Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin *99(2008), 221-247*

Klaus Fuchs-Kittowski, Wladimir Bodrow

Aktivitäten als Basis für Meta-Ontologien in Unternehmen

Werkzeuge zum Wissensmanagement und Bausteine einer Allgemeinen Technologie

1 Fragen zur Ontologieentwicklung als Zugang zu verallgemeinerten Fachwissen und konkretisierten Orientierungswissen

Anknüpfend an die Überlegungen auf den vorangegangenen Tagungen zum Thema „Allgemeine Technologie“ (vgl. Fuchs-Kittowski 2001; Fuchs-Kittowski/Bodrow 2004) soll im folgenden Beitrag verallgemeinertes Fachwissen und konkretisiertes Orientierungswissen aus der Diskussion aktueller philosophisch-erkenntnistheoretischer Probleme im Zusammenhang mit der Ontologien-Bildung in der Informatik gewonnen werden. In der Informatik wird unter Ontologien der formal-sprachliche Spezialfall von konzeptuellen Modellen verstanden. Bei der Schaffung von Ontologien tritt eine Reihe philosophisch-erkenntnistheoretischer, wissenschaftstheoretischer und sprachtheoretischer Probleme auf, so dass über den Bezug auf Ontologien und die Frage nach der Bedeutung von Aktivitäten-Ontologien für die Bildung von Meta-Ontologien hinaus die zur Diskussion stehenden Fragen für eine wissenschaftsphilosophische, speziell technikphilosophischen Problematisierung der *informationellen Modellierung* generell von Interesse ist. Die Fragen sind daher auch im Rahmen einer Allgemeinen Technologie zu behandeln.

Es geht insbesondere um folgende Fragen:

a) Wie ist das Verhältnis bzw. die wechselseitige Beeinflussung von philosophischer Ontologie und informatischen Ontologien? Dies führt zur philosophischen Grundfrage, ob überhaupt und wenn ja, wie weit, wahre Aussagen über eine unabhängig von uns existierenden Realität möglich sind oder ob die Ontologien nur semantische Belegungen der durch sie konstruierten Realität sind?

b) Ist die Softwareentwicklung oder die informatische Modellierung eine Entdeckung oder eine Konstruktion der Realität? Dies ist ein in der Informatik schon seit langem diskutiertes Problem, welches jedoch für das Technikverständnis und damit auch für eine Allgemeine Technologie von genereller Bedeutung ist. Denn der Entwurf kommt bei den Ingenieurwissenschaften grundsätzlich hinzu. Der Entwurf ist die Schöpfung von Neuem, bisher nicht Dagewesenem. Softwareentwicklung ist Realitätskonstruktion! Diese Tatsache der Konstruktion wurde von uns (insbesondere in den Arbeiten zur Softwaretechnik – vgl. Floyd et al. 1992, Fuchs-Kittowski 1992 –, zur sozialorientierten Informatik der IFIP – vgl. Berleur/Nurminen/Impagliazzo 2006 – und zu Informatik und Gesellschaft – vgl. Rolf 1998 –) auch deshalb ausdrücklich betont, um aufzuzeigen, dass bei der Informationssystemgestaltung und Softwareentwicklung die Humankriterien berücksichtigt werden müssen und auf Grund der Flexibilität der Informationssysteme und der Software auch berücksichtigt werden können. Ganz im Sinne des Anliegens einer Allgemeinen Technologie. Ist es aber nur Konstruktion? Müssen nicht auch reale Gegebenheiten der Arbeitsprozesse berücksichtigt werden? Diese Frage spitzt sich im Zusammenhang mit dem „Ontology-Engineering“ wieder, ja vielleicht noch mehr zu (vgl. Bendoukha 2007a, 2007b; Floyd/Ukena 2005). Denn bei der Informationssystemgestaltung zur Unterstützung wissensintensiver Arbeitsprozesse ist Wissen auf die menschliche Tätigkeit in unterschiedlichen Kontexten zu beziehen.

c) Es soll hier speziell das erkenntnistheoretisch-methodologische Problem diskutiert werden, warum Aktivitäten die Basis für Meta-Ontologien in Unternehmen bilden sollten. Bisher wird weithin die Meinung vertreten, es genüge, vorhandene Domänen-Ontologien entsprechend zu verallgemeinern. Hier soll herausgearbeitet und als verallgemeinertes Fachwissen festgehalten werden, dass dies nicht zum Ziel führt. Betrachtet man beispielsweise unterschiedliche Möbelproduzenten: Verschiedene Unternehmen in dieser Domäne sollen eine entsprechende Domäne-Ontologie entwickeln und diese z. B. als Kommunikationsgrundlage nutzen. Allein etwa schon bei der Produktion von Stühlen unterscheidet man u. a. zwischen Naturholz- und Kunststoffprodukten. Für beide Gebiete scheint es schier unmöglich, eine Ontologie zu entwickeln, obwohl man sich in einer Domäne befindet. Naturholz unterliegt ganz anderen Herstellungskriterien und wird mit anderen Technologien verarbeitet als Kunststoff. Die Verallgemeinerung vorhandenen Domänen-Ontologien führt nicht (und

kann auch nicht dahin führen!!) zu ihrer Generalisierung bzw. Universalisierung – man erweitert lediglich die Liste der Attribute bzw. Merkmale. Dies ist kein Weg zur Bildung einer Meta-Ontologie! Eine analoge Situation gibt es im Bereich der Datenbanken: eine Normalisierung der Daten trägt zur Optimierung ihre Struktur bei und eliminiert die Inkonsistenzen, doch sie reduziert keinesfalls die Liste der Felder (Attribute/ Merkmale). Auch die Analyse der Notwendigkeit des einen oder des anderen Feldes in der Datenstruktur wird aufgrund der Fachkompetenz eines Datenbankentwicklers entschieden. Dazu existiert kein brauchbares etabliertes Konzept oder eine Technologie – den Datenbankentwicklern wird lediglich empfohlen, die existierenden Strukturen möglichst adäquat mittels Datenmodellen abzubilden. Die Verdichtung, die u. a. als eine Generalisierung der Daten betrachtet werden kann, unterliegt keiner standardisierten Prozedur und wird aus der jeweiligen Sicht bzw. dem jeweiligen Verständnis der Beteiligten über die (Projekt-)Inhalte vorgenommen. Auch wenn das gleiche Team eine weitere Phase des Projekts in einer nächsten Stufe bearbeiten wird, bleiben die Daten in den seltensten Fällen in ihrer Struktur und ihrem Inhalt unberührt. Grundlagen für derartige Änderungen sind (abgesehen von Erweiterung/Änderung der Anforderungen, Rahmenbedingungen etc.) die veränderte Projektperspektive und die Erfahrung, die das Team zuvor gesammelt hat. Was bleibt (auf Dauer?), sind die Aktivitäten, denen die Projektobjekte und -akteure genauso wie deren informatische Abbildung unterliegen. Diese Aktivitäten sind nicht überall dieselben, jedoch besitzen sie eine weit höhere Universalität, und sie gelten über die Grenzen von Domänen hinaus – beispielsweise werden in den verschiedensten Domänen diverse Produkte hergestellt, ver- und gekauft, gewartet, repariert, verbraucht u. v. a. m. Alle diese Aktivitäten sind außerdem nicht zeitlich begrenzt und auch nicht personbezogen. Die hier herausgearbeiteten Eigenschaften von Aktivitäten machen diese zu einer hervorragende Grundlage für die Bildung von Ontologien – so genannten Aktivitäten-Ontologien. Diese Ontologien gelten in mehreren Domänen, innerhalb verschiedenen Aufgaben und bilden somit eine gute Basis für Bildung von Meta-Ontologien.

2 Wer nutzt Ontologien?

2.1 Ontology-Engineering – Entwicklung eines neuen fruchtbaren Forschungsgebietes aus der KI-Forschung

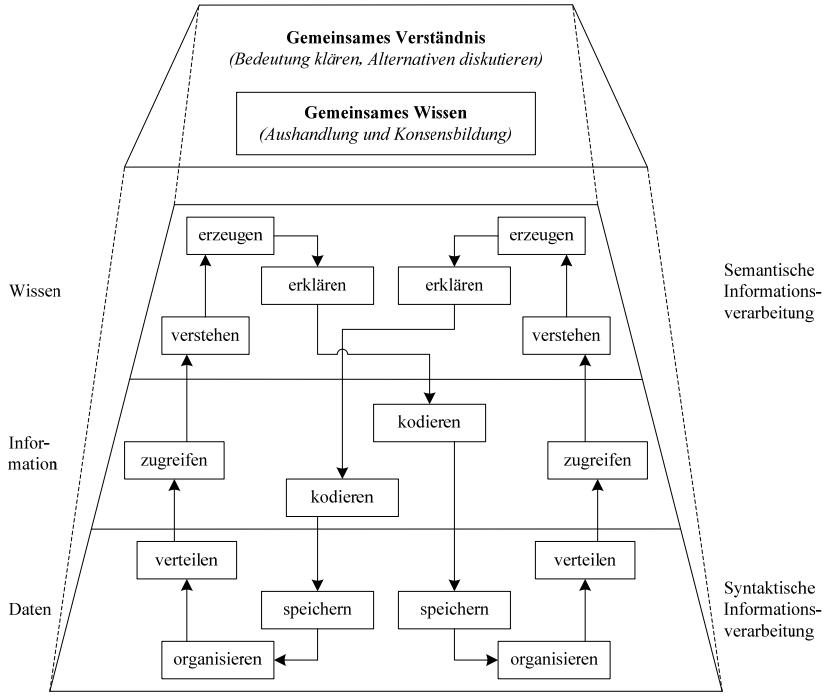
1999 stellte Tim Berners Lee seine Vision des „Semantic Web“ vor (vgl. Berners-Lee/Hendler/Lassila 2001). Damit gewinnt die Problematik der Schaffung und Nutzung von Ontologien und Meta-Ontologien wesentlich an Bedeutung. Es werden somit Grundprobleme der Informatik, die wir als Paradoxien des Aufbaus und der Nutzung von Datenbeständen für die Problembearbeitung bezeichnet haben, *in neuer Form gestellt* (vgl. Fuchs-Kittowski et al. 1976). Es geht auch um neue Fragestellung zur *Mensch-Maschine-Kommunikation als sinnvolle Kombination von maschineller (syntaktischer) und menschlicher (semantischer) Informationsverarbeitung/ Wissensverarbeitung* (vgl. Fuchs-Kittowski et al. 1975). Mit der Idee des „Semantic Web“, dem Hinweis auf Semantik und dem damit verbundenen Versuch, die bisher rein syntaktische Suche durch eine auch inhaltliche Suche nach Dokumenten zu ergänzen, wird auf die Grundproblematik verwiesen: die Kombination von syntaktischer und semantischer Informationsverarbeitung. Diese Problematik wird jedoch ungenügend – wenn überhaupt – gesehen, wenn die natürlich-sprachliche Semantik von vornherein mit formaler Semantik identifiziert wird, wie dies schon durch die Bezeichnung „Semantic Web“ nahe gelegt wird.

Abbildung 1 zeigt die notwendige Unterscheidung zwischen semantischer (menschlicher) und maschineller (syntaktischer) Informationsverarbeitung. Mensch-Maschine-Interaktion ist eine Kombination von semantischer und syntaktischer Informationsverarbeitung. Dieses Ineinandergreifen kann durch Ontologien unterstützt werden. Die genauere Differenzierung zwischen Daten, Information und Wissen verdeutlicht, dass dieser soziale Prozess durch moderne Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) unterstützt werden kann, sich dafür aber zum wechselseitigen Verständnis ein gemeinsamer Bedeutungshorizont als notwendig erweist.

Die Nutzung formaler Ontologien zielt auf die automatische Verarbeitung durch Softwareagenten im konzipierten „Semantic Web“. Die formale „Bedeutung“ einer Ontologie wird durch die logische Theorie bestimmt, die sie repräsentiert, so dass es keines Kontextbezuges bedarf. Diese formale Semantik kann ebenso für den Menschen wichtig sein, wenn dieser Semantic Web-Applikationen, z. B. bei der Recherche nach Wissensobjekten, nutzt und die erforderlichen Suchkriterien spezifizieren will. Werden Ontologien

jedoch im konkreten Arbeitsprozess in den dazu erforderlichen Kommunikationsprozessen genutzt, müssen sie vor dem Hintergrund des existierenden Wissens, der kulturellen Gegebenheiten und im Kontext der spezifischen Tätigkeiten interpretiert werden. Um Ontologien zur Wissensteilung in wissensintensiven Arbeitsprozessen verwenden zu können, müssen sich die Ontologien auf einen den Entwicklern und den Nutzern gemeinsamen Bedeutungshorizont beziehen, wie von Christiane Floyd und Stefan Ukena herausgearbeitet wurde (vgl. Floyd/Ukena 2005).

Abbildung 1: Wissenstransferzyklen



Quelle: Nach F. Fuchs-Kittowski 2007, S. 65

Ontologien in Informationssystemen sind Modelle von Teilbereichen der Wirklichkeit zur Teilung und erneuten Nutzung von Wissen. Neben formalen Ontologien, die sich auf strenge Theorien der Logik und Semantik grün-

den, gibt es auch ein semi-formales Herangehen bei der Ontologieentwicklung (vgl. Floyd/Ukena 2005).

Die heutigen Entwicklungen auf dem Gebiet des „Ontology-Engineering“ lassen sich auf Arbeiten auf dem Gebiet der Künstlichen Intelligenzforschung (KI) zurückführen. Das Extremziel der so genannten harten KI-Forschung, eine denkende Maschine zu entwickeln, ist in der Informatik, insbesondere auch aufgrund der massiven KI-Kritik aus den eigenen Reihen (vgl. Weizenbaum 1977; Winograd/Flores 1986) und seitens der Philosophie (vgl. Dreyfus 1985; Searle 1984), zumeist aufgegeben worden. Das Ontology-Engineering versteht sich als Nachfolger des Knowledge-Engineering, wie es insbesondere (in den 1980er Jahren) im Zusammenhang mit den Expertensystemen entwickelt wurde. Es will die erst in intensiven und harten Diskussionen herausgearbeiteten Begrenzungen des Knowledge-Engineering überwinden (vgl. Dreyfus/Dreyfus 1987). Damals ging es um stand-alone-Systeme, die Wissen für eine Problemlösung auf der Grundlage von wenn-dann-Beziehungen bereitstellten. Mit dem Technologiewandel – der Entwicklung lokaler und globaler Netze sowie dem Internet – sind völlig neuartige Möglichkeiten und damit auch entsprechend neuartige Fragestellungen und Probleme entstanden. Damit entwickelte sich in der KI-Forschung anfangs der 1990er Jahre mit den jetzt zur Diskussion stehenden Problemen des „knowledge reuse“ und „knowlege sharing“ oder des „distributed problem solving“ die Frage danach, wie sich die Wissensbasen dafür und für eine IKT-unterstützte kooperative Wissenserzeugung nutzen lassen. Denn die Wissensbasen der Expertensysteme konnten gerade dies nicht leisten.

Thomas R. Gruber definierte Ontologien als „explizite formale Spezifikation einer gemeinsamen Konzeptualisierung“ (vgl. Gruber 1993). Sie enthalten weiterhin Inferenz- und Integritätsregeln. Mit der Entwicklung von Ontologien verfolgt die KI-Forschung einen formal-sprachlichen Ansatz, der ebenfalls für die Explikation von Hintergrundwissen verwendet werden kann.

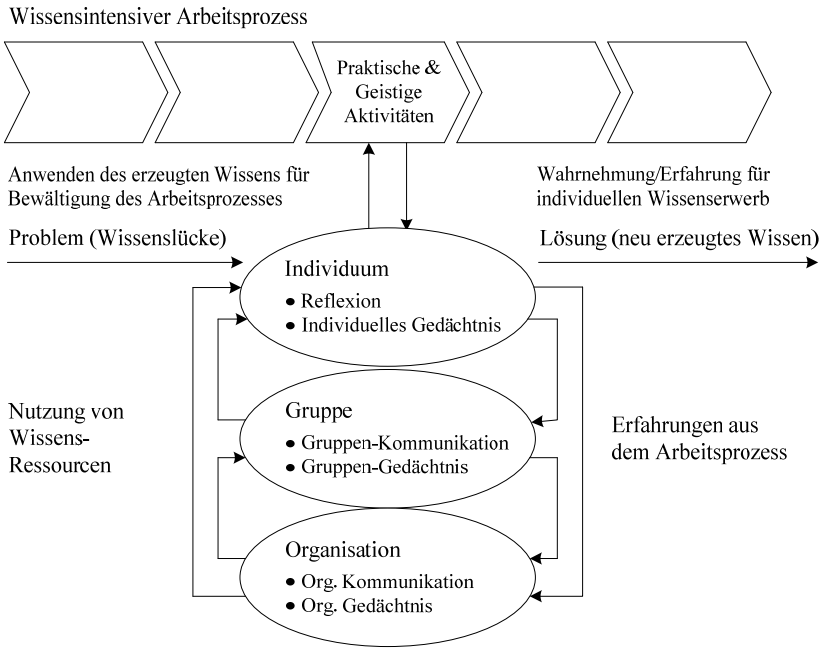
Festzuhalten ist: Im Rahmen der KI hat sich ein neuer Schwerpunkt etabliert, die „Ontology-Forschung“. Dieser Schwerpunkt dokumentiert eine Entwicklung vom „Knowledge-Engineering“ zum „Ontology-Engineering“ bzw., wenn man so will, von der AI (Artificial Intelligence Research) zur IA (Intelligence Amplifire) oder Intelligence Assistent (AI) (vgl. Mizoguchi 2004; Report 2005).

2.2 Zur hohen praktische Relevanz von Ontologien im Zusammenhang mit dem Wissensmanagement

Die informatischen Ontologien gewinnen besonders hohe praktische Relevanz im Zusammenhang mit dem betrieblichen Wissensmanagement, da hier nicht nur die Management-Konzepte gefragt sind, sonder vor allem auch diejenigen Wissensinhalte zu erfassen bzw. richtig abzubilden sind, die zur Realisierung der immer wissensintensiveren Arbeitsprozesse gebraucht werden.

Eine Besonderheit des Wissensmanagements besteht in der Entwicklung einer personenbezogenen Strategie: Experten werden im Sinne einer community of practice zur Diskussion und Erzeugung neuen Wissens virtuell zusammengerufen.

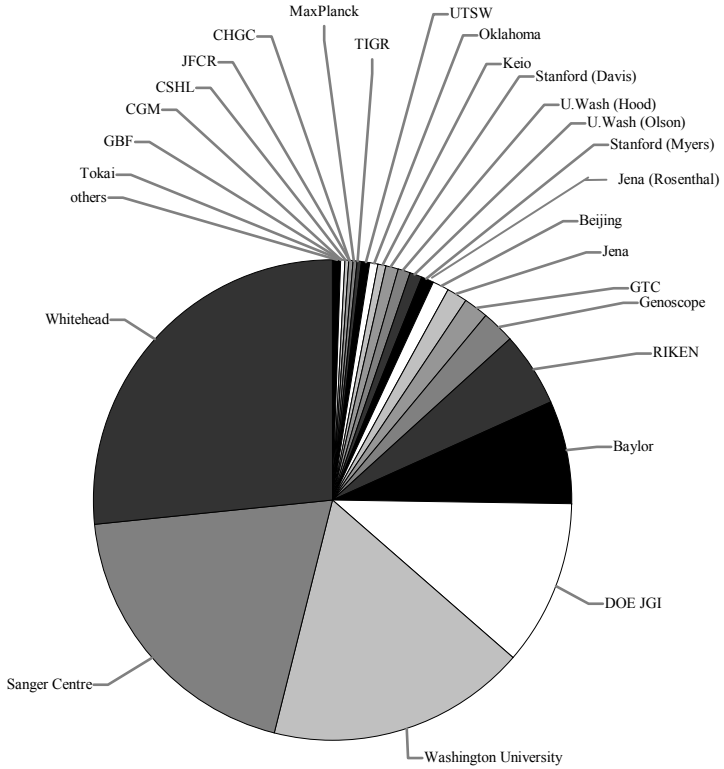
Abbildung 2: Integration der IKT-Unterstützung von Wissensarbeit auf unterschiedlichen Ebenen der betrieblichen Organisation



Quelle: Nach F. Fuchs-Kittowski 2007, S. 86

Die betriebliche Leistungserstellung ist meist durch ein arbeitsteiliges Zusammenwirken mehrerer Personen charakterisiert. Deren Hintergrundwissen kann jedoch oftmals sehr von einander abweichen. Umso gewichtiger die Wissensintensität eines Arbeitsprozesses für die Wertschöpfung wird, umso gravierender können solche Wissensunterschiede für das Arbeitsergebnis sein (vgl. Schütte/Zelewski 1999). Deshalb liegt es nahe, im Rahmen des Wissensmanagements Instrumente einzusetzen, die die inhaltliche Anpassung individueller Wissenshintergründe aneinander, einen gemeinsamen Wissenshintergrund ermöglichen.

Abbildung 3: Die wesentlichen an der Humangenom-Entschlüsselung beteiligten Zentren



Quelle: Fuchs-Kittowski/Rosenthal/Rosenthal 2007, S. 8

Beim bisherigen Wissensmanagement stand entweder die Ebene der Organisation als Ganzes in Bezug auf das Individuum durch die Nutzung zentraler Datenspeicher im Vordergrund und die Gruppe blieb relativ unberücksichtigt, oder die Gruppe stand im Vordergrund – die knowledge community –, aber die Gesamtorganisation blieb so gut wie unberücksichtigt. Mit der Schaffung einer „Integrierten Wissens- und Kooperationsplattform (WIKO-Plattform)“ (vgl. F. Fuchs-Kittowski 2007) gelingt es, alle Ebenen der betrieblichen Organisation zu integrieren (Fuchs-Kittowski/Fuchs-Kittowski 2007; siehe Abbildung 2).

Der Ausgangspunkt ist nicht von vornherein die Sicht des Managements, sondern eine gruppenorientierte Sicht auf den wissensintensiven Arbeitsprozess. Ein arbeitsteiliges Zusammenwirken mehrerer Personen über alle Ebenen der Organisation verlangt nach sicherem Hintergrundwissen.

Was für ein Unternehmen gilt, speziell für so genannte „global player“, die über international verteilte Standorte (bei Siemens etwa 40) die Produktion in gleicher Qualität sichern müssen und dafür das Wissensmanagement nutzen (vgl. Müller 2007), gilt in gleicher Weise für die Zusammenarbeit internationaler Forschungsgruppen (siehe Abbildungen 3 und 4).

3 Technologie

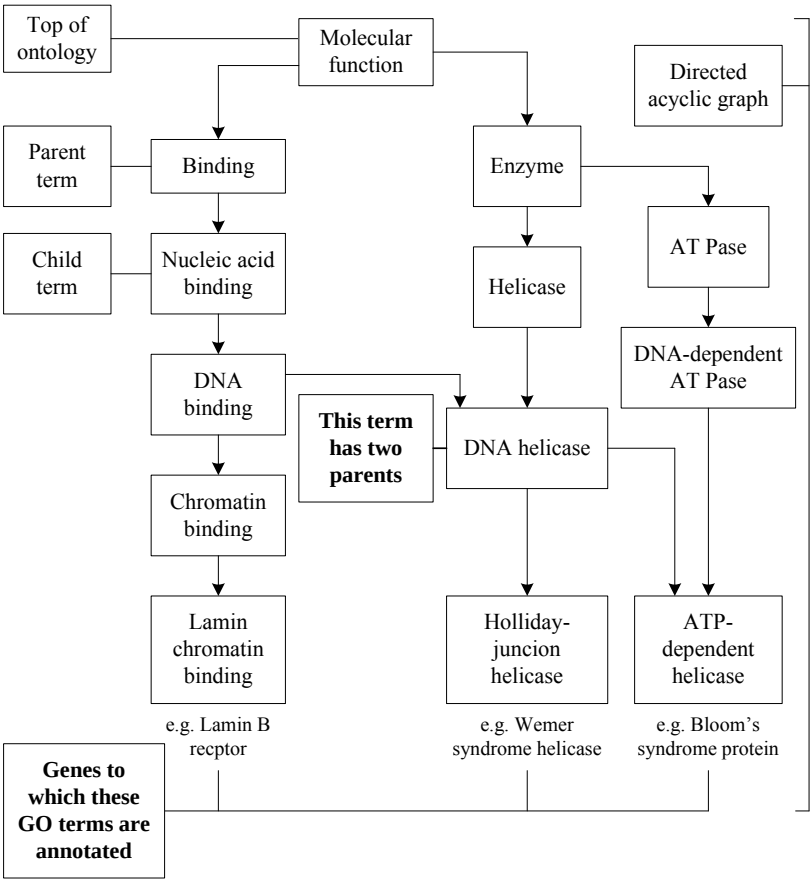
3.1 Die Bildung informatischer Ontologien verlangt nach Realitätsbezug

Bei der Entwicklung informatischer Ontologien ist verstärkt aus den in über 2000 Jahren gesammelten Erfahrungen bei der Entwicklung philosophischer Ontologien zu lernen. Eine entscheidende Erfahrung ist, dass es nicht um Ontologien möglicher Welten gehen kann, sondern dass man den Bezug zu einer unabhängig von uns existierenden Realität erhalten muss, um ihre Strukturen und Prozesse richtig zu erfassen und (mit IT-Werkzeugen) abzubilden. Dazu muss man sich, so wie der Philosoph und Logiker Wilard von Quine für die Arbeit an philosophischen Ontologie betont hat, auf die Theorien der Einzelwissenschaften (für ihn speziell der Naturwissenschaften) stützen (vgl. Quine 1960[1]). Somit ist die Herausbildung einer „Allgemeinen

1 Für Quine ist die alleinige Orientierung auf die Theorien der Naturwissenschaften charakteristisch, da er Philosophie mit der von der mathematischen Logik entwickelten Wissenschaftstheorie identifiziert.

Technologie“ auch eine Voraussetzung für die Schaffung informatischer Ontologien in den Technikwissenschaften. Für uns ist auch vorauszusetzen, dass die sich wiederholenden Arbeitsprozesse und Organisationsstrukturen in den Unternehmen objektivierbar und zum Teil formalisierbar sind, wenn die informatischen Ontologien eine entsprechende Allgemeingültigkeit besitzen und zugleich breite Zustimmung bei den Informationssystembetreibern sowie bei den Nutzern finden sollen.

Abbildung 4: Geneontology (GO)



Quelle: http://www.geneontology.org/doc/GO.doc.html#ontologies

Konfrontiert mit den wachsenden Anforderungen an Ontologien, aber auch mit wachsenden Fehlleistungen bei der Entwicklung von informatischen Ontologien, lernt man gegenwärtig in der Informatik schrittweise, dass der Realitätsbezug nicht aufgegeben werden darf. Denn wenn die Ontologien zur Verbindung zwischen verschiedenen Informationssystemen umfassend genug und zugleich von der Informationssystem-Gemeinschaft allgemein anerkannt werden sollen, bedarf es einer Vergleichsinstanz, die nur durch Realitätsbezug, wenn auch nur schrittweise, erreicht werden kann. So gewinnt der Realismus auch in der Informatik wieder an Boden (vgl. Schütte/ Zelewski 2003).

Daher fordert der Philosoph Barry Smith u. E. zu Recht, dass sich die Informatik stärker an den philosophischen Arbeiten, speziell an der analytischen Philosophie orientiert, damit Fehlentwicklungen vermieden werden können (vgl. Smith 1998, 2003). Er verdeutlicht an praktischen Erfahrungen mit informatischen Ontologien, dass ohne eine kritische philosophische Sicht auf die Ontologie-Entwicklung in der Informatik kaum ein Ineinanderführen von Datenbeständen und die Bildung von Meta-Ontologien (bzw. „upper ontology's") möglich sein wird.

Aus unserer Perspektive soll eine Meta-Ontologie

a) einen „hohen" Grad an Allgemeinheit bzw. Universalität aufweisen und über die Grenzen von Domänen, Frames, Aufgaben usw. gelten;
b) eine nächste Stufe der Abstraktion darstellen (siehe (a)) und die Entwicklung von weiteren/einzelnen Domäne-/Frame-/Aufgaben-/Daten-Ontologien unterstützen;
c) eine kürzere (zumindest gleichlange!) Liste der Attribute/Merkmale besitzen als diejenigen von einzelnen „untergeordneten" Ontologien;
d) einen direkten Bezug zur Realität haben und die aktive Auseinandersetzung mit der existierenden Wirklichkeit effizient unterstützen bzw. begleiten.

Damit stellt sich die von uns hier speziell zu behandelnde Frage: Welche Qualität hat eine Meta-Ontologie? Notwendig wird ein Übergang zu Aktivitäten anstelle von Domänen. Damit kann einer aktiven Auseinandersetzung mit der Realität besser Rechnung getragen werden.

Oftmals wird die These vertreten, dass es nicht möglich ist, von einer von uns unabhängigen Realität zu sprechen und es somit auch nicht möglich sei, wahre Aussagen über sie zu gewinnen. Gegen eine solche Position wen-

den wir uns mit allem Nachdruck, ohne damit einem Zurück zum naiven Realismus das Wort reden zu wollen. Es ist zu betonen, dass bei der Entwicklung informatischer Ontologien verschiedene Zugangsweisen in das Verfahren einzubeziehen sind, um die Einseitigkeit einzelner Theorien zu kompensieren. Es ist zu beachten, dass jede Granularität einer bestimmten Sichtweise der Wirklichkeit entspricht. Damit ist aber ein Modell nicht einfach eine homomorphe oder gar isomorphe Abbildung der Realität, sondern das Erkenntnisinteresse des Modell- bzw. Ontologie-Entwicklers fließt mit ein.

3.2 Aktivitäten als Basis für Meta-Ontologien

3.2.1 Gibt es eine hinreichende Grundlage für die Bildung von Meta-Ontologien?

Genau genommen soll hier eine Antwort auf folgende Frage gegeben werden: Warum können Domänen-, Aufgaben- und Meta-Daten-Ontologien keine genügende Grundlage für Meta-Ontologien bilden? Oder anders formuliert: Warum besitzt das Konzept der Aktivitäten-Ontologie das notwendige Potenzial für die Schaffung einer Meta-Ontologie?

In verschiedenen Arbeiten zur Ontologieentwicklung wird auf die Notwendigkeit, aber auch auf die Schwierigkeiten der Bildung von Meta-Ontologien verwiesen (vgl. Bendoukha 2007b; Floyd/Ukena 2005; Guarino, 1998; Petkoff 1999).

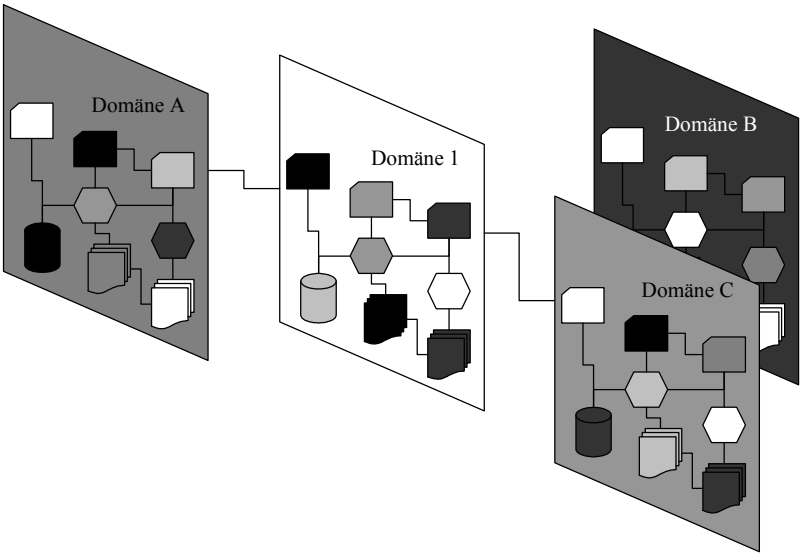
Hier soll gezeigt werden, dass Meta-Ontologien nicht einfach durch Abstraktion aus so genannten „Domänen-Ontologien“ oder „Frame-Ontologien“ gewonnen werden können, sondern dass die Aktivitäten als Basis für die Bildung von Meta-Ontologien in Unternehmen genommen werden sollten. Abbildung 5 zeigt unterschiedliche Domäne-Ontologien.

Bei der Bildung von Ontologien bedarf es unterschiedlicher Sichtweisen, wie Smith zu recht hervorhebt: „Unterschiedliche Sichtweisen brauchen wir nicht nur wegen Fragen der Granularität sondern auch schon deshalb, weil sich Entitäten in der Wirklichkeit unterschiedlich zur Zeit verhalten: Einige Entitäten existieren in der Zeit, sei es im Sinne von Substanzen, die von Moment zu Moment identisch sind, sei es im Sinne von Prozessen, die sich in der Zeit über Phasen entfalten. Wieder andere Entitäten mögen außerhalb der Zeit stehen – z.B. Zahlen oder geometrische Formen. Sie alle zusammenpferchen zu wollen würde bedeuten, dass es eine überzeitliche Ordnung gibt, der alles unterworfen ist“ (Smith/Hagengruber 2003, S. 137). Es wird

auch gesagt: „Diese Sichtweisen können mikro-, meso- und makroskopisch angelegt und dennoch miteinander konsistent sein“ (ebenda).

Allerdings ist u. E. diese Feststellung bezüglich der Einteilung in mikro-, meso- und makroskopische Ontologien (wenn damit die bereits erwähnten Domäne-Ontologien, Frame-Ontologien u.a. gemeint sind) auf Grund des Einflusses des Menschen auf die Kommunikationsgestaltung nicht vertretbar, da keiner der Beteiligten, auf welcher Stufe auch immer, sich oder eine andere Person als Vertreter einer Meta-Ontologie akzeptiert. Obwohl bereits Meta-Daten-Ontologien existieren (wie Dublin Core; vgl. Weibel et al. 1995), bilden diese keine akzeptable Grundlage für eine Meta-Ontologie.

Abbildung 5: Domänen-Ontologien (die in Abbildung 4 präsentierte Geneontology stellt eine Art der hier skizzierten Domäne-Ontologien mit entsprechender Struktur und Wirkungsbereich dar)

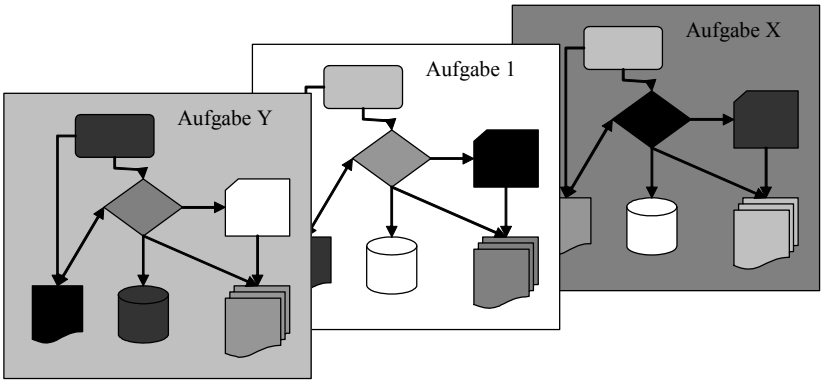


Quelle: Eigene Darstellung

Man sollte in diesem Zusammenhang folgende Frage beantworten: Kann die Menge der Daten oder deren Struktur oder Komprimierungsgrad etc. über die Stufe zur Meta-Ontologie entscheiden? Offensichtlich nicht! Die Tat-

sache, dass diese Daten in unterschiedlichen Aufgaben und Konzepten eingesetzt werden und damit allgemeiner Nutzung zur Verfügung stehen, erfüllt zum Teil das Kriterium ihrer Formalisierung und Konzeptualisierung (vgl. Gruber 1993). Es existiert damit aber kein a-priori-Kriterium für konkrete/abstrakte, minderwertige/hochwertige oder einfache/komplexe Aufgaben, welches eine hinreichende Grundlage für die Meta-Ebene bei Ontologie-Bildung liefern bzw. begründen könnte. Diese Sichtweisen können mikro-, meso- oder makroskopisch angelegt und dennoch miteinander konsistent sein. Das wird in den Abbildungen 6 bis 8 verdeutlicht.

Abbildung 6: Aufgaben-Ontologien



Quelle: Eigene Darstellung

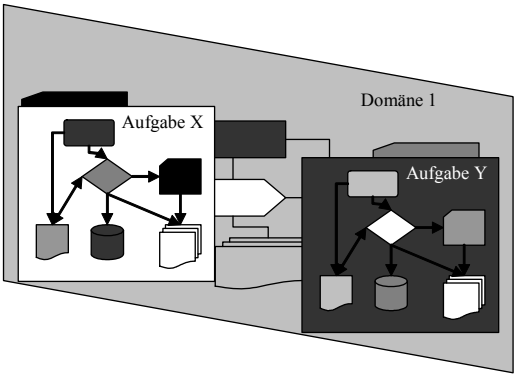
Die *wesentliche Aussage*, die wir aus der Arbeit mit informatischen Ontologien formulieren, ist: Es existieren komplexe Wechselbeziehungen zwischen Aufgaben- und Domänen-Wissen. Auf Grund der notwendigen Universalität einer Meta-Ontologie bilden Domäne-Ontologie sowie Aufgaben-Ontologie keine genügende Grundlage für die Bildung einer Meta-Ontologie.

Meta-Daten sind einerseits die Daten zur Organisation (Struktur und Nutzung) von Daten, andererseits sind sie komprimierte Daten (Datenverarbeitung). Die Frage, die wir uns stellen müssen, ist: Verwendet der Nutzer von Meta-Daten eine Meta-Ontologie?

Ein weiterer Fakt, der ebenfalls die Bildung einer Meta-Ontologie auf der Grundlage von Meta-Daten vereitelt, ergibt sich aus der Nutzung dieser Daten durch die Anwender. Auch wenn einige von ihnen primäre Daten

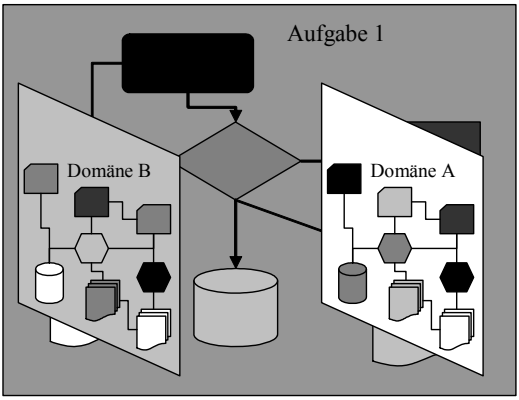
benutzen und die anderen sekundäre, hoch komprimierte Daten, so spricht man doch in beiden Fällen über eine (entsprechende) Ontologie. Jeder nutzt seine (oder die von ihm akzeptierte) Ontologie und stellt sich nicht die Frage, ob diese eine Meta-Ontologie im Vergleich zu derjenigen Ontologie ist, die ein anderer benutzt.

Abbildung 7a: Interdependenzen; Variante A: Mehrere Aufgaben sind in einer Domäne sinnvoll integriert



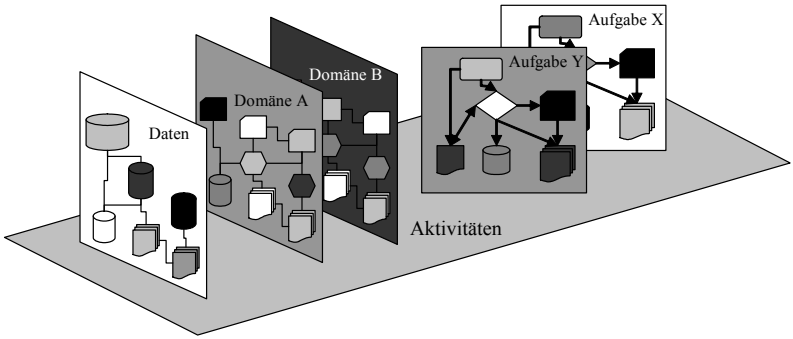
Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 7b: Interdependenzen; Variante B: In einer Aufgabe wird das Wissen aus mehreren Domänen benutzt



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 8: Meta Ontologie



Quelle: Eigene Darstellung

Die Einstufung als Meta-Ontologie widerspricht der Nutzung von Ontologien als semantische Basis der Kommunikation. Besonders schwierig wird die Situation in einer Kommunikation zwischen einem Mitarbeiter und seinem Vorgesetzten. Der eine nutzt die Ontologie, der andere eine Meta-Ontologie bezüglich des Daten-, Informations- und Wissensbestands aus dem gleichen Fachgebiet. Ähnliches trifft auch auf die genannten Domäne-, Frame-, Aufgaben-Ontologie usw. zu. Alle diese Ontologien beziehen sich auf ein sehr spezifisches Anwendungsgebiet und können daher nicht zur Bildung einer Meta-Ontologie herangezogen werden bzw. dazu beitragen!

Ontologien liefern, wie gesagt, eine Grundlage für eine effiziente Kommunikation – das erforderliche Hintergrundwissen. Die Kommunikationspartner benutzen eine der Situation entsprechende, für sie passende Ontologie.

Es bleibt unentscheidbar, ob ein Mensch im Vergleich zu seinem Kommunikationspartner auf der Grundlage einer Meta-Ontologie kommuniziert (und/oder auch denkt). Daraus kann wiederum der Schluss gezogen werden, dass die deklarativen Ontologie-Konzepte wie Domäne-, Aufgaben-, Meta-Daten-Ontologien usw. keine Grundlage bzw. kein Konzept für die Bildung von Meta-Ontologien ergeben.

3.2.2 Das Konzept der Aktivitäten-Ontologie

Das entscheidende Problem bei der Bildung von Meta-Ontologien ist deren Universalität und Allgemeingültigkeit sowie Anwendbarkeit auf allen Stufen

innerhalb einer Domäne oder Aufgabe im Bezug auf die Nutzer und die beschriebenen Objekte.

In unserem Beitrag auf der 2. Konferenz zur Allgemeinen Technologie (vgl. Fuchs-Kittowski/Bodrow 2004; vgl. auch Bodrow/Fuchs-Kittowski 2007) haben wir eine „Aktivitäten-Ontologie" mit ihren Facetten konzipiert und die erforderlichen Entwicklungsregeln diskutiert. Das Ergebnis war eine entsprechende Aktivitätenliste.

Wie wir zeigen konnten, sind folgende Aktivitäten grundlegend beim Wissensmanagement:

- Wissensziele formulieren;
- Wissen filtern und identifizieren;
- Wissen akquirieren und beschaffen;
- Wissen analysieren;
- Wissen organisieren und indexieren;
- Wissen vernetzen und integrieren;
- Wissen entwickeln;
- Wissen kreieren und erzeugen;
- Wissen präsentieren;
- Wissen speichern, sichern und bewahren;
- Wissen (ver)teilen und kommunizieren;
- Wissen anwenden und nutzen;
- Wissen aufrechterhalten;
- Wissen bewerten und messen;
- Wissen sozialisieren, internalisieren, kombinieren und externalisieren.

Derartigen Ontologien nutzen die wissensrelevanten Aktivitäten als Bausteine und besitzen die für die Bildung einer Meta-Ontologie notwendige Universalität und Allgemeingültigkeit. Die Speicherung und der Austausch usw. von Wissen gilt in allen Fachgebieten, in Bezug auf alle Aufgaben und entsprechende Wissensinhalte (u.a. Daten und Informationen). Auch aus der Nutzerperspektive werden alle Beteiligten auf verschiedenen Stufen einer Unternehmensstruktur das gleiche mit dem Wissen tun: *sie werden es nutzen, speichern, produzieren, evaluieren usw.*

Die Aktivitäten-Ontologie ist universell bezüglich des Domänen-Wissens wie auch bezüglich des Aufgaben-Wissens: *in beiden Fällen wird das Wissen produziert, gespeichert, verwendet usw.* Die Aktivitäten-Ontologie ist ebenso universell bezogen auf die Personen (die Wissensträger), denn ob

Mitarbeiter oder Vorgesetzter: beide *generieren, (ver)teilen, bewerten usw. das Wissen*.

Diese Universalität ermöglicht es, dass das Konzept der Aktivitäten-Ontologie auch die geeignete Basis für die Bildung von Meta-Ontologien bieten kann! *Was zu beweisen war!*

4 Nutzerorientierung der Informationssystemgestaltung und Softwareentwicklung ist auch beim Ontology-Engineering notwendig und möglich

Software besitzt einen doppelten (wenn nicht sogar dreifachen) Charakter. Sie kann als Modell eines Gegenstandes und als informationelles Arbeitsmittel, d.h. als vergegenständlichte Methode, verstanden werden. Sie ist darüber hinaus im wachsenden Maße auch Medium und damit ein Mittel zur Kommunikation. Zumindest diese drei verschiedene Dimensionen der Softwareentwicklung – Gegenstandsbezug, Tätigkeitsbezug, Kommunikationsbezug – gilt es zu berücksichtigen (vgl. Dahme 2002).

Auf dem Gebiet des Software-Engineering und der damit verbundenen Modellierung hat sich ein entscheidender Paradigmenwechsel vollzogen. Dieser wurde als Wechsel von der Produktorientierung auf eine Prozessorientierung bei der Softwareentwicklung charakterisiert (vgl. Floyd 1987; Fuchs-Kittowski 1991; Fuchs-Kittowski/Wenzlaff 1991).

Softwareentwicklung ist eine spezifische Konstruktion sozialer Realität mit dem Ziel, durch die Rechnerunterstützung ein neues Niveau körperlicher und geistiger Tätigkeit des Menschen zu erreichen, welches Produktivitäts- und Persönlichkeitsentwicklung ermöglicht. Diese Orientierung im Software-Engineering hat einen entscheidenden Wandel in den erkenntnistheoretisch-methodologischen Grundlagen zur Voraussetzung, der nur durch eine entsprechende Reflexion über Wissenschaft und Technik zu gewinnen war.

Die Erkenntnissituation des Informatikers/Wirtschaftsinformatikers, der sich mit der Gestaltung von Informationssystemen in sozialer Organisation beschäftigt, ist nicht mit der eines Naturwissenschaftlers vergleichbar, wie dies, dem Wissenschaftsideal der Naturwissenschaften folgend, oftmals angenommen wird (vgl. Schefe 1999a). In den Naturwissenschaften erfolgt die Modell- und Theorienbildung zur Erklärung oder Vorhersage von Phänomenen der Realität. Die Rolle der Formalisierung und Mathematisierung im Falle der Softwareentwicklung hat eine andere Funktion. Die Software

soll bestimmten Anforderungen gerecht werden. Zwischen den informalen Anforderungen und der formalen Spezifikation besteht eine mathematisch nicht fassbare Beziehung. „Die formale Spezifikation macht sich vom Realitätsbezug unabhängig“, schreibt Peter Schefe und hebt hervor: „Erst die informale Anforderung liefert den Realitätsbezug. Diese intensionale Bedeutungszuweisung ist grundlegend verschieden von der einer mathematisch-logischen Interpretation. Wir nennen sie daher Sinnzuweisung“ (Schefe 1999b, S. 85).

Der Informatiker/Wirtschaftsinformatiker hat mit der zu bewerkstelligenden Anforderungsanalyse im Unterschied zur Erkenntnissituation eines Naturwissenschaftlers bestimmte handlungsorientierte Konzeptualisierungen der Realität zu beschreiben, d.h. durch einen Text zu erfassen. Es gilt nicht, auf der Grundlage bestimmter Fakten zu Grunde liegende Naturgesetze zu erschließen, sondern Aufgaben, Bedürfnisse, Intentionen zu verstehen, Sinn zu erfassen.

Die bekannten Schwierigkeiten der Informationssystemgestaltung und Softwareentwicklung, speziell die Schwierigkeiten, die mit der Anpassbarkeit von Standard-Software bzw. generell mit der Wiederverwendbarkeit von Software verbunden sind, haben ihre Grundlage in dieser Erkenntnissituation.

Doch ist es u.E. nicht vertretbar, wenn Berry Smith bei seiner Analyse des Ungenügens vieler Ontologieentwicklungen dafür generell eine zu große Nutzerorientierung verantwortlich macht. Bei der Gestaltung von Informationssystemen, die zur Unterstützung von Arbeitsprozessen funktionieren sollen, muss von den Bedürfnissen der Nutzer ausgegangen werden. Diese Erkenntnis durchzusetzen hat eine lange Geschichte in der Informatik. Die gewonnenen Erkenntnisse sollten nicht vorschnell wieder preisgegeben werden.

Die Bedürfnisse der Menschen in den sich ständig wiederholenden Arbeitsprozessen gehören jedenfalls auch zur Realität, bezieht man nicht nur Objekte, sondern auch Relationen, d.h. die Verhältnisse, in denen produziert wird, ein. Auch bei der Ontologie-Entwicklung in der Medizin kann und muss ein stärkerer Realitätsbezug erreicht werden. Aber auch hier geht es nicht nur um Zellen oder Funktionen lebender Systeme, sondern auch um Arbeitsprozesse in Medizin und Gesundheitswesen, um die Berücksichtigung von Nutzeranforderungen (vgl. Dayhoff 2007). Dies muss den Realitätsbezug nicht mindern, insbesondere dann, wenn man sich auf die Bedürf-

nisse der Gruppe konzentriert und individuelle Wünsche, z. B. die des Chefarztes, nur in Übereinstimmung damit gelten lässt (vgl. Brannigan 2007).

Somit stellt sich die Frage: Wenn Informationssystem-Gestaltung und Software-Entwicklung keine Entdeckung von Gesetzmäßigkeiten ist, handelt es sich damit um reine Schöpfung? Oder: Wenn Informationssystem-Gestaltung und Software-Entwicklung Realitätskonstruktion in gemeinschaftlicher Arbeit, auf der Grundlage der ermittelten Anforderungen ist, hat man es dann nicht auch mit der Aufdeckung wesentlicher Zusammenhänge zu tun? Durch die informale Anforderung, d. h. eine entsprechende Bedeutungszuweisung, ist der erforderliche Realitätsbezug herzustellen. Es geht um Konstruktion und (Re-)Organisation, aber auf der Grundlage der Erkenntnis wesentlicher bzw. allgemein-notwendiger Zusammenhänge. Wesentliche Zusammenhänge der menschlichen Tätigkeit, der Arbeitsorganisation und der betrieblichen Organisation als Ganzem sind zu berücksichtigen.

Für einen vagen Anti-Realismus gilt schon als ausgemacht, nur Erzeuger und nicht Entdecker von Wirklichkeit zu sein. Eine genauere und weniger voreilige Besinnung auf das Verhältnis von „Medialität und Realität im Erkennen“ sollte uns dazu führen, einen Konstruktivismus zu entwickeln, der einen philosophischen Realismus nicht verwirft, und einen Realismus, der nur gemeinsam mit einem philosophischen Konstruktivismus vertreten werden kann, so dass die u. E. für die Informatik/Wirtschaftsinformatik wenig fruchtbare theoretische Alternative „naiver Realismus oder solipsistischer Konstruktivismus“ überwunden werden kann, wie dies in den Arbeiten von John McDowell, Crispin Wright, Hilary Putnam oder Robert Brandom vorgezeichnet und von Martin Seel besonders klar herausgearbeitet wurde (vgl. Brandom 1995; McDowell 1994; Putnam 1994; Seel 1998; Wright 1992). Aus der hier aufgezeigten Sicht ist also weder ein naiver Realismus noch ein Anti-Realismus zu vertreten, sondern ein konstruktiver oder struktureller Realismus. Alan F. Chalmers konnte gegenüber einem vagen Anti-Realismus verdeutlichen, dass trotz Schwierigkeiten der Realismus doch wissenschaftlich begründbar ist (vgl. Chalmers 2001). Die theoretisch unfruchtbare Alternative „naiver Realismus oder solipsistischer Konstruktivismus“ ist also überwindbar.

Der sich in vielen Wissenschaften vollziehende Wechsel des Leitgedankens (Paradigmenwechsel), der das Prinzip der Selbstorganisation in den Mittelpunkt rückt, hat ebenfalls starken Einfluss auf die Wissenschaftstheorie der Gegenwart und führt zu einer kritischen Haltung gegenüber den wissenschaftstheoretischen Grundsätzen des Positivismus (vgl. Floyd/Klaren

1998; Fuchs-Kittowski/Heinrich/Rolf 1999; Heinrich 2004; Zemanek 1973, 1993). Es galt daher zu prüfen, inwieweit die wissenschaftstheoretischen und methodologischen Positionen, wie sie im Zusammenhang mit dem Leitgedanken der Selbstorganisation entwickelt wurden, einer Erweiterung bzw. Vertiefung der philosophischen, der erkenntnistheoretisch-methodologischen Grundlagen der Informatik und insbesondere der Wirtschaftsinformatik dienen können (vgl. Becker et al. 1999).

Auf der Grundlage einer für den sozialen Bereich verallgemeinerten Theorie der Selbstorganisation, in Verbindung mit dem Tätigkeitskonzept, kann ein entsprechendes theoretisch-methodologischen Konzept entwickelt werden, welches den hier angesprochenen Dimensionen der Software-Entwicklung sowie den vom Ontology-Engineering neu aufgeworfenen erkenntnistheoretisch-methodologischen Fragestellungen Rechnung tragen kann (vgl. Floyd et al. 1992; K. Fuchs-Kittowski 2006, 2007). Es gilt zu entdecken *und* zu konstruieren (vgl. Foerster1992). Damit ist ein repräsentationistisches Wissensverständnis überwunden und Wissen als eine Konstruktion über Wirklichkeit zu verstehen.

5 Fazit

Die Nutzung der Aktivitäten als Bausteine eine Meta-Ontologie erlaubt auch die Bildung einer adäquaten Basis für eine Allgemeine Technologie, die analog zur Meta-Ontologie über die Domänen, Aufgaben, Daten sowie Prämissen der Kommunikation gelten soll. Der Einsatz von „Informatiktypischen“ Methoden und Verfahren reicht jedoch für die Entwicklung übergreifender Konzepten wie eine Allgemeine Technologie nicht aus. Aber aus den Darlegungen ergeben sich wichtiges verallgemeinertes Fach- und konkretisiertes Orientierungswissen zur Technologie:

(1) verallgemeinertes Fachwissen:

- Um eine Meta-Ontologie zu bilden, kann nicht im klassischen Sinne (der Logik) aus der Vielzahl der Domänen-Ontologien u.a. abstrahiert und verallgemeinert werden.
- Um eine Meta-Ontologie zu bilden, muss ein neuer Zugang gefunden werden. Mit den Aktivitäten werden neue Bestimmungen hinzugefügt.

- Es vollzieht sich ein Prozess des Aufsteigens vom Abstrakten durch Reproduktion des Sinnlich-Konkreten als Gedanklich-Konkretes. Erforderlich wird ein dialektisches Vorgehen (entsprechend Georg Wilhelm Friedrich Hegel) beim abstrahierenden und verallgemeinernden Denken.
- Diese Erkenntnis – dieses verallgemeinerte Fachwissen – war in der Informatik auch schon früher, z.B. bei der Bildung so genannter Referenzmodelle, erforderlich. Auch hier konnte nicht einfach aus der Vielzahl vorhandener betrieblicher IKT-Anwendungen abstrahiert und verallgemeinert werden.

(2) konkretisiertes Orientierungswissen:

- Orientierung des „Ontology-Engineering“ auf Realitätsbezug.

Es wird nachgewiesen, dass informatische Ontologien ihren Zweck nicht oder nicht zufriedenstellend erfüllen können, wenn an der bisher vorherrschenden Orientierung festgehalten wird, dass mit Ontologien in Informationssystemen keine Aussagen über das Sein des Seienden angestrebt werden können. Die hier erarbeitete Orientierung ist dagegen:

a) Auch wenn Ontologien vom Menschen geschaffene Artefakte sind, in die zweckrationale Gestaltungsaspekte eingehen, also kein vorgegebenes, passives Objekt analysiert wird, sondern Grundstrukturen von Objekten und Prozessen aktiv gestaltet werden, auch dann gilt es, eine unabhängig von uns existierende Realität anzuerkennen und zu berücksichtigen.
b) Denn nur so können schrittweise gesichertes Wissen über die Natur, über Arbeitsprozesse und Organisationsstrukturen gewonnen und auf dieser Grundlage Ontologien gebildet werden, die ihren Zweck erfüllen, schnell von vielen in unterschiedlichen Informationssystemen Beteiligten akzeptiert und genutzt zu werden.

Literatur

Becker; J.; König, W.; Schütte, R.; Wendt, O.; Zelewski, St. (Hg.) (1999): Wirtschaftsinformatik und Wissenschaftstheorie. Bestandsaufnahme und Perspektive. Wiesbaden

Bendoukha, L. (2007a): Cooperation Modelling for Integrating Organizational Change into System Development Process. In: Proceedings of the 2007 Southern Association for Information Systems Conference, pp. 228-232

Bendoukha, L. (2007b): Eine ontologiebasierte Kooperationsmodellierung für die Verbindung der Systementwicklung mit dem Organisationswandel. In: Software Engineering (Workshops), S. 301-304

Berleur, J.; Nurminen, M. I.; Impagliazzo, J. (eds.) (2006): Social Informatics. An Information Society for All? In Remembrance of Rob Kling. Berlin a. o.

Berners-Lee; T.; Hendler, J.; Lassila, O. (2001): The Semantic Web. In: Scientific American, no. 5, pp. 34-43

Bodrow, W.; Fuchs-Kittowski, K. (2007): Wissensmanagement in Wirtschaft und Wissenschaft. In: Fuchs-Kittowski, K.; Umstätter, W.; Wagner-Döbler, R. (Hg.): Wissensmanagement in der Wissenschaft. Berlin (GeWiF), S. 63-88 (Jahrbuch Wissenschaftsforschung 2004)

Brandom, R. B. (1995): Making it Explicit. Reasoning, Representing and Discoursive Commitment. Cambridge, MA/London

Chalmers, A. F. (2001): Wege der Wissenschaft. Einführung in die Wissenschaftstheorie. Berlin u. a.

Dahme, Chr. (2002): Wissenschaftstheoretische Positionen in Bezug auf die Gestaltung von Software. In: Fuchs-Kittowski, K.; Parthey, H.; Umstätter, W.; Wagner-Döbler, R. (Hg.): Organisationsinformatik und digitale Bibliothek in der Wissenschaft. Berlin (GeWiF), S. 157-177 (Jahrbuch Wissenschaftsforschung 2000)

Dayhoff, R. (2007): Ontology in the Medical Information Systeme. Vortrag auf dem „Berliner November“ (im Druck)

Dreyfus, H. (1985): Die Grenzen der künstlichen Intelligenz. Was Computer nicht können. Königstein/Ts.

Dreyfus, H. L.; Dreyfus, St. E. (1987): Künstliche Intelligenz. Von den Grenzen der Denkmaschine und dem Wert der Intuition. Reinbek bei Hamburg

Floyd, Chr. (1983): Grundzüge eines Paradigmenwechsels in der Softwaretechnik. Vortrag auf dem Kolloquium „Information, Organisation und Informationstechnologie“, Humboldt-Universität (unveröffentlicht)

Floyd, Chr. (1987): Outline of a Paradigm Change in Software Engineering. In: Bjerkne, G.; Ehn, P.; Kyng, M. (eds.): Computer and Democracy. A Scandinavian Challenge. Aldershot/Dover, pp. 198-210

Floyd, Chr.; Klaren, H. (1998): Informatik: gestern, heute, morgen. Informatik und Gesellschaft. Fernstudium. Universität Tübingen

Floyd, Chr.; Ukena, St. (2005): On Designing Ontologies for Knowledge Sharing in Communities of Practice. In: Castro, J.; Teniente, E. (eds.): Proceedings of the CAiSE'05 Workshops, pp. 559-569

Floyd, Chr.; Züllighoven, H.; Budde, R.; Keil-Slawik, R. (eds.) (1992): Software Development and Reality Construction. Berlin a. o.

Foerster, H. von (1992): Entdecken oder Erfinden. Wie läßt sich Verstehen verstehen? In: Gumin, H.; Meier, H. (Hg.): Einführung in den Konstruktivismus. München/Zürich, S. 41-88

Fuchs-Kittowski, F. (2000): Wissens-Ko-Produktion. Wissensmanagement im Kontext der Online-Beratung. Berlin (FhG-ISS) (Arbeitsbericht)

Fuchs-Kittowski, F. (2007): Integrierte IT-Unterstützung der Wissensarbeit. Köln

Fuchs-Kittowski, F.; Fuchs-Kittowski, K. (2007): Knowledge Management between Provision and Generation of Knowledge. In: Stary, Chr.; Barachini, F.; Hawamdeh, S. (eds.): Knowledge Management: Innovation, Technology and Cultures. Proceedings of the 2007 International Conference on Knowledge Management, Vienna, Austria. New Jersey/London, pp. 165-175

Fuchs-Kittowski, K. (1991): System Design, Design of Work and of Organization. The Paradox of Safety, the Orgware Concept, the Necessity for a New Culture of Systems and Software Development. In: Besselaar, P. van den; Clement, A.; Järvinen, P. (eds.): Information System, Work and Organization Design. Amsterdam a. o., pp. 83-97

Fuchs-Kittowski, K. (1992): Theorie der Informatik im Spannungsfeld zwischen formalem Modell und nichtformaler Welt. In: Coy, W.; Nake, F.; Pflüger, J.-M.; Rolf, A.; Seetzen, J.; Siefkes, D.; Stransfeld, R. (Hg.): Sichtweisen der Informatik. Braunschweig, S. 71-82

Fuchs-Kittowski, K. (2001): Informations- und Kommunikationstechnologien. Organisation und Management des Wissens. In: Banse, G.; Reher, E.-O. (Hg.): Allgemeine Technologie. Vergangenheit, Gegenwart, Zukunft. Berlin, S. 137-158 (Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät, Bd. 50, H. 7)

Fuchs-Kittowski, K. (2006): Grundlinien des Einsatzes moderner Informations- und Kommunikationstechnologien in der DDR. Wechsel der Sichtweisen zu einer am Menschen orientierten Informationssystemgestaltung sowie Orientierungen der Informatik in der DDR – Zur Herausbildung von Sichtweisen für die Gestaltung automatenunterstützter Informationssysteme und zum Ringen um eine sozial orientierte Informatik. In: Naumann, F.; Schade, G. (Hg.): GI-Edition Lecture Notes in Informatics Informatik in der DDR – eine Bilanz. Tagungsband zu den Symposien 7. bis 9. Oktober 2004 in Chemnitz, 11. bis 12 Mai 2006 in Erfurt. Berlin u.a., S. 55-70, S. 392-421

Fuchs-Kittowski, K. (2007): Zur informatischen Modellbildung im Methodengefüge der Wissenschaft – Zur revolutionären Rolle der Methode. In: Parthey, H.; Spur, G. (Hg.): Wissenschaft und Technik in theoretischer Reflexion. Frankfurt am Main u.a., S. 31-77 (Jahrbuch Wissenschaftsforschung 2006)

Fuchs-Kittowski, K.; Bodrow, W. (2004): Wissensmanagement für Wertschöpfung und Wissensschaffung. Allgemeine Prozessontologien als theoretisch-methodologische Grundlage. In: Banse, G.; Reher, E.-O. (Hg.): Fortschritte bei der Herausbildung der Allgemeinen Technologie. Berlin, S. 81-104 (Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät, Bd. 75)

Fuchs-Kittowski, K.; Heinrich, L. J.; Rolf, A. (1999): Information entsteht in Organisationen: – In kreativen Unternehmen – wissenschaftstheoretische und methodologische Konsequenzen für die Wirtschaftsinformatik. – In: Becker, J.; König, W.; Schütte, R.; Wendt, O.; Zelewski, St. (Hg.): Wirtschaftsinformatik und Wissenschaftstheorie. Bestandsaufnahme und Perspektiven. Wiesbaden, S. 329-361

Fuchs-Kittowski, K.; Kaiser, H.; Tschirschwitz, R.; Wenzlaff, B. (1976): Informatik und Automatisierung. Theorie und Praxis der Struktur und Organisation der Informationsverarbeitung. Berlin

Fuchs-Kittowski, K.; Lemgo, K.; Schuster, U.; Wenzlaff, B. (1975): Man/Computer Communication. A Problem of Linking Semantic and Syntactic Information Processing. Workshop on Data Communication. Laxenburg (IIASA), pp. 169-168

Fuchs-Kittowski, K.; Rosenthal, H. A.; Rosenthal, A. (2007): Die Entschlüsselung des Humangenoms – ambivalente Auswirkungen auf Gesellschaft und Wissenschaft. In: Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin, Bd. 92, S. 7-22

Fuchs-Kittowski, K.; Wenzlaff, B. (1991): Integrative Participation. A Challenge to the Development of Informatics. In: Docherty, P.; Fuchs-Kittowski, K.; Kolm, P.; Mathiassen, L. (eds.): System Design for Human Development and Productivity: Participation and Beyond. Amsterdam a. o., pp. 3-17

Guarino, N. (1999): Formal Ontology and Information Systems, In: König, W.; Wendt, O. (Hg.): Wirtschaftsinformatik und Wissenschaftstheorien '99. Verteilte Theorienbildung. Frankfurt am Main (Johann-Wolfgang-Goethe-Universität, Institut für Wirtschaftsinformatik), S. 1-13

Gruber; Th. R. (1993): A Translation Approach to Portable Ontology Specifications. In: Knowledge Acquisition, no. 5, pp. 199-220

Heinrich, L. J. (2004): Geschichten der Wirtschaftsinformatik ODER Elemente einer Geschichte der Wirtschaftsinformatik? Vortrag anlässlich der Emeritierung von Lutz J. Heinrich. Universität Linz (Emeritierungsvorlesung) (unveröffentlicht)

McDowell, J. (1994): Mind and World. Cambridge, MA

Mizoguchi, R. (2004): Tutorial on Ontological Engineering. Osaka (Osaka University, Institute of Scientific and Industrial Research)

Müller, J. (2007): Global Exchange of Knowledge and Best-Practices. In: Stary, Chr.; Barachini, F.; Hawamdeh, S. (eds.): Knowledge Management: Innovation, Technology and Cultures. Proceedings of the 2007 international Conference on Knowledge Management, Vienna, Austria. New Jersey/London, pp. 55-64

Petkoff, B. (1999): Strukturalistische Ontogenetik. In: König, W.; Wendt, O. (Hg.): Wirtschaftsinformatik und Wissenschaftstheorien '99. Verteilte Theorienbildung. Frankfurt am Main (Johann-Wolfgang-Goethe-Universität, Institut für Wirtschaftsinformatik), S. 44-80

Putnam, H. (1994): The Question of Realism. In: Conant, J. (ed.): Words and Life. Cambridge, MA, pp. 295-312

Quine, W. von (1960): Word and Object. Cambridge, MA

Report (2005): Identifying Ontology Integration Methods and their Applicability in the Context of Product Classification and Knowledge Integration Tasks. Oldenbourg (University of Oldenbourg, Department of Business Information Systems, Report No. WI-OL-TR-01-2005)

Rolf, A. (1998): Grundlagen der Organisations- und Wirtschaftsinformatik. Berlin u. a.

Schefe, P. (1999a) Softwaretechnik und Erkenntnistheorie. In: König, W.; Wendt, O. (Hg.): Wirtschaftsinformatik und Wissenschaftstheorien '99. Verteilte Theorienbildung. Frankfurt am Main (Johann-Wolfgang-Goethe-Universität, Institut für Wirtschaftsinformatik), S. 1-39

Schefe, P. (1999b): Softwaretechnik und Erkenntnistheorie. In: Informatik Spektrum, H. 2, S. 122-135

Schütte, R.; Zelewski, St. (1999): Wissenschafts- und erkenntnistheoretische Probleme beim Umgang mit Ontologien. In: König, W.; Wendt, O. (Hg.): Wirtschaftsinformatik und Wissenschaftstheorien '99. Verteilte Theorienbildung. Frankfurt am Main (Johann-Wolfgang-Goethe-Universität, Institut für Wirtschaftsinformatik), S. 1-19

Searle, J. R. (1984): Geist, Hirn und Wissenschaft. Frankfurt am Main

Seel, M. (1998): Bestimmung und Bestimmenlassen. Anfänge einer medialen Erkenntnistheorie. In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie. Berlin, H. 3, S. 351-365

Smith, B. (1998): The Basic Tools of Formal Ontology. In: Guarino, N. (ed.): Formal Ontology in Information Systems. Amsterdam a. o., pp. 19-28

Smith, B. (2003): Ontology. In: Floridi, L. (ed.): Blackwell Guide to the Philosophy of Computing and Information. Oxford, pp. 155-166

Smith, B.; Hagengruber, R. (2003): Zur Zukunft philosophischer Forschung: Die Bedeutung der philosophischen Ontologie in der Informatik. Interview von Ruth Hagengruber mit Barry Smith. In: Information Philosophie, H. 8, S. 132-137

Weibel, St.; Godby, J.; Miller, E.; Daniel, R. (eds.) (1995): OCLC/NCSA – The 4th Dublin Core Metadata Workshop Report. Dublin (EUA). – URL: http://www.oclc.org:5046/oclc/research/conferences/metadata/dublin_core_report.html

Weizenbaum, J. (1977): Die Macht des Computers und die Ohnmacht der Vernunft. Frankfurt am Main

Winograd, T.; Flores, F. (1986): Understanding Computer and Cognition. A New Foundation for Design. Ablex/Norwood, NJ

Wright, C. (1992): Truth and Objectivity. Cambridge, MA/London

Zemanek, H. (1973): Philosophie der Informationsverarbeitung. In: Nachrichtentechnische Zeitschrift (NTZ), H. 11, S. 543-560

Zemanek, H. (1993): Philosophische Wurzeln der Informatik im Wiener Kreis. In: Schefe, P.; Hasstedt, H.; Dittrich, Y.; Keil, G. (Hg.): Informatik und Philosophie. Mannheim u. a., S. 85-117