig. Neben der soziologischen und neben der Ingenieurperspektive ist eine symmetrisch-anthropologische Perspektive auf Hybride denkbar (vgl. Latour 1987;1995; Callon 1987). Die Sozionik macht die Untersuchung der offenen hybriden Systeme mit ihrer Interaktivität zwischen Multiagenten-Systemen und menschlichen

Sozialsystemen zu einem ihrer drei Grundziele (Malsch u.a. 1997). Nur aus dieser Perspektive kann zum Beispiel geklärt werden, ob Turing-Maschinen oder Multiagenten-Systeme deshalb so gut funktionieren, weil sie die sozialen Mechanismen so perfekt nachgeahmt haben oder weil die menschlichen Nutzer sich so bereitwillig an die schlechte Software angepasst und ihre Schwächen kompensiert haben (siehe dazu auch neuerdings den Beitrag von Jaron Lanier „Das neue Package. Die Menschheit macht sich dumm, damit die Maschinen siegen können“, FAZ, Nr. 168, 22. Juli 2000, S. 41). *Neben der sozialen Interaktion unter Menschen ist auch die Interaktivität mit Objekten ein Ort der Entstehung und des Wirkens nicht-expliziten Wissens.*

Hatte aber nicht schon oben Harry M. Collins diese Beziehung zwischen Mensch und Expertensystem oder noch schlichter zwischen Mensch und Taschenrechner mit seinem „enculturation model“ angemessen beschrieben? Gegenüber dem algorithmischen Modell des Rechnens hatte er auf dem notwendigen Beitrag des nicht-expliziten Wissens für das Zustandekommen des Rechnens beharrt: Dazu bedarf es einer zumindest vagen Vorstellung von Zählen und der Bedeutung des Rechnens. In diesem Modell bleibt die Beziehung einseitig auf Initiative, Intentionalität und Interpretativität der menschlichen Seite ausgerichtet; die Seite der Technik ist explizit, eindeutig und berechenbar.

Im Unterschied dazu wird bei der symmetrischen Perspektive der technischen Seite mehr „Agency“ zugesprochen: Die Agenten werden in bestimmten Situationen selbst aktiv, gehen unvorhersehbare Bindungen mit anderen Agenten ein und lassen aus ihren Interaktionen emergente Prozesse entstehen. Dadurch werden die Agenten nicht zu intentional Handelnden; aber ihre unerwartete und wechselnde Widerständigkeit gegenüber eindeutigen Fixierungen verstärkt ihre Aktivitäts- und Wirkkomponente gegenüber menschlichen Nutzern und erhöht die Kontingenz der Abläufe. Lernende Multiagenten-Systeme müssen zum Beispiel immer wieder von der menschlichen Seite durch Interaktivität - nicht durch rein instrumentelle Steuerung - geprüft und darauf eingestellt werden, ob sie den ursprünglichen Zielen noch genügen oder ob es günstig ist, dass die neu in der Interaktivität erkennbar gewordenen Zielverschiebungen von der menschlichen Seite übernommen werden. Der Beitrag der technischen Komponenten wird in der Hybridperspektive stärker wahrgenommen als in der kulturalistischen Perspektive, ohne die Differenz zwischen menschlicher und künstlicher Agency zu verwischen. *Über das kulturelle Wissen hinaus entsteht ein weiterer Typ nicht-expliziten Wissens, den ich hier als „Interaktivitäts-Wissen“ bezeichne. Es ist ein nicht-explizites Wissen, das erst in der Interaktivität zwischen Nutzer und System aktiviert wird, vorher aber weder beim Nutzer als kulturelles oder technisches Wissen vorhanden war, noch im System explizit als Regel oder Programm eindeutig vorgegeben war.*

Für die Untersuchung hybrider Systeme ergibt sich aus dieser Bestimmung, dass sie nicht auf die Addition von sozialer Akzeptanz, software-ergonomischer Anpassung und fehlerfreies Funktionieren im Computer-Testbed beschränkt werden kann. Sie erfordert ein sozialexperimentelles Verfahren, in der die Interaktivitäten und die nicht-expliziten Wissensformen zum Gegenstand der Erprobung und Untersuchung gemacht werden. Dabei kann man beobachten, nicht nur, wie die Menschen sich auf das System einstellen und sie das System auf ihre Bedürfnisse einstellen, sondern auch das System die Einstellungen der Menschen verändert und sich in der Nutzung wieder anders einstellt. Diese Art von Test geht über die oben genannten Testverfahren hinaus und stellt neben der Verkörperung, Einbettung -und Verteilung des Wissens die Herausbildung nicht-expliziten Wissens und seine Aktivierung in der Interaktivität in den Mittelpunkt der Erprobung.

## 8.6 Schluss: Arbeit am Begriff, an der Methodik und am Management nicht-expliziten Wissens

Wie wir bisher sehen konnten, spielt die Explizit/Implizit-Differenz in Soziologie und Sozionik eine bedeutende Rolle. Besondere Aufmerksamkeit findet sie in der phänomenologischen und praxistheoretischen Sozialtheorie, in der Kultur- und in der Wissenssoziologie, in ethnographischen Studien zu Arbeitssituationen, in der Wissenschafts- und der Technikforschung, in der Arbeitssoziologie und in der Organisationssoziologie. Viele dieser Bereiche wurden hier nur kurz erwähnt, insofern sie in enger Beziehung zur Wissenschafts- und Technikforschung oder zur Sozionik stehen. Vor allem für die Kultur-, die Wissenssoziologie und die Ethnographie ließen sich bei geringem Aufwand noch viele nützliche Studien recherchieren. In diesem ersten kursorischen Überblick haben wir jedoch schon einen ersten Eindruck von der Vielfältigkeit des Feldes und der Möglichkeit, einen die verschiedenen Gebiete übergreifenden Problemkern zu identifizieren, erhalten.

Ein erstes Ergebnis ist die Einsicht, dass das Implizite nur eine Form des Nicht-Expliziten ist. Dementsprechend lautet die angemessene begriffliche Unterscheidung „Explizit/NichtExplizit“, wobei das Nicht-Explizite höchst unterschiedliche Bedeutungen annehmen kann. Um einen Eindruck von den verschiedenen Konnotationen zu erhalten, fasse ich die im Überblick aufgegriffenen Unterscheidungen in tabellarischer Form zusammen:

Tabelle I: Begriffliche Unterscheidungen nach Michael Polanyi

NICHT-EXPLIZIT	EXPLIZIT
„implizit“	„formal“
„tacit“ „stillschweigend“	„ausgesprochen“
„Gestaltwissen“	„Detailwissen“
„körperliches Wissen“	„kognitives Wissen“
„unterschwellig“	„bewusst“
„intuitiv“	„reflektiert“
„praktisches Wissen“	„theoretisches, diskursives Wissen“
„Kunst“	„Wissenschaft“
„know-how“	„know-what“
„emergente Ebene“	„unmittelbare Ebene“

In diesem Schema tauchen schon mindestens vier verschiedene Dimensionen des Nichtexpliziten auf: a) epistemisch-kognitive, b) die körperlich/verkörperte, c) die interaktiv/soziale und d) die emergenztheoretische. Letztere scheint Polanyi für grundlegend gehalten zu haben, da sie für ihn ein auf alle Bereiche anwendbares Schema enthalten soll. Es entsteht auf der emergenten Ebene etwas Neues durch einen Prozess, der auf der unteren Ebene nicht auffindbar ist. Ein guter Stil entsteht z.B. aus den expliziten Regeln einer korrekten Grammatik, lässt sich jedoch in keiner Weise aus den Regeln der Grammatik herleiten. Weiterhin ist auch festzuhalten, dass unser Wissen nicht nur aus explizitem Wissen bestehen kann. Es bedarf immer, wie sich selbst am Beispiel des formalen Rechnens zeigen lässt, nicht-expliziter Elemente. Ein weiterer wichtiger Punkt in Polanyis Überlegungen ist die Aussage, dass die Ausschließung jeglicher Elemente impliziten Wissens selbstzerstörerisch wirkt. Implizites Wissen kann zwar explizit ge-

macht werden, bei Überschreiten einer theoretisch nicht angebbaren Grenze schlagen die Explizierung und Formalisierung des Wissen in Verluste um.

In einer zweiten tabellarischen Übersicht fasse ich noch einmal die in der Soziologie und ihren Teilgebieten genannten begrifflichen Unterscheidungen zusammen. Auch diese Übersicht demonstriert die Vielfalt der Konnotationen:

Tabelle II: Begriffliche Unterscheidungen in der Soziologie

NICHT-EXPLIZIT	EXPLIZIT
„Regeln des gesellsch. Lebens“	„formulierte Regeln“
„intensive Regeln“	„kodifizierte Regeln“
„praktische Schemata“	„exaktes strategisches Wissen“
„gemeinsamer Wissensvorrat“	„diskursives Wissen“
„regelbildendes Spiel“	„Spiel nach Regeln“
„Sozialisation“	„Instruktion“
„hidden curriculum“	„Lehrplan“
„kulturelles Modell“	„algorithmisches Modell“
„Stil“	„Kode“
„Paradigma“	„Axiomatik“
„Hintergrund“/“back stage“	„Vordergrund“/“front stage“
„informell“	„formal“
„ungeschrieben“	„schriftlich gesetzt“
„nicht-propositional“	„propositional“
„Unaussprechliches“	„Sagbares“
„Routinen“	„Rationale Wahl“
„Daumenregeln“	„formale Regeln“

Wie sich schon bei einer ersten flüchtigen Analyse zeigt, liegen die Unterscheidungen auch hier nicht alle auf der selben Linie. Welche Art von Unterscheidung man trifft, hängt vom jeweiligen Untersuchungsinteresse ab. Geht es zum Beispiel um die Frage, was mechanisierbar und von Computerprogrammen imitierbar ist, wie in der Debatte um die Grenzen der Künstlichen Intelligenz, dann weicht die Differenzbildung von der Explizit/Implizit-Differenz ab. Das Schema von Collins und Kusch (1999: 89), das Handlungstypen nach der Mimeo-morph/Polimorph-Differenz unterscheidet, erlaubt, dass auch Implizites, wie das Spritzlackieren von Stühlen, mechanisch simulierbar ist.

Tabellarisches Schema III: Komplexe und einfache mimeomorphe Handlungen

POLIMORPHIC ACTION		MIMEOMORPHIC ACTION	
	Complex		Simple
Learned through experience		Learned via drills	
Only and always	Sometimes		
Simulation impossible	Simulation possible		
	Sometimes	Always	

Geht es um die Entstehung, die Selbstorganisation und den Erhalt des nicht-expliziten Wissens spielen die Differenzen „Verkörpert/Nicht Verkörpert“ und „Interaktion/Interaktivität“ eine wichtige Rolle, wie wir oben im Kapitel zur Soziologie der künstlichen Intelligenz und Sozionik gesehen haben. Neu und noch wenig erforscht ist der hier aufgetauchte Begriff des „Interaktivitäts-Wissens“, der für hybride offene Systeme von Bedeutung ist.

Welche Methoden haben wir gefunden, um das Nicht-Explizite zu erfassen, einzugrenzen und zu verstehen? Da es nicht schriftlich dokumentiert vorliegt, da es häufig nicht explizit sagbar ist, sind weder Text- und Dokumentenanalysen noch mündliche oder schriftliche Standardinterviews geeignete Erhebungsinstrumente. Vor allem die Ethnographie und die qualitative Sozialforschung haben ein umfangreiches Inventar von Methoden entwickelt, um verdeckte, hintergründige oder unsichtbare Regeln aufzudecken. Ich stelle die Methoden listenförmig zusammen:

- a) teilnehmende Beobachtung (Einfühlen, Rollenübernahme, Erlernen der kulturellen Praktiken)
- b) ethnographische Beschreibung („dichte Beschreibung“ nach Clifford Geertz)
- c) ethnomethodologische Experimente (Stören von Alltagsroutinen nach Harold Garfinkel)
- d) Videoanalysen von Abläufen
- e) Interaktivitätsanalysen von Mensch-Objekt-Beziehungen
- f) Auswertung von Skizzen und Materialien
- g) Narrative Interviews (implizite Relevanzmuster)
- h) Selbstkommentierung bei der Tätigkeit
- i) objektiv-hermeneutische Textanalyse (implizite Deutungsmuster)
- j) Konversationsanalyse (implizite Verlaufsmuster)
- k) Triangulation (Rekonstruktion aus drei verschiedenen Perspektiven nach Anselm Strauss)

Wesentliche Merkmale dieser Verfahren sind zum einen das intensive Sich-Einlassen auf die Praktiken und Kulturen, um auf diese Weise das Nicht-Explizite durch eigenes Tun zu erfahren. Zum anderen besteht es in experimentellen Interventionen, um das Unsichtbare durch Störungen sichtbar zu machen. Schließlich sind hier Methoden versammelt, die vor allem (Bilder) und Verkörpertes (Objekte) detailreich erfassen und beschreiben können. Es würde sich lohnen, diese Methoden genauer unter dem Aspekt, inwieweit sich mit ihnen das nicht-explizite Wissen erfassen lässt, zu betrachten und weiterzuentwickeln. Denn wie auch in anderen Bereichen, z.B. der Gentechnologie, ließen sich diese Methoden nicht nur zur Analyse des Nicht-Expliziten verwenden, sondern bilden sie gleichzeitig wichtige Instrumente für das Management nicht-expliziten Wissens. So paradox es klingt: Das Nichtexplizite und wenig ausdrücklich Managebare bedarf, je weniger es sichtbar und objektivierbar ist, umso sensiblere Methoden des Managements. Eine zu forcierte Formalisierung und Verdrängung des Impliziten würde selbstzerstörerisch für erfolgreiche Routinen wirken. Eine zu starke Eingrenzung des Spielraums für die Entwicklung neuer Bereiche des Nicht-Expliziten würde sich kontraproduktiv für den Aufbau fruchtbarer Arbeits- und Kommunikationszusammenhänge auswirken. Eine Kultur im Sinne der Pflege des Nicht-Expliziten als notwendigem Bestandteil produktiver und lernender Organisationen kann eben nicht mit den üblichen Methoden erzeugt und gesteuert werden, sondern bedarf eines tieferen Verständnisses für ihre Wachstumsbedingungen und nicht-direktiver Methoden des Förderns und Beeinflussens.

Neben der Weiterentwicklung und Erprobung der Methoden zur Erfassung und zum Management nicht-expliziten Wissens sehe ich noch einen Forschungsbedarf im Hinblick auf das „verteilte Wissen“ und das „Interaktivitäts-Wissen“. Wissen wird sachlich auf verschiedene mediale Träger verteilt. Es wird räumlich auf viele soziale Orte verstreut. Es wird zeitlich zu unterschiedlichen Zeiträumen und in unterschiedlichen Tempi erzeugt und verarbeitet. Und es wird sozial auf immer mehr Personen, Gruppen oder Organisationen verteilt. Diese Verteilungen schaffen ansteigende Übersetzungsprobleme von einem auf ein anderes Medium. Sie verursachen Synchronisationsprobleme zwischen den einzelnen Feldern (vgl. für Innovationsnetzwerke Rammert 1997). Sie erzeugen Probleme der sozialen Koordination, die nicht nur durch Markt und Organisation, sondern auch durch vertrauensbasierte Netzwerke gelöst werden. Ohne weiter in Einzelheiten zu gehen, wird offensichtlich, dass die zunehmende Verteilung des Wissens erhebliche Probleme der Integration aufwirft. Diese Integration kann immer weniger nur durch explizite Integration erfolgen, sondern wird sich auf andere Formen der nicht-expliziten Integration stützen, die zu erforschen und zu fördern sind. Das gilt auf der Interaktionsebene für das Zusammenspiel von Menschen, Softwareobjekten und anderen technischen Artefakten in hochtechnisierten Arbeitssituationen. Das gilt auf der Organisationssebene für die erfolgreiche Abstimmung von Routineleistung und kreativer Erneuerung, von technischer und sozialer Innovation. Und das gilt ebenfalls für das Management zwischenorganisatorischer Netzwerke, in denen es auf eine gelungene Mischung von formellen und informellen Regeln, von Konkurrenz und vertrauensvoller Kooperation ankommt. Dem Problem des nicht-expliziten Wissens lässt sich daher in der aufkommenden Wissens- und Netzwerkgesellschaft eine hohe Aufmerksamkeit vorhersagen.

## 8.7 Literatur

- Asdonk, J., Bredeweg, U., Kowol, U. (1994). Evolution in technikerzeugenden und technikverändernden Sozialsystemen - dargestellt am Beispiel des Werkzeugmaschinenbaus. In: Technik und Gesellschaft. Jahrbuch 7. Frankfurt/M., Campus: 67-94.
- Baecker, D. (1995). Über Verteilung und Funktion von Intelligenz im System. In: Soziologie und künstliche Intelligenz. W. Rammert, (Hg.). Frankfurt/M., Campus: 161-186.
- Böhle, F. (1996). Verwissenschaftlichung als sozialer Prozeß. In: Technikentwicklung und Industriearbeit. D. Bieber (Hg.). Frankfurt/M., Campus: 153-180.
- Böhle, F. (1997). Subjektivierendes Arbeitshandeln - Zur Überwindung einer gespaltenen Subjektivität. In: Technik und Subjektivität. C. Schachtner, (Hg.). Frankfurt/M., Suhrkamp.
- Bourdieu, P. (1992) Die Kodifizierung. In: ders.: Rede und Antwort. Frankfurt/M., Suhrkamp.
- Burkhard, H.-D./Rammert, W. (2000). Integration kooperationsfähiger Agenten in komplexen Organisationen. Möglichkeiten und Grenzen der Gestaltung hybrider offener Systeme. In: Working Papers der TU Technology Studies TUTS-WP-1-2000, TU Berlin.
- Callon, M. (1987). Society in the Making: The Study of Technology as a Tool for Sociological Analysis. In: The Social Construction of Technological Systems. W.E. Bijker/T.P. Hughes/T. Pinch (eds). Cambridge, MA, MIT Press: 83-103.
- Callon, M. (1995). Four Models for the Dynamics of Science. In: Handbook of Science and Technology Studies. A. Jasanoff et al. (eds). Thousand Oaks, Sage: 29-63.
- Collins, H. M. (1974). The TEA Set: Tacit Knowledge and Scientific Networks. In: Science Studies, vol. 4: 165-186.
- Collins, H. M. (1990). Artificial Experts. Social Knowledge and Intelligent Machines. Cambridge, MIT Press.

- Collins, H. M. (1992). *Changing Order. Replication and Induction in Scientific Practice*. Chicago, Chicago Press.
- Collins, H. M., Kusch, M. (1999). *The Shape of Actions: What Humans and Machines Can Do*. Cambridge, MA: MIT.
- Degele, N. (1995). Vom Nutzen nichtgenutzter Expertensysteme. In: *Soziologie und künstliche Intelligenz. Produkte und Probleme einer Hochtechnologie*. W. Rammert (Hg.). Frankfurt/M., Campus, S. 275-298.
- Dierkes, M., Hoffmann, U., Marz, L. (1992). *Leitbild und Technik. Zur Entstehung und Steuerung technischer Innovationen*. Berlin, Sigma.
- Dosi, G. (1982). Technological Paradigms and Technological Trajectories. In: *Research Policy* 11: 147-166.
- Dreyfus, H. L., Dreyfus, S. E. (1987). *Künstliche Intelligenz. Von den Grenzen der Denkmachine und dem Wert der Intuition*. Reinbek, Rowohlt.
- Fleck, L. (1935). *Genesis and Development of a Scientific Fact*. Chicago, University of Chicago Press.
- Garfinkel, H. (1967). *Studies in Ethnomethodology*. Englewood Cliffs, N.J., Prentice Hall.
- Giddens, A. (1988). *Die Konstitution der Gesellschaft*. Frankfurt/M., Campus.
- Goffman, E. (1980). Rahmen-Analyse. Ein Versuch über die Organisation von Alltagserfahrungen. In: („Frame Analysis“, New York 1974). Frankfurt/M., Suhrkamp.
- Goffman, E. (1983). *Wir alle spielen Theater. Selbstdarstellung im Alltag*. („The Presentation of Self in Everyday Life“, New York 1959). München, Piper.
- Heintz, B. (1993). *Die Herrschaft der Regel. Zur Grundlagengeschichte des Computers*. Frankfurt/M., Campus.
- Heintz, B. (2000). *Die Innenwelt der Mathematik. Zur Kultur und Praxis einer beweisenden Disziplin*. Wien, Springer.
- Janning, F. (1998). *Das politische Organisationsfeld*. Opladen, Westdeutscher Verlag.
- Joas, H. (1992). *Die Kreativität des Handelns*. Frankfurt/M., Suhrkamp.
- Johnston, R. (1972). The Internal Structure of Technology. *The Sociology of Science*. In: P. Halmos (ed.). *The Sociological Review Monograph*, no. 18. University of Keele: 117-130.
- Knorr Cetina, K. (1995). Laboratory Studies: The Cultural Approach to the Study of Science. In: *Handbook of Science and Technology Studies*. S. Jasanoff, u.a. (Hg.). Thousand Oaks, SAGE: 140-166.
- Knorr Cetina, K. (1999). *Epistemic Cultures*. Cambridge, Harvard U. P.
- Kornfeld, W.A./Hewitt, C.E. (1981). The Scientific Community Metaphor. *IEEE Transactions on Systems*. In: *Man and Cybernetics* 11 (1): 24-33.
- Kowol, U., Krohn, W. (1995). Innovationsnetzwerke. Ein Modell der Technikgenese. In: *Technik und Gesellschaft. Jahrbuch 8*. J. Hallmann, Bechmann, G., Rammert, W. (Hg.). Frankfurt/M., Campus: 77-106.
- Kuhn, T. S. (1962). *Die Struktur der wissenschaftlichen Revolutionen*. Frankfurt/M., Suhrkamp.
- Latour, B. (1987). *Science in Action. How to Follow Scientists and Engineers Through Society*. Cambridge, Mass., Harvard University Press.
- Latour, B. (1995). *Wir sind nie modern gewesen. Versuch einer symmetrischen Anthropologie*. Berlin, Akademie.
- Malsch, T. (1995). Problembegriffund "Problem Solving". Ein Essay über kritische Intelligenz und Wissensgenese. In: *Soziologie und künstliche Intelligenz*. W. Rammert, (Hg.). Frankfurt/M., Campus: 133-160.

- Malsch, T. (1997). Die Provokation der „Artificial Societies“. In: Zeitschrift für Soziologie, Jg.26, H. 1. 3-21.
- Malsch, T., (Hg.) (1998). Sozionik: Soziologische Ansichten zur künstlichen Sozialität. Berlin, Sigma.
- Malsch, T., Bachmann, R., Jonas, M., Mill, U., Ziegler, S. (1993). Expertensysteme in der Abseitsfalle? Fallstudien aus der industriellen Praxis. Berlin, Sigma.
- Malsch, T., W. Brauer, H.J. Müller, W. Rammert (1997). Sozionik. Erforschung und Modellierung künstlicher Sozialität. Vorschlagspapier für die DFG, Hamburg.
- Mambrey, P., Paetau, M., Tepper, A. (1995). Technikentwicklung und Leitbilder. Neue Steuerungs- und Bewertungsinstrumente. Frankfurt/M., Campus.
- Maturana, U./Varela, F. (1980). Autopoiesis and Cognition. The Realization of the Living. Dordrecht, Reidel.
- Mead, G. H. (1968). Geist, Identität und Gesellschaft. Frankfurt/M., Suhrkamp.
- Müller, H.-J. (1993). Verteilte Künstliche Intelligenz. Mannheim, BI-Wissenschaftsverlag.
- Nelson, R., Winter, S. (1977). In Search of a Use-Dul Theory of Innovation. In: Research Policy 6: 36-76.
- Newell, A., Simon, H. (1972). Human Problem Solving. Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall.
- Nonaka, I., Takeuchi, H. (1997). Die Organisation des Wissens. Frankfurt/M., Campus.
- Polanyi, M. (1946). Science, Faith, and Society. London, Oxford University Press.
- Polanyi, M. (1959). The Personal Knowledge. London, Routledge.
- Polanyi, M. (1965). The Structure of Consciousness. In: Brain, Bd. 68, Teil IV: 799-810.
- Polanyi, M. (1966). The Tacit Dimension. Garden City. New York, Doubleday.
- Polanyi, M. (1985). Implizites Wissen. (dt. Ausg. Von „The Tacit Dimension“). Frankfurt/M., Suhrkamp.
- Powell, W. (1990). Neither Market, Nor Hierarchy: Network Forms of Organization. In: Research in Organization Behaviour 12: 295-336.
- Rammert, W. (1997). Innovation im Netz. Neue Zeiten für technische Innovationen: heterogen verteilt und interaktiv vernetzt. In: Soziale Welt 48(4): 397-416.
- Rammert, W. (1998a). Die kulturelle Orientierung der technischen Entwicklung. Eine technikgenetische Perspektive. In: Sozialgeschichte der Informatik. D. Siefkes u.a. (Hg.). Wiesbaden, Deutscher Universitätsverlag: 51 -68.
- Rammert, W. (1998b). Giddens und die Gesellschaft der Heinzelmännchen. Zur Soziologie technischer Agenten und Systeme Verteilter Künstlicher Intelligenz. In: Sozionik, T. Malsch (Hg.). Berlin, Sigma: 91-128.
- Rammert, W. (1999). Weder festes Faktum noch kontingentes Konstrukt: Natur als Produkt experimenteller Interaktivität. In: Soziale Welt, Jg. 50, H. 3: 281-296.
- Rammert, W., Schlese, M., Wagner, G., Wehner, J., Weingarten, R. (1998). Wissensmaschinen: Soziale Konstruktion eines technischen Mediums. Das Beispiel Expertensysteme. Frankfurt/M., Campus.
- Ravetz, J.R. (1971). Scientific Knowledge and its Social Problems. New York, Oxford University Press.
- Reckwitz, A. (2000). Der Status des ‚Mentalen‘ in kulturtheoretischen Handlungserklärungen. Zum Problem der Relation von Verhalten und Wissen nach Stephen Turner und Theodore Schatzki. In: Zeitschrift für Soziologie, Jg. 23, H. 3: 167-185.
- Rheinberger, J. (1994). Experimentalsysteme, Epistemische Dinge, Experimentalkulturen. Zu einer Epistemologie des Experiments. In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie 42: 405-417.

- Schatzki, T. (1996). *Social Practices. A Wittgensteinian Approach to Human Activity and the Social*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Schlese, M. (1995). Software als "Medium der Kommunikation": Zur Rolle von Leitvorstellungen bei der Konstruktion eines wissensbasierten Systems. In: *Soziologie und künstliche Intelligenz. Produkte und Probleme einer Hochtechnologie*. W. Rammert, (Hg.). Frankfurt/M., Campus: 359-392.
- Schulz-Schaeffer, I. (1998). Akteure, Aktanten und Agenten: Konstruktive und rekonstruktive Bemühungen um die Handlungsfähigkeit von Technik. In: *Sozionik*. T. Malsch, (Hg.). Berlin, Sigma: 129-168.
- Schulz-Schaeffer, I. (2000). *Sozialtheorie der Technik*. Frankfurt/M., Campus.
- Searle, J. R. (1986). *Geist, Hirn und Wissenschaft*. Frankfurt/M., Suhrkamp.
- SoefEner, H.-G. (1989). *Auslegung des Alltags - Alltag der Auslegung. Zur wissenssoziologischen Konzeption einer sozialwissenschaftlichen Hermeneutik*. Frankfurt/M., Suhrkamp.
- Star, S. L. (1993). Cooperation Without Consensus in Scientific Problem Solving: Dynamics of Closure in Open Systems. In: *Cooperation or Conflict?* S. Easterbrook, (ed.). London, Springer: 93-106.
- Star, S. L., Griesemer, J. R. (1989). Institutional Ecology: "Translations" and Coherence: Amateurs and Professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907-1939. In: *Social Studies of Science* 19: 387-420.
- Strübing, J. (1997). Symbolischer Interaktionismus revisited: Konzepte für die Wissenschafts- und Technikforschung. In: *Zeitschrift für Soziologie* Jg. 26, H.5: 368-386.
- Suchman, L. A. (1987). *Plans and Situated Actions. The Problems of Human/Machine Communication*. Cambridge, University Press.
- Sydow, J., van Well, B. (1996). Wissensintensiv durch Netzwerkorganisation. In: *Managementforschung 6, Wissensmanagement*. G. Schreyögg, Conrad, P. (Hg.). Berlin, de Gruyter.
- Turner, S. (1995). *The Social Theory of Practices: Tradition, Tacit Knowledge and Presuppositions*. Cambridge, Polity Press.
- Wehner, J. (1995). Wissensrepräsentation: Experten und ihre symbolische Reproduktion. In: *Soziologie und künstliche Intelligenz. Produkte und Probleme einer Hochtechnologie*. W. Rammert, (Hg.). Frankfurt/M., Campus: 245-274.
- Weingart, P. (1982). Strukturen technologischen Wandels. Zu einer soziologischen Analyse der Technik. In: *Techniksoziologie*. R. Jokisch (Hg.). Frankfurt/M., Suhrkamp: 112-141.
- Wengenroth, U. (1997). Zur Differenz von Wissenschaft und Technik. In: *Technikentwicklung und industrielle Arbeit*. D. Bieber (Hg.). Frankfurt/M., Campus: 141-152.
- Wittgenstein, L. (1984). *Philosophische Untersuchungen*. Frankfurt/M., Suhrkamp.
- Wittgenstein, L. (1988). *Tractatus logico-philosophicus. Philosophische Untersuchungen u.a. Werkausgabe Band 1*. Frankfurt/M., Suhrkamp.

## **9. Personal- und Organisationsberatung**

**Dipl.-Kfm. Alexander Rossmann**

KONZEPT Bildung und Beratung AG

Alleenstr. 13

71679 Asperg

Tel. 07141-68 28-16

Fax 07141-68 28-25

[a\\_rossmann@konzept-bildung.de](mailto:a_rossmann@konzept-bildung.de)

## 9.1 Einleitung

Der vorliegende Text betrachtet das Generalthema "Nicht-explizites Wissen: Noch mehr von der Natur lernen" aus drei Perspektiven. Die *Theorieperspektive* positioniert das Thema im Kontext der KONZEPT Bildung und Beratung Aktiengesellschaft. Als "kognitive Orientierung" erleichtert der theoretische Auftakt das Verständnis für unsere Wahrnehmungen aus der Beratungspraxis. Die *Praxisperspektive* beinhaltet drei Fallbeispiele mit den zugehörigen subjektiven Sichtweisen auf das Generalthema. Die *Managementperspektive* gibt einen Überblick über unsere Mechanismen im Umgang mit nicht-expliziten Wissensressourcen.

## 9.2 Theorieperspektive: Explizites und implizites Wissen

KONZEPT ist ein unabhängiges Beratungsunternehmen mit Sitz in Asperg bei Stuttgart. Wir befassen uns mit den Ideen des Radikalen Konstruktivismus und versuchen diese für die Managementpraxis nutzbar zu machen. Unsere Aktivitäten konzentrieren sich auf die Schwerpunkte Personal- und Organisationsberatung. Personalberatung bedeutet für uns Beratung hinsichtlich des Managements der rationalen, sozialen und emotionalen Potentiale von Personen. Organisationsberatung bezeichnet für uns eine Beratung hinsichtlich des Managements der kulturellen, prozessualen und strukturellen Potentiale von Organisationen.

Im Bereich der Personalberatung bietet KONZEPT Dienstleistungen zu den Systemen Personalmarketing, Personalbeschaffung, Personalauswahl, Personaleinsatz, Personalcontrolling, Personalführung, Personalentwicklung sowie Personalfreisetzung an. Im Rahmen der Organisationsberatung operieren wir mit den Systemen Organisationsanalyse und -entwicklung, Change Management und Wissensmanagement.

Im Kontext unserer Beratungsaktivitäten agieren wir permanent unter der Prämisse nicht-expliziter Wissensressourcen. Aus theoretischer Perspektive sind für das Generalthema die folgenden drei Bereiche besonders interessant:

- (1) Generelle Skizze der KONZEPT-Philosophie zur Theorie lebender und sozialer Systeme.
- (2) Spezifische Skizze der KONZEPT-Philosophie zum Thema explizites versus implizites Wissen von Personen.
- (3) Spezifische Skizze der KONZEPT-Philosophie zum Thema explizites versus implizites Wissen von Organisationen.

### 9.2.1 Generelle Skizze: Lebende und soziale Systeme

Die Philosophie von KONZEPT zur Theorie lebender und sozialer Systeme kann aus den Überlegungen des Radikalen Konstruktivismus abgeleitet werden. Unser Aktivitäten basieren auf der Vorstellung, dass kompetitive Unternehmen auf zwei grundsätzlichen Konstruktionen basieren: Person und Organisation. Wir trennen bei unseren Beratungskonzepten zwischen Personen bzw. lebenden Systemen und Organisationen bzw. sozialen Systemen. Auf der Grundlage des Radikalen Konstruktivismus versuchen wir eine Erklärung für die Funktionsweise dieser Systeme anzubieten.

Bei Personen bzw. lebenden Systemen existiert keine stabile Korrelation zwischen Umweltereignissen und der Aktivität der Sinnesorgane einerseits sowie zwischen der Aktivität der Sinnesorgane und kognitiven Gehirnzuständen andererseits (ROTH 1998, 48). Das Gehirn arbeitet *operational geschlossen*. Gleich-

zeitig ist aber evident, dass lebende Systeme materiell-energetisch offen sind, dass sie also mit ihrer Umwelt interagieren. Es dringen aber keine Informationen von außen in das System ein; Informationen werden nach Maßgabe der Struktur determinanten des Systems aus den eingehenden Perturbationen erst erzeugt (FISCHER 1998, 22). Die Repräsentation der Umwelt wird durch die Struktur des kognitiven Systems determiniert und nicht durch die Struktur der Umwelt. Der Radikale Konstruktivismus nennt diese Tatsache *Strukturdeterminiertheit*.

Die operationale Geschlossenheit und Strukturdeterminiertheit lebender Systeme bedingt, dass sich solche Systeme im Prozess der Aufrechterhaltung ihrer Organisation ausschließlich auf sich selbst beziehen können. Die funktionale Organisation selbstherstellender Systeme wird erklärt als zyklische, selbstreferentielle Verknüpfung selbstorganisationeller Prozesse (ROTH 1986, 7). Operationale Geschlossenheit und Strukturdeterminiertheit beeinflussen dementsprechend unser Verständnis über die menschliche Wissenskonstruktion:

- Eine denkende Person kann ihr Wissen nur auf der Grundlage eigener subjektiver Erfahrungen konstruieren. Wissen wird nicht passiv aufgenommen, sondern aktiv aufgebaut.
- Daten sind grundsätzlich bedeutungsneutral. Informationen entstehen erst im operational geschlossenen Prozess der Wahrnehmung und Bedeutungszuweisung kognizierender Systeme. Für die Konstruktion von Informationen ist das bereits vorhandene Wissen von hoher Bedeutung. Wissen entsteht durch den Einbau von Informationen in Erfahrungskontexte, die sich als bedeutsam für das Überleben des Systems herausgestellt haben.
- Wissen im engeren Sinne ist ein neuronaler Zustand lebender Systeme. Die Symbole außerhalb von Personen haben für sich keine Bedeutung.

Die Funktionsweise sozialer Systeme kann auf dieser Grundlage wie folgt skizziert werden. Organisierte Sozialsysteme bzw. Organisationen können nicht selbständig handeln oder denken. Im engeren Sinne verfügen nur Personen über diese Fähigkeiten. Organisationen können jedoch Personen für ihre Zwecke instrumentalisieren. Das Wissen der Organisation im weiteren Sinne besteht in den personenunabhängigen Regelsystemen, welche die Operationsweise eines Sozialsystems definieren und sehr schnell eine hohe Eigenkomplexität entfalten. Vor allem sind dies Standardverfahren, Leitlinien, Arbeitsprozessbeschreibungen, Routinen, Traditionen, Datenbanken sowie die Merkmale der spezifischen Kultur einer Organisation (WILLKE 1998, 51).

Personales und organisationales Wissen sind in Grenzbereichen interdependent. Die plausibelste Erklärung für die Korrelation des Wissens von Personen und Organisationen liefern WEICK/ROBERTS (1993, 374): "We are able to talk about group mind without reification, because we grounded our ideas in individual actions and then treated those actions as the means by which a distinct higher-order pattern of interrelated activities emerged. This pattern shaped the actions that produced it, persisted despite changes in personnel, and change despite unchanging personnel. But neither did we reify individual entities, because we argue that they emerge through selective importation, interpretation, and re-enactment of the social order that they constitute".

## **9.2.2 Spezifische Skizze: Implizites versus explizites Wissen von Personen**

Implizites Wissen ist ein Wissen, von dem eine Person nicht unbedingt weiß, dass sie dieses Wissen hat und sie muss auch nicht erklären können, wie sie kann, was sie kann. Explizites Wissen dagegen ist ausgesprochenes, formulier-

tes, dokumentiertes und in diesem Sinne expliziertes Wissen, ein Wissen also, von dem der Wissende weiß und über das er sprechen kann (WILLKE 1998, 12).

Die Unterscheidung zwischen explizit und implizit fokussiert auf das Bewusstsein des Wissenden. Explizites Wissen kann in symbolischen Formen transparent gemacht werden. Das transparente symbolische Wissen von Personen ist für andere Personen bedeutungsneutral, d.h. es handelt sich für andere Personen um Daten die internalisiert werden müssen.

Nach unserer Erfahrung wird explizites Wissen häufig mit transferierbares Wissen gleichgesetzt. Die Konzepte operationale Geschlossenheit und Strukturde-terminiertheit führen jedoch zu der Überlegung, dass die Wahrnehmung expliziter Wissensressourcen (z.B. in Form von Sprache) wesentlich durch nicht-explizite Wissensselemente beeinflusst wird.

### 9.2.3 Spezifische Skizze: Implizites versus explizites Wissen von Organisationen

Organisationen verfügen genauso wie Personen über explizite und implizite Wissensselemente. Aus der Sicht von Personen handelt es sich dabei um Daten. Das explizite Wissen der Organisation ist einen oder mehreren Personen bewusst, d.h. eine Person kann die Wissensressourcen der Organisation wie z.B. einen Datenbankeintrag, eine dokumentierte Routine oder eine Bilanz bewusst als subjektive Information wahrnehmen und als Wissen in Entscheidungen anwenden.

Bei impliziten Wissensressourcen der Organisation geschieht diese Wissensanwendung in Entscheidungen unbewusst. Die Person kann nicht nachvollziehen oder erklären warum sie in bestimmten Situationen unbewusst eine Wissensressource der Organisation anwendet. Diese Betrachtung unterstellt eine Kopplung zwischen impliziten Wissensressourcen von Personen und Organisationen.

Aus diesen Überlegungen resultieren vier Phasen des Übergangs zwischen impliziten und expliziten Wissensressourcen, die zur Gestaltung von Mechanismen im Umgang mit nicht-expliziten Wissensselementen wesentlich sind (vgl. Tab.1).

Zu Von	Implizites Wissen	Explizites Wissen
Implizites Wissen	Sozialisation	Externalisierung
Explizites Wissen	Internalisierung	Kombination

Tab.1: Phasen des Übergangs

*Sozialisation* ist der Erwerb von Wissen in einer gemeinsamen Handlungspraxis. Unter *Externalisierung* verstehen wir einen Prozess der Artikulation impliziter Wissensselemente in expliziten Konzepten (NONAKA/TAKEUCHI 1997, 343). *Kombination* bezeichnet das Erlernen von explizitem Wissen in den Fällen, in denen Lernen durch Sozialisation unmöglich geworden ist (z.B. bei komplexen und verteilten Organisationen). *Internalisierung* meint schließlich die individuelle Re-

konstruktion von Wissen als implizites Wissen, wenn das in der Phase der Kombination erlernte explizite Wissen routinisiert wurde (WILLKE 1995, 15).

### 9.3 Praxisperspektive

Der erste Abschnitt sollte Einblicke in den theoretischen Kontext der KONZEPT AG geben. Dieser Einblick fungierte als eine Art "kognitive Orientierung". Wir möchten einerseits dokumentieren, wie sich das Generalthema in unserer Beratungspraxis manifestiert. Andererseits versuchen wir gleichzeitig, unsere Beobachtungen theoretisch zu fundieren. Die Kombination zwischen Beobachtung und Erklärung soll das Verständnis für unsere Argumentation erhöhen und in diesem Sinne eine "kognitive Orientierung" herbeiführen.

Der zweite Abschnitt beinhaltet konkrete Fallbeispiele für nicht-explizite Wissensressourcen von Personen und Organisationen. Wir beziehen uns auf drei Fälle aus unserer Beratungspraxis. Dies sind im Einzelnen nicht-explizite Wissensressourcen bei der Konfiguration einer Potentialanalyse (Potentialanalyse), bei der Gestaltung eines Wissensmanagementsystems (Wissensmanagement) und bei der Steuerung von Veränderungsprozessen (Change Management).

#### 9.3.1 Fallbeispiele

- |                   |  |
|-------------------|--|
| Fallbeispiel 1    | <p>Ein weltweit führender Automobilkonzern möchte das Potential seiner Führungskräfte externalisieren. Zunächst wird dazu der Potentialbegriff unternehmensweit einheitlich definiert. In der Phase der Potentialerkennung wendet das Unternehmen einen standardisierten Prozess an. Dieser beinhaltet u.a. auch eine Potentialanalyse in Form eines AC. Die Ergebnisse kommen im Kontext der Führungskräfteplanung und -entwicklung zur Anwendung.</p> <p>Bei erstmaliger Durchführung des Potentialanalyseverfahrens zeigten sich gravierende Niveauunterschiede zwischen den Führungskräften und den AC-Beobachtern. Selbst nach mehrmaliger Operationalisierung der definierten Potentialkriterien konnte keine Objektivität bei der Potentialdiagnose erzielt werden.</p> <p>Nach einiger Zeit beobachtete die Personalabteilung eine steigende Intersubjektivität bei der Potentialanalyse. Ein gemeinsamer Maßstab entwickelte sich aber erst nach ca. 5 Jahren.</p>  |
| Potentialanalyse  |  |
| Fallbeispiel 2    | <p>Ein mittelständisches Unternehmen agiert in einem Segment der automobilen Zuliefererindustrie als Marktführer. Es handelt sich um ein klassisches Familienunternehmen. Der Unternehmensgründer und -leiter agiert als Autokrat, d.h. er ist an allen wichtigen Entscheidungen beteiligt.</p> <p>Aufgrund des Unternehmenswachstums stieg die Komplexität der Entscheidungszusammenhänge. Gleichzeitig sank die verfügbare Arbeitskapazität des Autokraten. Als Resultat dieser Bedingungen strebte der Unternehmensleiter eine Transformation der Unternehmenskultur an. Die bisher autokratische geführte Firma soll sich in Richtung einer kooperativen Unternehmensform entwickeln.</p> <p>Im Zuge des Transformationsprozesses nimmt der Unternehmensgründer an verschiedenen wichtigen Workshops nicht teil. Termine für Folgeveranstaltungen können nur schleppend vereinbart werden. Schließlich beteiligen sich auch die Mitarbeiter nicht mehr an den vereinbarten Transformationsveranstaltungen. Nach mehrmaliger Verschiebung wichtiger Workshops beenden wir</p> |
| Change Management |  |

	unsere Beratungskoooperation.
Fallbeispiel 3	Ein globaler Medienkonzern möchte ein Wissensmanagementsystem einführen. Das Management konzentriert sich zunächst auf eine weitgehende Externalisierung des vorhandenen Wissens. Der Wissenstransfer soll durch eine ambitionierte Intranetlösung gewährleistet werden.
Wissensmanagement	Im Prozess der Externalisierung stellt sich heraus, dass viele Entscheidungsprozesse ohne rational nachvollziehbare Begründung nach historischen Routinen verlaufen. Die Unternehmensleitung reagiert mit einer umfangreichen Standardisierung expliziter Entscheidungsprozesse. Nach einiger Zeit diagnostizieren die Führungskräfte und ein hochrangig besetztes Beraterteam eine eingeschränkte Kreativität des Unternehmens. Der Wissenstransfer per Intranet wird von den Mitarbeitern über einen Zeitraum von drei Jahren bis heute nicht praktiziert bzw. für sinnvoll gehalten.

### 9.3.2 Fallinterpretationen

Aus den Fallbeispielen resultieren verschiedene Beobachtungen, die die Existenz nicht-expliziter bzw. impliziter Wissensressourcen bei Personen sowie Organisationen nahe legen.

#### FALLBEISPIEL 1

Die Niveauunterschiede bei der Potentialanalyse sind auf die verschiedenen impliziten Wissensressourcen der Beobachter zurückzuführen. Kriterien wie Fachkompetenz, Führungskompetenz oder unternehmerische Kompetenz werden von Menschen vor dem Hintergrund ihres persönlichen Erfahrungshintergrundes (Werte, Normen, etc.) verschiedenartig rekonstruiert. Bei dieser Konstruktion nimmt das implizite Wissen der Beobachter, also das bereits vorhandene unbewusste Wissen, eine hohe Bedeutung ein. Implizites Wissen hat demzufolge einen starken Einfluss auf den Wahrnehmungsprozess.

Nach mehrmaliger Durchführung des Potentialanalyseverfahrens haben sich die Potentialkriterien intersubjektiviert. Fachkompetenz, Führungskompetenz und unternehmerische Kompetenz werden heute von weiten Teilen der Führungskräfte gleichartig verstanden. Neben dem Wahrnehmungseffekt kann ein Verhalteneffekt beobachtet werden. Da die Führungskräfte, die im Kontext der Potentialanalyse als Beobachter fungierten, später nach denselben Kriterien beurteilt werden, versuchen sie ihr Verhalten frühzeitig an die durch die Potentialanalyse gesetzten Normen anzupassen.

Das implizite Wissen der Organisation ist in der intersubjektiven Bedeutung des Potentialbegriffs zu sehen. Dieser beinhaltet einen Ausschnitt des unternehmensspezifischen Menschenbildes. Die Potentialkriterien sind lediglich auf sehr abstrakter Ebene explizit und werden erfahrungsgemäß von unternehmensexternen Personen heterogen rekonstruiert. Die relativ homogene Bedeutungsrekonstruktion der Unternehmensmitglieder setzt implizites Wissen als Element der Unternehmenskultur voraus.

Durch den Prozess der Potentialanalyse wurde das implizite Wissen von Personen über den Begriff des Humanpotentials externalisiert. Durch die Kombination externalisierter Wissensressourcen gelang es, bestimmte Wissens Elemente zu intersubjektivieren. Nach der Internalisierung dieser intersubjektiven Wissens Elemente verfügen die am gesamten Prozess beteiligten Personen über implizite Wissensressourcen die mit dem impliziten Wissen der Organisation korrespondieren.

## FALLBEISPIEL 2

Die Beratungskoooperation wurde nach einiger Zeit auf Initiative unseres Klienten wiederaufgenommen. Im Rahmen der weiteren Zusammenarbeit zeigte sich eine hohe Veränderungsaversion sowohl auf Seiten des Autokraten als auch bei den Mitarbeitern. Anscheinend beinhaltet der Veränderungsprozess für die beteiligten Personen eine zwiespältige Komponente.

Obwohl eine kooperative Kultur offensichtlich im Sinne der Unternehmensmitglieder ist, obwohl Signale der Umwelt einen hohen Transformationsdruck erzeugen und obwohl einzelne Personen diese Signale erkennen und Veränderungen initiieren gelang es dem Unternehmen nicht, sich aus seiner Operationslogik zu befreien.

Diese Beobachtung kann mit der Existenz impliziter Wissensressourcen begründet werden. Der Erfolg des autokratischen Unternehmensmodells sowie die negativen Erfahrungen mit Kooperationsmodellen führten zu einer impliziten Verankerung der autokratischen Firma. Der Zwang zur Veränderung ist explizit ersichtlich - implizites Wissen agiert als Blockade. Es wirkt die Operationslogik des Systems, eingefroren in die Regelsysteme und kollektive Identität der Organisation. Selbst bei Sanktionen der Umwelt oder dem Untergang des Systems verhindert implizites Wissen in diesem Kontext eine Veränderung der Handlungspraxis der Akteure.

## FALLBEISPIEL 3

Die Externalisierung impliziter Wissensressourcen, d.h. die explizite Symbolisierung von Strukturen, Prozessen oder Elementen der Unternehmenskultur führt häufig zur Beobachtung sinnrationaler Elemente. Diese Elemente sind sinnrational, weil sie nur unter der subjektiven Sinnsetzung eines Systems eine begrenzte Rationalität entfalten. Ändert sich die Sinnsetzung des Systems im Zeitverlauf (z .B. aufgrund von externen Rahmenbedingungen) müssen sich zur Gewährleistung der Lebensfähigkeit des Systems auch die nunmehr irrationalen Elemente transformieren.

Im Kontext der Fallstudie konnten diverse Elemente externalisiert werden, die zu einer bestimmten Zeit unter einer spezifischen Sinnsetzung zu sinnvollen Ergebnissen führten. Die Globalisierung des Unternehmens provozierte über einen relativ kurzen Zeitraum eine dramatischen Änderung organisationaler Sinnsetzungen. Die zentrale Aufgabe der Unternehmensleitung bzgl. der Kommunikation neuer Visionen, Strategien und Werte, d.h. das Sensemaking wurde vernachlässigt. Als Resultat konnten sich eingefahrene Routinen behaupten, obwohl sie offensichtlich radikal gegen das neue Leitbild des Unternehmens sprachen.

Die Unternehmensleitung reagierte auf diese Situation mit einer Standardisierung von Entscheidungsprozessen. Diese Strategie kann aus zwei Gründen zu suboptimalen Lösungen führen. Zunächst können sich angeordnete, externe Wissensressourcen ohne begleitende Vermittlung der zugrundeliegenden Sinnsetzung nicht etablieren. Sie werden von impliziten Wissensselementen dominiert. Andererseits kann eine standardisierte Entscheidungsvorgabe zur Einebnung der kreativen Potentiale eines Unternehmens führen. Vermutlich beruht Kreativität zu großen Teilen auf der heterogenen Kombinatorik impliziter Wissensressourcen im Kontext einer Organisation. Die erzwungene Nicht-Anwendung impliziten Wissens führt demzufolge zu einer besseren Steuerbarkeit; mit Sicherheit bewirkt diese Strategie aber keine Beförderung der Innovationskompetenz sozialer Systeme.

### 9.3.3 Zusammenfassung

Wir unterscheiden auf der Grundlage unserer theoretischen Basis und praktischen Beobachtungen zwischen nicht-expliziten Wissensressourcen von Personen und Organisationen. Bei Personen sind dies vor allem persönliche Erfahrungsmuster wie Werte, Normen, Einstellungen, etc., die im Laufe der Entwicklung lebender Systeme aktiv aufgebaut werden. Bei Organisationen existieren nicht-explizite Wissens Elemente in Form von Routinen, Ritualen, Mythen, Geschichten bzw. insbesondere in Elementen der Unternehmenskultur sozialer Systeme.

Wir gehen grundsätzlich davon aus, dass nicht-explizite Wissensressourcen gegenüber expliziten Wissensressourcen im Prozess der Wahrnehmung und Verhaltenssteuerung eine dominante Position einnehmen. Da implizites Wissen einen wesentlichen Bestandteil der Identität lebender und sozialer Systeme bezeichnet, kann es in Situationen, die eine dynamische Veränderung erfordern, wie eine Blockade wirken (vgl. dazu die theoretischen Konstrukte der operationalen Geschlossenheit und Strukturdeterminiertheit lebender Systeme). Andererseits beruhen die im Zeitalter der Wissensgesellschaft so wichtigen Attribute "Kreativität" und "Innovationskompetenz" wesentlich auf der Kombinatorik impliziter Wissens Elemente.

Die Erforschung und Nutzung des Zusammenspiels personaler und organisationaler Wissensressourcen einerseits sowie impliziter und expliziter Wissensressourcen andererseits im Kontext eines professionellen Managements dieser Wissens Elemente markiert einen Meilenstein der Wissensmanagementdiskussion. Wettbewerbsvorteile und langfristige Existenzsicherung werden zukünftig nur Unternehmen realisieren, die in diesem Bereich theoretisch und pragmatisch zu sinnrationalen Lösungen gelangen.

## 9.4 Managementperspektive: Implizites Wissen

Der abschließende vierte Abschnitt befasst sich mit den Mechanismen des Managements impliziter Wissensressourcen. Wir fokussieren auf die *praktische Perspektive* der Anwendung in der Beratungspraxis. Dabei betrachten wir explizit die Instrumente (1) Coaching, (2) institutionalisierte Kommunikation & Interaktion, (3) Sensemaking und (4) Reflektion & Feedback. Die *theoretische Perspektive* des Verstehens, des Eingrenzens sowie der Klassifikation impliziten Wissens folgt aus der Argumentation im Rahmen der Abschnitte zwei und drei.

### Coaching

Coaching unterstützt Menschen bei der Gestaltung zukunftsorientierter Lösungen. Der Coach bietet eine begleitende Beratung auf Zeit an. Es handelt sich um eine Form professioneller Unterstützung, die die Erweiterung der Wahrnehmungsfähigkeit und Handlungskompetenz bezweckt. Ziel von Coaching ist es "Hilfe zur Selbsthilfe" zu geben. Ein Coach versteht sich nicht als Experte, der dem Partner die Richtung zur Zielerreichung weist. Er versucht vielmehr Menschen zu befähigen, ihre Situationen, Probleme, Konflikte oder Fragen klar zu definieren. Die Vernetzung der Situation soll transparent gemacht werden, um alle vorhandenen Kräfte und Potentiale optimal einzusetzen.

Wir setzen Coaching in vielen unserer Beratungsprojekte ein. Durch einen zielorientierten, strukturierten Kommunikationsprozess gelingt es dem Kommunikationspartner häufig, seine impliziten Wissensressourcen transparent zu machen. Die Situation kann durch ambitionierte Fragemodelle ausgeleuchtet werden (z.B. Phasen-Modelle, Meta-Modell der Sprache bzw. Präzisionsfragetechnik, Systemische Fragen). Coaching eröffnet dem Kommunikationspartner eine Perspekti-

ve über seine expliziten bzw. bewussten Wahrnehmungsfiter hinaus. Aus dieser Sicht beinhaltet bereits ein konzentriertes Gespräch eine Möglichkeit zur Externalisierung impliziten Wissens.

### **Institutionalisierte Kommunikation & Interaktion**

Unter institutionalisierter Kommunikation bzw. Interaktion verstehen wir die Verankerung von Begegnungen in den Geschäftsprozessen eines Unternehmens. Kommunikations- und Interaktionsroutinen tragen zum formellen oder informellen Austausch zwischen den Akteuren des Unternehmens bei. Im Zuge dieser Austauschprozesse können Personen ihre Wissensressourcen reflektieren.

Die Organisation baut durch standardisierte, d.h. sich wiederholende Interaktionen intersubjektive Wissensselemente auf. Die Institutionalisierung ist Bestandteil der Genese von Unternehmenskulturen. Bei Ausdehnung der Betrachtung über einen längeren Zeitraum können implizite Wissensressourcen von Personen und Organisationen durch institutionalisierte Interaktion verändert, geschaffen und partiell gesteuert werden.

Diese Vorgehensweise wurde z.B. in Fallbeispiel 1 angewendet. Ein Kernelement des Potentialanalyseverfahrens war die Institutionalisierung von Kommunikationsprozessen zwischen den Führungskräften des Unternehmens. Zu Beginn der Potentialanalyse schätzt eine Führungskraft subjektiv das Potential ihrer Mitarbeiter ein. Die subjektiven Einschätzungen der einzelnen Führungskräfte werden im Rahmen einer moderierten Integrationsrunde verglichen und reflektiert. Durch den AC als zusätzliches Validierungsinstrument wurde eine weitere Beobachtungsebene integriert; d.h. die AC-Beobachter waren nicht mit den Führungskräften aus der Integrationsrunde identisch. Die im Rahmen des AC entstandenen und abgestimmten Beobachtungen werden abschließend mit den Beobachtungen aus den Integrationsrunden verglichen. Auf diese Weise können intersubjektive Potentialeinschätzungen erzielt sowie die Evolution der Unternehmenskultur partiell gesteuert werden.

### **Sensemaking**

Sensemaking bezeichnet das Management der Konstruktion konsensueller Wirklichkeitsvorstellungen, d.h. die Frage, wie Bedeutungen und Artefakte in komplexen Netzen kollektiver Aktion produziert und reproduziert werden (WILLKE 1998, 54) Der Begriff geht auf WEICK (1995, 1998) zurück. Wissen im allgemeinen wie insbesondere implizites Wissen wird aktiv unter der Prämisse systemrationaler Sinnsetzungen aufgebaut. Informationen die sich im Kontext einer Verarbeitung in Handlungen subjektiv als "sinnbefördernd" erweisen, werden als Wissen internalisiert. Aus dieser Perspektive kommt der Konstruktion von Sinn eine besondere Bedeutung zu.

Die Frage der Umsetzung der Sensemaking-Idee kondensiert an unternehmensspezifischen Routinen zur Gestaltung von Visionen, Zielen, Strategien, etc. und zur Gestaltung elaborierter Kommunikationsmechanismen. Insbesondere in Fallbeispiel 3 bzw. generell bei der Implementierung von Wissensmanagementsystemen konzentrieren sich Organisationen zu wenig auf das Thema Kommunikation.

### **Reflektion & Feedback**

Reflektion und Feedback betreffen die Frage, wie sich lebende und soziale Systeme trotz operativer Geschlossenheit und Selbstreferenz eine gewisse Responsivität für externe Signale sichern können. Es geht um eine Ablösung von der reinen Innenperspektive. Systeme müssen sich im Kontext eines weiterhin internen Prozesses bewusst machen, dass sie in einer Umwelt operieren. Existenzsicherung und Wettbewerbsvorteile bedingen eine kritische Internalisierung der

Umweltbedingungen. In diesem Sinne sind alle elaborierten Systeme fähig, eine gewisse Kompetenz für Reflektion und Feedback aufzubauen.

Reflektion konzentriert sich auf eine Selbst-Beobachtung, während Feedback als Fremd-Beobachtung konzipiert wird. Reflektions- und Feedbackprozesse können moderiert werden, z.B. in Kombination mit Coaching oder institutionalisierter Kommunikation. Insofern können Reflektion und Feedback als Archetypen des Umgangs mit impliziten Wissensressourcen verstanden werden.

## 9.5 Zusammenfassung

Der vorliegende Text hat das Generalthema "Nicht-explizites Wissen: noch mehr von der Natur lernen" von drei Seiten beleuchtet. Aus *theoretischer Perspektive* wurde die operationale Geschlossenheit und Strukturdeterminiertheit lebender Systeme argumentiert. Das Zusammenspiel zwischen Person und Organisation und insbesondere die Genese und rekursive Wirkung sozialer Systeme wurde skizziert. Die Differenzierung zwischen expliziten und impliziten Wissensressourcen basiert auf der Folie unserer theoretischer Skizze auf dem Bewusstsein von Personen und nicht auf der Transferierbarkeit des Wissens.

Im Rahmen einer *praktischen Betrachtung* haben wir verschiedene Beobachtungen aus unserer Beratungspraxis dargestellt und interpretiert. Das implizite Wissen von Personen manifestiert sich in persönlichen Erfahrungsmustern, wie z.B. in Werten, Normen oder Einstellungen. Das implizite Wissen von Organisationen zeigt sich in Routinen, Ritualen, Mythen oder Geschichten auf kultureller, prozessualer oder struktureller Ebene. Zwischen impliziten Wissensressourcen von Personen und Organisationen besteht offenbar eine starke Korrelationsbeziehung. Verschiedene Wirkungen impliziter Wissens Elemente wurden aufgezeigt.

Aus einer *Managementperspektive* sind wir abschließend auf diverse Mechanismen im Umgang mit nicht-expliziten Wissensressourcen eingegangen. Ein Anhang und eine Bibliographie runden diese Studie ab.

## 9.6 Anhang

- Wissenschaftler die sich mit dem Generalthema beschäftigen:  
Argyris, C./Schön, D. (1996): Organizational Learning II  
Nonaka, I./Takeuchi, H. (1997): Die Organisation des Wissens  
Willke, H. (1998): Systemisches Wissensmanagement  
(vgl. auch die Titel der Bibliographie)
- Aktuelle Forschungsprogramme zum Generalthema sind uns nicht bekannt.
- Offener Forschungsbedarf:
  - (1) Die Kombinatorik personaler und organisationaler sowie impliziter und expliziter Wissensressourcen
  - (2) Chancen und Grenzen der Parallelität bei der Genese und Erklärung sozialer und lebender Systeme
  - (3) Nicht-explizites Wissen im Kontext alternativer Erkenntnistheorien
- Weitere Aspekte:

Die zentrale Frage im Umfeld des Generalthemas besteht unserer Meinung nach darin, dass die Diskussion über explizit und implizit bzw. personal und organisational geführt wird, ohne dass auch nur eine Minimalkonsens über eine allgemeine Theorie des Wissens gefunden wurde. Wir konzentrieren uns bei der Kooperation mit unseren Klienten in erster Linie auf die Herstellung

konsensueller Kommunikationsbereiche. Erst wenn die Kommunikationspartner mit intersubjektiven Schlüsselbegriffen operieren, können Managementinstrumente gestaltet werden. Im Wissenschaftssektor werden nach unserer Erfahrung häufig implizite Theorien stillschweigend vorausgesetzt. Diskursmodelle können zur Intensivierung von Kreativität und Innovationskompetenz hilfreich sein. Allerdings sollte im Vorfeld Transparenz über den Diskursgegenstand herrschen. Von dieser Vorstellung sind wir zur Zeit noch weit entfernt.

## 9.7 Bibliographie

- Drees, A. (1986): Selbstorganisation. Die Entstehung von Ordnung in Natur und Gesellschaft. München 1986.
- Fischer, H.R. (1998): Die Wirklichkeit des Konstruktivismus. Heidelberg 1998.
- Nonaka, I./Takeuchi, H. (1997): Die Organisation des Wissens - Wie japanische Unternehmen eine brachliegende Ressource nutzbar machen. Frankfurt a.M. 1997.
- Roth, G. (1986): Selbstorganisation - Selbsterhaltung - Selbstreferentialität: Prinzipien der Organisation der Lebewesen und ihre Folgen für die Beziehung zwischen Organismus und Umwelt. In: Drees, A. (Hrsg.): Selbstorganisation. Die Entstehung von Ordnung in Natur und Gesellschaft. München 1986, S.149-180.
- Roth, G. (1998): Die Konstruktivität des Gehirns: Der Kenntnisstand der Gehirnforschung. In: Fischer, H.R. (Hrsg.): Die Wirklichkeit des Konstruktivismus. Heidelberg 1998, S.47-62.
- Weick, K./Roberts, K. (1993): Collective mind in Organizations: Heedful interrelating on flight decks. In: Administrative Science Quarterly 1993, S.357-381.
- Weick, K. (1998): Der Prozess des Organisierens. Frankfurt a.M. 1998.
- Willke, H. (1995): Das intelligente Unternehmen - Wissensmanagement der Organisation. In: Beratergruppe Neuwaldegg (Hrsg.): Intelligente Unternehmen - Herausforderung Wissensmanagement. Wien 1995, S.47-70.
- Willke, H. (1998): Systemisches Wissensmanagement. Stuttgart 1998.



# **10. Nicht-explizites Wissen und Managementlehre: Organisationskybernetische Sicht**

**Prof. Dr. Markus Schwaninger**

Universität St. Gallen  
Dufourstr. 48  
CH-9000 St. Gallen  
Tel. 0041-71-224-2360  
Fax 0041-71-224-2355  
[markus.schwaninger@unisg.ch](mailto:markus.schwaninger@unisg.ch)

## 10.1 Einführung

Wissen glaubt die Managementlehre in den Neunziger Jahren als die wichtigste Ressource von Organisationen identifiziert zu haben. „Knowledge-Management“ ist zu einem der großen Schlagwörter der einschlägigen Fachliteratur geworden. Die Financial-Times-Kolumnistin Kellaway sprach kürzlich sogar von einem „craze for knowledge management“ (Kellaway 2000). Bei aller Vordergründigkeit des Knowledge-Booms ist klar, dass Wissen eine zentrale Kategorie für menschliches und soziales Handeln ist. Forschung und Praxis haben jedoch bisher im Zusammenhang mit nicht-explizitem Wissen wesentliche Fragen erst angerissen, zum Teil noch nicht einmal erkannt<sup>8</sup>. Beispielsweise liegt das durch die Interaktion von Wissen und Motivation entstehende Feld noch brach. Ein weiteres, ähnliches Beispiel ist die Komplementarität von explizitem und implizitem Wissen. Jede der beiden Domänen wird erforscht, aber wenig Substantielles ist über deren Wechselwirkungen gesagt worden.

Es scheint, dass sich die Wissenschaft diesen diffizilen Themen mit einem neuen Ansatz nähern muss. Der durch das Forschungsprojekt „Implizites Wissen - Mehr von der Natur lernen“ gewählte Weg ist vielversprechend.

Die Bionik hat sich für die Gestaltung technischer Systeme als äußerst fruchtbar erwiesen. Gleichermaßen hat die Organisationstheorie wertvolle Impulse von Analogien und darüber hinaus vom Studium struktureller Invarianzen zwischen Bio- und sozialen Organismen erhalten (siehe z.B. Miller 1978; Beer 1979, 1981; Rapoport 1986; Radermacher 1999). Deshalb liegt es nahe, die Wissensthematik unter demselben Gesichtspunkt zu beleuchten.

Ziel dieses Beitrags ist es, gemäss Auftrag des FAW, folgende Fragen zu beleuchten:

- Wird das Thema „Nicht-explizites Wissen“ im Umfeld von Managementlehre und Organisationskybernetik thematisiert? Falls ja:
- Welche Ansätze zur Eingrenzung, zum Verstehen und zur Klassifikation von implizitem Wissen bestehen?
- Welche sind die national und international führenden Wissenschaftler auf diesem Gebiet?
- Welcher Forschungsbedarf ist identifizierbar?

Entsprechend dieser Fragestellung sind die folgenden Abschnitte gegliedert. Angesichts des geringen Umfangs dieses Berichts müssen die Ausführungen von einer umfassenden Behandlung des Gegenstandes absehen und sich, dem Auftrag entsprechend, auf eine grobe Skizzierung beschränken, die anhand von Beispielen verdeutlicht wird.

Die Thematik wird vor dem Hintergrund einer Systemorientierten Management- und insbesondere Organisationslehre behandelt. Dies ist eine Managementlehre, die transdisziplinär orientiert ist und deshalb auf Systemtheorie und Kybernetik gründet. Unter Systemtheorie sei eine formale Wissenschaft verstanden, die sich

---

<sup>8</sup> Vgl. entsprechende empirische Befunde, etwa bei Jansen 2000: Bei einem Sample der 800 grössten Fusionen mit deutscher Beteiligung wurden bezüglich des Management-Instrumentariums Aspekte der Kultur und des Wissensmanagements für den Erfolg der Integration der Unternehmungen nach der Fusion durchschnittlich als irrelevant eingeschätzt. Dies obwohl die genannten Aspekte einen signifikant positiven Einfluss auf die wirtschaftliche Entwicklung haben (Ebendort).

mit der Struktur, dem Verhalten und der Entwicklung von Systemen beschäftigt. Die Kybernetik ist die Wissenschaft von der Lenkung und Kommunikation in (und von) dynamischen Systemen (nach Norbert Wiener). Damit kann kybernetische Theorie als ein Teil der Systemtheorie verstanden werden. Im Zusammenhang mit sozialen Systemen, die hier zur Diskussion stehen können die beiden Begriffe synonym verwendet werden. Organisationskybernetik schließlich ist auf Organisationen angewandte Kybernetik.

## 10.2 Implizites Wissen in Organisation und Management

Die Auseinandersetzung mit nicht-explizitem Wissen orientiert sich in der Managementlehre primär an der Leitdifferenz „explizites versus implizites Wissen“ (Im Englischen werden für implizites Wissen die Begriffe *implicit knowledge* und *tacit knowledge* synonym verwendet). Daneben spielen auch andere Kategorisierungen eine Rolle, z.B. mit Blick auf die Dimension *individuell – kollektiv* (oft mit Untergliederungen wie Individuum, Gruppe, Organisation, interorganisationale Domäne; vgl. Hedlund/Nonaka 1993). Auch die Unterscheidung der klassischen griechischen Begriffe *metis* (konjunkturale Intelligenz), *episteme* (abstrakte Generalisierung), *techné* (Fähigkeit), *phronesis* (praktisches und soziales Wissen) verspricht fruchtbar zu sein (vgl. Baumard 1999). Im Rahmen jeder dieser Kategorien ließe sich im Prinzip die nicht-explizite Komponente des Wissens herausdifferenzieren.

Explizites Wissen ist kodifizier- und damit in eine formale, systematische Sprache übertragbar. Damit kann es in Regeln, Formeln und Dokumenten festgehalten werden. Implizites Wissen dagegen ist persönlich, kontextspezifisch und deshalb schwer übertrag- sowie kodifizierbar (Nonaka/Takeuchi 1995, Polanyi 1966).

Aus der Sicht der Organisationskybernetik kann diese Unterscheidung anhand folgender, in der Mainstream-Literatur noch nicht üblichen Definitionen spezifiziert werden:

*Explizites Wissen umfasst Inhalte, die aufgrund bereits getroffener Unterscheidungen (Distinktionen) und durch Auswahlvorgänge (Selektionen) zustande gekommen sind.*

*Implizites Wissen besteht in der Fähigkeit, Distinktionen und Selektionen, weitgehend intuitiv, laufend zu treffen sowie diese in praktische Handlungen umzusetzen.*

Das Besondere an diesen Vorgängen der Unterscheidung und Auswahl besteht darin, dass das implizite Wissen sie andauernd ermöglicht und hervorbringt, entsprechend den Erfordernissen, welche laufend sich ändernde Konstellationen und Situationen dem Akteur „aufbürden“. Solche sind durch multiple Situationsfaktoren bestimmt, die sich in ihrer Komplexität einer vollständigen, expliziten Erfassung innert nützlicher Zeit entziehen. Der Akteur muss also „ganzheitlich“, „aus Erfahrung“, und auch „intuitiv“ entscheiden, um Unsicherheit zu absorbieren (vgl. Luhmann 2000) und handlungsfähig zu bleiben. Die Umsetzung dieser Entscheidungen wird dem Begriff des impliziten Wissens insofern subsumiert, als nicht nur kognitive Komponenten (Stichwort: „mentale Modelle“) sondern technische (Stichworte: Know-how, Fähigkeiten und Fertigkeiten) in der Regel inkludiert werden (etwa bei Nonaka/Takeuchi 1995 und Probst/Raub/Romhart 1997).

Implizites Wissen schließt für Organisationen die Potentialität phänomenaler Effizienz- und Innovationsgewinne mit ein: Der Code der großen kulturellen Leistungen basiert mehr auf dem, was weggelassen, als auf dem was gesagt wird.

Dazu folgende einschlägige Zitate:

„We can know more than we can tell.“

Michael Polanyi (1966)

„Wir alle wissen viel mehr, als wir sagen können. Wir alle wissen Dinge, die wir nicht aussprechen können“. Joseph Weizenbaum (1993)

„Wovon man nicht sprechen kann, darüber muss man schweigen.“  
Ludwig Wittgenstein (1995)

Es ist zu unterstreichen, dass nicht nur Individuen wissen, sondern auch soziale Gebilde, - Teams, Organisationen, interorganisationale Netzwerke usw. –, über ein Wissen verfügen, das, wenn auch in Grenzen, mess- und beeinflussbar ist (vgl. oben).

Die Unterscheidung zwischen explizitem und implizitem Wissen ist schon lange bekannt (Polanyi 1966). Dasselbe gilt für die Erkenntnis dass das implizite Wissen entscheidend an der Hervorbringung von grundlegend Neuem beteiligt ist (Ebendort). Trotzdem hat diese nicht verhindern können, dass sich die dominante Mehrheit der Forschungs- und Anwendungsbemühungen bisher auf die leichter zu verstehende und damit handzuhabende Komponente, das explizite Wissen, beschränkt haben: Abgesehen von einigen programmatischen Grundsatzarbeiten (vor allem Itami 1987, Nonaka/Takeuchi 1995) und vereinzelt Versuchen, das Phänomen, zumindest in rudimentärer Form, empirisch zu erfassen (z.B. bei Inkpen/Dinur 1998, Singh/Zollo 1998 sowie Simonin 1999) hat die Organisationsforschung bisher zum Thema *Implizites Wissen* wenig Substantielles gesagt. Unzählige Artikel, Berichte und Sachbücher zum Thema Wissen und Wissensmanagement erwähnen zwar das implizite Wissen und seine Bedeutung in irgend einer Form, doch entbehren die Aussagen – insbesondere was entsprechende Gestaltungsempfehlungen anbelangt – in aller Regel einer soliden theoretischen Grundlage. Eine der Ausnahmen bildet ein Versuch „to unlock the mystery of tacit knowledge and release the power of innovation“ (Untertitel von Krogh/Ichijo/Nonaka 2000), in dem - vorerst eher pragmatisch, aber immerhin empirisch und konzeptionell besser untermauert als in der Mehrheit der Schriften -, Führungskräften eine für die Praxis wertvolle Anleitung gegeben wird, „Wissensgenerierung zu ermöglichen“ (Ebendort).

Insgesamt spiegeln die vielfältigen Aktivitäten zum Thema „Wissen“, vor allem in Schulung, Anwendungsforschung und Beratung ein enormes Interesse an diesem Thema wider. Der Hauptanteil der Budgets fließt dabei noch immer in den von der Informationstechnik dominierten Bereich des expliziten Wissens. Wenn McKean (1999) aufgrund weltweiter empirischer Erhebungen diagnostiziert, nur 5% der großen Unternehmungen seien souveräne Nutzer des prinzipiell vorhandenen Informations- und Wissenspotentials (McKean spricht von „Information masters“), führt er dies auf extreme Überinvestitionen in die technische Infrastruktur, bei einem gleichzeitig eklatanten Defizit an entsprechenden „weichen Faktoren“ zurück, welche für die Kompetenz einer Organisation von dominanter Bedeutung sind.

Was die Forschung anbelangt, sind die Aspekte des impliziten Wissens attraktiv; die Anstrengungen haben in den letzten Jahren zugenommen. Beispiele zeigen sich in den führenden Journals des General Management (u.a. *Academy of Management Review*, *Academy of Management Journal*, *Strategic Management Journal*, *Organization Science*, *Administrative Science Quarterly*, *California Management Review*) die ersten Versuche einer systematischen Erforschung dieser Thematik. Eine *Resource-Based View of the Firm* und eine *Knowledge-based Theory of the Firm* sowie die mit diesen eng verbundene *Relational View of Organizations* haben sich formiert und implizites Wissen zu einem ihrer fokalen Interessengebiete gemacht (Vgl.: Peteraf 1993, Grant 1996, Teece/Pisano/Shuen 1997, Dyer/Singh 1998). Dies insbesondere im Zusammenhang mit der Frage, wie in Organisationen Kernkompetenzen entstehen, wie sie beeinflusst und gestaltet werden können, aber auch welche deren Auswirkungen sind. Aus der Sicht der genannten Schulen ist implizites Wissen zu einem strategischen Faktor erster

Ordnung geworden. Dies etwa unter dem Aspekt, dass die konstitutiven Merkmale von Kernkompetenzen (1. Wertvoll, 2. Rar, 3. Nicht substituierbar, 4. Nicht imitierbar; vgl. Barney 1991) maßgeblich durch das jeweilige implizite Wissen bestimmt werden.

In diesem Zusammenhang werden auch strukturelle Faktoren wie Koordination und Integration als Komponenten des Wissens von Netzwerken betrachtet, etwa entsprechend der Konzeption des „network as knowledge“ (Kogut 2000). Dabei haben neuere empirische Studien gezeigt, dass die Formation von Netzwerken wesentlich durch einen Transfer „intangibler Ressourcen“ bestimmt wird, für den komplexe Kommunikationsprozesse und ein entsprechend hoher Grad an Vertrauen erforderlich sind (z.B.: Tsai/Ghoshal 1998, Tsai 2000, Cross/Baird 2000).

Schließlich ist auffällig, dass einige berühmte Protagonisten der ursprünglichen „Knowledge-Management-Welle“ begonnen haben, die Bedeutung des Knowledge-Managements zu relativieren, mit der Begründung, das implizite Wissen sei managerialem Einfluss nicht oder nur sehr begrenzt zugänglich. Aus der Sicht der Organisationskybernetik ist diesbezüglich einzuwerfen (vgl. Abschnitt 4): Management muss und darf sich nicht darauf beschränken, direkte Eingriffe auf Objektebene vorzunehmen. Dem Managementbegriff sind auch „indirekte“ Vorkehrungen zu subsumieren, etwa die Schaffung und die Pflege von Kontexten, welche die Generierung, den Transfer und die Nutzung von Wissen begünstigen. Dies gilt besonders für die Domäne des nicht-expliziten Wissens.

### **10.3 Ansätze zur Eingrenzung, zum Verstehen, und zur Klassifikation von implizitem Wissen**

#### **10.3.1 Eingrenzung impliziten Wissens**

Es sei von folgender einschlägigen und viel zitierten Arbeitsdefinition ausgegangen: "Knowledge is a fluid mix of framed experience, values, contextual information, and expert insight that provides a framework for evaluating and incorporating new experiences and information. It originates and is applied in the minds of knowers. In organizations, it often becomes embedded not only in documents or repositories but also in organizational routines, processes, practices, and norms." (Davenport/Prusak 1998). Diese Definition macht deutlich, dass implizites Wissen einen hohen Anteil des in Organisationen vorhandenen Wissens ausmacht, von diesem konzeptionell und vor allem methodisch nur schwer abzugrenzen ist. In der Tat umfassen viele begriffliche und inhaltliche Aspekte von Wissen beides, die explizite und die implizite Komponente.

Die Eingrenzung von Wissen wird vorderhand eher anhand globaler Schätzungen seines Wertes für Organisationen durchgeführt, die eindrucksvolle Größenordnungen von dessen Bedeutung identifizieren. Spätestens seit Quinn (1992) wird ein makroskopisches Aggregat – „Service-Competency Value“ – anhand folgender Formel berechnet:

Veräußerungswert – Buchwert = Surplus („Service Competency Value“).

Dabei wird allerdings nur festgestellt, dass der Hauptanteil dieser - sich oft auf ein Vielfaches des Buchwertes einer Unternehmung belaufenden - Größe implizitem Wissen zuzuschreiben ist (z.B. bei Quinn 1992).

Ähnlich wird der als *Tobins's Q* bezeichnete Quotient aus Marktwert und Wiederbeschaffungswert der Anlagen als ein verwandter Indikator verwendet.

Als späte Nachfahren der auf die Siebziger Jahre zurückgehenden Sozialbilanzen haben sich in den Achtziger und Neunziger Jahren Begriffe wie *intangibles Vermögen*, *kulturelles*, *soziales*, *Human- oder Bildungskapital* etabliert; schließlich auch die Begriffe *Wissenskapital* und *intellektuelles Kapital*. Bemühungen, diese Größen zu bilanzieren sind in verschiedenen Unternehmungen im Gange. Generell kommt dabei den skandinavischen Ländern eine Führungsrolle zu:

- Auf Makroebene ist Dänemark das erste Land, welches Zusatzbilanzen für Intellectual Capital offiziell eingeführt hat.
- Auf Mikroebene gelten die schwedischen Unternehmungen Skandia und Celemi auf diesem Gebiet als Pioniere (vgl. z.B. Edvinsson/Brünig 2000).

Als weitere Beispiele von Unternehmungen, die sich um neue Wege zur Messung und Lenkung intellektuellen Kapitals ernsthaft bemüht haben sind z.B. Canadian Imperial Bank of Commerce (CIBC), US West, Buckman Labs und Hughes Space and Communications zu nennen.

Eine näherungsweise Ausscheidung des Wertes von implizitem Wissen in quantitativer Form ist theoretisch möglich, wird aber bisher in theoretisch-konzeptionell wohlfundierter Weise nur relativ selten versucht. Die entsprechende methodische Entwicklung steht noch in ihren Anfängen<sup>9</sup>. Weit verbreitet sind hingegen Indikatorensysteme, mit denen die Lenkung durch multiple Kennzahlen unterstützt wird. Das Konzept der Balanced Scorecard beispielsweise (Kaplan/Norton 1996) beruht auf der Erstellung eines mehrdimensionalen Abbilds des Unternehmungsgeschehens, üblicherweise anhand von Indikatoren-Sets für die Bereiche Kunden, Prozesse, Entwicklung, Finanzen, mittels derer das Unternehmensgeschehen überwacht wird. Darüber hinaus sind zumindest auch einige pragmatische Indikatorensysteme für die Messung intellektuellen Kapitals entwickelt worden, die nicht-explizites Wissen mit einschließen (Business Intelligence 2000b):

- *The Intangible Assets Monitor (IAM)* von Karl Erik Sveiby: Dieser basiert auf den Kategorien „Competence, External structure (Customers, suppliers) und Internal structure (processes, systems, management, databases)“.
- *The IC Index* von Goran und Johan Roos: Entlang eines Baumes hierarchisch geordneter Kategorien werden Hinweise für die Entwicklung entsprechender Indices gegeben.
- *The Inclusive Valuation Methodology (IVM)* von Philip M'Pherson: Anhand einer Hierarchie gewichteter Indikatoren werden relative Werte zur Erfassung von Information und Wissen verglichen.

In all diesen Konzepten kann intellektuelles Kapital und insbesondere dessen auf implizites Wissen zurückgehender Anteil immer nur indirekt gemessen werden (*Indikator* kommt vom lateinischen *indicare*, - anzeigen, angeben), etwa anhand von Indikatoren, welche die kumulierten Investitionen in Training und Qualifizierung von Mitarbeitern ausweisen.

Als ein in der Praxis zunehmend zur Anwendung gelangender Ansatz sind weiter Formen der „Kartierung von stillem Wissen“ (Schütt 2000) mittels Wissenslandkarten zu nennen.

---

<sup>9</sup> Einen Überblick über den Stand der Praxis auf diesem Gebiet gibt Business Intelligence 2000a.

Angesichts der Unzulänglichkeit gängiger Methoden zur Erfassung intangibler Werte im Rahmen etablierter Systeme des Rechnungswesens wurden verschiedene Initiativen in Gang gesetzt, um diese methodische Lücke zu schließen. Zu nennen ist insbesondere das Projekt „Understanding Intangible Sources of Value“ des Brookings Instituts, mit dem in den U.S.A. eine Diskussion auf nationaler Ebene initiiert werden soll, die bessere Wege für die Messung, die Überwachung und das Reporting kritischer intangibler „Sources of Wealth“ weist. Dies sowohl innerhalb der Unternehmungen als auch im Rahmen der nationalen Buchhaltung. Zu diesem Zweck wurde ein Task Force von 50 Experten ins Leben gerufen.

Auch in der empirischen Managementforschung werden neuerdings vereinzelt Versuche unternommen, auf implizites Wissen bezogene Konstrukte präziser zu operationalisieren (vgl. oben unter 2.). Singh/Zollo (1998) beispielsweise gehen von folgender Definition aus: „An organizational capability is the outcome of a process of tacit accumulation and explicit articulation and codification of knowledge derived from past experiences“. Anknüpfend bei dieser Definition wurde das explizite Wissen durch die genannten Autoren anhand der kumulierten Erfahrung mit dem Aufbau organisationaler Fähigkeiten für den Umgang mit Akquisitionen gemessen und mit abhängigen Performance-Variablen in Beziehung gesetzt (Ebendort). Dies in Abgrenzung zu und in Verbindung mit Messungen von explizitem Wissen anhand der erfolgten Kodifikationen (von Organisationshilfsmitteln).

Insgesamt hat sich die Literatur, abgesehen von den konzeptionellen Eingrenzungen aufgrund der *Leitdifferenz explizit versus implizit*, vorderhand noch relativ wenig mit der Eingrenzung impliziten Wissens im Sinne einer Operationalisierung oder gar einer Bestimmung situativer Einflussfaktoren befasst.

### **10.3.2 Verständnis impliziten Wissens**

Polanyi wies in seinen wegweisenden Terry-Vorlesungen im Jahr 1962 an der Yale University auf die essentielle Bedeutung der „Einfühlung“ für die Gewinnung von „Einsichten, die wir implizitem Wissen verdanken“, hin und er stellte eine Formalisierbarkeit von implizitem Wissen prinzipiell in Frage (Polanyi 1966).

Damit wird ein algorithmischer Zugang zur Modellierung und Simulation der implizites Wissen generierenden und verwendeten Prozesse ausgeschlossen, nicht aber ein heuristischer. In der Tat hat die allgemeine Management- und Organisationslehre einige Heuristiken hervorgebracht, die einen Zugang zum impliziten Wissen, zumindest auf der Ebene der Gestaltung und Lenkung erleichtern.

Eine solche Heuristik die sich als besonders robust erwiesen hat sei exemplarisch genannt, die Heuristik der Wissenstransformation von Nonaka und Takeuchi (1995). Diese Autoren stellten ein dynamisches Modell der Wissensgenerierung vor, das auf der Annahme beruht, dass menschliches Wissen durch eine soziale Interaktion geschaffen und erweitert wird, welche zur Konversion von Wissen führt. Sie postulieren, dass sich durch diesen sozialen Prozess der Wissensumwandlung sowohl das explizite als auch das implizite Wissen in quantitativer wie auch in qualitativer Hinsicht weiterentwickeln (Ebendort: 61). Dabei werden vier Modi der Wissenskonversion unterschieden (Abb. 1).

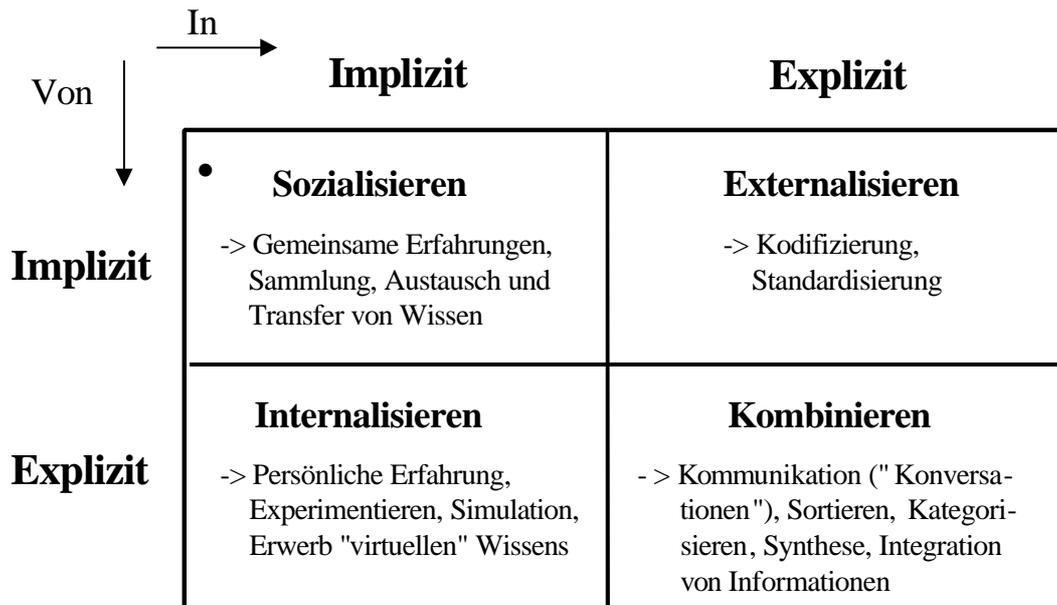


Abb. 1 Vier Modi der Wissenskonversion (nach Nonaka/Takeuchi 1995: 62)

Itami, der Verfasser des grundlegenden Werks über „invisible assets“ (Itami 1987) legte später sein Konzept des *Ba* vor, das ein interaktives Feld umschreibt, in dem Ordnung oder kollektives Wissen generiert wird (Itami 1991). Damit war die Basis für eine situative Gestaltung von befähigenden organisatorischen Kontexten für die Schaffung von Räumen zur Wissensgenerierung und zum Wissenstransfer mit Blick auf diese vier Aspekte der Wissenskonversion skizziert. Entsprechende Gestaltungsempfehlungen sind mittlerweile erarbeitet worden (von Krogh/ Ichijo/ Nonaka 2000).

Ergänzend haben sich verschiedene Unterscheidungen als relevant erwiesen, welche einen analytischen Zugang zum impliziten Wissen erleichtern, - unter anderem:

- Die Unterscheidung der Phasen *Auffinden/Lokalisieren, Transferieren, Generieren* von Wissen
- Die Unterscheidung von *Inhalt, Kontext* und *Prozess*
- Die Differenzierung zwischen bereits vorhandenem und neuen Konzepten sowie traditionellen und neuen Bedeutungen (vgl. von Krogh/Roos 1995).

### 10.3.3 Klassifikation impliziten Wissens

Der Wissensbegriff ist in zahlreiche Kategorien ausdifferenziert worden (siehe zum folgenden auch von Krogh/Venzin 1995 und dort angegebene Literatur). Zu den wichtigsten Begriffen im Zusammenhang mit vorwiegend implizitem Wissen zählen:

- Verborgenes Wissen („tacit“): weitgehend synonym mit „implizites Wissen“
- Verinnerlichtes Wissen („embodied“): verbunden mit körperlicher oder existentieller Erfahrung

- Lebendiges Wissen („living“): dem Träger (Individuum, Team, Organisation) als Ganzem innewohnend

Diese Begriffe können nicht scharf voneinander abgegrenzt werden, sondern sie beleuchten unterschiedliche Aspekte ein- und desselben Sachverhalts. Die Begrifflichkeit im Zusammenhang mit vorwiegend explizitem Wissen und mit hohen Anteilen an beiden Arten von Wissen, ohne diese Anteile näher zu spezifizieren, ist dagegen wesentlich differenzierter, weil die Tangibilität des expliziten Wissens höher ist. Beispiele:

- Konzeptionelles Wissen („embrained“): Wissen, das die Erkenntnis übergeordneter Muster ermöglicht
- Ereigniswissen („event“): Wissen bezüglich Ereignisse und Trends
- Prozesswissen („procedural“): Wissen über Abläufe und Zusammenhänge
- Sozial konstruiertes Wissen („embedded“): gemeinsam in einem Prozess erarbeitetes Wissen

Die genannten Kategorien weisen Überlappungen auf. Klassifikationsansätze haben sich im übrigen weniger auf die Ausdifferenzierung von Arten des impliziten Wissens, als auf die Kategorisierung relevanter Wirkfaktoren konzentriert. So entscheiden von Krogh/Ichijo/Nonaka (2000) zwischen fünf „enablers for knowledge creation“:

- Instill a Knowledge Vision
- Manage Conversations
- Mobilize Knowledge Activists
- Create the Right Context
- Globalize Local Knowledge

Weitere Autoren setzen andere Schwerpunkte. So konzentriert sich beispielsweise Wenger (1998), der Protagonist der *Communities of Practice*, auf den vierten genannten Punkt, die Gestaltung des Kontexts, allerdings mehr mit Bezug auf die Pflege und den Transfer von Wissen. Dabei empfiehlt er im besonderen:

- Legitimizing participation
- Negotiating their strategic context
- Being attuned to real practices
- Fine-tuning the organization
- Providing support

Eine bemerkenswerte Form der Kategorisierung wurde von Henschel (in Vorbereitung) unternommen, der diese von Fähigkeiten abgrenzt, sowohl auf impliziter als auch auf expliziter Ebene, und auf dieser Basis einen wertvollen Ansatz für die Gestaltung von Kontexten zur Förderung von Wissenstransfer erarbeitet.

## 10.4 Organisationskybernetische Konzepte und Modelle: Ihre Relevanz für die Erforschung nicht-expliziten Wissens in Organisationen

Die Organisationskybernetik vermittelt eine Reihe von Konzepten und Modellen, die zum Verständnis impliziten Wissens leisten können.

Die folgende, in diesem Zusammenhang getroffene Auswahl aus dem Vokabular und formalen Apparat der Organisationskybernetik erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit:

### 10.4.1 Die Unterscheidung zwischen Fakten, Daten und Informationen:

Im Gegensatz zum naturwissenschaftlich-mathematischen Informationsbegriff von Shannon/Weaver wird folgende konzeptuelle Differenzierung vorgenommen (nach Beer 1979):

- Fakten: alles was der Fall ist
- Daten: Aussagen über Fakten
- Informationen: Was uns verändert

In Verbindung mit den Kategorien des Wissens wurde in einer einschlägigen Arbeit über Managementwissen und Wissensmanagement das unterschiedliche Aktionspotential verschiedener Stufen hergeleitet (Abb. 2). *Knowledge* wie hier verwendet entspricht weitgehend dem expliziten Wissen, *Understanding* und *Wisdom* zwei Ebenen, die einen hohen Gehalt an implizitem Wissen aufweisen.

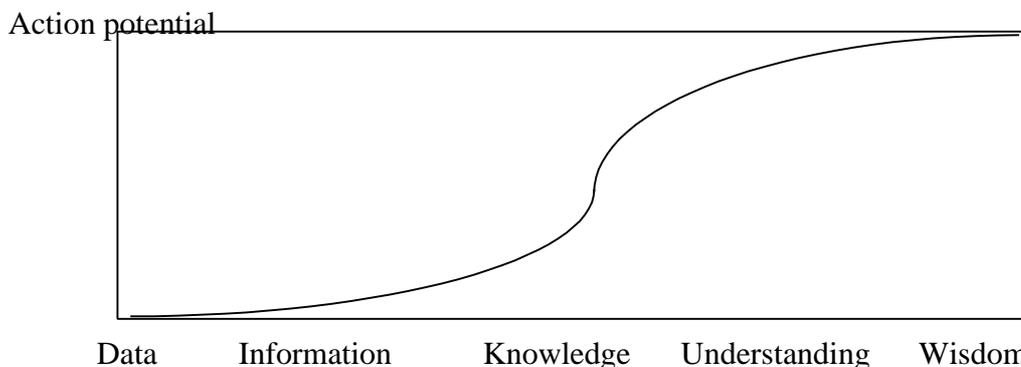


Abb. 2 Wachsendes Aktionspotential von Daten zu Informationen und Ebenen des Wissens (Schwaninger 1998)

### 10.4.2 Selbstorganisation:

Selbstorganisation ist die Eigenschaft komplexer Systeme, ihre eigene Organisation aufgrund interner Prozesse zu verändern, ohne dass der Anstoß dazu von außen kommen muss. Diese Erscheinung ist mit den Konzepten der Autopoiesis (Selbst(re)produktion) und der Autonomie verknüpft. Sie spielt im Zusammenhang mit der Entstehung und dem Transfer von Wissen, insbesondere von nicht-explizitem Wissen eine wesentliche Rolle (vgl. von Krogh/ Roos 1995).

### 10.4.3 Selbstreferenz:

Selbstreferenz ist die Eigenschaft komplexer Systeme, einem spezifischen Operationsmodus zu gehorchen, in dem Operationen, insbesondere Kommunikationen, sich auf eigene Operationen beziehen. Diese Rückbezüglichkeit finden ihren Ausdruck unter anderem in der Fähigkeit der (Selbst-) Reflexion, welche eine höhere Form der Selbstreferenz verkörpert. Die Entwicklung und die Verwendung von Wissen sind in Kategorien der Selbstreferenz beschreib- und erklärbar (vgl. Schwaninger 1989).

Diese und andere Konzepte der Kybernetik, etwa Regelung, Steuerung, Vorsteuerung usw., weisen in Verbindung mit Konzepten der Kognitions- und Neurowissenschaften, der Lerntheorie, der Biologie und der Entwicklungspsychologie (vor allem im Sinne von Piaget) ein hohes Potential auf, um sich den Entstehungs- und Wirkungsgesetzen des impliziten Wissens zu nähern. Dies insbesondere vor dem Hintergrund der Kybernetik zweiter Ordnung. Im Gegensatz zur Kybernetik erster Ordnung - nach Heinz von Foerster der „Kybernetik beobachteter Systeme“ ist die Kybernetik zweiter Ordnung „die Kybernetik beobachtender Systeme“ (von Foerster 1974). Sie führt also den Beobachter in die Untersuchung von Phänomenen der Kommunikation und Lenkung ein. Während sich erstere auf Aspekte von Information, Fremdregelung und -steuerung konzentriert, stellt letztere Autonomie, Eigenlenkung, Selbstorganisation und Selbstreferenz in den Mittelpunkt ihres Interesses. Sie betrachtet Lenkung und Intelligenz als verteilte Systemeigenschaften oder -fähigkeiten. Speziell in diesem Zusammenhang ist der Aspekt des impliziten Wissens von entscheidender Bedeutung, wenn auch noch wenig erforscht.

Über die Basiskonzepte hinaus sei auf umfassendere organisationskybernetische Modelle verwiesen. Es handelt sich dabei weniger um Erklärungs- als um Diagnose- und Gestaltungsmodelle, welche die Fähigkeiten und Prozesse der Selbstorganisation sowie der Selbstreferenz von Organisationen ermöglichen und fördern. Zwei Modelle sind bisher primär unter dem Aspekt von Information und Kommunikation verwendet worden:

- Das Modell Lebensfähiger Systeme (Beer 1979, 1981, 1985): Dieses spezifiziert die notwendigen und hinreichenden Voraussetzung für die Lebensfähigkeit von Organisationen.
- Das Modell Systemischer Lenkung (Schwaninger 1989, 2000): Dieses spezifiziert ein Gefüge der für die Lebensfähigkeit und Entwicklung von Organisationen erforderlichen und ausreichenden Steuerungsgrößen.

Beide Modelle könnten auch für die Gestaltung von Organisationen unter dem Aspekt des impliziten Wissens ergiebig sein, und zwar unter dem Aspekt der Schaffung von Kontexten, die dessen Entstehung und Nutzung förderlich sind.

Ein zu diesen Modellen komplementäres, das *Team-Syntegrity-Modell (TSM)* von Stafford Beer, hat solche Ergiebigkeit bereits gezeigt. Es ist als ein Strukturmodell konzipiert, welches den strukturellen Rahmen für eine synergetische Interaktion von Mitgliedern eines Infoset liefert (Beer 1994, Schwaninger i.V.).

Ein Infoset ist eine Menge von Individuen, die ein bestimmtes Anliegen vereint und denen entsprechende Information respektive damit verknüpftes Wissen zu eigen ist. Das TSM basiert auf einer Theorie optimaler Kommunikationsstrukturen, die den Erfordernissen von Effizienz und gleichzeitig Robustheit genügen.

Diese Strukturen sind polyedrisch. Beispielsweise wird die Interaktion eines Infosets von 30 Personen entsprechend der Struktur eines Ikosaeders strukturiert (siehe dazu im einzelnen Beer 1994).

Das Team Syntegrity Modell hat hervorragende Ergebnisse in der Ermöglichung selbstorganisierender Wissensgenerierung gezeitigt. Dies beispielsweise im Rahmen von Strategieprojekten und der organisationskulturellen Integration. Erwähnenswert ist in diesem Zusammenhang eine auf der Basis des TSM entwickelte Methodik für die Entwicklung wissensintensiver Leistungen in verteilten Infosets (Espejo/Schwaninger 1998). Insgesamt sind bisher rund 120 Syntegrations durchgeführt worden. Es liegen hierzu informale Auswertungen, aber auch einige systematische Erhebungen vor (vgl. Espejo/Schwaninger 1998, Schwaninger i.V.). Wiederkehrend festzustellen sind die in Syntegrations regelmäßig auftretende Erhöhung der Gruppenkohäsion, die Bildung und Verdichtung gemeinsamer (impliziter und expliziter) Modelle innert kurzer Zeit.

### **10.5 Führende Wissenschaftler auf dem Gebiet des nicht-expliziten Wissens**

Zu den führenden Organisations- und Managementwissenschaftlern in Zusammenhang mit nicht-explizitem Wissen zählen unter anderem (Aufzählung in alphabetischer Reihenfolge, ohne Anspruch auf Vollständigkeit):

- Philippe Baumard, Université d'Aix-en-Provence, Frankreich (Konzeptionelle Grundlagen und empirische Forschung)
- Hiroyuki Itami, Hitotsubashi University, Tokyo, Japan (Konzeptionelle Grundlagen)
- Ikujiro Nonaka, Graduate School of International Corporate Strategy, Hitotsubashi University, Tokyo, Japan und Haas School of Business, University of California, Berkeley, CA, U.S.A. (Konzeptionelle Grundlagen und Anwendungsforschung)
- Harbir Singh, Wharton School of Management, University of Pennsylvania, Philadelphia, PA, U.S.A. (Empirische Forschung vor allem im Zusammenhang mit Strategischen Allianzen)
- Georg von Krogh, Universität St. Gallen, Schweiz (Konzeptionelle Grundlagen und Anwendungsforschung).

Die Vertreter der Organisationskybernetik, welche einen wichtigen Beitrag auf dem gegenständlichen Gebiet leisten können, indem sie vermehrt die Übertragung organisationskybernetischer Modelle auf Fragen des nicht-expliziten Wissens orientieren würden, sind hier nicht speziell aufgezählt.

Ergänzend sei darauf hingewiesen, dass sich auch führende Beratungsunternehmen wie McKinsey, Cambridge Technology Associates und Andersen Consulting auf diesem Gebiet mit Konzepten und Umfragen zu profilieren suchen, die der Anwendungsforschung zuzurechnen sind. Auch im Schnittfeld von Universität und Beratung sind entsprechende Institutionen entstanden, z.B.:

- Knowledge Source, eine an der Universität St. Gallen etablierte Drehscheibe für Anwendungsforschung und Beratung auf dem Gebiet des Knowledge Ma-

nagement, insbesondere der Wissensgenerierung, unter der Leitung der Professoren Drs. Andrea Back und Georg von Krogh.

- Das Institute for Intellectual Capital Research, ein „Think Tank“ und Beratungsunternehmen das sich auf Fragen des Intellectual Capital, Wissensmanagements und des Organisationalen Lernens spezialisiert hat. Es wird geleitet durch Dr. Nick Bontis, Professor of Strategic Management an der McMaster University, Kalifornien.

## 10.6 Forschungsbedarf

Ein Forschungsbedarf ist vornehmlich in vier Bereichen auszumachen, namentlich in Bezug auf die Entstehung, die Konversion, den Transfer und den Schutz von nicht-explizitem Wissen.

Hinsichtlich der *Entstehung* von nicht-explizitem Wissen besteht noch Erklärungsbedarf: Wie entsteht nicht-explizites Wissen? Welche sind die notwendigen, welche die hinreichenden Bedingungen für die Entstehung von nicht-explizitem Wissen? Welche situativen Bedingungen bestehen für unterschiedliche Konstellationen und Konfigurationen von Organisationen?

Was die *Konversion* von Wissen anbelangt, sind reifere Erklärungs- und Gestaltungsmodelle für drei Bereiche der Heuristik von Nonaka und Takeuchi erforderlich:

- Implizites Wissen -> Explizites Wissen
- Explizites Wissen -> Implizites Wissen
- Implizites Wissen -> Explizites Wissen

Bezüglich des *Transfers* von nicht-explizitem Wissen sollte vermehrt der Frage nach den Barrieren für die Übertragung von Wissen nachgegangen werden. Die heute verfügbaren Gestaltungsempfehlungen im Hinblick auf die Überwindung solcher Barrieren sind noch wesentlich ergänzungsbedürftig und -fähig. Auch fehlen konkrete Organisationsmodelle, welche spezifizieren, wie der Tradeoff zwischen optimalen Strukturen einerseits für die Suche und andererseits für die Übertragung von relevantem Wissen handzuhaben ist (vgl. Hansen 1999).

Der *Schutz* von nicht-explizitem Wissen schließlich ist durch die Forschung noch extrem „unterbelichtet“. Heute sind destruktive Interventionen bei Reorganisationen aller Art, insbesondere „Downsizing“, „Lean Organizing“, „Business Process Reengineering“ sowie bei Fusionen, Akquisitionen und Firmenübernahmen, an der Tagesordnung. Dem technokratischen Weltbild vieler „Führungskräfte“ gemäss werden solche Eingriffe in Unkenntnis des Voraussetzungsreichtums und der strukturellen Komplexität wissensintensiver Organisationen oft viel zu unbedacht vorgenommen. Das Fehlen an systemischem Denken und der Mangel an Sorgfalt bei solchen „Reorganisationen“ spiegelt sich alsbald in „unbeabsichtigten Nebenwirkungen“, wieder - konkret: nachhaltiger Schädigung von Erfolgspotentialen, Verlust an kritischen Ressourcen, Zerstörung von Kernkompetenzen, usw. Diese Problematik wird heute in der Literatur völlig unzureichend thematisiert. Hier zeigt sich ein eklatantes Forschungsdefizit.

Der hier aufgezeigte Forschungsbedarf bezieht sich in allen genannten Sachbereichen sowohl auf die theoretisch-konzeptionelle als auch auf die empirische Forschung.

## 10.7 Fazit

Dem generell relativ unreifen Stand der Organisations- und Managementlehre entsprechend sind deren Aussagen und Empfehlungen zum Thema *Implizites Wissen* vielfältig aber oft wenig substantiell. Das Feld ist voll von widersprüchlichen, inkohärenten und oberflächlichen Aussagen. Es verdichtet sich der Eindruck eines vorherrschendem Pragmatismus, einer weitgehenden Konzeptlosigkeit sowie weit verbreiteter Theoriearmut. Wo gründliche theoretische Arbeit geleistet wird, steckt diese noch in den „Kinderschuhen“, und sie ist oft bruchstückhaft.

Nicht-explizites Wissen wird vorderhand weithin als eine Selbstverständlichkeit hingenommen, in seiner Bedeutung aber stark unterschätzt. Angesichts der Wichtigkeit des Themas empfiehlt es sich, vermehrte Anstrengungen im Bereich einer Grundlagenforschung mit inter-, respektive transdisziplinärer Ausrichtung zu unternehmen. Hierzu kann die Organisationskybernetik einen wesentlichen Beitrag leisten.

## 10.8 Literaturverzeichnis

- Barney, Jay: Firm Resources and Sustained Competitive Advantage, in: Journal of Management, Vol. 17., No. 1, 1991, pp.- 99-120.
- Baumard, Philippe: Tacit Knowledge in Organizations, Thousand Oaks, CA: Sage 1999.
- Beer, Stafford: The Heart of Enterprise, Chichester etc.: Wiley, 1979.
- Beer, Stafford: Brain of the Firm, 2nd edition, Chichester etc.: Wiley, 1981.
- Beer, Stafford: Diagnosing the System for Organizations, Chichester etc.: Wiley, 1985.
- Beer, Stafford: Beyond Dispute. The Invention of Team Syntegrity, Chichester etc.: Wiley, 1994.
- Business Intelligence: Creating the Knowledge-Based Business. Key Lessons from an International Study of Leading Best Practice, [www.business-intelligence.co.uk](http://www.business-intelligence.co.uk), 2000a.
- Business Intelligence: Measuring the Value of Knowledge. Metrics for the Knowledge-Based Business, [www.business-intelligence.co.uk](http://www.business-intelligence.co.uk), 2000b.
- Cross, Rob/Baird, Lloyd: Technology Is Not Enough: Improving Performance by Building Organizational Memory, in: Sloan Management Review, Spring 2000, 69-78.
- Davenport, Thomas/ Prusak Lawrence H.: Working Knowledge: How Organizations Manage What They Know, Boston: Harvard Business School Press, 1998.
- Dyer, Jeffrey H./Singh, Harbir: The Relational View: Cooperative Strategy and Sources of Interorganizational Competitive Advantage, in: Academy of Management Review, Vol. 23, No. 4, 1998, 660-679.
- Edvinsson, Leif/Brünig, Gisela: Aktivposten Wissenskapital. Unsichtbare Werte bilanzierbar machen, Wiesbaden: Gabler 2000.
- Espejo, Raul/Schwaninger, Markus, eds.: To Be and Not to Be, that is the System. A Tribute to Stafford Beer, CD-ROM, Wiesbaden: Carl Auer-Systeme Verlag, 1998, ISBN 3-89670-063-4.
- Grant, Robert M.: Toward a Knowledge-based Theory of the Firm, in: Strategic Management Journal, Vol. 17, Winter special issue, 1996, 109-122.

- Hansen, Morten T.: The Search-transfer Problem: The Role of Weak Ties in Sharing Knowledge across Organization Subunits, in: Administrative Science Quarterly, Vol 44, 1999, 82-111.
- Hedlund, Gunnar/Nonaka, Ikujiro: Modles of Knowledge Management in the West and Japan, in: Lorange, Peter/Chakravarty, B.G./Roos, J., eds., Implementing Strategic Processes, change, Learning, and Cooperation, London: Basil Blackwell, 117-144.
- Henschel, Alexander: Communities of Practice. Plattform für individuelles und kollektives Lernen sowie für den Wissenstransfer, Dissertation, Universität St. Gallen, Schweiz, i.V.
- Inkpen, Andrew C./ Dinur, Adva: Knowledge Management Processes and International Joint Ventures, in: Organizational Science, Vol. 9, No. 4, July-August 1998, 454-468.
- Itami, Hiroyuki/ Roehl, Thomas W.: Mobilizing Invisible Assets, Cambridge, MA <etc.> : Harvard University Press, 1987.
- Itami, Hiroyuki: Firm as an Informational 'BA' (Interactive Field), Working Paper, Tokyo, Japan: Hitotsubashi University, 1991.
- Jansen, Stephan A.: Post Merger Management in Deutschland – Ergebnisse einer empirischen Untersuchung (I), in: Mergers and Acquisitions, Nr. 9, 2000, 334-338.
- Kaplan, Robert S./ Norton, David P.: The Balanced Scorecard, Harvard University Press, Boston, Massachusetts, 1996.
- Kellaway, Lucy: Let Us Share Some Thoughts With You, in: Financial Times, September 25, 2000, p. 11.
- Kogut, Bruce: The Network as Knowledge: Generative Rules and the Emergence of Structure, Strategic Management Journal, Vol. 21 S. 405-425, 2000.
- Luhmann, Niklas: Organisation und Entscheidung, Opladen/Wiesbaden: Westdeutscher Verlag 2000
- McKean, John: Information Masters Secrets of the Customer Race, John Wiley & Sons, Chichester, 1999.
- Miller, James Grier: Living Systems, Niwot, Colorado: University Press of Colorado 1995 (ursprünglich erschienen bei McGraw-Hill, 1978).
- Nonaka, Ikujiro/Takeuchi, Hirotaka: The Knowledge-Creating Company, New York: Oxford University Press, 1995.
- Peteraf, Margaret A.: The Cornerstone of Competitive Advantage: A Resource-based View, in: Trategic Management Journal, Vol 14, 1993, 179-191.
- Polanyi, Michael: The Tacit Dimension, New York: Doubleday, 1966.
- Probst, Gilbert/Raub, Steffen/Romhardt, Kai: Wissen managen. Wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource optimal nutzen, Frankfurt/Wiesbaden: Frankfurter Allgemeine Zeitung/Gabler, 1997
- Quinn, James Brian: Intelligent Enterprise, New York: Free Press, 1992.
- Radermacher, F.J.: Komplexe Systeme und lernende Unternehmen, Sonderdruck eines Vortrags an der Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Komplexe Systeme und Nichtlineare Dynamik e.V. 1997, Ulm: Forschungsinstitut für anwendungsorientierte Wissensverarbeitung, 1999 .
- Rapoport, Anatol: General System Theory, Cambridge, Mass.: Abacus Press, 1986.
- Schütt, Peter: Wissensmanagement, Wiesbaden: Falken-Gabler 2000.
- Schwaninger, Markus: Integrale Unternehmensplanung, Frankfurt und New York: Campus 1989.

- Schwaninger, Markus: Knowledge Management and Management Knowledge, Red Team Chapter, in: Espejo, Raul/Schwaninger, Markus, eds.: To Be and Not to Be, that is the System. A Tribute to Stafford Beer, CD-ROM, Wiesbaden: Carl Auer Systeme Verlag, 1998.
- Schwaninger, Markus: Self-Organization and Self-Reference in the Cognition of Organizations, in: Braitenberg, Valentino/Radermacher, in: Braitenberg, Valentino/Radermacher, Franz-Josef (Eds.): Interdisciplinary Approaches to a New Understanding of Cognition and Consciousness, FAW-Reihe "Wissensverarbeitung und Gesellschaft", Ulm: Universitäts-Verlag Ulm GmbH, in Vorbereitung.
- Simonin, Bernard L.: Ambiguity and the Process of Knowledge Transfer in Strategic Alliances, in: Strategic Management Journal, Vol. 20, 1999, 595-623.
- Singh, Harbir/ Zollo, Maurizio: The Impact of Knowledge Codification, Experience Trajectories and Integration Strategies on the Performance of Corporate Acquisitions; Working Paper, The Wharton School University of Pennsylvania, August 1998.
- Teece, David J./Pisano, Gary/Shuen, Amy: Dynamic Capabilities and Strategic Management, in: Strategic Management Journal, Vol. 18, No. 7, 1997, 509-533.
- Tsai, Wenpin: Social Capital, Strategic Relatedness and the Formation of Intraorganizational Linkages, in: Strategic Management Journal, Vol. 21, No. 9, September 2000, 925-939.
- Tsai, Wenpin/ Ghoshal, Sumantra: Social Capital and Value Creation: The Role of Intra-firm Networks, in: Academy of Management Journal, Vol 41, No. 4, 464-476.
- Von Foerster, et al., eds.:Cybernetics of Cybernetics or the Control of Control and the Communication of Communication, Urbana, Ill.: Biological Computer Laboratory, 1974.
- Von Krogh, Georg/ Ichijo Kazuo/ Nonaka, Ikujiro: Enabling Knowledge Creation How to Unlock the Mystery of Tacit Knowledge and Release the Power of Innovation, Oxford University Press, NY, 2000.
- Von Krogh, Georg/ Roos, Johan: Organizational Epistemology, Basingstoke/London: Macmillan, 1995
- Von Krogh, Georg/Venzin, Markus: Anhaltende Wettbewerbsvorteile durch Wissensmanagement, in: die Unternehmung, Nr. 6, 1995, 417-435.
- Weizenbaum, Joseph: Wer erfindet die Computermymthen? : Der Fortschritt in den grossen Irrtum; hrsg. von Gunna Wendt, Freiburg i.Br. <etc.> : Herder, 1993.
- Wenger, Etienne: Communities of Practice : Learning, Meaning, and Identity. Learning in Doing: Social, Cognitive and Computational Perspectives, Cambridge: Cambridge University Press 1998.
- Wenger, Etienne: Communities of Practice: Learning as a Social System, in: The System Thinker, June 1998.
- Wittgenstein, Ludwig: Tractatus logico-philosophicus, 10. Aufl., Frankfurt: Suhrkamp 1995.

# **11. Intelligente (symbolische) Methoden für das Wissensmanagement**

**Prof. Dr. Rudi Studer  
Dr. Steffen Staab**

Institut für Angewandte Informatik und Formale Beschreibungs-  
verfahren (AIFB)

Universität Karlsruhe (TH)

76128 Karlsruhe

Tel. 0721-608-3923

Fax 0721-608-6580

[studer, staab]@aifb.uni-karlsruhe.de

## 11.1 Sicht auf das Gebiet Wissensmanagement

Nach allgemeiner Übereinstimmung wird Wissensmanagement heutzutage als eine der Kernfähigkeiten von Unternehmen angesehen. Dies hat seine Ursache in vielfältigen Entwicklungen. Zu nennen sind insbesondere:

- der Lebenszyklus für Produkte wird immer kürzer,
- Produkte werden ständig komplexer,
- Unternehmen operieren immer mehr global,
- Lean Management erfordert Entscheidungsfindung auch auf unteren Ebenen der Organisation,
- Kundenorientierung gewinnt zunehmend an Bedeutung.

Aus diesen zielorientierten Aspekten ergibt sich für Unternehmen die Notwendigkeit, organisatorische Prozesse aufzusetzen, die (1) die Vernetzung von Wissen über Unternehmensbereichsgrenzen und Standorte hinweg ermöglichen, (2) das Unternehmen als lernende Organisation zu betrachten, in dem Erfahrungen über eine Feedback-Schleife zur Verbesserung der Geschäftsprozesse verwendet werden und (3) die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter als eminent wichtige Wissensquelle und Wissensträger in die zu etablierenden Wissensmanagement-Prozesse nahtlos einbinden. Daraus ergibt sich, dass Wissensmanagement als ein interdisziplinäres Gebiet gesehen wird, in dem organisatorische Aspekte, Personalmanagement- und -entwicklungs-Aspekte, Aspekte der Unternehmenskultur und IT-Aspekte integriert zusammenwirken müssen, um die angestrebten Ziele zu erreichen (O'Leary 1998).

Die Informations- und Kommunikationstechnik spielt dabei global gesehen eine sekundäre Rolle, gewinnt aber als ‚Enabler‘ eine zunehmend wichtige Rolle: die ökonomischen Randbedingungen erzwingen eine effiziente Nutzung der für das Wissensmanagement benötigten Ressourcen, was letztendlich nur mit (noch größtenteils zu entwickelnden) intelligenten Methoden und Werkzeugen erreicht werden kann. IT-Aspekte kommen immer dann zentral ins Spiel, wenn es um die Handhabung *expliziten* Wissens geht, sei es um die Speicherung, die Verteilung, die sichtenspezifische Präsentation oder die intelligente Verknüpfung von Wissens-elementen miteinander. Um erfolgreich und auf Mitarbeiterebene akzeptiert zu sein, müssen die IT-Methoden die soziale und organisatorische Wirklichkeit berücksichtigen und gestalten helfen. Hierzu ist eine flexible Balance zwischen Selbstorganisation, Dezentralität und Evolution einerseits sowie zentraler Steuerung und Koordination andererseits notwendig. Letztendlich zielt Wissensmanagement nicht auf die Automatisierung von Entscheidungen ab, sondern vielmehr auf die bedarfs- und aufgabengerechte Versorgung mit relevantem Wissen – als Enabler besserer und schnellerer Entscheidungen.

Die Fachgruppe Wissensmanagement des Fachbereichs 1 ‚Künstliche Intelligenz‘ der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) (<http://www.agr.informatik.uni-kl.de/~fgke/>) beschäftigt sich mit Informatikmethoden zur Erschließung, Entwicklung, Nutzbarmachung und Pflege von Wissen für Organisationen und Netzwerke von Gruppen und Personen. Im Mittelpunkt stehen dabei sowohl wissenschaftliche Grundlagen als auch praktischer Einsatz. Dabei beschäftigt sich die Fachgruppe schwerpunktmäßig mit intelligenten Methoden, die ihren Ursprung im Forschungsgebiet ‚Knowledge Engineering‘ haben (Studer et al. 1999). Insbesondere sind hier

- Wissensmodellierung und –strukturierung durch Ontologien,
- Organizational Memory Systeme zur integrierten Handhabung informalen und formalen Wissens,

- Integration von Geschäftsprozessen und Wissensmanagement sowie
- Aspekte der Wissensakquisition

zu nennen (Abecker & Decker 1999). Diese Schwerpunktsetzung ergibt sich natürlicherweise aus der Tatsache, dass die Fachgruppe ‚Wissensmanagement‘ aus der Fachgruppe ‚Knowledge Engineering‘ hervorgegangen ist.

Gleichwohl wird auch von der Fachgruppe ‚Wissensmanagement‘ eine interdisziplinäre Sicht auf das Fachgebiet gesehen und gepflegt. Diese interdisziplinäre Vorgehensweise wird einerseits durch Kooperationen mit anderen Fachgruppen in der Gesellschaft für Informatik erreicht, so mit den Fachgruppen ‚Case-based Reasoning‘, ‚Maschinelles Lernen‘ und ‚Adaptivität und Benutzermodellierung in interaktiven Softwaresystemen‘ im Fachbereich 1, der Fachgruppe ‚Information Retrieval‘ im Fachbereich 2 Softwaretechnologie und Informationssysteme sowie mit den Fachgruppen ‚Vorgehensmodelle für die betriebliche Anwendungsentwicklung‘, ‚Management Support Systems‘ und ‚CSCW in Organisationen‘ im Fachbereich 5 Wirtschaftsinformatik.

Andererseits wird durch die Kooperation mit der neu gegründeten Gesellschaft für Wissensmanagement e. V. (<http://www.Wissensmanagement-Gesellschaft.de/>) der Interdisziplinarität von Wissensmanagement verstärkt Rechnung getragen, da in dieser Gesellschaft Vertreter der Betriebswirtschaftslehre, des Personalmanagements, der Psychologie und der Informatik zusammenarbeiten.

## 11.2 Mit welchen Mechanismen wird Wissen repräsentiert?

Die symbolische Wissensrepräsentation ist tot!

Jedes Wissen auf dem Rechner ist symbolisch!

Welcher dieser beiden Standpunkte ist der Richtige?

Die richtige Antwort lautet unserer Ansicht nach: Beide sind richtig! Wissen wird nach wie vor symbolisch repräsentiert und statistische Verfahren (zu denen man auch die neuronalen Netze zählen kann) ändern im Prinzip nichts an dieser Tatsache. Aktuelle Forschungsansätze sind im Gegenteil stark darum bemüht, aus statistischen Aussagen Wissensbasen oder Ontologien zu bauen, und traditionell statistisch orientierte Gebiete versuchen, reichhaltiges logisches Hintergrundwissen bei der Auswertung ihrer Analysen einzuflechten. Wie Wissen repräsentiert wird, ist an dieser Stelle eher mit einer Synthese verschiedener Ansätze als durch Einseitigkeit zu beantworten.

Die traditionelle Wissensrepräsentation ist dennoch tot. Der Rechner als vollständiges Abbild des Experten erwies sich – außer im Sonderfall – als zu tückisch, zu schwierig zu imitieren, zu unflexibel zu kreieren. Wissen repräsentieren und nutzen in innovativen Wissensmanagementlösungen bedeutet deshalb heute das für die jeweilige Aufgabe passende Gleichgewicht zwischen formalisiertem, rechnerverstehbarem Wissen (z.B. Wissen in Wissensbasen, Ontologien, Datenbanken, ...), semi-strukturiertem Wissen (z.B. Wissen in XML Dokumenten) oder gar nicht strukturiertem Wissen (z.B. in rein natürlichsprachlichen Texten, in unanalysierten Grafiken) zu erreichen.

Auf der Suche nach der adäquaten Balance lassen sich sicherlich nur wenige pauschale Antworten finden. Auffällig ist allerdings, dass gerade durch Internet, WWW, Business2Consumer-, Business2Business-, und Consumer2Consumer-Applikationen, der Bedarf an flexibler, vernetzter, kooperativ erstellter, formalisierter Wissensrepräsentation so stark wächst, dass traditionelle Datenbanken und übliche Dokumentenverwaltungssysteme alleine nicht die Aufgaben der Vernetzung und des steten Wandels bewältigen können. Was nun benötigt wird, ist also eine flexiblere Repräsentation von (teilweise) maschinenverstehbarem Wis-

sen, die Balance zwischen Wissen, welches der Benutzer hat, und Wissen, welches formalisiert vorliegt – also nach der „mixed initiative interaction“ (Hearst 1999) nun eine „mixed initiative intelligence“.

Ein zweiter Paradigmenwechsel ist ebenfalls seit geraumer Zeit im Gange. Das Ziel besteht darin, statt einer zentralen und deswegen zur Veralterung neigenden Wissensressource dezentrale Strukturen und Strukturierungsmechanismen zu entwerfen und aufzubauen. Das World Wide Web hat demonstriert, wie für eine einfache Technologie das Prinzip der Selbstorganisation (mit minimaler Steuerung von außen) erfolgreich angewandt werden kann. Für das „wissensreiche“ Semantic Web der Zukunft müssen ähnliche technologische und soziale Wege erst noch gefunden werden. Erste Prinzipien scheinen sich anzudeuten, nämlich (i) Selbstorganisation durch Kooperation („Design it that the knowledge base will be built by use“) und (ii) (halb-)automatisches Erzeugen von Wissensstrukturen (Lernen von Ontologien, Annotierung mit Informationsextraktion); diese mit Leben zu füllen, zu präzisieren und zu ergänzen, stellt sich unserer Ansicht nach als die relevante Aufgabe. Naturnahe Repräsentationen und Algorithmen (genetische Algorithmen, Ameisenalgorithmen) machen sich zwar übrigens diese beiden Paradigmen zu eigen, allerdings sind die Probleme, für die nach Lösungen gesucht wird typischerweise so weit von Wissensmanagementproblemen entfernt, dass hier keine einfache Adaption oder Übertragung machbar erscheint.

Zusammengefasst lässt sich daher sagen, dass „von der Natur lernen“ heißt, einen flexiblen Wechsel zwischen verschiedenen Modi operandi (formalisiertem versus nicht formalisiertem Wissen) in vernetzten Strukturen zu finden.

### **11.3 National und international führende Wissenschaftler und Forschungsgruppen**

Die Forschungslandschaft im Bereich ‚Intelligenter symbolischer Methoden für das Wissensmanagement‘ wird derzeit insbesondere durch Forschungsgruppen in Europa geprägt. Dies reflektiert die Tatsache, dass die europäischen Forschungsaktivitäten stärker auf methodische Grundlagen ausgerichtet sind als die eher pragmatisch, auf schnelle Lösungen abzielenden Forschungsaktivitäten in den USA. Dabei sind die US-Aktivitäten auch stärker an organisatorischen Aspekten und Personalmanagement-Aspekten orientiert, wohingegen in Europa eine sehr viel stärkere Ausrichtung auf Informatik-Methoden erfolgt. Eine gezielte Förderung des Bereichs Wissensmanagement würde es gestatten, diesen signifikanten Vorsprung zu halten oder auszubauen. Der Nutzen könnte sein, dass die Standardlösungen für das Wissensmanagement im Zeitraum ab 2010 – wie bereits bei den ERP-Systemen – aus Europa stammen und dort weiterentwickelt werden.

Deutschland ist auf dem Gebiet Wissensmanagement international sehr gut platziert, auf dem Gebiet ‚Ontologie-basiertes Wissensmanagement‘ sogar mit an führender Position.

In Deutschland sind – neben dem Institut des Koordinators dieses Abschlussberichts - insbesondere zu nennen:

- Forschungsgruppe Wissensmanagement im Forschungsbereich Informationsmanagement und Dokumentanalyse, DFKI Kaiserslautern (Prof. Dr. A. Dengel, A. Abecker),
- Forschungsgruppe Informationssysteme und Datenbanken, RWTH Aachen (Prof. Dr. M. Jarke) und
- Forschungsgruppe Wissensmanagement am Institut für Angewandte Informatik und Formale Beschreibungsverfahren (AIFB), Universität Karlsruhe (TH) (Prof. Dr. R. Studer, Dr. S. Staab).

Auf europäischer Ebene sind insbesondere zu nennen:

- Prof. Dr. H. Akkermans, Dr. D. Fensel, Free Univ. Amsterdam, NL
- Dr. R. Dieng, INRIA, Sophia Antipolis, F
- Dr. A. Macintosh, Napier University, UK
- Prof. Dr. H. Maurer, TU Graz, A
- Dr. U. Reimer, Swiss Life, Zürich, CH
- Prof. Dr. N. Shadbolt, Univ. of Southampton, UK
- Prof. Dr. B. Wielinga, Dr. R. Benjamins, Univ. Amsterdam, NL

In USA/Kanada sind folgende Forschungsgruppe und Forscher zu nennen:

- Prof. M. Musen, Stanford University
- Prof. J. Mylopoulos, Univ. of Toronto, Canada
- Prof. D. O'Leary, Univ. of Southern California, Los Angeles
- Dr. M. Uschold, Boeing Co., Seattle

### **11.4 Forschungsprojekte und Forschungsprogramme, Tagungen und Workshops**

Sowohl auf nationaler wie auf europäischer Ebene gibt es eine ganze Reihe von Projekten zum Thema ‚Intelligente Methoden für das Wissensmanagement‘.

In Deutschland sind zu nennen:

- BMBF-Projekt KnowMore: Knowledge Management for Learning Organizations, das am DFKI Kaiserslautern durchgeführt wurde (4/1997 – 3/1999). KnowMore zielt insbesondere auf die Unterstützung wissensintensiver Aufgaben innerhalb von Geschäftsprozessen durch ein Organizational Memory ab. Dabei werden Ontologien zur Strukturierung der Inhalte des Organizational Memory und zur Definition des Kontextes, in dem Wissen eingesetzt wird, benutzt (Abecker et al. 1998).
- BMBF-Projekt FRODO, das am DFKI Kaiserslautern seit Januar 2000 durchgeführt wird. FRODO ist das Nachfolgeprojekt zu KnowMore und zielt u.a. auf die Akquisition von Ontologien aus Texten, das Analysieren und Verstehen von Texten sowie agentenbasierte Konzepte für die flexible Workflow-Gestaltung und -Ausführung ab (<http://www.dfki.uni-kl.de/frodo>).
- DFG-Projekt OntoWise: Wissensmanagement mit multiplen Ontologien, das am Institut AIFB der Universität Karlsruhe durchgeführt wird (4/2000 – 3/2002). OntoWise ist ein Teilprojekt der DFG-Projektkohorte, betriebswirtschaftliche Referenz-Informationsmodelle für Dienstleistungsunternehmen und verfolgt einen Ontologie-basierten Ansatz für das Wissensmanagement. Schwerpunkt bildet dabei die Entwicklung von semantischen Methoden zur aufgabenorientierten Integration von (Teil-)Ontologien, wenn Geschäftsprozesse den Zugriff auf Wissen aus verschiedenen Unternehmensbereichen notwendig machen (<http://www.aifb.uni-karlsruhe.de/WBS/ontowise.htm>).

Auf europäischer Ebene werden eine Vielzahl von Projekten zu diesem Themenbereich gefördert, speziell auch im Rahmen des IST-Förderprogrammes auf EG-Ebene. Stellvertretend seien zwei IST-Projekte genannt:

- On-To-Knowledge - Content-driven Knowledge-Management Tools through Evolving Ontologies (1/2000 – 6/2002): On-To-Knowledge verfolgt einen Ontologie-basierten Ansatz, um Wissensmanagement-Lösungen zu entwickeln, die einen semantischen Zugriff auf heterogene, verteilte und semi-

strukturierte Informationsquellen unterstützen, die wahlweise in unternehmenseigenen Intranets oder auf dem WWW zu finden sind. Dabei spielen die W3C-Standards wie XML und RDF eine zentrale Rolle (<http://www.ontoknowledge.org>).

- COMMA: Corporate Memory Management through Agents (2/2000 – 1/2002). Primäre Zielsetzung von COMMA ist die Entwicklung eines geeigneten Agenten-basierten Ansatzes, mit dem ein Corporate Memory (eine andere Bezeichnung für ein Organizational Memory) aufgebaut und betrieben werden kann. Ferner werden maschinelle Lernverfahren verwendet, um die Agenten und damit die angebotenen Wissensmanagement-Funktionen adaptiv zu machen (<http://www.ii.atos-group.com/sophia/comma/HomePage.htm>).

Intelligente Methoden für das Wissensmanagement waren bzw. sind Gegenstand einer ganzen Reihe von nationalen und internationalen Tagungen und Workshops.

In Deutschland sind zu nennen:

- Workshop ‚Knowledge Management, Organizational Memory and Reuse‘ auf der 5th German Conf. on Knowledge-based Systems, Würzburg, März 1999,
- Sektion ‚Wissensmanagement und Lernwelten‘ auf der 4. Internationalen Tagung Wirtschaftsinformatik 1999, Saarbrücken, März 1999,
- Anwenderforum ‚Wissensmanagement in Unternehmen‘ auf der 23. Deutschen Jahrestagung für Künstliche Intelligenz, Bonn, September 1999,
- 1. Konferenz Professionelles Wissensmanagement: Erfahrungen und Visionen (WM'2001), Baden-Baden, 14. - 16. März 2001 (<http://wm2001.aifb.uni-karlsruhe.de/>).

Auf internationaler Ebene finden regelmäßig Tagungen zum Thema ‚Intelligente Methoden für das Wissensmanagement‘ statt, so insbesondere die Konferenz-/Workshop-Reihen

- Practical Aspects of Knowledge Management (PAKM), aktuell PAKM2000: Third International Conference on Practical Aspects of Knowledge Management, 30-31 October 2000, Basel (<http://research.swisslife.ch/pakm2000/>),
- International Conference on Knowledge Engineering and Knowledge Management (EKAW), aktuell 12th International Conference on Knowledge Engineering and Knowledge Management (EKAW'2000) , Juan-les-Pins, French Riviera, October 2-6, 2000 (<http://www-sop.inria.fr/acacia/ekaw2000/>) und
- Workshop on Knowledge Acquisition, Modeling and Management (KAW), zuletzt Twelfth Workshop on Knowledge Acquisition, Modeling and Management, Banff, Alberta, Canada, October 16 - 22, 1999.

Ferner finden Workshops zum Thema ‚Intelligente Methoden für das Wissensmanagement‘ auf verschiedenen internationalen Tagungen statt, insbesondere

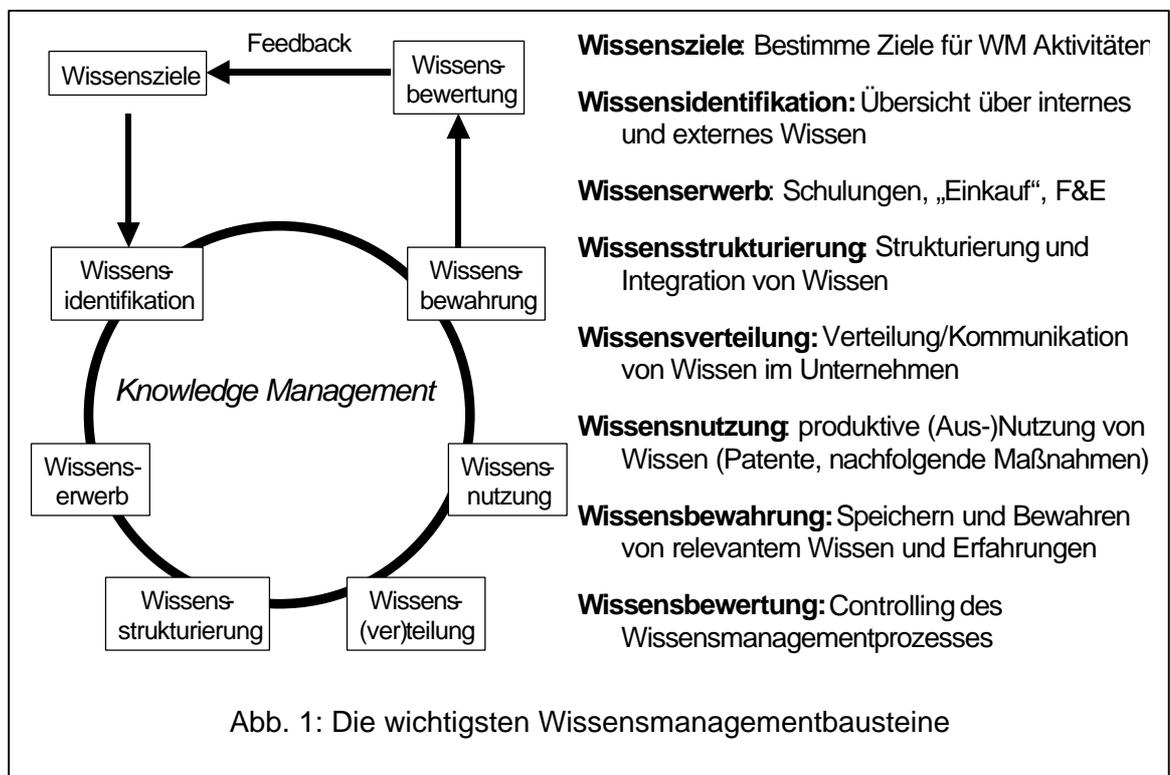
- European Conference on Artificial Intelligence (ECAI), aktuell ECAI-2000 Workshop on ‚Knowledge Management and Organizational Memories‘, Berlin, August 2000 (<http://www-sop.inria.fr/acacia/WORKSHOPS/ECAI2000-OM/call.html>)
- International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI), zuletzt IJCAI'99 Workshop ‚Knowledge Management and Organizational Memory‘, Stockholm, August 1999 (<http://www.dsv.su.se/ijcai-99/>),
- National Conference on Artificial Intelligence (AAAI), aktuell AAAI'2000 Workshop ‚Intelligent Lessons Learned Systems‘, Austin, TX, August 2000.

Publikationen zum Thema ‚Intelligente Methoden für das Wissensmanagement‘ findet man insbesondere in

- IEEE Intelligent Systems, ein Themenheft Wissensmanagement wurde 1998 publiziert (IS 1998), sowie
- International Journal of Human-Computer Studies, ein Themenheft Organizational Memory and Knowledge Management wurde 1999 publiziert (IJHCS 1999).

## 11.5 Themen für zukünftige Forschungsarbeiten

Die Themenfelder, die unserer Ansicht nach dringend zu behandeln sind, werden motiviert durch die Wissensrepräsentationsfragen (Kooperation/Selbstorganisation und Vernetzung) wie in Abschnitt 2 behandelt und den typischen Wissensmanagementbausteinen. Deswegen nun zunächst kurz zu einer an (Probst et al. 1999) angelehnten Klassifikation dieser Bausteine:



Wenn wir uns auf die IT-Sicht beschränken und deswegen die eher IT-fernen Themen, Wissensziele und Wissensbewertung, außer acht lassen, ist es also nötig Wissensidentifikation, -erwerb, -strukturierung, -verteilung, -nutzung, und -bewahrung jeweils im Kontext von Kooperation und Vernetzung zu betrachten.<sup>10</sup> In Ergänzung mit einigen Kerntechniken (z.B. Case-based Reasoning) zur IT-Unterstützung von Wissensmanagement gelangen wir damit zu einer Aufteilung, die sich in den folgenden Unterabschnitten widerspiegelt.

<sup>10</sup> Auch die jeweiligen Blöcke werden wir natürlich vielmehr aus dem IT-Blickwinkel betrachten als aus einer organisationsorientierten Sichtweise. Dies stellt keine Wertung dar, sondern spiegelt lediglich den Hintergrund wieder, vor dem dieses Gutachten erstellt wurde.

## 11.5.1 Wissensstrukturierung

Wissensstrukturierung im Wissensmanagement ist gleichbedeutend mit dem Grad der Formalisierung von Wissen. Wissensstrukturierung (Thesauri, Ontologien, Schemata) existiert seit langem überall dort, wo Daten, Information oder Wissen ablegbar und wiederauffindbar gemacht werden müssen (Foskett 1997). Der Streit bei gängigen Wissensmanagementapplikationen offenbart sich häufig in der Frage, wie viel Wissen von wem vorstrukturiert wird. Neben eher konventionellen Lösungen, wie z.B. branchenspezifischen Thesauri, lässt sich in der Forschung der Trend erkennen, Strukturierungen semiautomatisch zu erkennen und für die weitere Verarbeitung vorzuschlagen, um die Problematik der teuren manuellen Erstellung und Benutzung von Strukturierungen zu entgegnen. Hierbei lassen sich mindestens drei einander ergänzende Ansätze beschreiben:

### 11.5.1.1 Synthetisierung von Ontologien aus verschiedenen Ressourcen

Typischerweise werden Wissensmanagementlösungen nicht auf der „grünen Wiese“ aufgebaut, sondern es existieren firmenspezifische Thesauri, Glossare und Ontologien sowie anwendungsunabhängige Thesauri oder Ontologien (vgl. Fellbaum 1996).

Neben der Wiederverwendung dieser Ressourcen (Pirlein & Studer 2000), ist es eine zentrale Aufgabe bessere Methoden bereitzustellen, um Strukturierungsmodule zu integrieren. Neben ersten Ansätzen zur manuell forcierten, aber maschinell unterstützten Integration von Ontologien (Friedman-Noy & Musen 1999), ergibt sich die Frage, wie methodisch fundiertere Ansätze gefunden werden können (z.B. durch Formale Konzeptanalyse (Ganter & Wille 1999)) und wie aus verschiedenen Ressourcen die relevanten Begriffe extrahiert werden können, die aufgrund einer Vielzahl von Ontologien eine inhaltlich äquivalente Rolle spielen (erste methodische Ansätze finden sich in (Chakrabarti et al. 2000) in einem LSI ähnlichen Verfahren; vgl. (Deerwester et al. 1990) zu Latent Semantic Indexing).

### 11.5.1.2 Lernen von Ontologien

Neben *expliziten*, existierenden Strukturierungen finden sich beim Einrichten einer Strukturierungskomponente häufig *implizite* Vorgaben in Form von Text- und/oder Datenressourcen.

Textstrukturen auf der intra- und intersententiellen Ebene, SGML(-ähnliche) Datenformate oder Datenbankstrukturen werden zunehmend genutzt, um für a priori wenig oder gar nicht strukturierte Anwendungsgebiete Thesauri und Ontologien zu erschließen (vgl. den Workshop „Ontology Learning“ (Staab et al. 2000c)). Erste Ansätze benutzen Verfahren des Maschinellen Lernens, um z.B. Begriffe aufgrund ihrer Korrelation mit anderen Begriffen zu clustern, um inhaltlich verwandte Felder zu erkennen (vgl. z.B. (Buitelaar 1998)) oder nutzen Assoziationen zwischen Begriffen, um Relationen zur Aufnahme in die Ontologie vorzuschlagen (Maedche & Staab 2000). Im Bereich des Intelligent Information Integration werden analog aus konkret vorliegenden Daten die Schemata erschlossen und flexible Mediatoren erstellt (Bidault et al. 2000). Diese Ansätze erscheinen sehr vielversprechend, insbesondere um durch Vorschläge die Kosten der manuellen Vorstrukturierung zu verringern, allerdings existiert auch hier bisher weder eine kohärente Theorie noch ein kanonisches Bewertungsverfahren, um verschiedene Ansätze miteinander zu vergleichen. Beides wird benötigt, um aus einigen Ideen eine allgemein anwendbare Methodik abzuleiten, und die Qualität der Vorschläge und damit die Anwendbarkeit der Verfahren verbessern zu können.

### **11.5.1.3 Dynamische Adaption von Ontologien**

Im Lebenszyklus einer Ontologie (oder einer analog verwendeten Komponente, z.B. eines Thesaurus) bleiben weder Fokus noch die Menge der besonders relevanten Begriffe konstant. In der Tat ändern Konzepte ihre Extension, neue Konzepte tauchen auf und verschwinden wieder. Obwohl die Notwendigkeit der Veränderung (und dazu gehört mitunter auch das Löschen von Termini) von Thesauri seit langem bekannt ist (vgl. (Foskett 1980), (Foskett 1997) ist ein Nachdruck), ist das Repertoire an Methoden hierfür äußerst dürftig.

### **11.5.2 Wissenserwerb und -bewahrung**

Im Rahmen von Wissenserwerb und -bewahrung ist insbesondere die Frage zu stellen, wie existierende Prozesse durch Wissensmanagement unterstützt werden können. Die Mehrzahl der technischen Wissensmanagementlösungen haben sich mit vergleichsweise statischen Szenarien befasst („nur“ Suchen, „nur“ Strukturieren, „nur“ Wissen ablegen) und die eher dynamische Komponente vernachlässigt (Ausnahmen sind z.B. (Reimer et al. 2000; Abecker et al. 2000)). Die Betrachtung eines dynamischen Arbeitskontextes ergibt (mindestens) die folgenden offenen Forschungsfragen: (i) wie kann Wissen in Arbeitsprozessen einfach und bequem erhoben werden, (ii) wie kann Wissen in Prozessen gelernt werden, und (iii) wie kann Wissen über Prozesse (halb-)automatisch entdeckt werden kann.

#### **11.5.2.1 Erhebung von Wissen in Prozessen**

Wissen muss von den Leuten zur Verfügung gestellt werden, die das jeweilige Wissen besitzen. Hierbei ist es wichtig für die allgemeine Akzeptanz des Wissensmanagements im Unternehmen, dass die Wissensträger keinen oder nur minimale Zusatzarbeit leisten müssen, um ihr Wissen zur Verfügung zu stellen. Das Problem, wie dies durch eine Kooperation im üblichen Arbeitsumfeld und den existierenden Prozessen erfolgen kann, ist weitestgehendst ungelöst. Erste Ansätze finden sich zwar (z.B. in Form von Templates bei (Staab & Schnurr 2000)) oder durch in die Prozesse eingebettete Dokumentenverwaltung und Mustererkennung (Abecker et al. 2000), allerdings sind diese Methoden bisher nicht universell einsetzbar und eine kritische Evaluierung steht noch aus.

#### **11.5.2.2 Lernen von Wissen in Prozessen**

Auf die Erhebung von Daten, Informationen und Wissen in den Prozessen muss zwangsläufig die Frage erfolgen, wie man aus diesen Bausteinen einen Mehrwert an Wissen schöpfen kann. Text und Data Mining haben sich bisher sehr erfolgreich gezeigt bei der Anwendung in einem tendenziell monolithischen Umfeld. Für das Wissensmanagement stellt sich die Frage, wie Wissen aus einem Gesamtprozess genutzt werden kann, um neues Wissen zu generieren. Zum Beispiel lässt sich aus der Wertschöpfungskette eine umfangreiche Sammlung von Daten und Texten über ein Produkt akquirieren: (a) welche Zulieferer gab es (Einkauf), (b) was wurde unter welchen Randbedingungen für die Produktion genutzt (Fertigung), (c) welcher Kunde erhielt welche Charge, (d) welcher Kunde gab welchen positiven/negativen Feedback (Vertrieb). Offen bleibt aber zunächst die Frage, welche Faktoren für die Unzufriedenheit der Kunden mit gewissen

Lieferungen eine Rolle spielen. Ein prozessintegriertes Text und Data Mining könnte Trends aufzeigen und hierauf Antworten liefern.<sup>11</sup>

### **11.5.2.3 Lernen von Wissen über Prozesse**

Neben dem Wissen in Prozessen ist auch das Wissen über die Prozesse hochrelevant für erfolgreiches Wissensmanagement. Häufig ist dies allerdings nur äußerst schwierig zu erheben, vor allem da viele Prozesse zwar „irgendwie funktionieren“, der Ablauf und damit eventuelle Problemstellen allerdings nicht bewusst sind. Damit entfallen natürlich viele Möglichkeiten, wie zum Beispiel die Weitergabe von Wissen über die Prozesse (und damit effizientes Training) oder die prozessunterstützte Nutzung von Wissen. Erste Ansätze für die Akquisition von Prozesswissen wurden in (Herbst 1999) und in (Barnekow et al. 1999) aufgezeigt. Aufbauend auf einer verteilten Umgebung (Whittingham et al. 2000) lässt sich hiermit Prozesswissen ernten.<sup>12</sup>

## **11.5.3 Wissensnutzung**

### **11.5.3.1 Formalisierung und Nutzung von Kontextwissen**

Als zentrale Instanz für den IT-Support von Wissensmanagement hat sich das „Organizational Memory“ herauskristallisiert. Je nach Art der Strukturierung des OMs werden verschiedene Methoden des für den Wissensarbeiter effektiven Zugriffs vorgeschlagen (z.B. durch Textual CBR (Lenz 1998)). Weitestgehend ignoriert wurde bisher die Frage nach der Ausnutzung des konkreten Arbeitskontextes. Dieser kann die inhaltlichen Sichtweisen einer Person variieren, da die Person verschiedene Tätigkeiten ausführt, oder wechseln je nachdem, welche Person gerade auf das OM zugreift (z.B. Marketing vs. Fertigung). Auch bestimmt der Kontext wie mit Wissen umgegangen werden soll (Staab & Schnurr 2000).

Die prinzipielle Fragestellung, d.h. wie kann Kontext formalisiert werden, wie können Granularitäten zwischen Kontexten variieren (Detailbetrachtung vs. Vogelperspektive auf die Inhalte), wie kann man zwischen verschiedenen Vokabularen Mediatoren schalten, finden auf der theoretischen Seite seit einiger Zeit enorme Aufmerksamkeit<sup>13</sup>, die konkrete Ausgestaltung einer Wissensmanagementlösung ist allerdings noch völlig offen (Bonifacio et al. 2000) und wurde z.B. im Rahmen von Plenumsdiskussionen des AAAI-2000 Spring Symposium über „Bringing Knowledge to Business Processes“ als zentral eingestuft.

### **11.5.3.2 Traktable Schlussfolgerungsmechanismen**

Die effektive Nutzung des Organizational Memory über die reine Suche hinaus verlangt nach Schlussfolgerungsmöglichkeiten, die effizient nutzbar sind. Trotz einiger Rückschläge, was die Effizienz von Schlussfolgerungsmethoden im Allgemeinen anbelangt, hat sich in den letzten Jahren gezeigt, dass interessante nichttriviale Schlussfolgerungsmethoden, z.B. nichtmonotone Vererbung, in der

---

<sup>11</sup> Data Mining selbst wird seit neuerem als eine Lösung aufgefasst, die mit Hilfe eines Prozessmodells, wie CRISP, eingeführt werden sollte (Chapman et al. 1999).

<sup>12</sup> Vgl. auch das Forschungsprojekt „Process design by discovery: Harvesting workflow knowledge from ad-hoc executions“ (<http://www.tue.nl/beta/PhDvacancies/v39268.htm>).

<sup>13</sup> Vgl. die Konferenzreihe „Context“ <http://www.cs.unitn.it/CONTEXT-99/>

Praxis relevant sind und erfolgreich eingesetzt werden können ((Morgenstern 1997), Grosz et al. 1999)). Offene Forschungsfragen sind hier:

- Welche Schlussfolgerungsmechanismen sind effizient?
- Was sind konkrete Anwendungen für diese Methoden?
- Wie kann ich diese Methoden Anwenden gegenüber kommunizieren?

Aufgabe ist also insbesondere die Aufmerksamkeit auf Fragen zu richten, die nicht Problem aus Spielwelten lösen, sondern praxisrelevant sind, um dann dort bislang ungelöste - auch theoretische - Probleme anzugehen.

### **11.5.4 Dezentrale Wissensbereitstellung und semantische Mark-up Sprachen**

Erfolgreiches Wissensmanagement lebt u.a. von der aktiven Mitarbeit aller Beteiligten im Unternehmen und damit von der Möglichkeit, Wissen vor Ort, d.h. am Arbeitsplatz bereitstellen und in das Wissensmanagementsystem einpflegen zu können. Dadurch kann z.B. eine Community of Practice, unabhängig von anderen Communities, ihren Wissensbestand aufbauen, ihn aber gleichzeitig unternehmensweit oder unternehmensübergreifend verfügbar machen.

Mit dem Aufkommen von Intranets und Extranets sowie dem explosionsartigen Anwachsen der Informationen im Internet muss ein Wissensmanagementsystem den transparenten Zugriff auf Informationen ermöglichen, gleichgültig in welchem x-net diese Informationen aktuell gespeichert sind. Dies führt zu dem allgemein zu beobachtenden Trend, Informationen und zugehörige semantische Metadaten in WWW-Standardformaten abzulegen: XML (extensible Mark-up Language) für semi-strukturierte Informationen und Resource Description Framework (RDF, <http://www.w3c.org/Metadata/>) für Metadaten. Während die XML-Welt weitgehend stabil ist und z.B. entsprechende Sprachvorschläge für Query-Languages existieren, wie z.B. XQL (Robie et al. 1998) oder XML-QL (Deutsch et al. 1999), ist der Stand der Dinge im Metadatenbereich noch weitgehend im Fluss und bedarf konkreter weiterer Forschungsarbeiten. Erste Ansätze zur Integration von Metadaten mit Ontologien sind zu finden in den Systemen Ontobroker (Decker et al. 1999b) sowie SHOE (Jefflin et al. 1999).

Offene Fragestellungen sind dabei:

- Mit welchen Mechanismen können semantische Mark-up Sprachen als Layer über RDF und RDFS (RDF Schema) (Brickley & Guha 1999) definiert werden, so dass gleichzeitig RDF-Interoperabilität erhalten und Sprachmächtigkeit auf Ontologie-Ebene erreicht wird. Wie sehen zugehörige Tools aus, die diese Mechanismen unterstützen. Erste Ansätze sind zu finden in (Staab et al. 2000b).
- Wie kann eine RDF Query Language konzipiert werden, die das Abfragen von RDF-Repositories erlaubt.
- Wie kann ein Inferenz-Support für RDF und darauf basierende Sprachen realisiert werden, der genügend mächtig und gleichzeitig genügend effizient ist. Ein erster Lösungsansatz hierzu ist SiLRi, derzeit das weltweit erste Inferenzsystem für RDF (Decker et al. 1998a).
- Wie sehen konkret semantische Mark-up Sprachen aus, die auf die Bedürfnisse spezieller Anwendungen und Aufgabenstellungen ausgerichtet sind. Ein erster Sprachvorschlag ist OIL (Ontology Inference Layer), der im On-To-Knowledge Projekt erarbeitet worden ist (Horrocks et al. 2000).
- Wie sind Tools zu konzipieren, die das Erstellen semantischer Mark-ups mit möglichst geringem Aufwand und nahtlos integriert in die Geschäftsabläufe

erlauben. Inwieweit kann dabei das Erstellen von Mark-ups teilweise automatisiert werden, z.B. durch Ansätze aus den Bereichen Informationsextraktion und Text Mining.

All diese Fragestellungen und der damit verbundene Bedarf an Forschungsförderung ist im Kontext des gerade in den USA anlaufenden DARPA DAML-Forschungsprogramms zu sehen, in dem diese Fragestellungen (mit ca. 60 Mio. Dollar) gezielt erforscht werden (<http://dtsn.darpa.mil/iso/programtemp.asp?mode=347>).

Es besteht wiederum die Gefahr, dass Deutschland und Europa sich den in den USA entwickelnden Standards anschließen müssen, sofern nicht selbst entsprechende Forschungsprojekte geplant und finanziert werden.

### **11.5.5 Wissensportale**

Wissensportale liefern eine strukturierte Sicht auf die ihnen zugrundeliegenden Inhalte. Wissensportale können dementsprechend unternehmensintern als Unternehmensportale (Enterprise Information Portals (EIP)) oder unternehmensübergreifend als Extra-/Internet-Portale konzipiert und betrieben werden. Jüngste Entwicklungen gehen dabei in Richtung semantischer (Community) Portale, die für eine Gruppe von Personen, z.B. einen Unternehmensbereich, oder eine ganze Community einen strukturierten semantischen Zugang ermöglichen (Staab et al. 2000a). Im Kontext von Wissensportalen ergeben sich eine ganze Reihe von offenen Problemstellungen:

- Wie können Informationsquellen, die heterogen und verschieden granular sind, flexibel nach Bedarf integriert und in aufgabenbezogenen Sichten dem Portalbenutzer angeboten werden. Derartige Sichten beruhen dabei auf einer durch Ontologien definierten konzeptuellen Struktur der Portalinhalte. Demzufolge bedarf es insbesondere neuer systematischer Methoden und Werkzeuge, um (Teil-) Ontologien, gegebenenfalls ‚on-the-fly‘, zueinander in Bezug setzen oder integrieren zu können. Erste Ansätze hierzu sind in (Friedman-Noy & Musen 1999) oder (Jannink et al. 1999) beschrieben.
- Die Benutzungsschnittstelle muss eine Kombination verschiedener Anfrage-, Browsing- und Präsentationsmöglichkeiten anbieten. Offene Fragestellungen sind hierbei insbesondere die Personalisierung der angebotenen Sichten und Anfrageresultate, eine dynamische Generierung virtueller Web-Seiten unter Ausnutzung der konzeptuellen Strukturen sowie eine Adaptivität des Portals an das Benutzerverhalten.
- Die Informationsbereitstellung bedarf all der Methoden und Werkzeuge, die oben unter 5.4 angesprochen worden sind.

Wissensportale stellen nach diesem Verständnis eine konzeptuelle Sicht auf Wissens Elemente dar, unabhängig davon, über welche Verfahren – symbolische oder sub-symbolische – diese Wissens Elemente erzeugt und bereitgestellt werden. Sie bilden damit einen Rahmen, in dem verschiedene methodische Ansätze für das Wissensmanagement in einer für den Benutzer transparenten Sicht integriert werden können.

### **11.5.6 Case-based Reasoning und Wissensmanagement**

Case-based Reasoning (CBR) hat in jüngster Zeit als eine Methode zur Realisierung von Wissensmanagement-Ansätzen an Bedeutung gewonnen (Bartsch-Spörl et al. 1999). Dies ist u.a. dadurch begründet, dass CBR in Anwendungsbereichen erfolgreich eingesetzt werden kann, in denen kein vollständiges und in sich konsistentes Modell der Domäne existiert, wie eben z.B. gerade beim Wis-

sensmanagement. Von daher bietet sich das CBR-Paradigma in hervorragender Weise an, einzelne Erfahrungen (z.B. von Mitarbeiterinnen oder aus Projekten) in Fallbasen zu sammeln und damit inkrementell, auf Instanzenebene, eine Wissensbasis aufzubauen – ohne formale Theoriebildung und –modellierung (Aha et al. 1999). Dieser Ansatz ist unmittelbar vergleichbar mit dem im Software Engineering verfolgten Ansatz der Experience Factory (Althoff et al. 1999).

Gleichwohl bedarf der Einsatz von CBR für Wissensmanagement-Lösungen der Einbindung in ein Wissensportal oder einer entsprechenden Intranet-Anwendung. Hieraus ergeben sich folgende Fragestellungen:

- Wie können die für die Beschreibung der Fälle verwendeten Merkmale aus den im Wissensportal verwendeten ontologischen Strukturen abgeleitet werden bzw. wie können schon existierende Fallbasen herangezogen werden, um ontologische Strukturen zu lernen bzw. an existierende Fälle anzupassen? Damit kann eine bottom-up Vorgehensweise, der CBR-Ansatz, mit einem eher top-down orientierten Ansatz, ontologische Strukturen, kombiniert werden.
- Wie können konzeptuelle Strukturen einer Ontologie und damit verknüpfte Inferenzprozesse herangezogen werden, um das Wiederauffinden relevanter Fälle zu verbessern? Eine geeignete Verknüpfung von Ähnlichkeitsmaßen aus dem CBR mit logischen Inferenzprozessen stellt eine vielversprechende Methodenkombination dar.

### **11.5.7 Wissensvisualisierung**

Visualisierung ist ein vielversprechender Ansatz, implizite oder explizite Zusammenhänge in Wissensstrukturen sichtbar zu machen. Derartige Visualisierungen können damit zur Interaktion des Benutzers mit dem Wissensmanagement-System herangezogen werden, sei es zum Browsen in Wissensstrukturen oder zur Darstellung von Repository-Strukturen oder Anfrageresultaten. Beispiele für derartige Systeme sind Webmaster (van Harmelen & van der Meer 1999) oder Knowledge Garden (Crossley et al. 1998). Gleichwohl steht Wissensvisualisierung im Kontext von Wissensmanagement noch in den Anfängen. Offene Fragestellungen sind u.a.:

- Was sind in Abhängigkeit von Aufgabenstellung und Benutzertyp geeignete Visualisierungen von Wissensstrukturen und wie können diese Strukturen zum Browsen oder zur Formulierung von Anfragen verwendet werden. Z.B. werden im Ontobroker-System hyperbolische Darstellungen von Ontologien zur Anfragespezifikation verwendet (Decker et al. 1999b).
- Wie können räumliche Zusammenhänge zur Darstellung konzeptueller Zusammenhänge eingesetzt werden und welche Darstellungsformen sind für welche konzeptuellen Strukturen besonders geeignet?

## **11.6 Resümée**

Intelligente symbolische Methoden für das Wissensmanagement spielen bei der Realisierung von Wissensmanagement-Lösungen eine wichtige Rolle, speziell bei der Handhabung expliziten Wissens. Da im Wissensmanagement das Zusammenspiel von implizitem (tacit) und explizitem Wissen unabdingbar ist, wird für Wissensmanagement-Lösungen eine Kombination verschiedener methodischer Ansätze benötigt, insbesondere auch das Zusammenspiel symbolischer und subsymbolischer Ansätze. Da beide Klassen von methodischen Ansätzen ihre Stärken und Schwächen haben, erscheint eine Synthese sehr vielversprechend und verfolgenswert.

Wie einleitend ausgeführt worden ist, ist Europa im Forschungsbereich der Informatik-Methoden für das Wissensmanagement weltweit führend. Dabei nimmt die deutsche Forschung insbesondere im Bereich ontologie-basierter Ansätze eine Spitzenstellung ein. Ein Forschungsprogramm, in dem diese Forschung mit neuen Ansätzen aus der Theorie der Selbstorganisation verknüpft wird, würde zu einer weiteren Verbesserung der Stellung der deutschen Forschung im Bereich Wissensmanagement beitragen. Da Forschungsergebnisse im Bereich Wissensmanagement typischerweise anwendungsorientiert sind, ist ein direkter Transfer von Forschungsergebnissen in die Praxis zu erwarten. Von daher kann durch ein derartiges Forschungsprogramm auch unmittelbar die Konkurrenzfähigkeit deutscher Unternehmen im Bereich Wissensmanagement verbessert werden.

## 11.7 Literaturhinweise

- A. Abecker, A. Bernardi, K. Hinkelmann, O. Kühn and M. Sintek: Toward a Technology for Organizational Memories. *IEEE Intelligent Systems* 13, 3 (May/June 1998), 30-33.
- A. Abecker and S. Decker: Organizational Memory: Knowledge Acquisition, Integration, and Retrieval Issues. In: F. Puppe (ed.): *Knowledge-based Systems: Survey and Future Directions, Proceedings of the 5th German Conf. on Knowledge-based Systems*, Wuerzburg, March 1999, Lecture Notes in Artificial Intelligence (LNAI), vol. 1570, Springer-Verlag, 1999.
- A. Abecker, A. Bernardi, H. Maus, M. Sintek, C. Wenzel: Information Supply for Business Processes: Coupling Workflow with Document Analysis and Information Retrieval. *Journal of Knowledge-based Systems*. Elsevier, September 2000 (to appear).
- D. Aha & H. Munoz-Avila (eds.): *Exploring Synergies of Knowledge Management and Case-based Reasoning: Papers from the AAAI 1999 Workshop*. Technical Report. AAAI 1999.
- Althoff, K.-D.; Birk, A.; Hartkopf, S.; Müller, W.; Nick, M.; Surmann, D.; Tautz, C.: *Managing Software Engineering Experience for Comprehensive Reuse*. In *Proc. SEKE'99, 11th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering* Skokie: Knowledge Systems Institute, 1999.
- T. Barnekow, S. Staab, J. Ziegler, and R. Studer: An Architecture for Recovering Business Events Bottom-Up. In: *HCI '99 - Proceedings of the 8th International Conference on Human-Computer Interaction*, Munich, Germany, August, 22-27, 1999, pp. 614-618, London: Lawrence Erlbaum, 1999.
- B. Bartsch-Spörl, M. Lenz, and A. Hübner: Case-Based Reasoning – Survey and Future Directions. In: F. Puppe (ed.): *Knowledge-based Systems: Survey and Future Directions, Proceedings of the 5th German Conf. on Knowledge-based Systems*, Wuerzburg, March 1999, Lecture Notes in Artificial Intelligence (LNAI), vol. 1570, Springer-Verlag, 1999.
- A. Bidault, C. Froidevaux, & B. Safar: Repairing Queries in a Mediator Approach. To appear in *Proceedings of the 14th European Conference on Artificial Intelligence (ECAI'2000)*, IOS Press, W. Horn(ed.). Amsterdam 2000.
- M. Bonifacio, P. Bouquet, & A. Manzardo: A Distributed Intelligence Paradigm for Knowledge Management. In: Staab & O'Leary (eds.) *Bringing Knowledge to Business Processes*. Workshop in the AAAI Spring Symposium Series 2000. Stanford, March 20-22, 2000. Technical Report, AAAI 2000.
- D. Brickley and R.V. Guha: Resource Description Framework (RDF) Schema Specification. Technical report, W3C, 1999. W3C Proposed Recommendation. <http://www.w3.org/TR/PR-rdf-schema/>.

- P. Buitelaar: CoreLex: An Ontology of Systematic Polysemous Classes. In: Proceedings of FOIS98, International Conference on Formal Ontology in Information Systems Trento, Italy, June 6-8, 1998.
- S. Chakrabarti, S. Srivastava, M. Subramanyam & M. Tiwari: Using Memex to Archive and Mine Community Web Browsing Experience. In: Proceedings of the 9th World Wide Web Conference. Amsterdam, May 15-19, 2000. Elsevier, 2000.
- P. Chapman, R. Kerber, J. Clinton, T. Khabaza, T. Reinartz, R. Wirth: The CRISP-DM Process Model. Discussion Paper, March 1999. <http://www.crisp-dm.org/>.
- M. Crossley, J. Davies, A. McGrath, M. Rejman-Green: The Knowledge Garden. In Proc. 2nd Int. Conf. on Practical Aspects of Knowledge Management (PAKM'98), Basel, Oktober 1998.
- S. Decker, D. Brickley, J. Saarela, and J. Angele. A Query and Inference Service for RDF. In QL'98 - The Query Languages Workshop. W3C, 1998. <http://www.w3.org/TandS/QL/QL98/>.
- S. Decker, M. Erdmann, D. Fensel, and R. Studer, Ontobroker: Ontology-based Access to Distributed and Semi-structured Information. In: R. Meersman et al. (eds.), Semantic Issues in Multimedia Systems, Kluwer Academic Publisher, Boston 1999.
- S. Deerwester, S. T Dumais, G. W. Furnas, T. K. Landauer & R. Harshman: Indexing by Latent Semantic Analysis. Journal of the American Society for Information Science, 41(6), 391-407.
- A. Deutsch, M. Fernandez, D. Florescu, A. Levy, and D. Suciu: A Query Language for XML. Proceedings of Eighth International World Wide Web Conference (WWW'8), 1999.
- C. Fellbaum (ed.): WordNet: An Electronic Lexical Database and Some of its Applications. MIT Press, 1996.
- D.J. Foskett: Thesaurus. Encyclopaedia of Library and Information Science, 30, 416-462. Reprinted in: Sparck-Jones & Willett 1997.111-134.
- N. Friedman-Noy and M. Musen: An Algorithm for Merging and Aligning Ontologies: Automation and Tool Support. In: Proceedings of the Workshop on Ontology Management at Sixteenth National Conference on Artificial Intelligence (AAAI-99), Orlando, FL, July 1999.
- A. Ganter & R. Wille: Formal Concept Analysis: Mathematical Foundations. Springer, Berlin-Heidelberg 1999 (Translation of: Formale Begriffsanalyse: Mathematische Grundlagen. Springer, Berlin-Heidelberg 1996).
- B. Grosz, Y. Labrou, & H. Chan: A Declarative Approach to Business Rules in Contracts: Couteous Logic Programs in XML. In: Proceedings of the 1st ACM Conference on Electronic Commerce (EC-99), Denver, CO, Nov. 3-5, 1999, ACM Press, 1999.
- M. A. Hearst: Trends & Controversies: Mixed-initiative Interaction. IEEE Intelligent Systems 14(5): 14-23 (1999).
- J. Hefflin, J. Hendler and S. Luke: Coping with Changing Ontologies in a Distributed Environment. In: Proc. AAAI'99 Workshop Ontology Management, Orlando, FL, July 1999.
- J. Herbst: An Inductive Approach to the Acquisition and Adaption of Workflow Models. In: Proc. IJCAI-99 Workshop on Intelligent Workflow and Process Management - The New Frontier for AI in Business. August 1-2, 1999, Stockholm, Sweden.
- I. Horrocks, D. Fensel, J. Broekstra, S. Decker, M. Erdmann, C. Goble, F. van Harmelen, M. Klein, S. Staab, and R. Studer: The Ontology Inference Layer OIL, On-To-Knowledge EU-IST-10132 Project Deliverable No. OTK-D1, Free University Amsterdam, Division of Mathematics and Computer Science, Amsterdam, NL, 2000. Available from <http://www.ontoknowledge.org/oil>.
- IEEE Intelligent Systems – Special Issue Knowledge Management. IEEE Intelligent Systems 13, 3 (May/June 1998).

- Int. Journal of Human-Computer Studies – Special Issue Organizational Memory and Knowledge Management. *Int. J. of Human-Computer Studies* 51, 3 (1999).
- J. Jannink, P. Mitra, E. Neuhold, S. Pichai, R. Studer, G. Wiederhold: An Algebra for Semantic Interoperation of Semistructured Data. In 1999 IEEE Knowledge and Data Engineering Exchange Workshop (KDEX'99), Chicago, Nov. 1999.
- D.E. O'Leary: Knowledge-Management Systems: Converting and Connecting. Guest Editor's Introduction, *IEEE Intelligent Systems* 13, 3 (May/June 1998), 30-33.
- M. Lenz: Managing the Knowledge Contained in Technical Documents. In: U. Reimer (ed.). *PAKM-98: Proceedings of the Second International Conference on Practical Aspects of Knowledge Management*. Basel, CH, October 29-30, 1998.
- A. Maedche & S. Staab: Semi-automatic Engineering of Ontologies from Text. In: *Proceedings of the Twelfth International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering (SEKE'2000)*, Chicago, IL, July 2000.
- L. Morgenstern: Inheritance Comes of Age: Applying Nonmonotonic Techniques to Problems in Industry. In: *Proceedings of the Fifteenth International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI'97)*, Morgan Kaufmann, San Mateo, 1997.
- Th. Pirlein and R. Studer: Integrating the Reuse of Commonsense Ontologies and Problem-Solving Methods. *Int. Journal of Expert Systems* (2000), in press.
- G. Probst, S. Raub, & K. Romhardt: *Wissen managen*. Gabler, Wiesbaden, 1997.
- J. Robie, J. Lapp, and D. Schach: XML Query Language (XQL), *Proceedings of the W3C Query Language Workshop (QL-98)*, Boston, MA, December 3-4, 1998. <http://www.w3.org/TandS/QL/QL98/pp/xql.html>.
- U. Reimer, A. Margelisch, & M. Staudt: A Knowledge-Based Approach to Support Business Processes. *Journal of Knowledge-based Systems*. Elsevier, September 2000 (to appear).
- S. Staab, J. Angele, S. Decker, A. Hotho, A. Maedche, H.-P. Schnurr, R. Studer, Y. Sure: Semantic Community Web Portals. In: *WWW9 - Proceedings of the 9th International World Wide Web Conference*, Amsterdam, The Netherlands, May, 15-19, 2000, Elsevier.
- S. Staab, M. Erdmann, A. Maedche and S. Decker: An Extensible Approach for Modeling Ontologies in RDF(S). Internal Report 401, Institute AIFB, University of Karlsruhe.
- S. Staab, A. Mädche, C. Nedellec, P. Wiemer-Hastings (eds.): *Ontology Learning*. *Proceedings of the ECAI-2000 Workshop*. Berlin, August 25, 2000.
- S. Staab and H.-P. Schnurr: Smart Task Support through Proactive Access to Organizational Memory. *Journal of Knowledge-based Systems*. Elsevier, September 2000.
- R. Studer, D. Fensel, S. Decker and V.R. Benjamins: Knowledge Engineering: Survey and Future Directions. In: F. Puppe (ed.): *Knowledge-based Systems: Survey and Future Directions*, *Proceedings of the 5th German Conf. on Knowledge-based Systems*, Wuerzburg, March 1999, *Lecture Notes in Artificial Intelligence (LNAI)*, vol. 1570, Springer-Verlag, 1999.
- F. van Harmelen and J. van der Meer: WebMaster: Knowledge-based Verification of Web-pages. In: *Proc. 2nd Int. Conf. on the Practical Applications of Knowledge Management (PAKeM'99)*, London, April 1999.
- K. Whittingham, M. Stolze, & H. Ludwig: The OpenWater Project – A Substrate for Process Knowledge Management Tools. In: Staab & O'Leary (eds.): *Bringing Knowledge to Business Processes*. *Workshop in the AAAI Spring Symposium Series 2000*. Stanford, March 20-22, 2000. Technical Report, AAAI 2000.

# **12. „Nicht-explizites Wissen“ – Die Position der Arbeits- und Organisa- tionspsychologie**

**Prof. Dr. phil. Theo Wehner**

Eidgenoessische Technische Hochschule (ETH) Zürich

Institut für Arbeitspsychologie (IfAP)

Nelkenstr. 11

CH-8092 Zürich

Tel. 0041-1-632-70 88

Fax 0041-1-632-1186

[wehner@ifap.bepi.ethz.ch](mailto:wehner@ifap.bepi.ethz.ch)

## 12.1 Vorbemerkung

Das Generalthema: „*Nicht – explizites Wissen – noch mehr von der Natur lernen* –“ wird von der unterzeichnenden Forschungsgruppe<sup>14</sup> vorrangig für die *Arbeits- und Organisationspsychologie* bearbeitet, wobei Verbindungen zu anderen angewandten Fächern (Pädagogische Psychologie, Berufspädagogik etc.) als auch zur Allgemeinen Psychologie aufgezeichnet werden. Wir legen den folgenden zusammenfassenden Text und vier vertiefende Anlagen vor.

Die Anlagen vertiefen die arbeitspsychologischen Themen (*Erfahrung und Wissen; Intuitives Handeln; das Management von betrieblichem Wissen*). Zusätzlich bieten wir eine Literaturübersicht (Anlage 4) an.

## 12.2 Zwei grundsätzliche Fragen zum Thema

Die klassische Arbeits- und Organisationspsychologie hat Vorgänge des Lernens, der Fertigkeitentwicklung oder der Wissensanwendung sowie Erfahrungsbildung; kurz: der Aneignung und Bewältigung von Arbeitsanforderungen, primär auf einer quantifizierbaren und prüfbar-leistungs- sowie resultatsbezogenen Ebene betrachtet. Qualifizierungsprogramme, Trainingskonzepte, Weiterbildungsmaßnahmen und Lernstrategien setzen ebenfalls auf der genannten Ebene an und lassen damit vielfach qualitative Fragen sowie spezifische Phänomene außer Acht und produzieren letztlich *Phänomenüberhänge* (die Alltagsbeobachtung ist reicher als die Verwissenschaftlichung derselben).

Will man das hier gestellte *Generalthema* bearbeiten und aus der Arbeits- und Organisationspsychologie heraus befruchten, so sind mindestens zwei (dort häufig nicht eingenommene) Perspektiven zu berücksichtigen. Es ist zu fragen:

1. Was geschieht, bevor Problemanforderungen mit logisch begründbaren Wissensäußerungen auf der - beliebig oft reproduzierbaren - Leistungsebene beantwortet werden, der Handelnde aber dennoch das Gefühl eines schöpferischen Tätigseins und Könnens bereits empfindet?
2. Was geschieht, nachdem man eine Tätigkeit gelernt hat und erst im Laufe der Zeit (während der Bildung praktischer Erfahrung) den Eindruck gewinnt, sie effektiver, virtuos und d.h. auch subjektiv befriedigender zu beherrschen?

Während sich die erste Frage (überspitzt formuliert) auf das *sous-reale* Können bezieht, und das intuitive Handeln oder das „mythische“ Denken zu erfassen versucht, bezieht sich die zweite Frage auf das *sur-reale* Erleben und berücksichtigt das, was unter hoher Expertise (wenn nicht gar unter Weisheit) verstanden wird. Beide Male geht es aber auch um das, was in der Literatur unter *optimal* (oder besser: *autotelic*) *experience* beschrieben wird und als Flow-Phänomen (s.u.) diskutiert, derzeit jedoch noch nicht für die Wissenspsychologie aufbereitet wurde.

## 12.3 Drei Standpunkte des Impliziten im Wissen

Vorwegnehmend lässt sich grosso modo feststellen, dass in der Arbeitspsychologie das gestellte Thema als „*nicht expliziertes Wissen*“ auftaucht, wobei jedoch – und dies ist auch die Position unserer Forschungsgruppe – von einem Wissenstyp „symbolischer Natur“ ausgegangen wird. Während ein Großteil der ar-

---

<sup>14</sup> Mitglieder der Forschungsgruppe: Christoph Clases, Wibke Derboven, Michael Dick, Christel Kumbruck, Tanja Manser, Karin Moser, Mira Ch. Waibel, Theo Wehner.

beits- und organisationspsychologischen Modelle postuliert, dass das jeweils nicht explizierte Wissen durch die zur Verfügungstellung von Methoden (der Forschungsauftrag an die Psychologie) durchaus in explizit formulierbares Wissen transformiert werden kann, heben vereinzelte Forschergruppen hervor, dass es sich um einen eigenständigen Wissenstyp handelt und das zwischen explizitem und implizitem Wissen unter Umständen eine *Ungleichung* besteht; eine Transformation ist nicht ohne „Rest“ möglich. Dabei kann vorab weiter festgehalten werden, dass die Arbeits- und Organisationspsychologie annimmt, dass im (routinisierten, automatisierten) Handeln ein Grossteil von *nicht bewusstseinspflichtigem* Wissen zur Anwendung kommt, es aber grundsätzlich auch möglich ist, diese Wissensbestände (im Störfall oder bei veränderten Anforderungsstrukturen) *bewusstseinsfähig* zu machen. Dabei wird der Weg der Automatisierung oder Gewohnheitsbildung primär als Lernprozess beschrieben, wobei einige Forschergruppen zu überprüfen versuchen, dass das nicht-explizit anwendbare Wissen durch spontane Ordnungsbildungsprozesse, Selbstorganisationsvorgänge und historisch gewordene Zusammenhänge (Situiertheit) entstanden ist und keinesfalls nur über instruktionsgeleitetes Lernen angeeignet werden kann.

Wir finden im Kontext der Arbeits- und Organisationspsychologie somit eine Forschungslage vor, die sich durch eine starke Fokussierung auf symbolisch vermittelte und kognitiv-rational moderierte Aspekte menschlichen Lernens und Wissens kennzeichnen lässt mit - zumeist impliziter - Referenz zu der in der Kognitiven Psychologie in zunehmendem Maße umstrittenen „physical symbol systems hypothesis“, die den Menschen als informations-, oder besser: symbolverarbeitendes System zu beschreiben versucht (Newell & Simon, 1972). Somit kann man in der Arbeits – und Organisationspsychologie von einer deutlichen Minorität von ForscherInnen ausgehen, die sich mit nicht-symbolisch vermittelten Ebenen menschlichen Wissens beschäftigen.

Jedoch sollte unseres Erachtens über die bloße Gegenüberstellung explizites/symbolisch-vermitteltes Wissen einerseits und implizit/ nicht-symbolisch vermitteltes Wissen andererseits hinausgegangen werden. Zumindest auf seiten der ForscherInnen, die sich mit der Untersuchung symbolisch vermittelten Wissens beschäftigen, hat das „Implizite“ auch seinen Platz, und zwar in Form des nicht expliziten Anteils an der Bedeutungsgenerierung von subjektiver Welterfahrung. In diesen Ansätzen ist die Annahme von „Implizit-Symbolischem“ von zentraler Bedeutung. Implizites und Explizites werden hier weder dichotomisiert noch als „ohne Rest“ ineinander überführbar konzipiert, sondern vielmehr – wie bereits Polanyi *explizit* hervorgehoben hat – als „zwei Seiten einer Medaille“. In der Arbeits- und Organisationspsychologie begegnen uns somit (mindestens) drei Gestalten des Impliziten im Wissen:

1. Implizites Wissen als nicht-symbolisch einholbares Wissen, dass aus epistemologischer Perspektive grundsätzlich eine qualitativ unabhängige Prozessebene darstellt.
2. Implizites Wissen als „Können“, welches sich vor allem auf die sensu-motorische Ebene bzw. die Ebene operativer Abbildsysteme bezieht (verbunden mit der Prämisse, dass die Explizierung dieses Wissens - seine Symbolisierung - potentiell möglich ist).
3. Implizites Wissen als im Symbolischen immer schon aufgehobenes, ja dieses geradezu ermöglichende Wissen, welches als sozio-kulturell (allerdings nicht nur symbolisch, sondern z.B. auch mimetisch!) vermittelt interpretiert wird. Implizites Wissen wird hier als das die Konstruktion des Expliziten Ermöglichende – und potentiell auch De-Konstruierende (Brüchigkeit und Logiken von Narrationen, Widersprüchlichkeit von subjektiven Theorien und Konstruktsystemen etc.) – gesehen.

## 12.4 Das Thema im Kontext psychologischer Modellvorstellungen

Versucht man das Generalthema auf der Ebene psychologischer Modellvorstellungen zu identifizieren, so lässt sich ebenfalls konstatieren, dass eine Betrachtung auf subsymbolischer Ebene nicht zu finden ist. Es überwiegen zwei- und drei-Ebenenmodelle: die Tätigkeitstheorie (s. Abb. 1) analysiert *Motive*, *Ziele* und *Bedingungen* menschlichen Tätigseins (Hacker, 1992, 1998; Volpert, 1999). Mit dem Begriff Tätigkeit werden auf kulturell-symbolischer Ebene die gesellschaftlichen *Motive* angesprochen, die in einem spezifischen Arbeitssetting verfolgt werden. Handlungen beziehen ihre Dynamik durch die subjektiv verfolgten, potentiell explizierbaren *Ziele*. Die im Handeln sich manifestierenden Operationen lassen sich durch ihre - allein der nachträglichen Reflexion zugängliches - Bezogenheit auf lebensweltliche *Bedingungen* kennzeichnen.

Die Analyseebenen eines Tätigkeitssystems („*activity system*“) können mit Gewinn auf den Definitionshinweis von Wissen durch Nonaka und Takeuchi (1997) bezogen werden, dass wir es nämlich beim (impliziten) Wissen sowohl mit Werten und Motiven (beliefs), als auch mit zielorientierten Handlungen (actions) und auf der Ebene der Operationen auch mit ganz grundlegenden, bedeutungsgenerierenden Prozessen (meaning) zu tun haben.

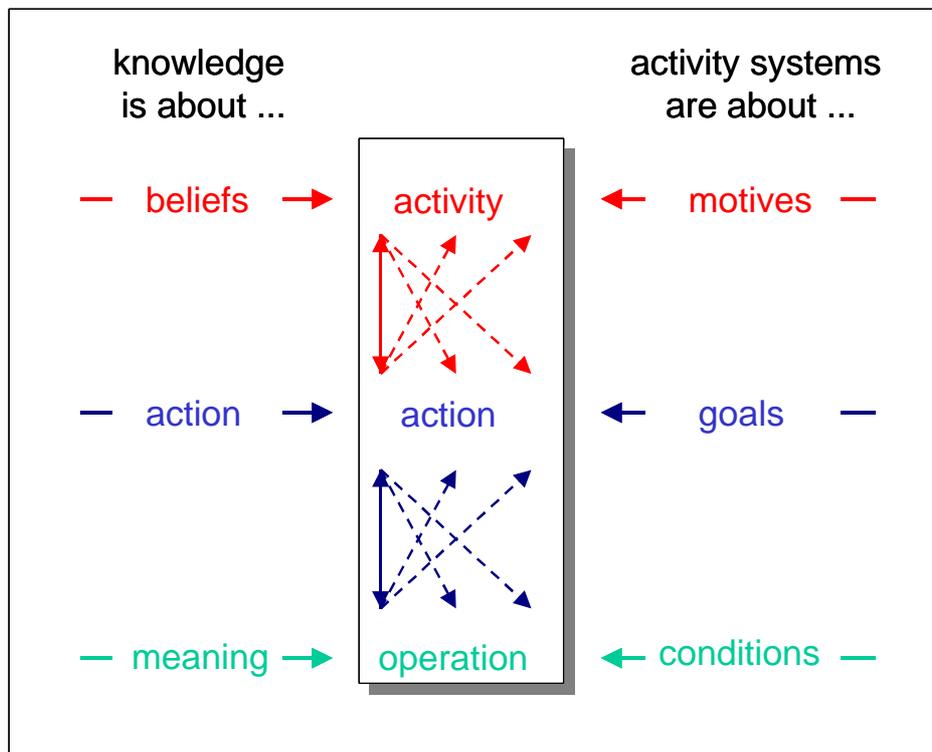


Abb. 1 Drei-Ebenen-Modell der Tätigkeitstheorie

Die eher kognitiv orientierten Modellansätze unterscheiden zwischen *skill-*, *rule-* und *knowledge-based* behaviour (Reason, 1990) und haben sowohl hierarchisch als auch heterarchisch arbeitende Regulationsmodelle identifiziert und zu beschreiben versucht. Bei den, an zwei Modi orientierten Modellen ist jenes von Böhle (1989) hervorzuheben. Zumindest in diesem Ansatz wird auf der Ebene *subjektivierenden* Handelns (im Gegensatz zum *objektivierenden* Handeln) davon ausgegangen, dass hier weder bewussteinsfähige noch bewussteinspflichtige Erfahrungen in der praktischen Tätigkeit (der erfahrungsgeleiteten Arbeit) umgesetzt werden.

Einzig mit der Auffassung der Psychoanalyse vom *Primär-* und *Sekundärvorgang* (die Unterscheidung ist in der akademischen Psychologie völlig ignoriert worden)

kommen wir in den Bereich der Wechselwirkung zwischen subsymbolischen und symbolischen Verarbeitungsprozessen. Freud bezeichnete die Arbeit des Unbewussten (im Traum und im intuitiven Handeln) deshalb als *Primärvorgang*, da er dem Menschen von Anfang an gegeben ist, während sich der *Sekundärvorgang* erst im Laufe der Sozialisation herausbildet und die *Primärprozesse* überlagert. Für das „Es“-bestimmte bildhafte *Primärdenken* sind *Assoziationen*, *Imaginationen* und *Phantasien* – die mit eigentlich zensiertem Material umgehen – typisch; objektives Urteilen und Realitätsprüfung kennzeichnen hingegen den „Ich“-orientierten *Sekundärprozess*. Während Freud die beiden Modi als Gegensätze sah und sie weniger für die kreative Nutzung und Neuschöpfung als für die Traumdeutung (die Verarbeitung neurotisch verdrängten Materials) diskutierte, verweisen psychoanalytisch orientierte Kreativitätsforscher (s. etwa Bloch, 1964) auf die Möglichkeit, dass das Unbewusste für das Handeln nicht nur regressiv, sondern auch progressiv genutzt werden könne. Neues (bei Bloch die Utopien), das noch nicht unzensiert gedacht und noch nicht logisch begründet werden kann, wird durch kurzfristiges Eintauchen in den *Primärprozess* entwickelt; wobei der Progression grundsätzlich eine Phase der Regression vorausgegangen ist.

Die Mechanismen der *Verschiebung*, *Verdichtung* und *Überdeterminierung* des *primärprozesshaften* Denkens werden in Rekonstruktionen schöpferischer Leistungen immer wieder berichtet. Berühmt ist etwa das Beispiel von Henry Poincaré, (vgl. Kumbruck, 1990) welcher die sogenannten „*séries théafuchsiennes*“ (automorphe Funktionen), durch eine Eingebung des Unbewussten fand:

Ich hatte schwarzen Kaffee getrunken und konnte nicht schlafen. Vorstellungen kamen mir haufenweise. Ich merkte, wie sie zusammenstießen, bis einzelne Paare sich sozusagen einhängten, um eine stabile Verbindung einzugehen. Es kommt einem in solchen Fällen vor, als ob man bei seiner eigenen unbewussten Arbeit anwesend wäre. Die unbewusste Arbeit macht sich dem übererregten Bewusstsein teilweise bemerkbar, ohne jedoch ihren Charakter zu verlieren. Bei solchen Gelegenheiten ahnt man den Unterschied in den Arbeitsweisen der beiden Subjekte. (1927, 49 ff.).

Eine ähnliche Erfahrung (um zumindest ein zweites Beispiel aufzuführen) machte auch der Mathematiker Karl F. Gauss, der diese in einem Brief beschreibt:

Endlich vor ein paar Tagen ist es gelungen – aber nicht meinem mühsamen Suchen, sondern bloß durch Gnade Gottes, möchte ich sagen. Wie der Blitz einschlägt, hat sich das Rätsel gelöst; ich selbst wäre nicht im Stande, den leitenden Faden zwischen dem, was ich vorher wusste, dem, womit ich die letzten Versuche gemacht hatte und dem, wodurch es gelang, nachzuweisen (Gauss, 1981, 25).

Will man nicht expliziertes Wissen zum Forschungsgegenstand machen, so sollten Forschungsprojekte der „akademischen“ Psychologie einerseits auch an der Weiterentwicklung psychoanalytischen Gedankenguts anknüpfen und eine weitere Ausgrenzung beenden. Andererseits sollten zukünftige Forschungsvorhaben allgemein-psychologische Ansätze aufgreifen und für das Wissensthema fruchtbar machen. Einen solchen Versuch unternehmen wir im folgenden für das *Flow-Erleben* und die *Methaphernanalyse*.

## 12.5 Flow als Ausdruck impliziten Wissens? Ein erster neuer Zugang

Das *Flow-Phänomen* (Csikszentmihalyi & Csikszentmihalyi, 1991) bezieht sich primär auf die Beschäftigung mit Tätigkeiten, die allem Anschein nach ihren Anreiz in sich selbst tragen und scheinbar nicht über die Handlungsergebnisse oder über Verstärkungen zusätzlich motiviert werden. Dabei gilt, dass neuere Studien zeigen konnten, dass das Auftreten von Flow-Erleben sogar häufiger in Arbeits-

als in Freizeitaktivitäten zu finden ist. Bis dato werden die im Flow-Erleben eventuell vorliegenden Wissens- und Erlebnisaspekte (optimal, autotelic experience) noch wenig berücksichtigt; d.h. es wird nicht analysiert, ob Flow-Erleben sich auf Wissensgenerierung, Wissensrepräsentation und Wissensbewertung; kurz: auf die Expertise der handelnden und erlebenden Personen auswirken. Meist wird zur Erläuterung des Flow-Begriffs lediglich auf Listen von Merkmalen, die den Zustand charakterisieren, zurückgegriffen. So schreiben etwa Csikszentmihalyi und Rathunde, 1992, 60: „die Tätigkeit hat klare Ziele und liefert unmittelbaren Feedback über den Erfolg des Tuns; sie wird als anforderungsreich erlebt, wobei man sich den Anforderungen aber gewachsen fühlt („Challenges = Skills“); Handeln und Bewusstsein verschmelzen; man ist auf die Tätigkeit konzentriert, alles andere, auch Sorgen und Ängste, haben im Bewusstsein keinen Platz; entsprechend ist der Zustand (auch) mit Selbst- und Zeitvergessenheit verbunden; Tätigkeiten, welche mehrere dieser Erlebnismerkmale vermitteln, machen Freude und werden autotelisch, d.h. werden auch um ihrer Selbst willen ausgeführt“. Da Flow-Erleben (wie die neuesten Studien von Schallberger und Pfister, 2000 zeigen), häufiger in Arbeits- als in Freizeitaktivitäten vorzufinden ist, primär jedoch die hohen Anforderungen und weniger das hohe Können, welches für Flow-Erleben ebenfalls charakteristisch ist, durch Einschätzungsskalen überprüft wurde, sollte in einem wissensorientierten Forschungsprogramm das Flow-Erleben primär aus der Könnensperspektive heraus redefiniert und neu konzeptualisiert werden. Neben den Auslösebedingungen wären damit vor allem die Wissensveränderungsaspekte und Repräsentationsebenen zu untersuchen. Damit gehen wir davon aus, dass im Flow-Erleben nicht nur positive Emotionen im Arbeitsprozess (Briner, 1999; Pekrun & Freese, 1992) oder das noch ältere Konzept der Arbeitsfreude (Münsterberg, 1912) sondern nicht expliziertes Wissen zum Ausdruck kommen könnte. Damit wäre Flow nicht mehr nur eine zentrale Quelle von Freude und Glück (Csikszentmihalyi, 1999), sondern auch eine Wissensquelle.

Warum der hier hervorgehobene Aspekt nicht ins Bewusstsein der Forscher innerhalb der Flow-Psychologie getreten ist, hängt sicher mit der Art der Operationalisierung und den Messmethoden zusammen. Um Flow-Zustände zu erfassen, wurden meist Listen, wie sie oben bei der Erläuterung des Flow-Phänomens beschrieben wurden, zur Beantwortung vorgelegt oder es wurden Untersuchungspersonen im Rahmen eines signalkontingenten Zeitstichprobenverfahrens gebeten, im Laufe einer Woche und mehrmals täglich die aktuellen Tätigkeiten und das jeweilige Befinden (nicht aber zusätzlich auch die jeweilige Qualität des Handlungsergebnissen, oder die Veränderungen in der Einschätzung der Expertise) zu beschreiben.

## **12.6 Habitus und Metaphernanalysen: Weitere vielversprechende Zugänge**

Neben der Intuition und dem Flow-Erleben als eher innerpsychische Vorgänge die auf implizites Wissen verweisen, muss im Zusammenhang mit dem gestellten Generalthema zumindest noch über den Habitusbegriff und die Metaphernanalysen gesprochen werden.

Die kulturelle, historische und biographische Eingebundenheit habituellen Handelns und metaphorischen Sprechens macht es möglich, dass diese Prozesse unbewusst zumindest ohne bewusste Aufmerksamkeitslenkung ablaufen. Unter Habitus versteht man eine dauerhafte und übertragbare Disposition, die für den Handelnden als strukturierendes Muster fungiert und sowohl als Ordnungs- als auch als Erzeugungsgrundlage für imaginatives und praktisches Handeln angesehen werden kann. Die Ordnungsmuster konstituieren sich im Kontext unserer

Handlungsbedingungen und gewährleisten in Gestalt von Wahrnehmungs-, Denk- und Problemlöseschemata die Kontinuität von Praxis im Zeitverlauf sicherer als dies formale Regeln, explizite Normen und Gewohnheitshandlungen zu tun in der Lage wären (Bourdieu, 1987).

Damit ähnelt der Habitusbegriff in vielfacher Hinsicht dem Metaphernbegriff, denn auch dieser wird als handlungsorganisierendes System angesehen. In beiden Ansätzen wird davon ausgegangen (vgl. Schachtner, 1999), dass Wissen und Praxis nicht als zwei voneinander isolierbare Konzepte betrachtet werden, sondern als zusammengehörige Aspekte einer Kompetenzeinheit: „Im Wissen ist Praxis enthalten und in der Praxis Wissen“ (23). Habitus- und Metapherngebrauch sind damit „unbegrenzte Fähigkeiten in völliger (kontrollierter) Freiheit Hervorbringungen (bspw. Gedanken, Wahrnehmungen, Handlungen) zu erzeugen, die stets in den historischen und sozialen Grenzen ihrer Erzeugung liegen (Bourdieu, 1987, 103).

Um das hier gestellte Generalthema zu bearbeiten ist es sinnvoll, methodische Konzepte für beide Kompetenzfelder zu erarbeiten. Für die Metaphernanalysen sind hier erste Ansätze getan (Schachtner, 1999, Moser, 2000). Schachtner zeigt, dass in der ärztlichen Praxis ständig Metaphern generiert werden und ärztliche Praxis letztlich auf der Basis von Metaphern beruht. „Sie liefern Orientierungen und Leitlinien, sie lenken die Aufmerksamkeit und setzen Prioritäten im ärztlichen Handeln (44).

Bereits in der, die Metaphernforschung initiiierenden Arbeit von Lakoff und Johnson, (1988) wird davon ausgegangen, dass Metaphern unser gesamtes tägliches Leben durchdringen. Damit wird gleichzeitig behauptet, dass Metaphern sich nicht nur in der Sprache, sondern auch in unserem Denken und Handeln, letztlich in der Praxis zeigen. Sie strukturieren, was wir wahrnehmen, wie wir uns in der Welt bewegen und wie wir uns auf andere Menschen beziehen. Wenn wir z.B. sagen: „Ich will meinen Weg finden, dann heißt das – so es nicht wörtlich gemeint ist - , ich will nicht ziellos umherlaufen, ich will mich nicht verirren, ich setze mir ein Ziel“ (Schachtner, 1999, 17). Bereits Lakoff und Johnson nannten als Entstehungsgrundlage für metaphorisches Denken und Handeln die lebensweltliche Erfahrung, die sich herstellt in der verbalen und non-verbalen Interaktion des Subjekts mit seiner sozialen und gegenständlichen Umwelt. „Die Genese orientierender Metaphern basiert wesentlich auf unserer Kompetenz, uns in dieser Welt als leibliche Wesen zu bewegen und dabei Erfahrungen mit dem Oben und Unten oder dem Davor und Dahinter zu machen“ (Schachtner, 1999, 21). Damit sind Metaphern zwar das Produkt individuellen Erfahrungswissens, wobei dieses jedoch innerhalb einer Kultur immer nur die dort geltenden Bilder zugänglich macht, „Bilder, die sich sowohl in der Sprache als auch in materiellen Vergegenständlichungen, wie Werkzeugen und Kunstwerken manifestieren“. Besonders in der Arbeit von Schachtner kann gezeigt werden, dass die aus den Texten sich herauschälenden metaphorischen Konzepte – ob sie den Ärztinnen bewusst waren oder nicht – Produkte ihre kognitiv-emotionalen Verarbeitung von Erfahrung und somit ein Bestandteil ihrer Subjektivität und ihrer Erfahrungsgenese sind. Es wäre überaus lohnend, die Metaphernanalyse zu nutzen, um implizite Wissensstrukturen verstehen und freilegen zu können. Im Zusammenhang mit der Analyse impliziten Wissens ginge es dabei weniger um ein erweitertes, tiefenhermeneutisches Verstehen täglicher Praxis (z.B. von Ärzten, Supervisoren oder Psychotherapeuten; vgl. Buchholz, 1993) sondern um die Generierung von Wissen und die Transformation von Erfahrung in kollektiv zugängliche Wissensstrukturen.

## 12.7 Arbeitspsychologische Forschungsmethoden

Wie bereits mehrfach hervorgehoben, lässt sich in der klassischen arbeitspsychologischen Forschung keine originäre Thematisierung des Generalthemas finden. Der Topos Wissen selbst wird entweder explizit unter Referenz auf allgemein-psychologische Forschungstraditionen bearbeitet oder betritt die Bühne quasi wieder „durch die Hintertüre“: und dies in verschiedenen prominenten Konzeptionen, die durchaus einen elaborierten Begriff von der (subjektiven) „Redefinition“ von Arbeitsaufgaben haben (vgl. z.B. die frühen Arbeit von Hackman, 1969). Allerdings muss festgehalten werden, dass zu dieser theoretisch bedeutsamen, subjektorientierten Bestimmung kein elaboriertes, methodisches Instrumentarium entwickelt worden ist. Vielmehr lässt sich die Arbeitspsychologie vor allem durch einen *bedingungsbezogenen* Methodenkanon kennzeichnen (vgl. etwa Strohm & Ulich 1997). Dies gilt sowohl für die, durch den sozio-technischen Systemansatz beeinflussten Hauptströmungen der Arbeitspsychologie, als auch für die Handlungsregulationstheorie. Im folgenden wollen wir zumindest eine Forschungsmethodik ansprechen, die - durch eine dezidierte Subjektorientierung - dazu beitragen kann, das „stillschweigende“ Wissen sichtbar und kommunizierbar zu machen.

Zur Orientierung und besseren begrifflichen Bestimmung möglicher weiterer Felder, greifen wir erneut auf die in der kulturhistorischen Tätigkeitstheorie geläufige Unterscheidung von *Tätigkeit*, *Handlung* und *Operation* zurück (Leontjew 1979). Vor diesem konzeptionellen Hintergrund kann für eine ebenenspezifische Methodologie argumentiert werden, um die Gegenstandsadäquatheit der spezifischen Forschungsmethoden einschätzen zu können.

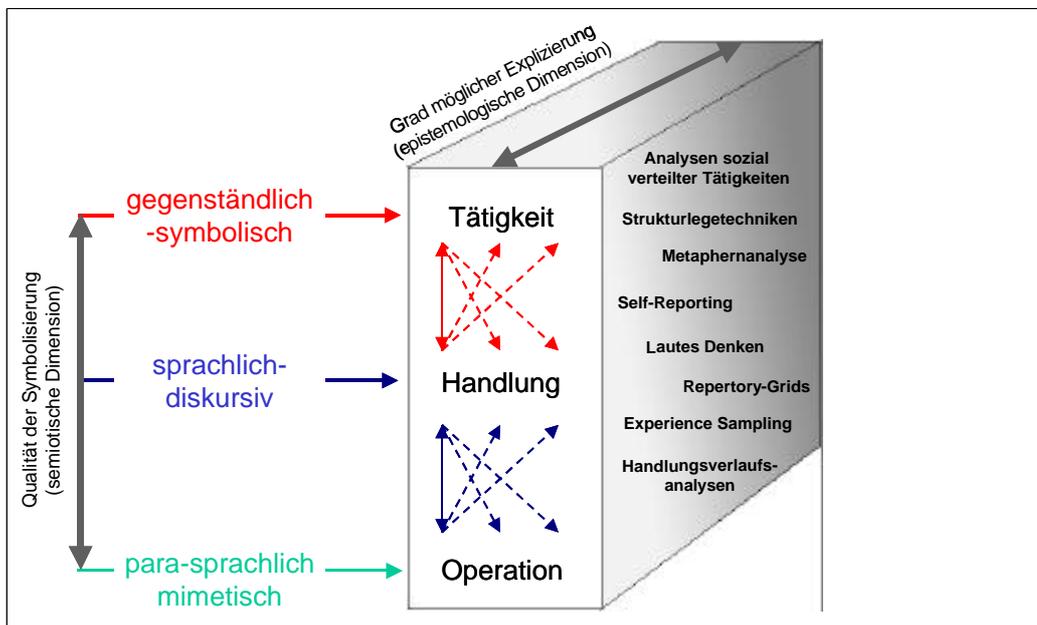


Abbildung 2: Ebenenspezifik (arbeits-) psychologischer Forschungsmethoden

In der Abbildung 2 sind verschiedene in der Arbeitspsychologie wohlbekannte aber auch weniger genutzte Methoden zur Analyse nicht-expliziten Wissens aufgetragen. Als Orientierung dienen die drei Ebenen der Tätigkeitstheorie unter semiotischer Differenzierung betrachtet (s. Raeithel, 1998). Mit der Tiefe des Raums wird angedeutet, dass der Grad der möglichen Explizierung – abhängig vom Untersuchungsgegenstand – auf allen drei Ebenen deutlich variieren kann. So ist die *Analyse sozial verteilter Tätigkeiten* mit Hilfe der *sozio-technischen Systemanalyse* sicherlich eine wohlbekannte und erprobte Methodik, um hand-

lungswirksame, überindividuelle betriebliche Strukturen sichtbar zu machen. Wir haben diese Methodik daher in der Abbildung 2 als vermittelnd zwischen der Ebene der Tätigkeit und der Handlungsebene angesiedelt. *Strukturlegetechniken*, *Metaphernanalysen* und *Introspektionsmethoden (self-reporting)* sind ebenfalls hier einzuordnen. Demgegenüber vermitteln die *Methode des lauten Denkens*, die *Repertory-Grids* (s.u.), der *Stimulated Recall*, *Experience Sampling Methods* (eingesetzt zur Untersuchung von Flow), sowie *Handlungsverlaufsanalysen* (vgl. Manser, Wehner & Rall, 2000) zwischen der Handlungsebene und der Ebene der nicht mehr bewusstseinspflichtigen Operationen.

Das hier wiederholt vorgetragene Plädoyer für die Notwendigkeit einer stärkeren Subjektorientierung im Kontext des Themas soll nun noch durch nähere Ausführungen zur der, von unserer Arbeitsgruppe in verschiedenen Arbeiten eingesetzten, *Repertory-Grid-Methodik* vertieft werden. Diese Methodik basiert auf einem bekannten psychologischen Prinzip: dem assoziativen Ähnlichkeitsvergleich. Menschen sind in der Lage - spontan und intuitiv - zwischen verschiedenen *Elementen* ihrer Lebenswelt erfahrungsbasiert und nicht notwendigerweise in sprachlich-begrifflicher Form (Un-) Ähnlichkeitsbeziehungen herzustellen.

Die Interview-Technik des „(Role-Construct) Repertory-Grid“ - im weiteren kurz Rep-Grid genannt - geht auf den klinischen Psychologen G.A. Kelly (1955) zurück und basiert auf einer ausgearbeiteten psychologischen Rahmentheorie, der „*Psychologie der persönlichen Konstrukte*“. Kelly ging davon aus, dass sich die zentralen Denkweisen des Menschen auf der Basis eines aktiven, jedoch nicht unbedingt bewusstseinspflichtigen Konstruktionsprozesses vollziehen: Der Mensch bringt - so kann es auch anders formuliert werden - die für ihn wichtigen Bedeutungen im Laufe einer lebenslangen Lerngeschichte selbst hervor und verdichtet sie in einem *persönlichen Konstruktsystem*. Dieses Konstruktsystem bildet eine komplexe kognitive Struktur, auf deren Basis sich der Mensch eine für ihn bedeutungsvolle, sozial geteilte Lebenswelt schafft, sich in dieser Welt orientiert, entscheidet, handelt und Bewertungen vornimmt. Individuelle Konstruktsysteme bilden somit die Grundlage, auf der sich Menschen ihre persönliche, subjektive Theorie über die soziale Welt bilden. Da sie zugleich auch ein System von Erwartungen über zukünftige Ereignisse darstellen, wirken Konstruktsysteme nicht nur orientierungs- sondern auch handlungsleitend (Bannister & Fransella, 1986). Ein Konstruktsystem besteht aus subjektiv relevanten Unterscheidungen, den *Konstrukten*, die von uns auf verschiedenste Personen, Rollen, Situationen und Gegebenheiten des Alltags - in der Sprache des Rep-Grids sind dies die *Elemente* - angewendet werden. Die Methodik des Rep-Grid (vgl. Scheer & Catina 1993) zielt nun darauf ab, die *persönlichen Konstrukte*, mit denen Menschen einen besonderen Ausschnitt ihrer Lebenswelt beschreiben, in ihrem *Systemzusammenhang*, d.h. als *Konstruktsystem* zu erfassen.

Jedes Grid besteht aus zwei zentralen Komponenten: den Elementen sowie den Konstrukten. Die *Elemente* des Grids umreißen den Problem- oder Fragebereich des Interviews. Die *Konstrukte* werden vom Interviewpartner formuliert und stellen dessen intuitive Unterscheidungen hinsichtlich der Ähnlichkeit oder Unterschiedlichkeit der Elemente dar. Jedes *Konstrukt* wird sodann in der Sprache der Interviewpartner als eine subjektiv relevante Unterscheidung zwischen Elementen aus dem Problem- und Fragebereich formuliert (z.B. „angenehm vs. unangenehm“, „aktiv vs. passiv“, etc.). Die Rep-Grid-Technik bewegt sich – methodologisch betrachtet – auf der Grenze zwischen qualitativer und quantitativer Sozialforschung. Sie erlaubt die *kooperative Modellierung* (Raeithel, 1998) von Sichtweisen und Einschätzungen der relevanten Aspekte eines Problembereichs aus der Perspektive unserer Interviewpartner.

Indem mit dem Rep-Grid bedeutsame Elemente eines Problem- oder Fragebereichs auf ihre subjektiv wahrgenommene Ähnlichkeit untersucht werden, unter-

stützt die Methode das Sichtbarmachen von bedeutsamen *Unterscheidungen*, auf denen alltägliche *Handlungsentscheidungen* beruhen. Von daher wird die Methode auch eingesetzt, um implizites Wissen - als individuell bedeutsame, nicht bewusstseinspflichtige Unterscheidungen - kommunizierbar zu machen (Gaines and Shaw, 1992).

## 12.8 Die Forschungslandschaft

Kommen wir abschließend zur Forschungssituation. Die 1994 abgeschlossenen (bmb+f geförderten) Forschungsprojekte zum *erfahrungsgeleiteten Arbeiten* (ISF-München (Soziologie); Gesamthochschule Kassel (Arbeitswissenschaft); Universität Hamburg (Arbeitspsychologie)) sind dem hier zu diskutierendem Generalthema sicher am nächsten gekommen. Dennoch haben die Projekte keine genuin psychologischen Methoden zur Untersuchung nicht expliziten Wissens hervorgebracht. Ihre Schwerpunkte lagen auf der Erarbeitung von Gestaltungshinweisen z.B. für CNC- und CAD-Technologien (vgl. hierzu die Arbeiten der Gruppe um F. Böhle).

Im Schwerpunktprogramm *Wissen und Handeln* (DFG) werden zwar auch arbeitspsychologische Projektanträge bearbeitet, das hier zu behandelnde Generalthema jedoch wird ebenfalls nicht angegangen; gleiches gilt für den DFG-Schwerpunkt „*Netzbasierte Wissenskommunikation in Gruppen*“, kognitiv orientierte Wissenspsychologie und instruktionspsychologische Ansätze des Lernens bilden hier den Schwerpunkt.

Auf europäischer Ebene hat eine Recherche ebenfalls keine einschlägigen Forschungsprogramme jedoch einzelne Forschungsprojekte identifiziert: mit dem Terminus des *Arbeitsprozesswissens* (in der BRD durch PD M. Fischer vom ITB der Universität Bremen vertreten; vgl. hierzu ausführlich <http://www.man.ac.uk/education/euwhole/lrbib.htm>) wird das Generalthema zwar nicht abgedeckt, jedoch fokussiert. Auch vereinzelte Forschungsarbeiten zur Genese sozialen Wissens (in der BRD durch PD B. Grüter von der TU Berlin vertreten) streifen das Thema. Das Gleiche gilt für einzelne Forschungsprojekte zu Problemlöse- und Konstruktionstätigkeiten (Hacker, Sachse in Dresden). In diesen Projekten wird immer wieder auf implizite Wissensanteile hingewiesen, die Projektnehmer haben jedoch noch keine spezifischen Methoden vorgelegt (dies gilt auch für die allgemein- und problemlösepsychologische Herangehensweise der Dörner-Gruppe aus Bamberg). Auf theoretischer Ebene hat sich E.G. Newweg (1999) aus Graz am intensivsten mit den *nicht intellektualistischen, anti-zerebralistischen* Positionen von Ryle und Polanyi befasst. Seine Ausführungen zur curricularen Nutzung impliziten Wissens sind in einer zukünftigen Forschungsstrategie unbedingt zu berücksichtigen.

Im anglo-amerikanischen Raum beschäftigen sich - unter dezidiertem Bezug auf arbeitsbezogene Aspekte menschlichen Handelns - nur wenige Forschergruppen mit dem Topos des nicht-expliziten Wissens. Allerdings sind einige neuere Strömungen auszumachen, die zunehmend an Bedeutung gewinnen. Hier wären die, aus dem Kontext der klassischen, dem symbolverarbeitenden Paradigma verpflichteten, KI- und Kognitionsforschung herausgetretenen Arbeiten zum Thema der „*Distributed Cognition*“ (Hutchins, 1995) zu nennen. Nicht-expliziertes, im Handlungsfluss sich zeigendes Wissen mit ihrer Umwelt interagierender Akteure (Schiffsnavigatoren, Flugzeugpiloten, etc.) wird hier aus der Beobachterperspektive rekonstruiert und auf seinen sozial sowie zwischen Mensch und Umwelt verteilten Charakter hin untersucht. Ebenfalls in Abgrenzung zur klassischen Kognitionsforschung hat sich das Paradigma der „*situated action*“ (Suchman, 1987) bzw. „*situated cognition*“ (Resnick, 1991; Rogoff 1990; Kirshner & Whitson, 1997) entwickelt. Die Idee der sozialen, wie (aktual-) historischen Situiertheit

menschlichen Handelns bezieht ausdrücklich habituelle, sub-symbolische sowie nicht plan- oder zielorientierte Prozesse in die Analyse menschlicher Kognition mit ein. Im Bereich der Erforschung auch arbeitsbezogener Lernprozesse ist in diesem Zusammenhang auf die Arbeiten zum Situierten Lernen (Lave & Wenger, 1991) zu verweisen. In der berufspädagogischen Forschung wird z.B. auch auf der im englischen möglichen Differenzierung zwischen implizitem Lernen (*implicit learning*) einerseits und dem impliziten Wissen (*tacit knowledge*) andererseits bestanden (Eraut, 2000). Die - ebenfalls von Vertretern der pädagogischen Psychologie ausgearbeitete - auf tätigkeitstheoretischen Prämissen fußende „*Entwickelnde Arbeitsforschung*“ (Engeström, 1992) sollte auch noch als arbeitsbezogener Forschungsansatz genannt werden, der das nicht-explizite - in sozial verteilten Tätigkeitssystemen aufgehobene - Wissen thematisiert.

Obwohl im Bereich des Wissensmanagements das Thema des impliziten Wissens im Zentrum steht und es nur wenige arbeitspsychologisch orientierte Projekte gibt, fehlt dennoch eine Fokussierung auf das hier gestellte Generalthema. In unserer eigenen Gruppe (TU Hamburg – Harburg vertreten durch PD C. Kumbruck und IfAP der ETH Zürich) beschäftigen wir uns sowohl mit Metaphernanalysen (Moser, 2000), mit der Anwendung der REP-GRID-Methode (Clases & Wehner, 2000), der Untersuchung von Handlungsverläufen (Manser, Wehner & Rall, 2000), als auch mit der theoretischen Auseinandersetzung zwischen Erfahrung und Wissen (Wehner & Waibel, 1997; Wehner & Dick, 2000).

## 12.9 Literatur

- Bannister, C. & Fransella, F. (1986). *Inquiring man*. London: Routledge.
- Bloch, E. (1964): *Geist der Utopie*. Frankfurt/M.
- Bourdieu, P. (1987). *Sozialer Sinn*. Frankfurt/M.
- Böhle, F.(1989). Körper und Wissen - Veränderungen in der soziokulturellen Bedeutung körperlicher Arbeit. In: *Soziale Welt*, Nr. 40, 1989, S. 497-512.
- Briner, R. B. (1999). The neglect and importance of emotion at work. *European Journal of Work and Organizational Psychology*, 8, 323-346.
- Buchhoz, M. (1993) (Hg.). *Metaphernanalyse*. Göttingen.
- Clases, C. & Wehner, T. (2000, im Druck). Steps across the border - Cooperation, knowledge production and systems design. *Computer-Supported Cooperative Work: The Journal of Collaborative Computing. Special Issue on Activity Theory and Design*.
- Csikszentmihalyi, M. (1999). If we are so rich, why aren't we happy? *American Psychologist*, 54, 821-827.
- Csikszentmihalyi, M. & Csikszentmihalyi, I. (Hrsg.). (1991). *Die außergewöhnliche Erfahrung im Alltag. Die Psychologie des Flow-Erlebnisses*. Stuttgart: Klett-Cotta. (Original erschienen 1988: *Optimal experience - Psychological studies of flow in consciousness*).
- Csikszentmihalyi, M. & Rathunde, K. (1992). The measurement of flow in everyday live: Toward a theory of emergent motivation. In J. E. Jacobs (Ed.), *Nebraska Symposium on Motivation*, Vol. 40 (pp. 57-97). Lincoln.
- Engeström, Y. (1992). *Interactive Expertise*. *Studies in distributed working intelligence*, Research Bulletin No. 83. Helsinki: University of Helsinki, Department of Education,.
- Eraut, M. (2000). Non-formal learning and tacit knowledge in professional work. *British Journal of Educational Psychology*, 113-136.

- Gaines, B.R. & Shaw, M.L.G. (1992). Knowledge acquisition tools based on personal construct psychology. *Knowledge Engineering Review - Special Issue on Automated Knowledge Acquisition Tools*, 8, 49-85.
- Gauss, K. F. (1981). *Werke; Band XI*. Leipzig.
- Hacker, W. (1992). *Experten – Können, Erkennen und vermitteln*. Göttingen.
- Hacker, W. (1998). *Allgemeine Arbeitspsychologie. Psychische Regulation von Arbeitstätigkeiten*. Bern: Huber.
- Hackman, J.R. (1969). Towards understanding the role of task in behavioral research. *Acta Psychologica* 31, 97-128.
- Hutchins, E. (1995). *Cognition in the wild*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Kelly, G.A. (1955). *The psychology of personal constructs: A theory of personality*. New York.
- Kirshner, D & Whitson, J.A. (1997). *Situated Cognition. Social, semiotic, and psychological perspectives*. Mahwah, N.J.: Erlbaum.
- Kumbruck, C. (1990): *Die binäre Herrschaft . Intuition und logisches Prinzip*. Hamburg.
- Leontjev, N.A. (1979). *Tätigkeit, Bewusstsein, Persönlichkeit*. Berlin Volk und Wissen.
- Lakoff, G. und Johnson, M. (1980). *Metaphors we live by*. Chicago: UP.
- Lave, J. & Wenger, E. (1991). *Situated Learning. Legitimate peripheral participation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Manser, T., Wehner, T. & Rall, M. (2000). Analyzing action sequences in anesthesia. *European Journal of Anesthesiology*, 17 (8), 526.
- Moser, K.S. (2000). *Metaphern des Selbst*. Lengerich: Pabst.
- Münsterberg, H. (1912). *Psychologie und Wirtschaftsleben*. Leipzig.
- Neuweg, G.H. (1999) *Könnerschaft und implizites Wissen*. Münster.
- Newell, A. & Simon, H. A. (1972). *Human Problem solving*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Nonaka, I. & Takeuchi, H. (1997). *Die Organisation des Wissens*. Frankfurt/ New York: Campus.
- Pekrun, R. & Frese, M. (1992). Emotions in work and achievement. In C. L. Cooper & I. T. Robertson (Eds.), *International Review of Industrial and Organizational Psychology*, Vol. 7 (pp. 153-200). Chichester.
- Poincaré, H. (1927): *Science et méthode*. Paris.
- Raeithel, A. (1998). Zur Naturgeschichte der Zeichenprozesse. In Ch. Dahme (Hg.): *Arne Raeithel. Selbstorganisation, Kooperation, Zeichenprozess. Arbeiten zu einer kulturwissenschaftlichen, anwendungsbezogenen Psychologie (241-254)*. Opladen, Wiesbaden: Westdeutscher Verlag.
- Reason, R. (1990). *Human error*. New York: Cambridge University Press.
- Resnick, L.B., Levine, J.M. & Teasley, S.D. (1991). *Perspectives on socially shared cognition*. Washington: APA.
- Rogoff, B. (1990). *Apprenticeship in Thinking: Cognitive Development in Social Context*. New York: Oxford University Press.
- Schachtner, Ch. (1999). *Ärztliche Praxis. Die gestaltende Kraft der Metapher*. Frankfurt/M.
- Scheer, J. & Catina, A. (1993). *Einführung in die Repertory-Grid-Technik. Grundlagen und Methoden*. 2 Bde. Bern: Huber.

- Strohm, O. & Ulich, E. (1997). Unternehmen arbeitspsychologisch bewerten: Ein Mehr-Ebenen-Ansatz unter besonderer Berücksichtigung von Mensch, Technik und Organisation. Zürich: vdf, Hochschulverlag, ETH Zürich.
- Suchman, L. (1987). Plans and situated actions. Cambridge: University Press.
- Volpert, W. (1999). Wie wir handeln – was wir können. Ein Disput als Einführung in die Handlungspsychologie. 2. überarb. Aufl., Sottrum: artefact Verlag.
- Wehner, T. & Dick, M. (2000). Die Umbewertung des Wissens in der betrieblichen Lebenswelt: Positionen der Arbeitspsychologie und betroffener Akteure. In: G. Schreyögg (Hg.), Wissensmanagement. Berlin: Erich Schmidt Verlag.
- Wehner, T. & Waibel, M. Chr. (1997). Erfahrungsbegebenheiten und Wissensaustausch als Innovationspotentiale des Handelns - Die Analyse betrieblicher Verbesserungsvorschläge. In I. Udris (Hg.), Arbeitspsychologie für morgen. Herausforderungen und Perspektiven (S. 72-100). Heidelberg: Asanger.



# Anhang (Adressen der Autoren)

**Prof. Dr. Thomas Christaller**

GMD-Forschungszentrum Informationstechnik GmbH

Autonome intelligente Systeme

Schloss Birlinghoven

53757 Sankt Augustin

Tel. 02241-142678

Fax. 02241-142384

thomas.christaller@gmd.de

---

**Prof. Dr. Dr. h. c. Theodor M. Fliedner**

Universitätsklinikum Ulm

Arbeitsgruppe Strahlenmedizinische Forschung u.

WHO-Kollaborationszentrum für Strahlenmanagement

Helmholtzstr. 20

89081 Ulm

Tel. 0731-50-22900

Fax. 0731-50-22902

theodor.fliedner@medizin.uni-ulm.de

---

**Prof. Dr. Walther von Hahn**

Universität Hamburg  
Fachbereich Informatik  
Arbeitsbereich Natürlichsprachliche Systeme (NATS)  
Vogt-Kölln-Str. 30  
22527 Hamburg

Tel. 040-428-83-2434  
Fax. 040-428-83-2515  
vhahn@informatik.uni-hamburg.de

---

**Prof. Dr. Christoph Hubig**

Universität Stuttgart  
Institut für Philosophie  
Abt. Wissenschaftstheorie und Technikphilosophie  
Seidenstr. 36  
70174 Stuttgart

Tel. 0711-121-2491  
Fax 0711-121-2492  
wttp@gmx.de

---

**Prof. Dr. Rainer Kuhlen**

Universität Konstanz  
Fachbereich Informatik und Informationswissenschaft  
78457 Konstanz

Tel. 07531-88-2879  
Fax 07531-88-2048  
rainer.kuhlen@uni-konstanz.de

---

**Prof. Dr. Dr. Hermann Maurer**

TU Graz - IICM  
Inffeldgasse 16c  
A-8010 Graz

Tel. +43-316-873-5612  
Fax. +43 316-873-5699  
hmaurer@iicm.tu-graz.ac.at

**Dr. Klaus Tochtermann**

Know-Center  
Kompetenzzentrum für wissensbasierte  
Anwendungen und Systeme  
Inffeldgasse 16c  
A-8010 Graz  
Tel. +43-316-873-5671  
Fax: +43-316-873-5688  
ktochter@know-center.at

---

**Dipl. Inform. Boris Naujoks**

Centrum für angewandte Systemanalyse  
Informatik Centrum Dortmund  
Joseph-von-Fraunhofer Str. 20  
44227 Dortmund  
  
Tel. 0231-9700-975  
Fax 0231-9700-959  
naujoks@icd.de

---

**Prof. Dr. Werner Rammert**

Technische Universität Berlin  
Institut für Sozialwissenschaften  
Franklinstr. 28/29  
10587 Berlin  
  
Tel. 030-314-22396  
Fax 030-314-73301  
werner.rammert@tu-berlin.de

---

**Dipl. Kfm. Alexander Rossmann**

KONZEPT Bildung und Beratung AG  
Alleenstraße 13  
71679 Asperg  
  
Tel. 07141-68 28-0  
Fax 07141-68 28-25  
a\_rossmann@konzept-bildung.de

---

**Prof. Dr. Markus Schwaninger**

Universität St. Gallen  
Institut für Betriebswirtschaft  
Dufourstr. 48  
CH-9000 St. Gallen

Tel. 0041-71-224-2360  
Fax 0041-71-224-2355  
markus.schwaninger@unisg.ch

---

**Prof. Dr. Rudi Studer**

**Dr. Steffen Staab**

Institut für Angewandte Informatik u.  
Formale Beschreibungsverfahren (AIFB)  
Universität Karlsruhe (TH)  
76128 Karlsruhe

Tel. 0721-608-3923  
Fax 0721-608-6580  
[studer, staab]@aifb.uni-karlsruhe.de

---

**Prof. Dr. phil. Theo Wehner**

Eidgenoessische Technische Hochschule (ETH) Zuerich  
Institut für Arbeitspsychologie (IfAP)  
Nelkenstr. 11  
CH-8092 Zürich

Tel. 0041-1-632-70 88  
Fax 0041-1-632-1186  
wehner@ifap.bepr.ethz.ch