

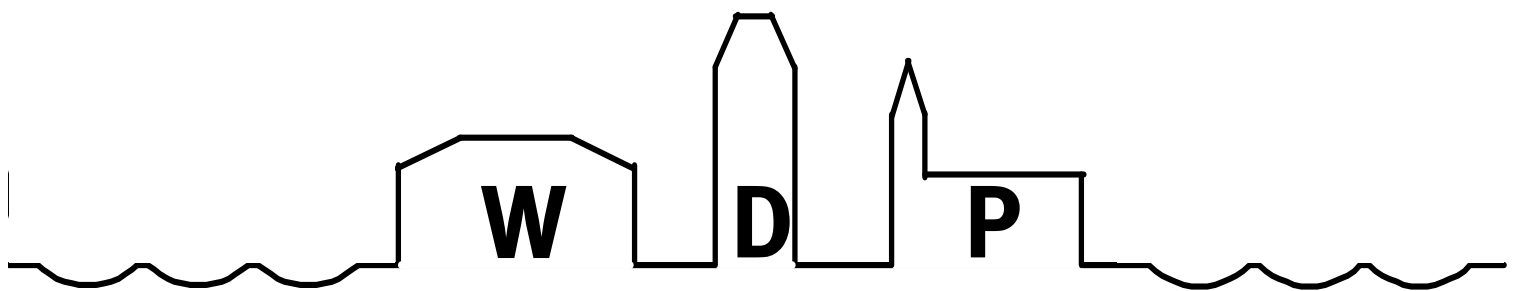


Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
Wismar Business School

Uwe Lämmel

„IT-basiertes Wissensmanagement“

Heft 03/2016



Wismarer Diskussionspapiere / Wismar Discussion Papers

Die Fakultät für Wirtschaftswissenschaften der Hochschule Wismar, University of Applied Sciences – Technology, Business and Design bietet die Präsenzstudiengänge Betriebswirtschaft, Wirtschaftsinformatik und Wirtschaftsrecht sowie die Fernstudiengänge Betriebswirtschaft, Business Consulting, Business Systems, Facility Management, Quality Management, Sales and Marketing und Wirtschaftsinformatik an. Gegenstand der Ausbildung sind die verschiedenen Aspekte des Wirtschaftens in der Unternehmung, der modernen Verwaltungstätigkeit, der Verbindung von angewandter Informatik und Wirtschaftswissenschaften sowie des Rechts im Bereich der Wirtschaft.

Nähere Informationen zu Studienangebot, Forschung und Ansprechpartnern finden Sie auf unserer Homepage im World Wide Web (WWW): <http://www.wi.hs-wismar.de/>.

Die Wismarer Diskussionspapiere/Wismar Discussion Papers sind urheberrechtlich geschützt. Eine Vervielfältigung ganz oder in Teilen, ihre Speicherung sowie jede Form der Weiterverbreitung bedürfen der vorherigen Genehmigung durch den Herausgeber.

Herausgeber: Prof. Dr. Hans-Eggert Reimers
Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
Hochschule Wismar
University of Applied Sciences – Technology, Business
and Design
Philipp-Müller-Straße
Postfach 12 10
D – 23966 Wismar
Telefon: ++49/(0)3841/753 7601
Fax: ++49/(0)3841/753 7131
E-Mail: hans-eggert.reimers@hs-wismar.de

Vertrieb: Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
Hochschule Wismar
Postfach 12 10
23952 Wismar
Telefon: ++49/(0)3841/753-7468
Fax: ++49/(0) 3841/753-7131
E-Mail: Silvia.Kaetelhoen@hs-wismar.de
Homepage: <http://www.wi.hs-wismar.de/>

ISSN 1612-0884

ISBN 978-3-942100-28-1

JEL- Klassifikation C80, Z00

Alle Rechte vorbehalten.

© Hochschule Wismar, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, 2016.

Printed in Germany

Inhaltsverzeichnis

1	Verschiedene Sichten des Wissensmanagements	4
2	Wissen – Intelligenz – Wissensmanagement	7
2.1	Wissen	7
2.2	Daten – Information – Wissen – Intelligenz – Künstliche Intelligenz	8
2.3	Management von Wissen	10
2.4	Wissensmanagement	12
2.5	Fazit	13
3	Formale Darstellung von Wissen	14
3.1	Logik und Regeln	14
3.2	Wissensnetze	15
3.3	Künstliche neuronale Netze	17
4	IT-basiertes Wissensmanagement	19
5	Wissensmanagement mittels Wissensnetzen	22
5.1	Semantisches Netz – Topic Map – Ontologie	23
5.2	Semantisches Wiki	25
5.3	Fazit	28
6	Wissensmanagement mittels Geschäftsregeln	29
7	Zusammenfassung und Ausblick	33
8	Literaturverzeichnis	36
Anlage A: Themen von Abschlussarbeiten an der Hochschule Wismar mit Bezug zum Wissensmanagement 2010-2016		42
Anlage B: Beispiel Semantisches Wiki		43

1 Verschiedene Sichten des Wissensmanagements

Wissensmanagement ist seit vielen Jahren in der betriebswirtschaftlichen Diskussion, vgl. Frappaolo (2006), Brüggemann-Klein, et al. (1999). In der Tradition von Nonaka, et al. (2000) steht dabei der Austausch von Wissen zwischen Mitarbeitern einer Organisation im Mittelpunkt. Die Relevanz dieses Themas zeigen Kumar, et al. (2009), in dem sie einen stetigen überproportionalen Anstieg der Veröffentlichungen zu diesem Thema in den Jahren 1996 – 2007 ausmachen. Wissensmanagement wird als eine Aufgabe der Mitarbeiterführung gesehen, die Beschäftigten zu motivieren, ihr Wissen für andere bereitzustellen und so die Effizienz des Unternehmens zu erhöhen. In diese Richtung lässt sich auch der Wunsch einordnen, Wissensmanagement als eigenständige Disziplin zu etablieren Broßmann, et al. (2011). Informationstechnologie (IT) wird hier vorrangig als Mittel zur Speicherung von Daten beziehungsweise Dokumenten genutzt. Als Wissensmanagementsysteme werden dabei Systeme der Verwaltung von Daten oder Dokumenten gesehen.

Wissen managen, somit Wissen zu erzeugen, darzustellen, zu speichern, zu verarbeiten und wiederzugeben, das ist ein Forschungs- und Betätigungsfeld der Künstlichen Intelligenz (KI), vgl. Lämmel, Cleve (2012). Hierbei steht weniger der Austausch von Wissen zwischen Personen im Vordergrund, sondern der Austausch von Wissen zwischen Mensch und Maschinen. Aus IT-Sicht wird hier die Software selber zum Wissensträger und -verarbeiter und somit zu einem intelligenten Partner des Menschen bei der Problemlösung.

Die vorliegende Arbeit verbindet beide Sichten und betrachtet die Mittel und Methoden, die es ermöglichen, Wissen so zu speichern, dass es maschinell verarbeitet werden kann. Damit wird der Computer direkt zum Partner im Wissensaustausch und somit zum Wissensmanagement im betriebswirtschaftlichen Sinne. Dabei wird das Ziel des Wissensmanagements übernommen: Die Steigerung der Effizienz des Unternehmens oder der Organisation.

Die Künstliche Intelligenz hat eine Reihe von Techniken zur Wissensdarstellung entwickelt. Einen Überblick gibt zum Beispiel Lämmel, Cleve (2012). Es wird seit einigen Jahren versucht, diese Techniken auch für das Wissensmanagement (im betriebswirtschaftlichen Sinne) einzusetzen: Dies betrifft die regelbasierte Wissensrepräsentation, die unter dem Begriff Geschäftsregeln (engl. Business Rules, siehe Business Rules Group (2016)) in betriebswirtschaftliche Standardsoftware integriert wird. Im Zusammenhang mit dem Internet, hier insbesondere mit der Entwicklung des Web 2.0 beziehungsweise des semantischen Webs (Semantic Web, Berners-Lee (1998)), werden verstärkt Netze für die Darstellung von Wissen entwickelt und eingesetzt, wie beispielsweise semantische Netze, Wissensnetze, Topic Maps oder Ontologien, vgl. Dengel (2012).

Obwohl die Techniken zur Wissensdarstellung und -verarbeitung seit

Langem bekannt sind, haben diese bisher noch nicht so schnell Eingang in die tägliche Praxis gefunden, wie soziale Netze oder Wikipedia. Nach Ansicht des Autors wird das Potenzial wissensbasierter Ansätze im Wissensmanagement bei Weitem nicht ausgeschöpft. In dieser Arbeit wird das technisch Machbare zusammengestellt und dabei mit in Betracht gezogen, in wie weit die vorhandenen Ansätze für kleine und mittlere Unternehmen realistisch einsetzbar sind.

Die Motivation, sich mit den folgenden Fragen auseinanderzusetzen, ist in den Zielen des Wissensmanagements begründet, die sich in zwei Punkten zusammenfassen lassen:

- Das Treffen von fundierten Entscheidungen (im operationalen Geschäft) beziehungsweise die Unterstützung von Entscheidungen (im operationalen wie strategischem Bereich) auf der Basis von vorhandenem Wissen und die
- schnelle Bereitstellung des zur Lösung eines Problems notwendigen Wissens.

Obwohl der erste Punkt als eine spezielle Form der Lösung eines Problems verstanden und somit dem zweiten Punkt zugeordnet werden kann, wird die Entscheidungsfindung gesondert betrachtet.

Die folgenden Fragen werden untersucht:

- Welche Formen der (semi-)formalen Wissensdarstellung sind für Wissensmanagement geeignet, dass den Computer zum Partner des Menschen bei der Lösung von Problemen werden lässt?
- Welche Tendenzen für ein IT-basiertes Wissensmanagement sind erkennbar?
- Wie können auch kleine und mittlere Unternehmen von den Entwicklungen maschineller Wissensverarbeitung profitieren und ein IT-basiertes Wissensmanagement entwickeln?

Basis für die Beantwortung dieser Fragen ist eine Literaturrecherche sowie die Erfahrungen, die der Autor in mehreren kleinen Projekten gesammelt hat. Ausgangspunkt der Untersuchungen ist eine Diskussion von Begriffen im Kapitel 2, auf denen das Wissensmanagement und insbesondere ein maschinelles Wissensmanagement aufbauen. Kapitel 3 gibt eine Einführung in Formen einer (semi-)formalen Darstellung von Wissen als Basis eines IT-basierten Wissensmanagements. Schwerpunkt bilden hierbei die regelbasierte Wissensdarstellung im Abschnitt 3.1 sowie die Wissensdarstellung als Netzstruktur im Abschnitt 3.2. Kapitel 4 gibt eine Einführung in das IT-basierte Wissensmanagement. Die nachfolgenden Kapitel 5 und 6 können logisch auch als Abschnitte des Kapitels 4 gesehen werden, aufgrund der Bedeutung der beiden Ansätze wird ihnen jeweils ein eigenes Kapitel gewidmet. Kapitel 5 widmet sich den Wissensnetzen, betrachtet dabei Topic Maps und Ontologien und geht auch auf semantische Wiki-Systeme ein. Im Kapitel 6 wird die Wissensdarstellung mittels Regeln diskutiert.

Abschließend wird im Kapitel 7 ein Fazit gezogen und ein Ausblick auf weiter zu betrachtende Fragen gegeben. Kern der Schlussfolgerungen ist zum einen, dass die Benutzbarkeit vorhandener Systeme (noch) nicht den Stand erreicht hat, so dass diese mit vertretbarem Aufwand auch in kleinen und mittleren Unternehmen eingesetzt werden können. Zum anderen wird gesehen, dass das Explizieren von Wissen in die akademische Ausbildung einfließen sollte, um den Einsatz wissensbasierter Ansätze zu fördern.

2 Wissen – Intelligenz – Wissensmanagement

Jede Arbeit, die sich dem Wissensmanagement widmet, greift auf eine Definition des Begriffes Wissen zurück oder versucht aufbauend auf frühere Definitionen, eine eigene Definition zu geben. Auffallend dabei ist, dass in den meisten Fällen Wissen an den Menschen gebunden wird, oft sogar ausschließlich. Dies schließt dann aus, dass eine Maschine oder eine Software über Wissen verfügen kann. Die nachfolgende Diskussion betrachtet die Begriffe in Bezug auf das Wissensmanagement beziehungsweise in Bezug auf die Informationstechnologie. Eine philosophische Betrachtung der Begriffe wird nicht angestrebt.

2.1 Wissen

Als Ausgangspunkt dient eine allgemeine Definition aus einem Lexikon Meyers Lexikon (1993), Band 10, Seite 407: *„Wissen, 1, all. verfügbare Orientierungen im Rahmen alltägl. Handlungs- und Sachzusammenhänge (Alltags-W.); 2. Im engeren, philosoph. und wiss. Sinne im Unterschied zu Meinung und (philosoph.) Glauben die auf Begründungen bezogene und strengen Überprüfungspostulaten unterliegende Kenntnis, institutionalisiert in den Wissenschaften.“*

Hier werden zwei Aspekte angesprochen, die in vielen Definitionen aus den Bereichen des Wissensmanagements oder der künstlichen Intelligenz wiederkehren: Der Bezug zur Handlung und der Wahrheitswert im Unterschied zum Glauben. Darüber hinaus wird der Bezug zum Individuum nicht direkt in die Definition eingebunden, wie auch in Dengel (2012), Seite 5: *„Wissen ist Information, die in Aktion umgesetzt wird.“*

Häufig wird jedoch Wissen direkt an den Menschen gebunden, wie in den folgenden Erklärungen. Im betriebswirtschaftlichen Umfeld wird dabei auf eine Definition von Probst zurückgegriffen Probst, et al. (2012), Seite 23:

„Wissen bezeichnet die Gesamtheit der Kenntnisse und Fähigkeiten, die Individuen zur Lösung von Problemen einsetzen. Dies umfasst sowohl theoretische Erkenntnisse als auch praktische Alltagsregeln und Handlungsanweisungen. Wissen stützt sich auf Daten und Informationen, ist im Gegensatz zu diesen jedoch immer an Personen gebunden. Es wird von Individuen konstruiert und repräsentiert deren Erwartungen über Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge.“

Katenkamp (2011), Seite 147: *„Neues Wissen generieren zwar nur Personen, aber...“*

Hossiep, et al. (2010) definieren Wissen als: *„Informationen, die dem Individuum direkt zur Verfügung stehen, um seine Umwelt zu verstehen, zu gestalten und zu verändern.“*

Boersch, et al. (2007), Seite 1: *„Wissen ist Information, die in einer*

bestimmten Situation für eine bestimmte Person sinnvoll verwendet werden kann, Information also, die Nutzen bringt.“ Ebenfalls aus dem Umfeld der Künstlichen Intelligenz stammt diese schon etwas ältere Charakterisierung von Wissen Moore, et al. (1973), die keinen direkten Bezug zum Menschen aufweist:

„...we take the ultimate criterion of understanding of knowledge to lie in its use: S understands knowledge K if S uses K whenever appropriate.“

Dieser starke Bezug zur Anwendung wird von Newell weiter diskutiert Newell (1981) und führt dazu, dass Wissen an sich nicht gespeichert werden kann: *„Knowledge is not representable by a structure at the symbol level. It requires both structures and processes.“* Es ist aber nicht ein beliebiges Zusammenspiel von Information und Aktion, sondern ein rationales: *“Knowledge is that which makes the principle of rationality work as a law of behaviour.”* Das Rationalitätsprinzip wird von Newell dabei so angegeben: *“Principle of rationality: If an agent has knowledge that one of its actions will lead to one of its goals, then the agent will select that action.”* (ebd.)

Eine ausführliche Diskussion zum Begriff Wissen (aus betriebswirtschaftlicher Sicht) findet man unter anderem in Ternès, et al. (2016) im Abschnitt 2.1 „Information, Daten, Wissen“ oder Broßmann, et al. (2011). Newell (1981) diskutiert sehr ausführlich den Wissensbegriff mit Bezug zur maschinellen Speicherung und Verarbeitung (siehe oben).

Für diese Arbeit wird Wissen als im Computer repräsentierbar angesehen. Ein wissensbasiertes System ist demzufolge ein System, welches Wissen speichert und verarbeiten kann. Es besteht aus der deklarativen Komponente der Wissensrepräsentation (dies ist Information) und einer prozeduralen Komponente der Anwendung dieser Information. Die Kopplung ist das Wissen.

2.2 Daten – Information – Wissen – Intelligenz – Künstliche Intelligenz

In der (Wirtschafts-)Informatik wird die Wissenstreppe nach North (2016) gerne als Grundlage herangezogen, da diese den Zusammenhang von Daten, darauf aufbauender Information und wiederum darauf aufbauendem Wissen herstellt. Diese Treppe lässt sich zudem gut unter dem technischen Blickwinkel interpretieren:

- Eine Nachricht besteht aus Zeichen, die über ein physikalisches Medium (Licht, Elektrizität, Magnetismus, Schall) übertragen wird.
- Folgen die Zeichen einer gewissen Struktur (Syntax) so lassen sich diese als Daten interpretieren, z.B. eine Zahl 85.
- Liegt zudem vor, wie diese Zahl zu interpretieren ist, so spricht man von einer Information:
 - 85 km/h,
 - 85 TEUR Jahreseinkommen,
 - 85 Studenten im Jahrgang,

- 85-Cent-Briefmarke,
- 85% der Punkte in einer Klausur
- ...
- Die nächste Stufe Wissen entsteht, wenn Informationen miteinander verknüpft werden, zum Beispiel in einer Aussage oder sogar speziell in einer (Regel-)Anweisung.
 - 85km/h ist eine zu hohe Geschwindigkeit innerhalb einer Ortschaft.
 - Wenn Jahreseinkommen = 85 TEUR, dann Job annehmen.
 - 85% der Punkte in einer Klausur ergeben die Note 1,7.
 - WENN die Anzahl der Punkte in der Klausur mehr als 85% ausmachen, dann ist es eine sehr gute Leistung.

Die darauf aufbauenden Stufen werden mitunter in die Stufe Wissen integriert Cleve, et al. (2016), Seite 38: Wissen ist Information, die angewendet werden kann. Oder, Wissen ist Information, die ich nutzen kann.

Im Zusammenhang mit der Verarbeitung von Wissen im Computer wird dann von intelligenten Systemen gesprochen. Damit stellt sich die Frage nach dem Zusammenhang von Wissen und Intelligenz und dies insbesondere unter dem Blickwinkel der IT unter Beachtung der Anwendung im Wissensmanagement. Einige Erklärungen für den Begriff Intelligenz werden in Hehl (2016), Seite 117ff aus anderen Quellen zusammengestellt. Die Begriffe Wissen und Intelligenz werden in der Encyclopaedia Britannica verknüpft Sternberg (2015): „*Human intelligence, mental quality that consists of the abilities to learn from experience, adapt to new situations, understand and handle abstract concepts, and use knowledge to manipulate one's environment.*“ Katenkamp (2011), Seite 66ff diskutiert die Beziehung des Wissens zur sogenannten praktischen Intelligenz.

Aulinger, et al. (2014) führt auf Seite 27 einen Intelligenzbegriff aus psychologischer Sicht ein: „*Intelligenz steht für die Fähigkeit eines Individuums, neue Herausforderungen ohne spezifisches Vorwissen zu lösen.*“

Der Duden erklärt Intelligenz wie folgt: „*Fähigkeit [des Menschen], abstrakt und vernünftig zu denken und daraus zweckvolles Handeln abzuleiten.*“ Interpretiert man die Klammer so, dass der Mensch nicht notwendigerweise einbezogen ist und wird vernünftig mit rational übersetzt, so ergibt sich ein Intelligenz-Begriff, der auch auf künstliche Systeme, Computer, anwendbar ist. Unland (2014) versucht in der Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik ein intelligentes System zu definieren:

„*Unter einem intelligenten Softwareagenten wird dabei ein Computerprogramm verstanden, welches flexibel, autonom, vorausschauend und mit einer gewissen Intelligenz ausgestattet in der Lage ist, in einer Umgebung diese zu beobachten und auf für den Agenten relevante Ereignisse angemessen zu reagieren.*“

Der „intelligente Softwareagent“ wird hier leider mittels des Begriffes „Intelligenz“ erklärt.

Wird aus der Definition der menschlichen Intelligenz aus der Encyclopaedia Britannica, vgl. Sternberg (2015), das Wort „menschlich“ entfernt, ergeben sich die Forderungen, die an ein intelligentes System zu stellen sind: „...*learn from experience, adapt to new situations, understand and handle abstract concepts, and use knowledge to manipulate one's environment.*“

Nun reagiert jedes Thermostat auf seine Umgebung und dennoch wird diese Reaktion nicht als intelligent angesehen. Hier haben wir es mit einer Situation ähnlich dem Haufen-Paradoxon (auch Sorites-Paradoxon) zu tun: So wenig, wie ein einzelnes Sandkorn ein Haufen darstellt, ist eine einzelne Reaktion auf die Umwelt intelligent. Je mehr unterschiedliche Reaktionen ein System zeigt, desto eher wird es als „intelligent“ eingeschätzt. Diese Betrachtungsweise ermöglicht es zudem, den Rahmen dessen, was als intelligent angesehen wird, an den jeweiligen Entwicklungsstand anzupassen. Nach Auffassung des Autors wären heutige Smartphones mit ihren Möglichkeiten vor einigen Jahrzehnten als sehr intelligent eingestuft worden, heute sind die Anforderungen an ein intelligentes System jedoch höher.

Hehl (2016) diskutiert auf den Seiten 172ff ausführlich die Möglichkeit eines intelligenten Computers, greift auf Zitate verschiedener Wissenschaftler zurück und sieht Intelligenz im Zusammenhang mit dem Sorites-Paradoxon. Exemplarisch sei hier das Zitat von Drew McDermott übernommen:

„Zu sagen, dass der Schachcomputer Deep Blue nicht richtig denkt, ist so als ob man sagte, Flugzeuge flögen nicht richtig, weil sie nicht mit den Flügeln schlagen.“ Hehl (2016), Seite 182.

Für die vorliegende Arbeit ist die Frage, ob es künstliche intelligente Wesen gibt, nicht von Bedeutung. Für das Wissensmanagement wird ein System, welches Intelligenz auf den Gebieten der Wissensverknüpfung und der Wissensbereitstellung verfügt, nicht nur als theoretisch möglich, sondern als wünschenswert angesehen.

2.3 Management von Wissen

Dieser Abschnitt betrachtet das Wissensmanagement aus der technischen Sicht und ist deshalb mit Managen von Wissen überschrieben. Die Künstliche Intelligenz basiert in ihren Anwendungen auf der Erfassung, Speicherung und Verarbeitung von Wissen. Aufgrund der technischen Ausrichtung dieser Arbeit wird mit dieser Sicht begonnen. Ontologien nehmen eine gewisse Zwischenstellung ein, sie sind nicht mehr ganz künstliche Intelligenz aber auch nicht Wissensmanagement im betriebswirtschaftlichen Sinne. Abschließend sei darauf verwiesen, dass Wissensmanagement auch im Umfeld des Bibliothekswesens betrachtet werden kann, hier aber nicht diskutiert wird.

Der Begriff Künstliche Intelligenz wird aus zwei Herangehensweisen heraus definiert, siehe hierzu Lämmel, Cleve (2012). Ein Ansatz besteht darin, die künstliche Intelligenz mit der Intelligenz des Menschen in Beziehung zu setzen: Künstliche Intelligenz will Maschinen in die Lage versetzen, Dinge zu tun, die wir Menschen als intelligent bezeichnen. Farlex (2016) gibt mehrere Definitionen Künstlicher Intelligenz an, die alle darauf beruhen, dass KI Maschinen zu Leistungen verhelfen will, die für den Menschen als intelligent angesehen werden: „*replicate human intellectual functions*“.

Der andere Ansatz vermeidet dies und zählt die Gebiete und Probleme auf, mit denen sich die Künstliche Intelligenz auseinandersetzt: Expertensysteme, Planungsprobleme, Verstehen natürlicher Sprache, Wissensverarbeitung usw.

Auf dem Gebiet der Künstlichen Intelligenz (KI) werden verschiedene Ansätze verfolgt. Nach der vorzugsweise eingesetzten Technik unterteilt man in Symbol verarbeitende KI (top down) und in konnektionistische Ansätze (bottom up), siehe Copeland (2016) oder auch Lämmel, Cleve (2012). Ein anderer Blickwinkel unterteilt die Arbeiten in die KI, die sich mit der Entwicklung von nicht-körperlichen intelligenten Lösungen (Software) befasst (traditionelle KI) und in die KI, die körperliche Intelligenz entwickelt (Nouvelle AI oder situated approach), siehe Copeland (2008).

Unter Berücksichtigung des Zieles dieser Arbeit, der Nutzung von KI-Techniken für das Wissensmanagement im Unternehmen, wird unter KI hier die traditionelle, Symbol verarbeitende KI verstanden. Diese Künstliche Intelligenz entwickelt, vorrangig unter Nutzung von (semi-)formaler Wissensrepräsentation (Symbol-Verarbeitung), Systeme, die intelligent (siehe obige Definition) die Aufgaben im Wissensmanagement lösen.

2.4 Wissensmanagement

Ein Spruch von Heinrich Pierer (1995) wird häufig zitiert¹ und gibt auch heute noch die Motivation und das Ziel des Wissensmanagements an: „*Wenn Siemens wüsste, was Siemens weiß, dann wären unsere Zahlen noch besser.*“ Sehr ausführlich definieren Brüggemann-Klein und Schlichter² das Wissensmanagement, hier zitiert nach Gulbins, et al. (2002), Seite 167:

"Knowledge-Management ist die Disziplin des systematischen Erfassens, Nutzens und Bewahrens von Expertise und Informationen, um die Effizienz, Kompetenz, Innovation und Reaktionsfähigkeit der Organisation zu verbessern.

Es umfasst alle Methoden, Werkzeuge und kritische Aspekte einer Organisation, die zu seiner Erfassung, Kompetenzbewahrung und -erweiterung notwendig sind, um auf Änderungen des Marktes, die nicht notwendigerweise kontinuierlich und zentralisiert auftreten, effektiv und effizient reagieren zu können.

Es handhabt insbesondere die Information zu Geschäftsprozessen sowie die kreativen und innovativen Fähigkeiten der Mitarbeiter."

Wissensmanagement wird hier durch seine Ziele und Aufgaben in einem Unternehmen definiert. Kürzer und allgemeiner definieren Abts, et al. (2010) Wissensmanagement als die „... *die Verwaltung und Bereitstellung von Information für einen bestimmten Teilnehmerkreis.*“

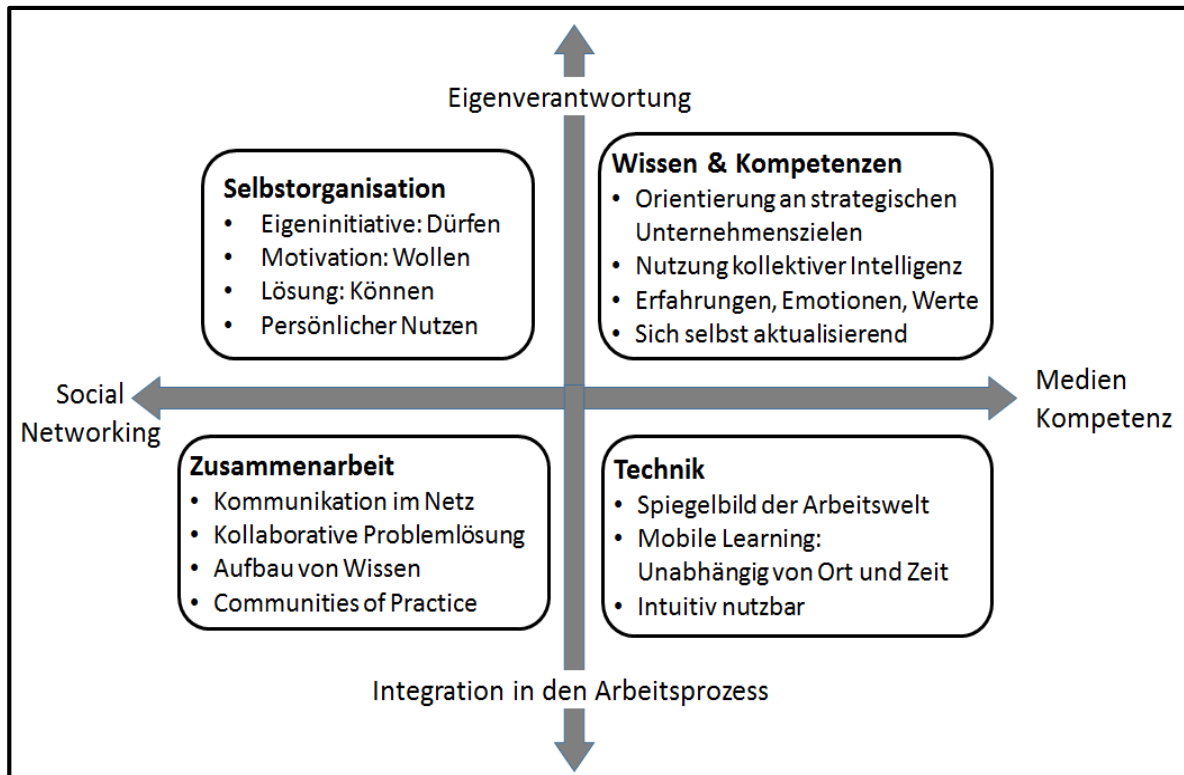
Beide Definitionen bestimmen jedoch das Wissensmanagement als das Managen von Informationen. Folgerichtig werden Datenbanken, Dokumenten-Management-Systeme oder auch Computer-Supported-Cooperative-Work-Systeme (CSCW-Systeme) und weniger wissensbasierte Systeme als technische Unterstützung für das Wissensmanagement gesehen Gulbins, et al. (2002).

Eine kurz gefasste und gute Zusammenfassung der Diskussion zum Wissensmanagement nehmen Sauter, et al. (2015) vor. Sie beziehen in ihrem Ansatz die Informationstechnologie, insbesondere hier das Web 2.0 mit ein und schlagen ein kompetenzorientiertes Wissensmanagement vor, siehe Abbildung 1.

¹ Aufgrund der vielen Quellen im Internet, die jede für sich auf lange Sicht nicht stabil erscheinen, wird hier die Google-Suche angegeben: www.google.de mit den Suchworten: „Wenn Siemens wüsste, was Siemens weiß“ und „Pierer“, 01.08.2015.

² Brüggemann-Klein, A.; Schlichter, J.: Wissensmanagement in Organisationen, Vorlesung des Lehrstuhls für Angewandte Informatik / Kooperative Systeme, München: Technische Universität, 1999.

Abbildung 1: Anforderungen an kompetenzorientiertes Wissensmanagement



Quelle: eigene Darstellung nach Sauter, et al. (2015), Seite 24

2.5 Fazit

Die Begriffe müssen unter Beachtung der Entwicklungen ständig überdacht und die Definitionen angepasst werden. Wissensmanagement kann mehr als das Verwalten und Bereitstellen von Information für andere Personen. Wissensmanagement ist auch das Verwalten von Wissen in dem Sinne, dass das Wissen dann maschinell verarbeitet werden kann, somit neues Wissen oder Handlungen abgeleitet werden.

3 Formale Darstellung von Wissen

Da Wissensmanagement hier als das Managen von Wissen unter Nutzung der Informationstechnologie betrachtet wird, ist eine Darstellung des Wissens erforderlich, die eine maschinelle Verknüpfung ermöglicht. Notwendig ist eine zumindest semi-formale besser formale Darstellung. In diesem Kapitel werden einige Ansätze, die für das betriebliche Wissensmanagement einsetzbar sind, vorgestellt.

3.1 Logik und Regeln

Klassische Symbol verarbeitende KI nutzt die formale Logik, insbesondere die Prädikatenlogik 1. Stufe für die Darstellung von Wissen, siehe zum Beispiel Lämmel, Cleve (2012) oder auch Boersch, et al. (2007). Aufbauend auf den Arbeiten Gottlob Freges, vgl. Frege (1879), der die Logik einzig auf die Implikation, die Negation und die Allquantifizierung stützte, hat sich diese Logik in der Notation von Peano durchgesetzt:

Operationen: \wedge und; \vee oder; \rightarrow Implikation (wenn-dann); \neg Negation;

Quantifizierungen: \forall Allquantifizierung; \exists Existenzquantifizierung

Mit diesen Operationen und Prädikaten, die Eigenschaften von Objekten oder Beziehungen zwischen Objekten beschreiben, werden Aussagen getroffen:

$\forall x,y \text{ bestellung}(x,y) \wedge \text{guterKunde}(x) \rightarrow \text{rabatt}(x,10)$

$\text{guterKunde}(\text{mustermann})$

$\text{bestellung}(\text{mustermann},1000)$

Die Formeln repräsentieren das Wissen, dass alle guten Kunden auf eine Bestellung einen Rabatt von 10% erhalten. Zudem gibt es die Information, dass Herr Mustermann ein guter Kunde ist und eine Bestellung über 1.000€ ausgelöst hat.

Eine Regel ist eine logische Implikation, in der alle Variablen allquantifiziert sind, so dass das Symbol für die Quantifizierung entfallen kann:

WENN Bedingung DANN Folgerung.

Der Bedingungs- sowie auch der Folgerungsteil der Formel enthalten nur Prädikate, die mit der logischen Und-Operation verknüpft sind. Ein Prädikat darf dabei auch negiert auftreten:

WENN bestellung(X,Y) UND guterKunde(X) DANN rabatt(Y,10).

WENN energieVerbrauch(X,K) UND $K > 5.000$ DANN sendeAngebot(X,tarif2).

In regelbasierten Systemen werden nicht nur Regeln eingesetzt, die logische Folgerungen beschreiben, sondern auch Regeln, die Aktionen auslösen. Diese Regeln werden Produktionsregeln genannt.

WENN status(bestellung,abgeschlossen) DANN drucke(rechnung).

Mittels Regeln und Fakten lässt sich das Wissen über einen Sachverhalt und die sich daraus ableitenden Aktionen beschreiben. Die Schlussfolgerungen können dann vom System gezogen werden, welches so neues Wissen produziert oder einen Vorgang steuert. Zum Einsatz der regelbasierten Wissensdarstellung im Wissensmanagement siehe Kapitel 6.

3.2 Wissensnetze

Allen Formen von Wissensnetzen liegt die Idee zugrunde, Begriffe mit ihren Beziehungen darzustellen und somit durch diese Darstellung der Zusammenhänge Wissen über einen Sachverhalt oder auch Prozess abzubilden. Eine klare Unterscheidung der verschiedenen Begriffe Wissensnetz, semantisches Netz, Mind Map, Concept Map, Topic Map oder Ontologie ist bisher nicht allgemein gegeben, siehe Unland (2012) oder Dengel (2012). Dengel unterscheidet weniger formale Netze, wie Mind Map oder Concept Map, von den formalen Netzen, wie semantische Netze oder Topic Maps. Allgemein werden Ontologien als die leistungsstärksten Netze, Netz mit dem höchsten Grad der Formalisierung, angesehen Pfuhl (2012).

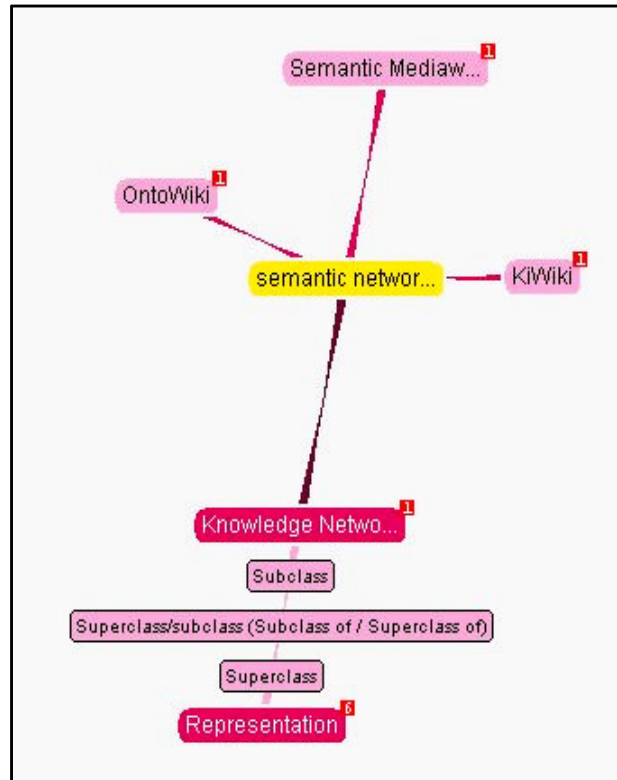
Als Oberbegriff ist der Begriff der Wissenskarte Eppler (2012) oder auch Wissenslandkarte (knowledge map) anzusehen. Er umfasst sowohl nicht-formale und formale als auch nicht-digitalisierte und digitalisierte Formen. Wissenskarten werden zur Organisation des Wissensmanagements eingesetzt und spielen auch eine Rolle bei der Erfassung von vorhandenem Wissen, siehe Kapitel 4.

Semantische Netze wurden in der Künstlichen Intelligenz bereits in den 1960er Jahren entwickelt: Begriffe und Objekte werden mit ihren Beziehungen und Eigenschaften in Form eines Graphen modelliert: Begriffe und Objekte als Knoten und Beziehungen als Kanten. Den Kern bilden *Begriffe*, die man auch als Mengen von Objekten oder Instanzen ansehen kann. Für die Konstruktion einer Hierarchie als Kern eines Netzes stehen die Standardrelationen „*ist ein*“ (is a) sowie „*ist Instanz von*“ (instance of) zur Verfügung. „*ist ein*“ definiert hier eine Untermengenbeziehung und „*ist Instanz von*“ drückt die Zugehörigkeit eines Elementes zu einem Begriff aus.

Eine *Topic Map* stellt ebenso Begriffe und Objekte mit ihren Beziehungen dar. Die Beschreibung einer Topic Map ist durch die ISO standardisiert, siehe ISO/IEC (2002). Eine Einführung in Topic Maps, die hierzu das TAO – Topics, Associations, Occurrences – benutzt, gibt Pepper (2000). Im TAO werden Instanzen als Topics betrachtet und Mengen von Instanzen als Topic Types. Wohingegen die deutsche Übersetzung des Begriffes Topic einen Begriff und damit bereits eine Menge suggeriert. Der Autor hält zudem die Definition des Begriffes Topic Map auf der Basis der technischen

Realisierung für wenig geeignet, auf Weiterentwicklungen zu reagieren.

Abbildung 2: Ausschnitt aus einem Wissensnetz



Quelle eigene Darstellung mittels Ontopia

Eine der ersten Definitionen einer Ontologie in der Informatik stammt von Gruber (1993): „*An ontology is an explicit specification of a conceptualization.*“ Eine beinahe wörtliche Übersetzung findet sich in Dengel (2012), Seite 65: „*Eine Ontologie ist eine formale, explizite Spezifikation einer gemeinsamen Konzeptualisierung.*“ In deutschen Vorlesungen wird häufig die Erklärung „*Eine Ontologie ist eine Konzeptualisierung eines Weltausschnitts*“ verwendet, die so auch in Kurbel (2014) zu finden ist. Diese Definitionen verschieben die Erklärung auf den Begriff einer Konzeptualisierung. Furrer (2014) gibt eine Einführung in Ontologien der Informatik, illustriert die Möglichkeiten, benennt deren Einsatzgebiete und greift dabei auf eine Definition zurück, die ohne das Wort Konzeptualisierung auskommt:

„*In der Informatik ist eine Ontologie eine formale Beschreibung des Wissens in einer Domäne in der Form von Konzepten der Domäne, deren Beziehungen untereinander und der Eigenschaften dieser Konzepte und Beziehungen, sowie der in der Domäne gültigen Axiome und Prinzipien.*“

Diese Definition wird öfter zugrunde gelegt, siehe auch Tegginmath, et al. (2013): „*In modern computer science, ontology is a data model that represents knowledge within a domain (a part of the world), providing a*

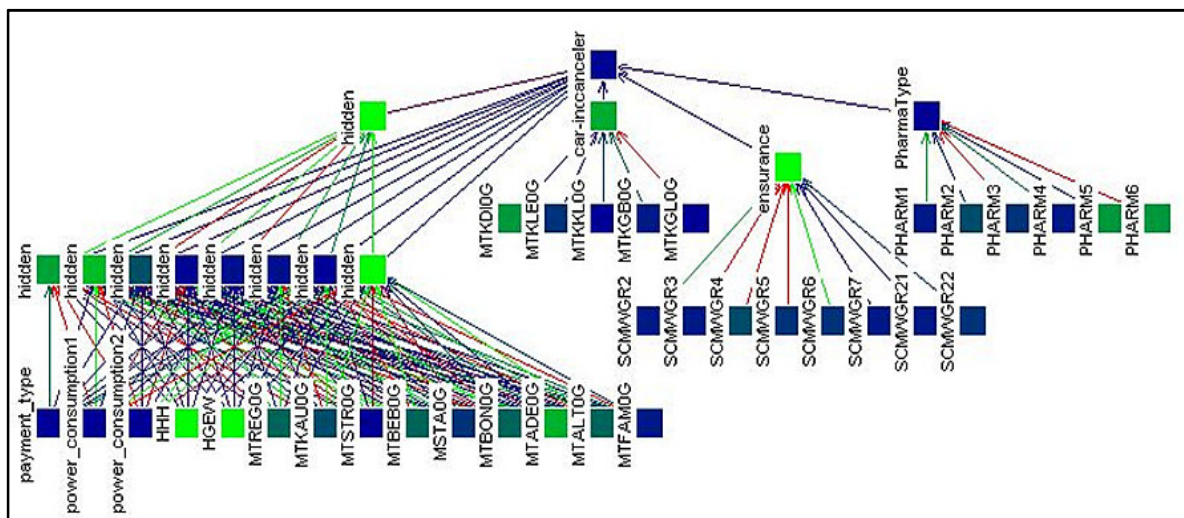
common understanding about the type of objects and concepts that exist in the domain.”

Dittmann, et al. (2003) unterscheiden zwei Richtungen von Ontologien in der Informatik: Zum einen die Anwendung im Software-Engineering, hier insbesondere in der Anforderungsspezifikation und zum anderen die Ontologien in der Künstlichen Intelligenz, die dann auf die vorher genannten Definitionen aufbauen.

3.3 Künstliche neuronale Netze

Gegenüber den vorher angesprochenen Darstellungsformen von Wissen, wird in einem Künstlichen Neuronales Netz (KNN) das Wissen weder explizit erfasst noch explizit gespeichert. Im Gegensatz zur expliziten Formulierung: „WENN *bestellung(X,Y)* UND *guterKunde(X)* DANN *rabatt(Y,10)*“ kann ein neuronales Netz aus vorliegenden Daten aus der Vergangenheit lernen, dass unter bestimmten Umständen ein Rabatt gewährt wird. Dieses antrainierte Verhalten wird dann eingesetzt, um Entscheidungen oder Prognosen zu treffen oder Aktionen auszulösen. Wird das Verhalten aus den Daten erlernt, kann dem Netz jedoch keine explizite Aussage (wie oben) über sein Verhalten entnommen werden. Das Netz speichert implizites Wissen. Abbildung 3 zeigt ein Künstliches Neuronales Netz, welches aus den codierten Daten eines Kunden prognostiziert, ob dieser Kunde seinen Vertrag mit dem Energieversorger im kommenden Jahr kündigen wird: Eingaben sind die Neuronen (Quadrate), von denen nur Verbindungen (Pfeile) nach oben ausgehen, das Ergebnis wird dem Ausgabe-Neuron (Quadrat an der Spitze) entnommen. Die Graustufen geben die Aktivierung der Neuronen wieder: schwarz entspricht einer 0, ein hellgrau einem Wert nahe 1.

Abbildung 3: Neuronales Netz



Quelle studentisches Projekt, Darstellung mittels JavaNNS

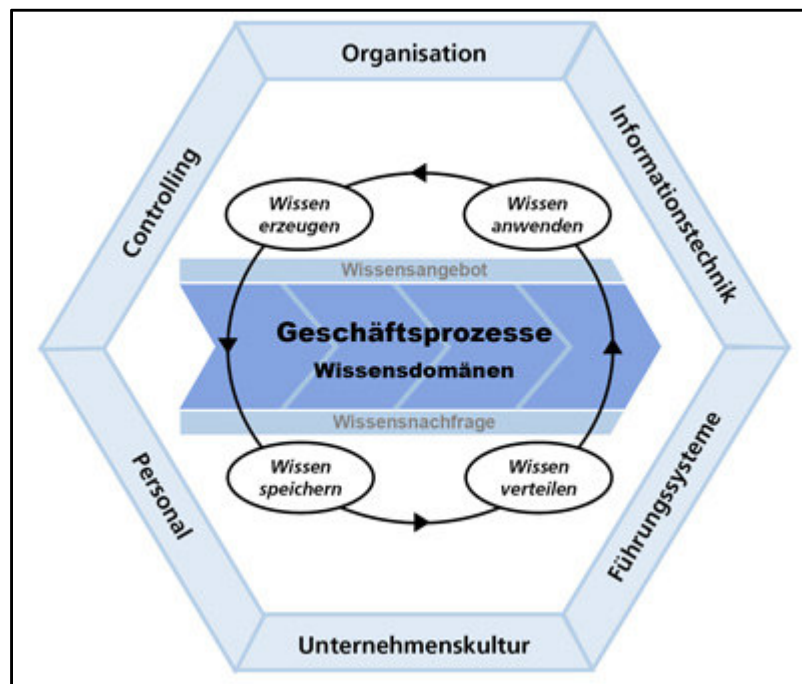
Im Wissensmanagement können Künstliche Neuronale Netze in der Datenanalyse und dem Wissenserwerb aus Daten eingesetzt werden. Zu Struktur und Aufbau siehe Lämmel, Cleve (2012), zum Einsatz im Data Mining siehe Cleve, Lämmel (2016).

4 IT-basiertes Wissensmanagement

Der Einsatz von Mittel und Methoden der Künstlichen Intelligenz in der Betriebswirtschaft oder auch im Wissensmanagement wird schon seit Langem diskutiert. Zum Beispiel diskutieren Hoeschl, et al. (2006) dies eher allgemein, Haas (2006) stellt Mittel und Methoden der KI für betriebswirtschaftliche Anwendungen zusammen, und in Lämmel, et al. (2005) wird der Aufbau eines Wissensnetzes für Hochschulstrukturen diskutiert. Die Nutzung von Geschäftsregeln verbunden mit einer Marktübersicht, der damals verfügbaren Systeme, ist in Lämmel, et al. (2007) zu finden.

IT-basiertes Wissensmanagement ordnet sich in das Wissensmanagement-Referenzmodell des Fraunhofer Instituts für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik (IPK) ein, siehe Abbildung 4. Insbesondere in den Phasen „Wissen speichern“ sowie „Wissen verteilen“ sind IT-Lösungen gefragt. Darauf aufbauend kann IT auch zum „Wissen erzeugen“, zum Beispiel durch Data-Mining-Anwendungen oder auch durch regelbasierte Systeme (vgl. Kapitel 6) eingesetzt werden.

Abbildung 4: Referenzmodell des Fraunhofer IPK



Quelle Kohl, et al. (2016), Seite 32

Wissensmanagement ist in vielen Unternehmen in den letzten Jahren wieder ein Thema geworden. Eine Reihe von Abschlussarbeiten hat sich diesem Thema angenommen, wobei die Themen meist von Unternehmen initiiert wurden, siehe Anhang A. Auch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie unterstützt die Weiterentwicklung des Wissensmanagements ins-

besondere in kleinen und mittleren Unternehmen durch mehrere Publikationen, vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2007) oder Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2013). Allerdings sieht auch die letztgenannte Studie einzig den Menschen als Wissensträger und die IT als reines Werkzeug an.

Katenkamp (2011) führt auf Seite 114 drei Vorteile der IT in Hinblick auf das organisationale Wissensmanagement an:

„(1) die Kodifizierung und das Teilen (*sharing*) von Beispiele guter Praxis (*best practices*),

(2) die Schaffung einer internen einheitlichen Plattform (*corporate knowledge*),

(3) die Etablierung von Wissensnetzwerken.“

Betrachtet man die Nutzung der IT im Wissensmanagement so lassen sich drei Richtungen oder auch Phasen des Wissensmanagements ausmachen:

1. Dokumente werden mittels gemeinsam genutzten Speicher, Dokumenten-Management- oder CSCW-Systeme ausgetauscht.
2. Web 2.0 und Social Web, auch als „Mitmach-Web“ bezeichnet, zum direkten Austausch von Wissen der Mitarbeiter über interaktive Plattformen wie Wiki-Systeme oder Blogs.
3. Einsatz wissensbasierte Systeme, die den Computer zum intelligenten Partner bei der Problemlösung werden lässt. Wissensspeicherung wird durch maschinelle Wissensverarbeitung erweitert.

Web 2.0 wird in North (2016) im Zusammenhang mit gemeinsamen Lernen (Seite 121) und dem Sammeln von Ideen (Seite 7) angesprochen. Probst, et al. (2012) gehen etwas genauer auf die Möglichkeiten des Web 2.0 ein und sprechen unter anderem Wikis und Blogs als Mittel des Wissensaustausches an, während Sauter, et al. (2015) das Web 2.0 dem web-basierten Wissensmanagement zuordnen und dies als Wissensmanagement der zweiten Generation bezeichnen.

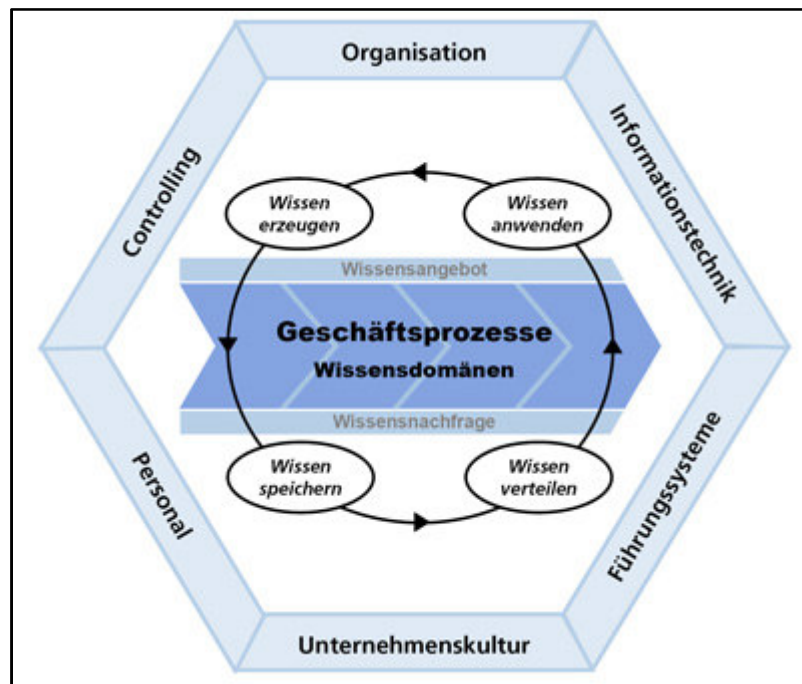
Der Fokus der weiteren Kapitel liegt auf dem dritten Punkt. Greift man die Bezeichnung von Sauter, et al. (2015) für die zweite Etappe auf, dann ist das wissensbasierte Wissensmanagement als Wissensmanagement der dritten Generation anzusehen: Wissen wird formal dargestellt, im Computer gespeichert, und entsprechende Software ist in der Lage, eigenständig Schlussfolgerungen zu ziehen und so auch neues Wissen zu produzieren. Zudem erlaubt die formale Darstellung des Wissens eine wissensbasierte Suche nach Information beziehungsweise Wissen und unterstützt damit die Problemlösung in einer Weise, die bisher allein dem Menschen vorbehalten war.

In dieser Arbeit wird diskutiert, wie der Mensch das Wissen in eine formale Darstellung transformieren kann. Das setzt voraus, dass auch das implizite Wissen explizit gemacht werden kann. Schewe, et al. (2011) setzen sich mit diesem Problem auseinander und geben einen Überblick über Lösungsansätze.

In wie weit Software selbst dazu beitragen kann, implizites Wissen explizit darzustellen, ist eine offene Frage.

Der Einsatz von Data-Mining-Verfahren und Verfahren des Natural Language Processing (NLP) für die automatische Erkennung von Metadaten aus Texten wird in Davies, et al. (2011) angesprochen. Yu (2015) sieht das Web Data Mining als Quelle einer vernetzten Wissensspeicherung. Eppler (2012) verweist auf die Möglichkeit, Wissenslandkarten automatisch zu generieren. Generell ist das Ziel des Data Mining, Wissen aus Massendaten zu extrahieren, vgl. Cleve, Lämmel (2016), eine direkte Verknüpfung mit dem Wissensaustausch im Sinne des Wissensmanagements ist denkbar. Für den maschinellen Wissenserwerb im Wissensmanagement mittels maschinellen Lernens oder mittels Data Mining sind somit Ansätze bekannt, eine breite Anwendung erfolgt bisher jedoch nicht.

Abbildung 5: Referenzmodell des Fraunhofer IPK



Quelle Kohl, et al. (2016), Seite 32

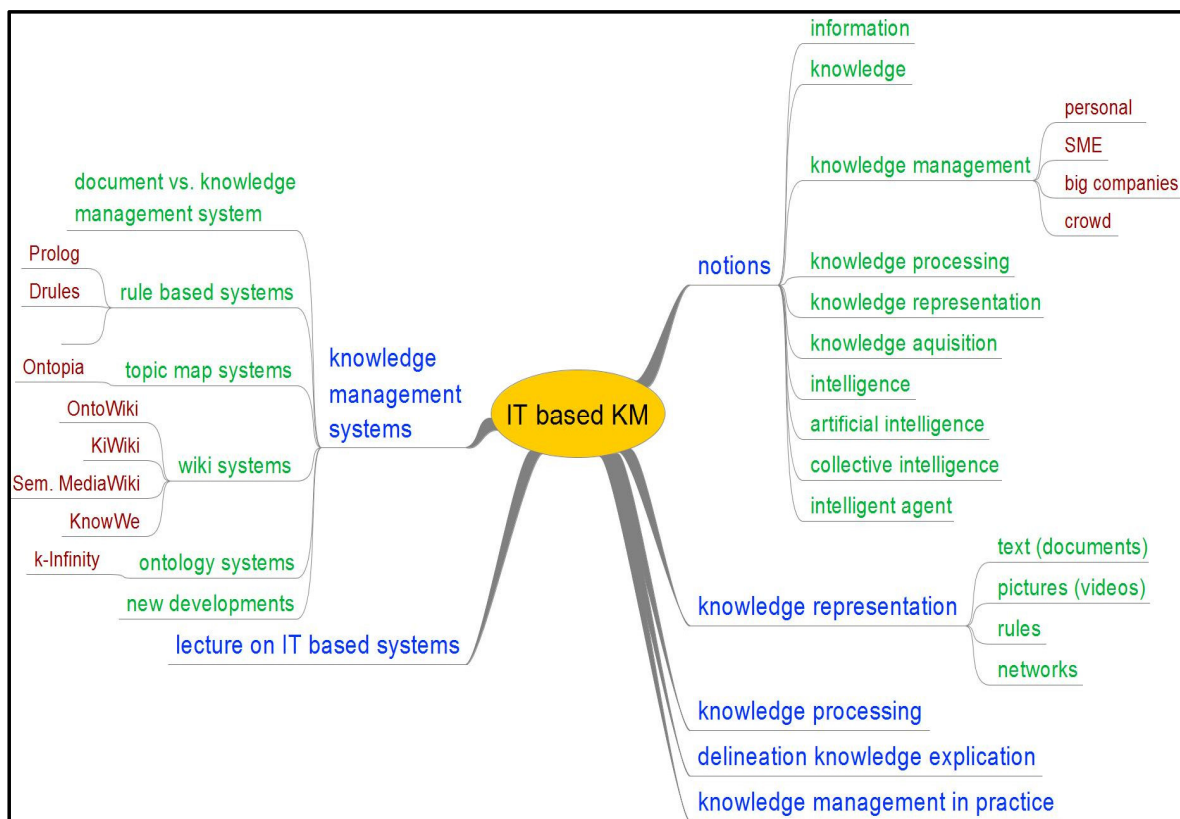
Strukturell formal sind die Darstellungen zum Stand und Einsatz von Wissensnetzen und Geschäftsregeln im Wissensmanagement als Abschnitte des Kapitels IT-basiertes Wissensmanagement einzuordnen. Aufgrund der Bedeutung der Ansätze werden jedoch Wissensnetze sowie Geschäftsregeln in jeweils einem eigenen Kapitel diskutiert.

5 Wissensmanagement mittels Wissensnetzen

Dieses Kapitel befasst sich mit dem Einsatz von Techniken im Wissensmanagement, die eine netzartige Struktur der Repräsentation von Wissen zugrunde legen. Einen Überblick über die Arbeiten in den letzten Jahren auf dem Gebiet der Wissenskarten allgemein findet sich in Balaida, et al. (2016). Hier wird zudem darauf verwiesen, dass es wenig Arbeiten zum praktischen Einsatz von Wissenskarten gibt und dies als ein Thema für weitere Arbeiten angesehen.

Im Mittelpunkt der Betrachtung stehen hier die im Abschnitt 3.2 aufgeführten Ansätze. Bevor auf die Darstellung von Wissen in Netzform eingegangen wird, sei der Hinweis auf den Einsatz von Concept-Mapping- oder Mind-Mapping-Systemen im Wissensmanagement allgemein beziehungsweise bei der Erarbeitung von Wissen hingewiesen.

Abbildung 6: Mind Map für das Thema IT-basiertes Wissensmanagement



Quelle: eigene Darstellung

Mind Maps sind ein einfaches Mittel zur Strukturierung von Begriffen. Man beginnt mit einer losen Sammlung von Begriffen und baut dann durch das Hinzufügen von Verbindungen eine Struktur auf. Mit der frei verfügbaren

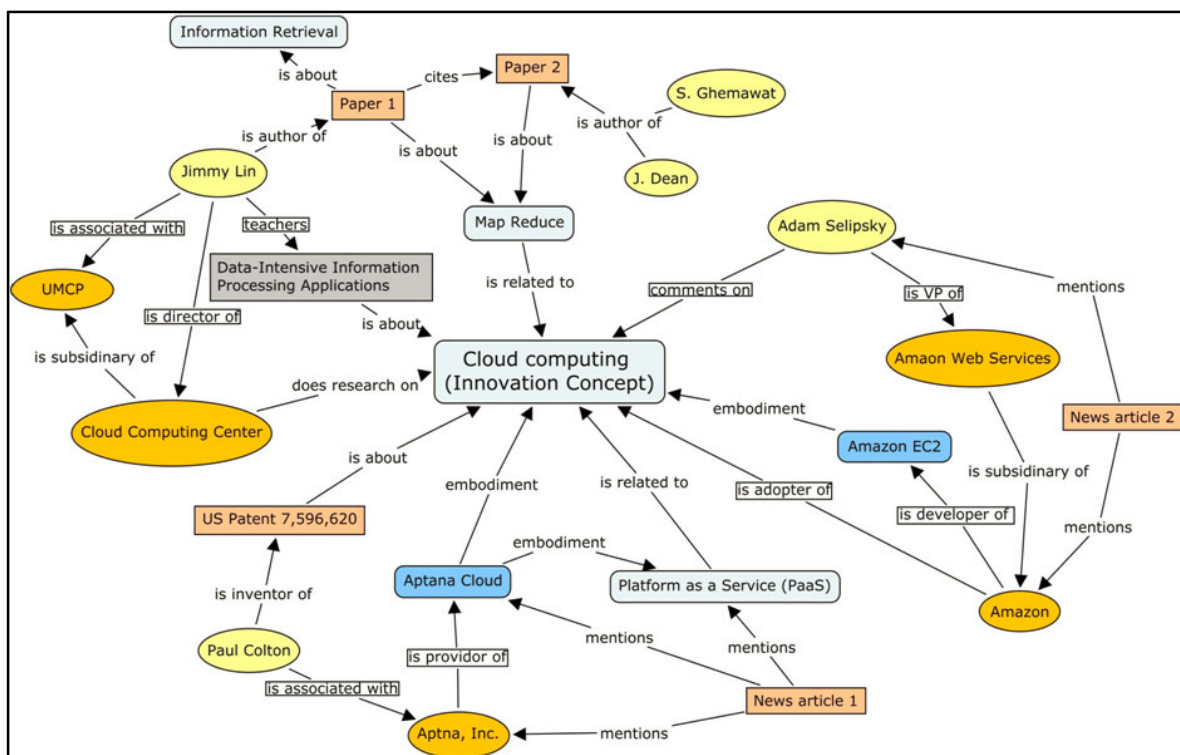
Software FreeMind³ lassen sich Hierarchien schnell entwickeln, siehe Abbildung 6. Eine Übersicht über Concept-Mapping- und Mind-Mapping-Software findet sich in Wikipedia⁴.

Die Trennung der Darstellung in die Abschnitte ist nicht eindeutig, so gibt es Arbeiten, die übergreifend wirken. Abschnitt 5.1 betrachtet die Formen, die grafische Visualisierungen per se enthalten. Abschnitt 5.2 diskutiert semantische Wikis, die als netzförmige Darstellung von Wissen aufgefasst werden können. Ein Fazit schließt das Kapitel ab.

5.1 Semantisches Netz – Topic Map – Ontologie

Die in der Überschrift genannten Begriffsnetze basieren im Kern auf einer vergleichbaren Struktur: Begriffen werden mit ihren Beziehungen untereinander dargestellt. Somit wird im Weiteren nicht streng zwischen den Formen unterschieden.

Abbildung 7: Beispiel einer Ontologie



Quelle http://stick.ischool.umd.edu/newsite/?q=innovation_ontolgy, 01.08.2016

³ <http://freemind.sourceforge.net/wiki>, 2016-05-12

⁴ Die Verwendung von Wikipedia als Quelle für wissenschaftliche Argumentation wird vom Autor kritisch gesehen, für Software-Übersichten ist es jedoch eine akzeptable und aktuelle Quelle:

https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_concept-_and_mind-mapping_software

In der Literatur sind viele Beispiele für die Anwendung von Wissensnetzen zu finden. Eine der ältesten Anwendungen einer Ontology zur Schaffung einer einheitlichen Begriffswelt ist die Gen-Ontologie Ashburner (2000). Anwendungen, die die Verwaltung von Baustellen, das Managen von Messen oder das Herstellen von Wörterbüchern betreffen, werden auf den Seiten der Firma intelligent views⁵ erwähnt.

Eine Verknüpfung von Ontologien mit dem Gebiet des Data Mining lässt sich in beide Richtungen denken: Zum einen kann eine Ontologie für das Gebiet des Data Mining erarbeitet werden, vgl. Yokome, et al. (2011) oder Wang, et al. (2008). Zum anderen können mittels Data Mining relevante Begriffe für eine Ontologie herausgearbeitet werden.

Pinto, et al. (2014) haben die Literatur von 2000 bis 2013 ausgewertet und die Anwendungen von Ontologien zusammengestellt. 61% der Artikel haben das Wissensmanagement zum Ziel und betreffen im Wesentlichen die Gebiete Industrie, Gesundheitswesen und Verwaltung. Die Umsetzung der Ontologien erfolgte überwiegend mittels OWL und Protegé.

Neben einer Einführung in Ontologien stellen Grimm, et al. (2011) auch Vorgehensweisen und Werkzeuge zum Aufbau von Ontologien zusammen und halten fest: *„Despite the existence of various ontology engineering methodologies, the construction of an ontology remains a labor-intensive, time-consuming, and error-prone endeavor if it is carried out entirely manually.“*

Reichenberger (2010) diskutiert im Kapitel „Knowledge-Engineering“ (Seiten 113ff) die Herangehensweise beim Aufbau eines Netzes und unterscheidet zwischen *bottom-up*- und *top-down*-Entwicklung: Bottom-up greift auf bestehende Datenbestände zurück und ermittelt daraus (automatisch) die Begriffe des Netzes. Als Gegenargument wird angeführt, dass Datenbestände zu viele für das Wissensmanagement nicht relevante Daten enthalten. Zudem möchten Mitarbeiter explizit beeinflussen, welches Wissen gespeichert wird. Dies führt dann zu einem top-down-Ansatz. Auch die Erfahrungen des Autors in Projekten Lämmel, et al. (2005) sowie studentische Arbeiten zeigen, dass die Entwicklung einer tragfähigen Grundstruktur, eines Gerüsts, für den weiteren Ausbau eines Netzes von entscheidend ist. Das betrifft insbesondere:

1. Die Identifikation von Begriffen beziehungsweise Instanzen.
Beispiel: Ist ein konkretes Software-System wie Ontopia eine Instanz des Begriffes Wissensmanagementsystems? Oder sieht man Ontopia als Unterbegriff an und die Instanzen des Begriffes Ontopia sind die mittels Ontopia entwickelten Topic Maps?
2. Welche Zusammenhänge werden mittels „ist ein“-Beziehung (is a) zur Hierarchiebildung eingesetzt und welche lassen sich besser mittels sogenannter Rollen definieren? Beispiel: Ist der Begriff (die Menge) der

⁵ <http://i-views.com> 2016-05-13

Hochschullehrer ein Unterbegriff von Person? Oder definiert man besser die Rolle Hochschullehrer als eine mögliche Rolle von Personen?

Für das Beispiel im zweiten Punkt ist die Lösung klar: Derartige Eigenschaften von Personen werden als Rollen abgebildet. Nicht immer ist jedoch klar, welche Form für die spätere Erweiterung eines Netzes vorteilhaft ist. Reichenberger (2010) weist darauf hin, dass die Struktur in Zusammenarbeit mit dem Anwender entwickelt wird und modifizierbar bleiben muss.

de Sainte Marie, et al. (2011) kommen in ihrem ONTORULE-Projekt zu einer ähnlichen Einschätzung hinsichtlich einer Bottom-up-Vorgehensweise:

„Starting with the application data model has at least two negative consequences, from the ONTORULE point of view:

1. part of the domain knowledge is embedded into the implementation dependent data model;

2. the part of the domain knowledge that cannot be fit into the data model end up being mixed with the operational rules.“

Für den Aufbau von Ontologien, insbesondere der (teil-)automatischen Entwicklung, muss herausgefunden werden, ob zwei unterschiedliche Wörter denselben Begriff repräsentieren. Hierzu sind Ähnlichkeitsuntersuchungen erforderlich, siehe zum Beispiel Martinez-Gil (2016) oder Forsati, et al. (2016). Dengel (2012) Seite 137 diskutiert auch den Abgleich von Ontologien an.

dos Santos França (2015) stellen den KIPO-Ansatz vor, Knowledge-Intensive Process Ontology, der Prozesse mit einer Ontologie verknüpft und Geschäftsregeln (siehe Abschnitt 6) einbezieht. Derartige Verknüpfungen von Wissensnetzen mit einer regelbasierten Wissensdarstellung, die die Ableitung neuen Wissens ermöglicht, stehen im Zentrum der Forschung und sind noch nicht abschließend geklärt. Bisherige Ontologien mit Regeln folgen der Annahme, dass die Information vollständig und konsistent ist, neue Regeln somit nicht zu Widersprüchen führen dürfen. Janjua, et al. (2013) geben in ihrem Beitrag einen guten Literatur-Überblick und entwickeln einen Ansatz, der sich widersprechende Aussagen behandelt, siehe Kapitel 6.

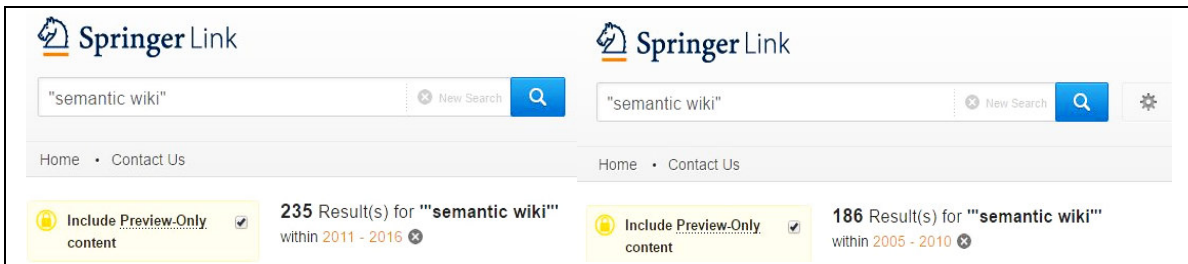
5.2 Semantisches Wiki

Legt man die Anzahl der Antworten in der Springer-Link-Suche⁶ zum Begriff „semantic wiki“ als Maßstab an, so hat das Forschungsinteresse an semantischen Wiki-Systemen in den letzten Jahren zugenommen: 235 Antworten für den Zeitraum 2011-2016 gegenüber 186 Antworten zwischen 2005-2010, siehe ABBILDUNG. Die Zahl der Antworten zeigt zudem, dass dieses Gebiet (noch) eine Nische darstellt. Werden doch für den Ontology-Begriff für

⁶ <http://link.springer.com> in der Akademiker Auflage der Hochschule Wismar

denselben Zeitraum über 47 Tausend Ergebnisse gelistet⁷.

Abbildung 8: Suchergebnisse für den Begriff "Semantic Wiki"



Quelle: link.springer.com 19.4.2016

Wiki-Systeme besitzen den Vorteil, dass sie durch das Wikipedia-System eine positive Ausstrahlung besitzen und dass es einfach ist, Seiten zu erzeugen und zu editieren. Für den Nutzer sind keine Installationen von Systemen notwendig, einzig ein Browser zum Anzeigen der Wiki-Seiten wird benötigt. Das Editieren von Seiten erfolgt dann direkt im Browser.

In semantischen Wiki-Systemen ist es zudem möglich, den Seiten zusätzliche Attribute zuzuordnen, die dann auch ausgewertet werden können. Reichenberger (2010) sieht bereits eine Verbindung zwischen einem semantischen Wiki und semantischen Netzen. Das Wiki wird dabei als textbasierte Herangehensweise eines Netz-Entwurfs gesehen. Als Beispiel für die Wissensnetz-Darstellung in einem Wiki wird das Semantic Mediawiki, meta.wikimedia.org (2006), verwendet, welches vom Autor seit einigen Jahren eingesetzt wird, siehe Lämmel (2011). Die Aussage aus dem Topic-Map-Beispiel,

„*The knowledge management system Ontopia manages knowledge in a semantic net like knowledge representation.*“

wird in Seiten des semantischen Wikis übertragen. Da ein Wiki in erster Linie aus Seiten besteht, sind sowohl Begriffe als auch Instanzen und Beziehungen durch Wiki-Seiten zu modellieren. Dazu wird die Seite „Ontopia“ der Kategorie „*knowledge management system*“ zugeordnet und erhält zudem das Attribut „*manages knowledge*“ mit einer Referenz auf „*semantic net*“:

Seite “Ontopia”:

```
[[category:knowledge management system]]
[[manages knowledge::semantic net]]
```

Abbildung 9: Ontopia-Seite im semantischen Wiki

⁷ <http://Link.springer.com>, Suchbegriff Ontologie, 19.04.2016



Quelle: Eigene Darstellung

Der vollständige Text für die Definition der Relationen auf den Wiki-Seiten ist dem Anhang zu entnehmen.

Es sind einige semantischer Wiki-Systeme entwickelt worden. Ohne Anspruch auf Vollständigkeit sind in Tabelle 1 Systeme zusammengestellt, deren Seiten auf weitere Entwicklung der Software schließen lassen.

Tabelle 1: Semantische Wiki-System

Name	Link ⁸	Besonderheit
Semantic Mediawiki	www.semantic-mediawiki.org	basiert auf Mediawiki ⁹
Tiki Wiki	doc.tiki.org	Semantische Links zwischen Seiten
OntoWiki	aksw.org/Projects/OntoWiki.html	Interface für RDF-Wissensgraph
KnowWE	www.d3web.de	Einbindung von Ontologie und Regeln
KiWi	www.kiwi-project.eu	Knowledge in a Wiki: mit Thesaurus
WikkaWikki	http://www.wikkawiki.org	integriert FreeMind-Mind Maps

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Konkrete Anwendungen semantischer Wiki-Systeme werden aus den Bereichen Wissensmanagement im Unternehmen allgemein Lahoud, et al. (2014) oder auch aus dem Ingenieurwesen, wie dem Produkt-Design, Huang, et al. (2016), Monticolo, et al. (2012), berichtet.

Baumeister, et al. (2011) integrieren sowohl das Konzept der Ontologie in ein semantisches Wiki als auch Schlussfolgerungsmöglichkeiten auf der Basis von Regeln. So entsteht ein Werkzeug KnowWE¹⁰, das für die Entscheidungs-

⁸ Alle Web-Adressen wurden zuletzt am 17.05.2016 geprüft.

⁹ Mediawiki ist die Software, auf die Wikipedia aufbaut.

¹⁰ KnowWE: siehe d3web – The Open-Source Diagnostic Platform: <https://www.d3web.de>, 2016-05-16

unterstützung angewendet werden kann. Die Autoren beschreiben ein Beispiel aus der Medizintechnik, der sich auch die Arbeit von Meinke (2011) widmet.

Die meisten der in Seibert, et al. (2011) auf Seite 243ff aufgeführten Anwendungsfälle von Firmen-Wikis können durch die formale Darstellung des Wissens in einem semantischen Wiki eine höhere Leistungsfähigkeit, insbesondere durch eine effektivere Suche als in herkömmlichen Wikis, erreichen.

5.3 Fazit

Das Wissensmanagement mittels Wissensnetzen ist eng verbunden mit dem Begriff des Semantischen Webs. Der Name *Semantisches Web* wurde von Tim Berner-Lee zuerst verwendet (Berners-Lee, 1998) und als „Machine Understandable information“ im World-Wide Web charakterisiert. Grimm, et al. (2011) bezeichnen die Ontologien als Eckpfeiler des semantischen Webs an, definieren diese doch die Eigenschaften und Beziehungen zwischen den Objekten beziehungsweise Seiten. Das Projekt OntoWiki Frischmuth, et al. (2015) sieht sich selbst als Zugang zum semantischen Web.

Ein Hemmnis für den Einsatz von Ontologien oder Topic Maps ist der Aufwand bei der Erstellung der netzartigen Wissensstrukturen, vgl. Grimm, et al. (2011). Erfahrungen des Autors unterstreichen den Aufwand, der für kleinere Organisationen schwer zu betreiben ist (Lämmel, et al. (2005)). Kleinere Unternehmen, aber auch Abteilungen größerer Organisationen wünschen sich einfach zu handhabende Systeme, die durch laufende Arbeiten (nebenbei) aufgebaut werden können und möglichst schnell ihren Nutzen in neuen Projekten zeigen. Die Erwartungshaltung ist groß, der Aufwand wird oft unterschätzt.

Viele sehen im Wiki-System bereits einen Ausweg für ein Mitmach-Wissensmanagement-System, so zum Beispiel Döring (2016) oder auch Kohl, et al. (2016). Ein „einfaches“ Wiki ist eine Technik des Social Webs, die dazu beitragen kann, dass Wissen in einer Organisation besser als vorher nicht nur gespeichert, sondern auch wieder aufgefunden werden kann, zum Beispiel Seibert, et al. (2011).

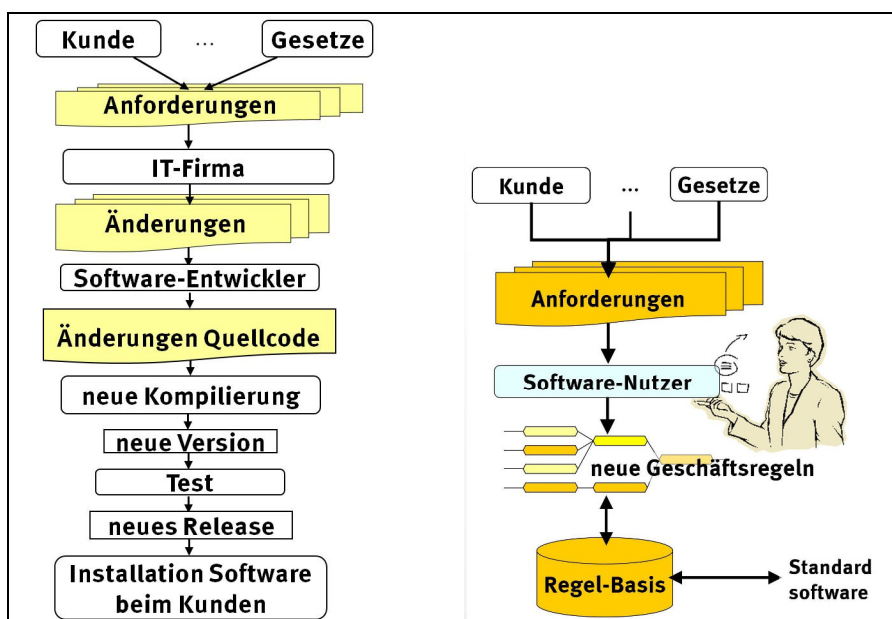
Im Gegensatz zu einem semantischen Wiki ist ein Wiki ohne semantische Erweiterungen jedoch keine Technik zur Wissensdarstellung und damit auch kein Element des semantischen Webs. Den Vorteilen, die eine semantische Suche in einem semantischen Wiki gegenüber einer rein syntaktischen Suche aufweist, steht die Erkenntnis entgegen, dass die Behandlung der Annotationen in einem semantischen Wiki in der Regel nur von wenigen Experten beherrscht wird. Damit kommen die Vorteile des semantischen Wiki nicht zur Geltung und Voigt, et al. (2016) sehen daher den Einsatz von semantischen Wikis in Unternehmen eher kritisch.

6 Wissensmanagement mittels Geschäftsregeln

Regeln sind eine formale Darstellung des Wissens, so dass dieses maschinell weiterverarbeitet werden kann. Regeln stellen eine deklarative Beschreibung eines Gegenstandsbereichs oder eines Vorganges dar und stellen das Wissen getrennt von einer Ablaufsteuerung in einer Software dar. Dem gegenüber stehen prozedurale Programmsysteme, die das Wissen in die Algorithmen, formuliert in einer Programmiersprache, codieren. Starke (2007) argumentiert für den Einsatz von Regeln: „Kaum jemand kommt auf die Idee, der Datenbank algorithmisch beibringen zu wollen, wie die gesuchten Daten von der Platte zu lesen sind. Warum beharren so viele IT-Systeme aber darauf, ihre komplette Geschäftslogik algorithmisch zu formulieren, statt elegante deklarative Regelsysteme dafür zu verwenden?“

Die Trennung der Logik von der Verarbeitung führt zu flexibleren IT-Systemen, siehe Abbildung 10.

Abbildung 10: Herkömmliche Software-Anpassung gegenüber Geschäftsregel-Ansatz



Quelle: Eigene Darstellung

Regeln werden mittels sogenannter Rule Engines oder komplexeren Business Rule Management Systeme (BRMS) verarbeitet. Eine Einführung in die Regelverarbeitung findet man unter anderem in Lämmel (2009). Ausgangspunkt sind Fakten, die üblicherweise aus angeschlossenen Datenbanken bereitgestellt werden und ein Regel-Basis, in der das Wissen in Regelform gespeichert ist.

Die Regel-Beispiele im Abschnitt 3.1 zeigen exemplarisch, wie mittels Regeln individualisiert Preise definiert und so Kundenbeziehungen flexibel

gestaltet werden können. Neue Ideen oder Änderungen werden durch neue oder modifizierte Regeln realisiert, weitere Systemanpassungen sind nicht erforderlich.

Darüber hinaus werden Regeln auch für die Definition von Abläufen oder Workflows eingesetzt:

```

WENN antrag(X, masterarbeit, eingegangen)
DANN pruefen(antrag, masterarbeit, X).
WENN antrag(X, masterarbeit, geprueft)
DANN unterschriften_einholen(antrag, masterarbeit, X).
WENN fehlt_unterschrift(antrag, X, masterarbeit, betreuer)
DANN unterschrift_einholen(antrag, Masterarbeit, X, betreuer).
WENN
    fehlt_unterschrift(antrag, X, masterarbeit, zweitgutachter)
DANN
    unterschrift_einholen(antrag, Masterarbeit, X, zweitgutachter).
WENN
    fehlt_unterschrift(antrag, X, masterarbeit, pruefungsausschuss)
DANN
    unterschrift_einholen(antrag, Masterarbeit,
                          X, pruefungsausschuss).

```

...

Geschäftsregeln (Business Rules) werden in vielen (allen?) Bereichen der Betriebswirtschaft und nicht nur dort eingesetzt. Anwendungen findet man zum Beispiel auf den Seiten der Anbieter von BRMS, siehe Tabelle 2 oder auch bei Anwendungsentwicklern wie S&D Software nach Maß GmbH (2016):

- Customer Relationship Management (CRM) durch personalisierte Preisberechnungen,
- Bewertung von Kredit- oder Versicherungsanträgen,
- Tarif- oder Preismodelle, insbesondere hochgradig dynamische oder komplexe Modelle,
- Erstellung von Fertigungsplänen,
- Fertigungssteuerung,
- Variantenberechnungen.

Darüber hinaus finden Geschäftsregeln Anwendung in der Software-Entwicklung: So nutzen Demuth, et al. (2016) Geschäftsregeln für die Anforderungsspezifikation und als Brücke von der Spezifikation zum Testen. Auch Rupp, et al. (2011) setzen Regeln für die Software-Spezifikation ein. Im Software-Einsatz lassen sich Datenqualität oder Datenkonsistenz mittels Regeln prüfen. Letzteres lässt sich auch allgemein als Diagnose-Aufgabe eines Expertensystems einordnen, welches unter Nutzung einer Regelbasis eine

Diagnose oder Prognose ermittelt. In Janetzke, et al. (2012) wird der Einsatz von Regeln zur Auswahl von mathematischen Verfahren zur Prognose beschrieben.

Tabelle 2: Anbieter von Business Rules Management Systemen

Name	Link ¹¹
JBoss Drools	www.drools.org
SAP Business Rules Framework (BRF)	http://help.sap.com/saphelp_nw70ehp2/helpdata/de/d6/38bb4006d9cc38e10000000a155106/frameset.htm
FICO Blaze Advisor	www.fico.com/en/products/fico-blaze-advisor-decision-rules-management-system
Oracle Business Rules	www.oracle.com/technetwork/middleware/business-rules/overview
IBM ILOG	www.ibm.com/software/info/ilog/
Bosch Visual Rules	www.bosch-si.com/de/produkte/business-rules-management/visual-rules-brm/regelmanagement.html
Microsoft Business Rule Engine	https://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa561216.aspx

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Hervorzuheben ist die Verbindung von Geschäftsregeln mit Prozessbeschreibungen, zum Beispiel mittels Business Process Modeling Notation (BPMN), vergleiche Ligeza, et al. (2014). Wang, et al. (2014) geben Hinweise für eine integrierte Modellierung von Prozessen und Regeln und diskutieren, wann eine Regel in das Geschäftsprozess-Modell integriert werden sollte, beziehungsweise wann Regeln in einer separaten Regelbasis verwaltet werden sollten.

Die Entwicklung einer Regelbasis für eine Anwendung ist nach wie vor Gegenstand der Untersuchungen: Prakash (2014) schlagen für die strukturierte Entwicklung von Regelsystemen vier Dimensionen vor, sind dabei allerdings sehr allgemein: Business, Application, Representation, System Dimension. Rupp, et al. (2011) unterscheiden zwischen operativen und strukturellen Geschäftsregeln. Zu den operativen Geschäftsregeln zählen dabei Berechtigungsregeln, Ereignisregeln sowie Ableitungsregeln. Zusammenhänge struktureller Natur werden durch sogenannte Integrationsregeln definiert. Im Zusammenhang von Ontologien und Regeln wird auch die Behandlung von Inkonsistenzen diskutiert. Wird oft implizit davon ausgegangen, dass eine

¹¹ Letzter Zugriff auf alle Links am 2016-05-26.

Regelmenge immer konsistent sein muss, so unterbreiten Janjua, et al. (2013) einen Ansatz, der widersprüchliche Aussagen mittels Argumentation behandelt. Argumente werden gegenübergestellt und eine Auflösung kann manuell oder maschinell unter Verwendung von Prioritäten erfolgen.

Zusammenfassen kann festgehalten werden, dass die regelbasierte Darstellung von Wissen in vielen Bereichen, nicht nur im betriebswirtschaftlichen Umfeld, eingesetzt wird. Ziel dieser formalen Wissensrepräsentation ist eine bessere Unterstützung von Entscheidungen auf der Basis von maschinell abgeleiteten Diagnosen oder Planungen. Im betriebswirtschaftlichen Umfeld werden Geschäftsregeln in die Beschreibung von Geschäftsprozessen eingebunden. Die Behandlung von inkonsistenten Regelmengen stellt eine weitere Annäherung an die Realität dar. Einem breiteren Einsatz regelbasierter Wissensdarstellung steht nach wie vor die hohe Komplexität der zur Verfügung stehenden Systeme entgegen.

7 Zusammenfassung und Ausblick

Ausgehend von einer Diskussion der Begriffe Wissensmanagement und Wissen wird im Beitrag der Stand des Einsatzes von Informationstechnologie für das Wissensmanagement diskutiert. Im Mittelpunkt stehen Ansätze, die eine (semi-)formale Darstellung von Wissen ermöglichen und damit die Grundlage schaffen, dass der Computer selbst Wissen verarbeiten und somit auch neues Wissen generieren kann. Dieses führt einerseits zu flexibleren betriebswirtschaftlichen Anwendungen, in denen Entscheidungen unter Nutzung von regelbasiertem Wissen (semi-)automatisch getroffen werden können. Andererseits führt eine vernetzte Darstellung von Wissen im Computer dazu, Wissen schnell und im richtigen Zusammenhang aufzufinden.

Die hierzu eingesetzten Techniken, Wissensrepräsentation mittels Regeln oder in Netzen, sind seit langem bekannt, wurde diese doch im Rahmen der Arbeiten zur Künstlichen Intelligenz bereits vor einigen Jahrzehnten entwickelt. Die Untersuchung konzentriert sich auf die Arbeiten seit 2011. Die Forschungen zu den Techniken der Wissensdarstellung befassen sich in diesen Jahren mit folgenden Themen:

- Aufbau einer Wissensbasis
- Behandlung von unvollständigen oder widersprüchlichen Wissen
- Einsatz von Analysetechniken (auch Data Mining) zum Erkennen von Begriffen für Ontologien
- Verknüpfung von Ontologien mit regelbasierter Wissensdarstellung

Der Einsatz dieser Techniken im Wissensmanagement ist noch nicht so lange Gegenstand der Betrachtungen. Das Ziel eines IT-basierten Wissensmanagements wird von Studer (2010) als Vision formuliert, die auch weiterhin als eine Vision zu betrachten ist.

„Langfristig ist die Vision die eines „Semantic Enterprise“ – eines einheitlichen gemeinsamen, ständig aktuellen und kollaborativ weiterentwickelten digitalen Modells des ganzen Unternehmens. In diesem Modell gehen früher getrennt betrachtete Ansätze wie Geschäftsprozessmanagement, Business Rule Management (Entscheidungsmanagement), ERP und CRM auf.“ Studer (2010)

Die Probleme eines IT-basierten Wissensmanagement in kleinen und mittleren Unternehmen fasst Döring im Ergebnis der Untersuchungen in Familienunternehmen wie folgt zusammen, Döring (2016), Seite 391:

- *„Kleine Unternehmen nutzen die Möglichkeiten des Web 2.0 zu wenig.*
- *Die Nutzung von Wikis als Quelle des unternehmenseigenen Meta-wissens wird in allen FU¹² zu wenig genutzt.*
- *Je größer ein Unternehmen ist, umso eher kann es intern auf Collaborative Software (Groupware) und eigens angepasste Softwaretools für das*

¹² FU: Familienunternehmen, Anmerkung des Autors

WM¹³ zurückgreifen.

- *Die Wartung und Instandhaltung von IT-basierten WM-Systemen ist so Ressourcen intensiv, dass sie sinnvoll nur von Großunternehmen betrieben werden können.*
- *Nicht IT-basierte WM-Werkzeuge wie Expertenrunden, „Communities of Practice“, „Qualitätszirkel“, Debriefings, „Lesson learned“, „Best Practice Cases“ und „Story Telling“ sind in allen FU weit verbreitet und führen zu guten Ergebnissen beim Wissenstransfer.“*

Im selben Buch Döring (2016) auf Seite 387 wird festgehalten: *„Mangelnde „Usability“ ist eine der Hauptbarrieren beim Einsatz von IT-basierten WM-Systemen.“* Diese Einschätzungen decken sich weitgehend mit den Erfahrungen des Autors. Für einen erfolgreichen Einsatz von IT-basiertem Wissensmanagement, insbesondere von (semi-) formalen Wissensdarstellungen auch in kleineren Unternehmen beziehungsweise Anwendungen ist eine Reihe von Aufgaben zu lösen:

Für die Arbeit mit Wissensnetzen (Topic Maps, Ontologien) sind einfach zu bedienende System zu entwickeln, die es allen Nutzern, nicht nur den technisch versierten Nutzern, erlauben, ihr Wissen abzubilden. Dies muss ohne hohen Zusatzaufwand geschehen und muss sich in die Arbeitsabläufe integrieren. Für die Informationssuche sind Systeme erforderlich, die mittels grafischer Darstellungen Wissenszusammenhänge visualisieren und so eine effiziente Suche unter Nutzung semantischer Beziehungen implementieren.

In gleicher Weise sind entsprechende Forderungen an Software zu stellen, die regelbasiertes Wissen verwalten und verarbeiten können: einfach zu bedienende Schnittstellen für die Bereitstellung von Wissen. Geschäftsregeln sind mit Prozessen zu verbinden, und Geschäftsregeln sind in Ontologien zu integrieren: Verschiedene Darstellungsformen wachsen zusammen. Die Kombination verschiedener Wissensrepräsentationen kann auch zu einer Vereinfachung beitragen, in dem nicht alles in eine Form transformiert werden muss, sondern die Darstellungsform je nach Bedarf gewählt werden kann.

Der Hochschulbereich kann für das IT-basierte Wissensmanagement als Untersuchungsbereich dienen: verschiedene Organisationsformen, von Bereichen über Institute oder Fakultäten bis hin zur gesamten Hochschule können aus Sicht des Wissensmanagements als Unternehmen unterschiedlicher Größe angesehen werden. Das E-Learning als eine besondere Form des Wissensmanagements in der akademischen Lehre soll hierbei nicht betrachtet werden. Daneben gibt es jedoch viele Felder, die durch ein Wissensmanagement abgedeckt werden können:

- Studierende, die sich Abläufe, Regeln und Gepflogenheiten erarbeiten müssen;

¹³ WM: Wissensmanagement, Anmerkung des Autors

- Gremien der akademischen Selbstverwaltung, die ständig Beschlüsse fassen, die das Leben an den Einrichtungen regeln;
- administrative Prozesse, sei es für Studium und Lehre oder für Forschungsangelegenheiten.

Wissensmanagement ist keine technische Angelegenheit allein, sondern lebt davon, dass viele (alle) daran mitwirken. Neben den oben angeführten Forderungen nach einfach einzusetzenden und zu nutzenden Systemen, wird auch die Forderung erhoben, dass das Managen von Wissen stärker in der akademischen Lehre zu berücksichtigen ist. Dies betrifft nicht vordergründig den Einsatz verschiedener konkreter Systeme, sondern insbesondere die Entwicklung einer Denkweise, die das Formalisieren von Wissen fördert. Studierende sollten lernen, Wissen explizit darzustellen. Sie sollten die Möglichkeiten und Grenzen von Geschäftsregeln und Wissensnetzen kennen und diese Techniken in ihrem Umfeld einsetzen können.

„Die [...] Beispiele aus der Fraunhofer-Praxis verdeutlichen, wie wichtig es ist, im Wissensmanagement die drei Ebenen „Mensch, Technik und Organisation“ zu verknüpfen. Methoden und Werkzeuge müssen auf allen drei Ebenen ansetzen, um wirklich produktiv zu sein; eine Fokussierung auf Informationstechnologie allein wäre auf Dauer nicht erfolgreich genug.“
Kohl, et al. (2016), Vorwort zur 2. Auflage.

Dieses Zitat von Kohl, et al. (2016) aus dem Vorwort zur 2. Auflage dient als Schlusswort. Die Erfahrungen des Autors in den letzten Jahren insbesondere auch mit kleineren Projekten an der Hochschule bestätigen diese Einschätzung. IT alleine kann nur erfolgreich eingesetzt werden, wenn die Lösungen mit den Betroffenen erarbeitet werden und in die organisatorischen Abläufe eingebunden werden. Eine leicht zu bedienenden, offensichtlich nutzbringende Software steigert deren Akzeptanz in der Organisation und befördert die genannte integrierte Herangehensweise. Für das Gebiet der Wissensrepräsentation und Wissensverarbeitung ist weiterentwickelte oder neue Software erforderlich, die deren Einsatz auch in kleinen und mittleren Unternehmen mit vertretbarem Aufwand ermöglicht. Das schafft Rahmenbedingungen, um die oben genannte Vision eines „Semantic Enterprise“ Wirklichkeit werden zu lassen.

8 Literaturverzeichnis

- Abts**, Dietmar und **Mülder**, Wilhelm. 2010. Masterkurs Wirtschaftsinformatik, 1. Aufl. Wiesbaden: Vieweg+Teubner, 2010.
- Ashburner**, Michael et al. 2000. Gene Ontology: tool for the unification of biology. *Nature Genetics*. 01. May 2000, Bd. 25, S. 25-29.
- Aulinger**, Andreas und **Miller**, Laura. 2014. Kollektive Intelligenz, Teamintelligenz und Intelligenz. s.l.: IOM Edition, 2014.
- Balaida**, Ali, et al. 2016. Knowledge maps: A systematic literature review and directions for future research. *International Journal of Information Management*. 2016, Bd. 36, S. 451-475.
- Baumeister**, Joachim, **Reutelshoefer**, Jochen und **Puppe**, Frank. 2011. KnowWE: a Semantic Wiki for knowledge engineering. *Applied Intelligence*. 2011, Bd. 35, 3, S. 323-344.
- Berners-Lee**, Tim. 1998. Semantic Web Road map. [Online] 1998. [Zitat vom: 24. 04 2016.] www.w3.org/DesignIssues/Semantic.
- Boersch**, Ingo und **Heinsohn**, Jochen. 2007. Wissensverarbeitung. s.l.: Spektrum Akademischer Verlag, 2007.
- Broßmann**, Michael und **Mödinger**, Wilfried. 2011. Praxisguide Wissensmanagement. Heidelberg u.a.: Springer, 2011.
- Brüggemann-Klein**, A. und **Schlichter**, J. 1999. Wissensmanagement in Organisationen. [Hrsg.] München: Technische Universität. Vorlesung des Lehrstuhls für Angewandte Informatik / Kooperative Systeme. 1999.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie**. 2007. Wissensmanagement in kleinen und mittleren Unternehmen und öffentlicher Verwaltung - Ein Leitfaden. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, 2007.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie**. 2013. Wissensmanagement in KMU erfolgreich einführen. Berlin: BmWi, 2013.
- Business Roules Group**. 2016. What is a Business Rule. Business Rules group. [Online] 2016. [Zitat vom: 24. 04 2016.] www.businessrulesgroup.org.
- Castro**, Laura M. 2015. Advanced management of data integrity: property-based testing for business rules. *Journal Intelligent Information Systems*. 2015, Bd. 44, S. 335-380.
- Cleve**, Jürgen und **Lämmel**, Uwe. 2016. Data Mining, 2. Aufl. München: De Gruyter Oldenbourg, 2016.
- Copeland**, B. J. 2016. Artificial Intelligence (AI). *Encyclopaedia Britannica*. [Online] 15. 03 2016. [Zitat vom: 04. 05 2016.] <http://www.britannica.com/technology/artificial-intelligence>.
- Copeland**, B. J. 2008. Artificial intelligence, situated approach. *Encyclopaedia Britannica*. [Online] 07. 10 2008. [Zitat vom: 03. 05 2016.] <http://www.britannica.com/technology/artificial-intelligence-situated-approach>.
- Davies**, John und **Warren**, Paul. 2011. Knowledge Management in Large Organizations. [Buchverf.] John Domingue, Dieter Fensel und James A. Hendler. *Handbook of Semantic Web Technologies*. s.l.: Springer, 2011.

- de Sainte Marie**, Christian, **Escudero**, Miguel Iglesias und **Rosina**, Peter. 2011. The ONTORULE Project: Where Ontology Meets Business Rules. [Buchverf.] S. Rudolph and C. Gutierrez (Eds.). Web Reasoning and Rule Systems, RR 2011. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag , Lecture Notes in Computer Science 6902, 2011, S. 24-29.
- Demuth**, Birgit und **Sneed**, Harry. 2016. Ein Modell für natursprachliche Anforderungsdokumente. Informatik-Spektrum. online, 2016.
- Dengel**, Andreas. 2012. Semantische Technologien. s.l.: Springer, 2012.
- Dittmann**, L., **Schütte**, R. und **Zelewski**, R. 2003. Darstellende Untersuchung philosophischer Probleme mit Ontologien. [Buchverf.] K. Freyberg, H.-J. Petsche und B. Klein. Knowledge Management and Philosophy. Proceedings of the WM2003 Workshop on Knowledge Management and Philosophy, 02.-04.04.2003 in Luzern, CEUR Workshop Proceedings., Vol. 85. Kaiserslautern: s.n., 2003.
- Döring**, Helge. 2016. Wissensmanagement in Familienunternehmen. Wiesbaden: Springer Gabler Fachmedien, 2016.
- dos Santos França**, **Juliana** Baptista et al. 2015. KIPO: the knowledge-intensive process ontology. Software & Systems Modeling. 2015, Bd. 14, S. 1127-1157.
- Eppler**, Martin. 2012. Wissenslandkarten. s.l.: in Kurberl et. al. (2014, 31. 10 2012.
- Farlex**, Inc. 2016. Medical Dictionary: Definition of Artificial Intelligence. Medical Dictionary. [Online] Farlex, INc., 2016. [Zitat vom: 24. Januar 2016.] <http://medicaldictionary.thefreedictionary.com/Machine+intelligence>.
- Forsati**, Rana und **Shamsfard**, Mehrnoush. 2016. Symbiosis of evolutionary and combinatorial ontology mapping approaches. Information Sciences. 2016, Bd. 342, 5, S. 53-80.
- Frappaolo**, Carl. 2006. Knowledge Management. s.l.: Capstone Publ. Ltd, 2006.
- Frege**, Gottlob. 1879. Begriffsschrift - Eine der arithmetischen nachgebildete Formelsprache des reinen Denkens. Halle: s.n., 1879.
- Frischmuth**, Philipp, et al. 2015. OntoWiki - An Authoring, Publication and Visualization Interface for the Data Web. Semantic Web Journal. 2015, Bd. 6, 3, S. 215-240.
- Furrer**, Frank J. 2014. Eine kurze Geschichte der Ontologie. Informatik-Spektrum. 2014, Bd. 37, 4, S. 308-317.
- Grimm**, Stephan, et al. 2011. Ontologies and the Semantic Web. [Buchverf.] John Domingue, Dieter Fensel und James A. Hendler. Handbook of Semantic Web Technologies. Berlin Heidelberg: Springer, 2011, S. 507-579.
- Gruber**, Thomas R. 1993. A Translation Approach to Portable Ontology Specifications. Knowledge Acquisition. 5, 1993, 2, S. 199-220.
- Gulbins**, Jürgen, **Seyfried**, Markus und **Strack-Zimmermann**, Hans. 2002. Dokumenten-Management, 3. Aufl. Berlin u.a.: Springer Xpert.press, 2002.
- Haas**, Matthias. 2006. Methoden der Künstlichen Intelligenz in betriebswirtschaftlichen Anwendungen. Wismar: Hochschule Wismar, 2006. Diplomarbeit.
- Hehl**, Walter. 2016. Wechselwirkung - Wie Prinzipien der Software die Philosophie verändern. s.l.: Springer Vieweg, 2016.

- Hoeschl, H., C. und Barcellos, V.** 2006. Artificial Intelligence and Knowledge Management. [Buchverf.] M. (ed) Bramer. TFTP International Federation for Information Processing, Volume 217, Artificial Intelligence in Theory and Practice. Boston: Springer, 2006, S. 11-19.
- Hossiep, Rüdiger , Schulte, Marcus und Frieg, Philip.** 2010. Was ist Wissen - und wie lässt es sich messen? Allgemeinbildung in Deutschland. s.l.: Ruhr-Universität Bochum, 2010, S. 39-54.
- Huang, Yongwen, et al.** 2016. An inner-enterprise wiki system integrated with semantic search for reuse of lesson-learned knowledge in product design. Journal of Engineering Manufacture. 2016, Bd. 230, 3, S. 548-561.
- ISO/IEC.** 2002. ISO/IEC 13250 Topic Maps. [Online] 19. 05 2002. [Zitat vom: 2016. 05 06.] <http://xml.coverpages.org/TM-iso13250-2nd-ed-v2.pdf>.
- Janjua, Naeem Khalid und Hussain, Farookh Khadeer.** 2013. Semantic information and knowledge integration through argumentative reasoning to support intelligent decision making. Information System Frontiers. 15, 2013, S. 167–192.
- Katenkamp, Olaf.** 2011. Implizites Wissen in Organisationen. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2011.
- Kohl, Holger, Mertins, Kai und Seidel, Holger (Hrsg).** 2016. Wissensmanagement im Mittelstand, 2. Aufl. s.l.: Springer, 2016.
- Kumar, Ajith J. und Ganesh, L. S.** 2009. Research on knowledge transfer in organizations: a morphology. Journal of Management. 2009, Bd. 13, 4, S. 161-174.
- Kurbel, Karl et al. (Hrsg.).** 2014. Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik. Achte Auflage. [Online] München: Oldenbourg, 19. 08 2014. [Zitat vom: 27. 04 2016.] <http://www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de>.
- Lahoud, Inaya, Monticolo, Davy und Hilaire, Vincent.** 2014. A Semantic Wiki to Share and Reuse Knowledge into Extended Enterprise. Tenth International Conference on Signal-Image Technology and Internet-Based Systems (SITIS). s.l.: IEEE, 2014, S. 702 - 708.
- Lämmel, Uwe.** 2009. Regeln. [Buchverf.] Helmut Balzert. Lehrbuch der Softwaretechnik: Basiskonzepte und Requirements Engineering. s.l.: Spektrum Akademischer Verlag, 2009.
- Lämmel, Uwe.** 2011. Semantische WiKi-Systeme im Wissensmanagement von Organisationen: Das Kompetenz-Portal der Hochschule Wismar. s.l.: Hochschule Wismar, 2011. WDP-Heft 18/2011.
- Lämmel, Uwe und Cleve, Jürgen.** 2012. Künstliche Intelligenz 4. Auflage. München: Hanser, 2012.
- Lämmel, Uwe, Cleve, Jürge und Greve, René.** 2005. ToMaSH - Topic Maps für Hochschulstrukturen. Wismar: Hochschule Wismar, 2005. WDP 19/2005.
- Lämmel, Uwe, et al.** 2007. Business Rules - Die Wissensverarbeitung erreicht die Betriebswirtschaft,. s.l.: Hochschule Wismar, 2007. WDP Heft 5/2007.
- Ligeza, Antoni und Potempa, Tomasz.** 2014. Artificial Intelligence for Knowledge Management with BPMN and Rules. [Buchverf.] E. Mercier-Laurent und D. (Eds.)

- Boulanger. Artificial Intelligence for Knowledge Management, IFIP Advances in Information and Communication Technology vol 422. s.l.: Springer, 2014, S. 19-37.
- Martinez-Gil**, Jorge. 2016. CoTO: A novel approach for fuzzy aggregation of semantic similarity measures. Cognitive Systems Research. 2016, Bd. 40, S. 8–17.
- Meinke**, Gritje. 2011. Analyse von Anomalien in der graphischen Modellierung von diagnostischem Wissen. s.l.: Hochschule Wismar, 2011. Master-Arbeit.
- meta.wikimedia.org**. 2006. Semantic MediaWiki/Background: Ontologies and the Semantic Web. [Online] 2006. [Zitat vom: 17. 05 2016.] https://meta.wikimedia.org/wiki/Semantic_MediaWiki/Background:_Ontologies_and_the_Semantic_Web.
- Meyers Lexikon**. 1993. Meyers Neues Lexikon in 10 Bänden. Mannheim u.a.: Meyers Lexikon Verlag, 1993.
- Monticolo**, Davy , **Morel**, Laure und **Boly**, Vincent . 2012. How a Semantic Wiki Can Support the Idea Development in Innovation Activities. International Conference on Computer & Information Science (ICCIS). s.l.: IEEE, 2012, S. 79 - 83.
- Moore**, J. und **Newell**, A. 1973. How can Merlin understand? [Online] 1973. [Zitat vom: 26. 04 2016.] <http://repository.cmu.edu/compsci>.
- Newell**, Allen. 1981. The Knowledge Level: Presidential Address. AI Magazine. 2, 1981, Bd. 2.
- Nonaka**, Ikujiro, **Toyama**, Ryoko und **Konno**, Noboru. 2000. SECI, Ba and Leadership: a Unified Model of Dynamic Knowledge Creation. Long Range Planning. 33, 2000, S. 5-34.
- North**, Klaus. 2016. Wissensorientierte Unternehmensführung, 6. Aufl. Wiesbaden: Springer Gabler, 2016.
- Pepper**, Steve. 2000. The TAO of Topic Maps. [Online] 2000. [Zitat vom: 06. 05 2016.] <http://www.ontopia.net/topicmaps/materials/tao.html>.
- Pfuhl**, Markus. 2012. Taxonomien. [Online] 25. 10 2012. [Zitat vom: 06. 05 2016.] www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de/lexikon/daten-wissen/Wissensmanagement/Wissensmodellierung/Wissensrepräsentation/Semantisches-Netz/Taxonomien.
- Janetzke**, Philipp und **Lewandowski**, Achim. 2012. Der Beitrag der künstlichen Intelligenz zur betrieblichen Prognose. [Buchverf.] Peter Mertens und Susann (eds) Rässler. Prognoserechnung. s.l.: Springer, 2012, S. 341-382.
- Pinto**, Vitor Afonso, **de Rezende Rohlfs**, Camila Leles und **Parreiras**, Fernando Silva. 2014. Applications of Ontologies in Enterprise Modelling: A Systematic Mapping Study. [Buchverf.] Marta Indulska und Sandeep Puroo. Advances in Conceptual Modeling. s.l.: Springer Intern. Publ., 2014, Bd. LNiCS 8823, S. 23-32.
- Prakash**, Naveen et al. 2014. A Framework for Business Rules. [Hrsg.] J. Parson und D. Chiu. ER Workshops 2013. s.l.: Springer, 2014, Bd. LNCS 8697, S. 68–73.
- Probst**, Gilbert, **Raub**, Steffen und **Romhardt**, Kai. 2012. Wissen managen - Wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource optimal nutzen. 7. Aufl. Wiesbaden: Springer-Gabler, 2012.

- Rao**, Guozheng, et al. 2012. A Distributed Ontology Repository Management Approach Based on Semantic Wiki. [Hrsg.] K. Khachidze und et al. Contemporary Research on E-business Technology and Strategy. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2012, S. 648-657.
- Reichenberger**, Klaus. 2010. Kompendium semantischer Netze. s.l.: X.media.press, 2010.
- Rupp**, Chris und **Czilharz**, Thorsten. 2011. Mit Regeln zu einer besseren Spezifikation. Informatik-Spektrum. 2011, Bd. 34, 3, S. 255-263.
- S&D Software nach Maß GmbH**. 2016. Der Business Rule Ansatz in der Industrie. [Online] 2016. [Zitat vom: 26. 05 2016.] www.business-rules.biz/business-rules-fuer-industrie.
- Sauter**, Werner und **Scholz**, Christiana. 2015. Kompetenzorientiertes Wissensmanagement. s.l.: Springer Gabler, 2015.
- Schewe**, Gerhard und **Nienaber**, Ann-Marie. 2011. Explikation von implizitem Wissen: Stand der Forschung zu Barrieren und Lösungsansätzen. Journal für Betriebswirtschaft. 2011, Bd. 61, 1, S. 37–84.
- Seibert**, Martin, **Preuss**, Sebastian und **Rauer**, Matthias. 2011. Enterprise Wikis - Die erfolgreiche Einführung und Nutzung von Wikis in Unternehmen. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2011.
- Starke**, Gernot. 2007. "Wohin mit der Logik? Regeln als Rettung. OBJECTspektrum. 2007, 5, S. 60-63.
- Sternberg**, Robert J. 2015. Human Intelligence. Encyclopaedia Britannica. [Online] 07. 05 2015. [Zitat vom: 03. 05 2016.] <http://www.britannica.com/topic/human-intelligence-psychology>.
- Studer**, Rudi. Ontologien. [Online] in (Kurbel et. al. 2014). [Zitat vom: 04. 05 2016.] <http://www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de/lexikon/daten-wissen/Wissensmanagement/Wissensmodellierung/Wissensrepräsentation/Semantisches-Netz/Ontologien>.
- Studer**, Rudi. 2010. Semantische Technologien. Wirtschaftsinformatik. 2010, 1, S. 49-52.
- Tegginmath, Shoba, Pears, Russel und Kasabov, Nikola. 2013. Ontologies and Machine Learning Systems for Biomedical Applications. Springer Handbook of Bio and Neuroinformatics. s.l.: Springer, 2013.
- Ternès**, Anabel, **Towers**, Ian und **Kuprella**, Eva. 2016. Capacity-Management im Zeitalter der Wissensgesellschaft. Wiesbadeb: Springer-Fachmedien, 2016.
- Unland**, Rainer. 2014. Agententechnologie. [Buchverf.] Karl Kurbel, et al. Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik. München: Oldenbourg, 2014.
- Unland**, Rainer. 2012. Wissensrepräsentation. s.l.: in (Kurbel et al, 2014), 23. 10 2012.
- Voigt**, Stefan und **Orth**, Ronald. 2016. Wissensmanagement mit Wiki-Systemen. [Buchverf.] Holger Kohl, Kai Mertins und Holger (Hrsg) Seidel. Wissensmanagement im Mittelstand 2. Aufl. Berlin Heidelberg: Springer, 2016.
- Wang**, Hai und **Wang**, Shouhong. 2008. Ontology for Data Mining and its Application to Mining Incomplete Data. Journal of Database Management. 2008, Bd. 19, 4, S. 81-90.

- Wang, Wei, Indulska, Marta und Sadiq, Shazia.** 2014. Factors Affecting Business Process and Business Rule Integration. Proceedings of the 25th Australasian Conference on Information Systems. Auckland: ACIS, 2014.
- Wolfram Alpha LLC.** 2016. WolframAlpha Computational Knowledge Engine. [Online] Wolfram Alpha LLC, 2016. [Zitat vom: 04. 05 2016.] <http://www.wolframalpha.com>.
- Yokome, Edmar Augusto und Arantes, Flavia Linhalis.** 2011. Revista de Sistemas de Informacao da FSMA. 2011, Bd. 8, S. 36-45.
- Yu, Liyang.** 2015. A Developer's Guide to the Semantic Web. 2nd ed. Heidelberg u.a.: Springer, 2015.

**Anlage A: Themen von Abschlussarbeiten an der Hochschule Wismar mit
Bezug zum Wissensmanagement 2010-2016**

Thema	Autor	Jahr
Knowledge Transfer in a Financial Service Provider	Sofute, K.	2016
Application of a tacit knowledge management system in the railway sector	Mluleki, M.	2015
Information and Knowledge Utilisation relevant to Bulk Wine Producer Cellars within the Cape Wine Industry	Badat,M,	2015
Knowledge Management in Information Technology Departments in Financial Institutions	Uwanga, T.	2014
Konzeption eines Wissensmanagements in einer Organisationseinheit eines Telekommunikationsunternehmens	Probst, C.	2014
Wissensmanagement für IT-Projekte	Michl,N.	2014
Knowledge representation techniques for higher education academics	Harker,L.-A.	2014
Nutzungspotenziale von Social Software Systemen in Prozessen des Software Support Services	Nijenhuis,E.	2014
Semantische Technologien im Wissensmanagement der Gesetzlichen Krankenversicherung	Fay,L.	2013
Entwicklung einer Architektur für wissensbasierte Arbeitsplätze	Stähle,S.	2013
Erarbeitung eines Wissensmanagements für eine funktionsorientierte Unternehmensberatung	Richter,R.	2013
Konzeption für das Wissensmanagement in einem Finanzinstitut	Salig,K.	2013
Wissensmanagement für die Beschreibung eines Test-Frameworks	Redler,M.	2012
Entwicklung eines Knowledge Warehouse	Hartmann,M.	2011
Ein Wissensmanagement-Audit am Beispiel einer IT-Anwendungsbetreuung einer Bank	Schmidt, M.	2010

Anlage B: Beispiel Semantisches Wiki

Der folgende Satz wird mit seinen Begriffen, Instanzen und der Beziehung in ein semantisches Wiki abgebildet:

„The knowledge management system Ontopia manages knowledge in a semantic net like knowledge representation.“

Sowohl die Oberbegriff-Relation „*ist ein*“ als auch die Instanz-Beziehung „*Instanz von*“ werden mittels der Zuordnung zu einer sogenannten Kategorie realisiert:

Seite „Semantic Network“: `[[Category:Knowledge Network]]`

Seite “Knowledge Network”: `[[Category:Representation]]`

Seite ”Semantic Mediawiki“: `[[Category:WikiSystem]]`

Seite “Wiki System”: `[[Category:Knowledge Management System]]`

Für die Definition der Beziehung (association) wird ein Attribut definiert. Dies geschieht, indem dieses Attribut auf einer entsprechenden Seite verwendet und mit einem Wert versehen wird:

Seite „Semantic Mediawiki“:

`[[manages knowledge::Semantic Network]]`

Auf der Seite des Attributs “*Attribut:Manages Knowledge*” ist der Typ des Attributs anzugeben: Ist dies der Typ “Seite” ist eine Beziehung zwischen zwei Seiten (Begriffen, Objekten) definiert:

Seite „Attribut:Manages Knowledge“: `[[Datentyp::Seite]]`

Alle Einträge sind reiner Text, der an eine beliebige Position auf der Seite eingefügt werden kann. Zur besseren Lesbarkeit sowie um weitere Verknüpfungen herzustellen, empfiehlt es sich, Verweise auf die Systemseiten des Attributs oder der Kategorie einzubauen:

Seite „Semantic Mediawiki“:

`{{PAGENAME}} is a [[[:Category:WikiSystem|WikiSystem]].`

`{{PAGENAME}} [[[:Attribut:manages knowledge|manages]]`

`[[manages knowledge::Semantic Networks]]`

Als ein weiteres Beispiel dienen die Seiten des “*Semantic Wiki Example*“ auf den Seiten des Kompetenz-Portals der Hochschule:

https://kompetenz.hs-wismar.de/index.php/Semantic_Wiki_Example

WDP - Wismarer Diskussionspapiere / Wismar Discussion Papers

- Heft 04/2013: Frederik Schirdewahn: Analyse der Effizienz einzelner Maßnahmen zur Reduzierung des CO₂-Ausstoßes in der Transportlogistik
- Heft 05/2013: Hans-Eggert Reimers: Remarks on the euro crisis
- Heft 01/2014: Antje Bernier (Hrsg.): Na, altes Haus? – Stadt und Umland im Wandel. Planungs- und Entwicklungsinstrumente mit demografischer Chance, Konferenz der Hochschule Wismar am 14. Okt. 2013 in Schwerin
- Heft 02/2014: Stefan Voll/Daniel Alt: „Das große Ziel immer im Auge behalten“ Sportimmanente Indikatoren des Trainerstils von Jürgen Klopp – Transfermöglichkeiten für Führungskräfte in Genossenschaftsbanken
- Heft 03/2014: Günther Ringle: Genossenschaftliche Solidarität auf dem Prüfstand
- Heft 04/2014: Barbara Bojack: Alkoholmissbrauch, Alkoholabhängigkeit
- Heft 01/2015: Dieter Gerdesmeier/ Hans-Eggert Reimers/ Barbara Roffia: Consumer and asset prices: some recent evidence
- Heft 02/2015: Katrin Schmallowsky: Unternehmensbewertung mit Monte-Carlo-Simulationen
- Heft 03/2015: Jan Bublitz/ Uwe Lämmel: Semantische Wiki und TopicMap-Visualisierung
- Heft 04/2015: Herbert Müller: Der II. Hauptsatz der Thermodynamik, die Philosophie und die gesellschaftliche Praxis – eine Neubetrachtung
- Heft 05/2015: Friederike Diaby-Pentzlin: Auslandsinvestitionsrecht und Entwicklungspolitik: Derzeitiges bloßes internationales Investitionsschutzrecht vertieft Armut
- Heft 01/2016: Sonderheft: Jürgen Cleve, Erhard Alde (Hrsg.) WIWITA 2016. 10. Wismarer Wirtschaftsinformatik-tage 9./10. Juni 2016. Proceedings
- Heft 02/2016: Günther Ringle: Die soziale Funktion von Genossenschaften im Wandel