

acatech DISKUTIERT

## > INTERNET DER DIENSTE

LUTZ HEUSER/WOLFGANG WAHLSTER (Hrsg.)

Prof. Dr. rer. nat. Lutz Heuser  
AGT Germany  
Jägerstrasse 41  
10117 Berlin

Prof. Dr. Dr. h. c. mult. Wolfgang Wahlster  
Dt. Forschungszentrum für Künstliche  
Intelligenz  
DFKI GmbH  
Stuhlsatzenhausweg 3  
66123 Saarbrücken

acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, 2011

Geschäftsstelle  
Residenz München  
Hofgartenstraße 2  
80539 München

Hauptstadtbüro  
Unter den Linden 14  
10117 Berlin

T +49(0)89/5203090  
F +49(0)89/5203099

T +49(0)30/206309610  
F +49(0)30/206309611

E-Mail: [info@acatech.de](mailto:info@acatech.de)  
Internet: [www.acatech.de](http://www.acatech.de)

Redaktion: Samia Salem  
Koordination: Prof. Dr. Lutz Heuser, Prof. Dr. Wolfgang Wahlster  
Layout-Konzeption: acatech  
Konvertierung und Satz: Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS,  
Sankt Augustin  
Einbandgestaltung: WMX Design GmbH, Heidelberg

Die Originalversion des Buches ist beim Springer Verlag erhältlich.

acatech DISKUTIERT

## > INTERNET DER DIENSTE

LUTZ HEUSER/WOLFGANG WAHLSTER (Hrsg.)



## > INHALT

> VORWORT	7
Rainer Brüderle	
> GRUSSWORT	9
Bernd Pfaffenbach	
> EINLEITUNG	15
Lutz Heuser/Wolfgang Wahlster	
<b>TEIL 1: EINFÜHRUNG</b>	
> BASISTECHNOLOGIEN FÜR DAS INTERNET DER DIENSTE	19
Ralf Schäfer/Tilman Becker/Catherina Burghart/Kawa Nazemi/ Patrick Ndjiki/Thomas Riegel	
> A SMARTER PLANET – DER WANDEL IN RICHTUNG DIENSTLEISTUNGEN	41
Martin Jetter	
> FUTURE INTERNET – THE BUSINESS WEB	49
Jim Hageman Snabe/Hervé Couturier	
> WISSENSBASIERTE MEDIZIN	55
Hermann Requardt	
> INTERNET OF SERVICES: HERAUSFORDERUNG UND POTENZIAL	59
Dieter Fensel	
<b>TEIL 2: THESEUS USE-CASES</b>	
> CONTENTUS – NEXT GENERATION MULTIMEDIA LIBRARY	67
Nicolas Flores-Herr/Stefan Eickeler/Jan Nandzik/Stefan Paal/ Iuliu Konya/Harald Sack	

> <b>ALEXANDRIA</b>	<b>89</b>
Florian Kuhlmann	
> <b>MEDICO</b>	<b>97</b>
Sascha Seifert/Sonja Zillner/Martin Huber/Michael Sintek/ Daniel Sonntag/Alexander Cavallaro	
> <b>ORDO: ORDNUNG IN DER DIGITALEN WELT – ABER WIE</b>	<b>113</b>
Björn Decker/Ralph Traphöner	
> <b>PROCESSUS</b>	<b>127</b>
Heino Däkena/Hans-Josef Hesse/Jörn Lehmann/Martin Knechtel/ Andreas Kohn	
> <b>TEXO: WIE THESEUS DAS INTERNET DER DIENSTE GESTALTET – PERSPEKTIVEN DER VERWERTUNG</b>	<b>141</b>
Orestis Terzidis/Axel Fasse/Barbara Flügge/Markus Heller/Kay Kadner/ Daniel Oberle/Thorsten Sandfuchs	
> <b>AUTORENVERZEICHNIS</b>	<b>161</b>

## > VORWORT

RAINER BRÜDERLE



Jeder, der heute auf die Schnelle Informationen zu einem bestimmten Thema braucht, sucht danach zunächst einmal im Internet. Suchmaschinen können auf ein Schlagwort Millionen Treffer auswerfen. Sinn und Bedeutung dieses Schlagwortes werden dabei jedoch kaum erfasst. Dieses semantische Verständnis fehlt bislang noch weiten Teilen des Internets.

Das Internet der Dienste greift diese fehlenden kognitiven Fähigkeiten des Internets auf. Mithilfe semantischer Technologien wird der Zugang zu Informationen vereinfacht und die Daten zu neuem Wissen vernetzt. Informationen werden gesucht, gefunden, gebündelt und neu geordnet. Das Internet wird damit vom reinen Informationslieferanten zum umfangreichen Lösungsanbieter. Der private Nutzer bekommt in Zukunft auf die einfache Eingabe „Urlaub in Südafrika“ Angebote etwa zu Flügen, Unterkünften, Ausflugsmöglichkeiten und notwendigen Schutzimpfungen nicht einzeln, sondern übersichtlich und koordiniert angezeigt. Für Unternehmen kann damit zum Beispiel die Abwicklung von Exporten ins Ausland, die Bearbeitung von Emails oder die Dienstreiseplanung optimiert werden. Geschäftsprozesse werden damit effizienter gestaltet und Entscheidungen können rascher getroffen werden.

Das Internet wird zu einem Marktplatz für den Handel mit Diensten. Hier entstehen ganz neue Geschäftsfelder für Anbieter von Dienstleistungen. Besonders für kleine und mittelständische Unternehmen bietet dieser Marktplatz enorme Chancen. Auf neuen Internetplattformen werden Dienstleistungen transparent, einfach, qualitätsorientiert, verlässlich und sicher angeboten. Hier zählen Kreativität und Ideenreichtum und nicht die Unternehmensgröße. Auch als Nutzer des Internets der Dienste ergeben sich für mittelständische Unternehmen neue Möglichkeiten. Mithilfe der so genannten Cloud-Computing-Angebote können sie moderne Dienstleistungen online direkt in ihre Geschäftsabläufe einfügen, wie etwa die Anmietung von Software, und damit auf ein kostspieliges unternehmenseigenes System verzichten. Auf diese Weise sparen die Firmen Geld und können sich stärker auf ihre Kernkompetenzen konzentrieren.

Das Forschungsprogramm THESEUS läuft bis 2012 und hat wichtige Grundlagen für das Internet der Dienste geschaffen. Im Rahmen von THESEUS werden Technologien entwickelt, die Informationen in Beziehung zu anderen Informationen setzen und nach

bestimmten Regeln logische Schlüsse daraus ziehen können. Dabei entstehen Programme, die eine schnellere Verarbeitung von multimedialen Dokumenten oder eine effizientere Gestaltung neuer grafischer Benutzeroberflächen ermöglichen. Ein Beispiel ist die auf dem acatech Symposium vorgestellte plattformneutrale Dienstbeschreibungssprache „Unified Service Description Language – UDSL“, die den Standardisierungsprozess international voranbringen kann.

Das acatech Symposium zum Internet der Dienste im September 2010 hat deutlich gemacht, dass sich die Zwischenbilanz von THESEUS sehen lassen kann. Jetzt kommt es darauf an, die Forschungsergebnisse rasch von der Theorie in die Praxis und in erfolgreiche Produkte und Dienste umzusetzen. Wichtige Anwendungsbereiche bei THESEUS sind der Gesundheitssektor, der Maschinenbau, Medien und Unternehmenssoftware. Die auf dem acatech Symposium gehaltenen Vorträge und die intensive Diskussion haben gute Wege aufgezeigt, wie dies gelingen kann. Ihr



Rainer Brüderle  
Bundesminister für Wirtschaft und Technologie

## > GRUSSWORT

**BERND PFAFFENBACH**

Rede des Staatssekretärs im Bundesministerium für  
Wirtschaft und Technologie anlässlich des acatech-Symposiums  
Internet der Dienste am 14.09.2010 in Berlin

Lieber Herr Prof. Kagermann,  
meine sehr verehrten Damen und Herren!

Ohne Fortschritte, riesige Fortschritte in der IKT-Wirtschaft, wie wir sie auch bisher angegangen sind, wird es schwierig, unsere Wettbewerbsfähigkeit in einer globalisierten Welt zu halten sowie den Standort Deutschland und den Wohlstand in unserem Land zu sichern.

Wir alle wissen, dass wir keine oder wenig Rohstoffe haben. Unsere Rohstoffe stecken sozusagen in den Köpfen der Menschen und diese gilt es zu fördern. Deutschland hat sich, das will ich ausdrücklich sagen, unter Ihrer aktiven Mitwirkung Herr Professor Kagermann – Sie haben die IT-Gipfel erwähnt – hier in ein Mustermodell hereingearbeitet. Nirgendwo in Europa und ich glaube auch weltweit nicht, gibt es eine so intensive Kooperation zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Politik, gerade auf diesem Gebiet, wie in den IT-Gipfeln.

Die IT-Gipfel und auch die Aktivitäten von acatech sind Ergebnis dieser Bereitschaft. Es hat dazu eben ein sehr schönes Bild hier aufgeleuchtet - Innovation als Wertschöpfung. Beim nächsten – dem Fünften – IT-Gipfel in Dresden wird Kommissarin Kroes kommen. Sie kommt nicht nur, weil wir sie eingeladen haben. Sie kommt auf eigenen Wunsch, weil sie sich ansehen möchte, wie wir das machen. Und weil sie das vielleicht auch europäisieren möchte, weil Europa unser Modell des IT-Gipfels, wenn ich es einmal so nennen darf, übernehmen will.

Alles in allem glaube ich, sind wir auf einem sehr guten Weg. Dies auch bei dem Thema Internet der Dienste, das uns heute hier bewegt. Lieber Herr Professor Kagermann, dort sind Sie ja nun wirklich einer der Anstoßgeber, um es milde zu formulieren. Das Internet der Dienste war ein Leuchtturmprojekt beim ersten IT-Gipfel in Potsdam. Ich erinnere mich ganz genau an die Fragen, die dort auftauchten: Was ist das überhaupt? Sie haben auch zu recht beschrieben, dass noch heute Journalisten und andere Interessierte fragen: Wie kann man das beschreiben? Tatsächlich ist es nicht ganz so einfach zu beschreiben. Letztendlich braucht man Beispiele und da freue ich mich natürlich auch auf die Vorträge dieses Symposiums. Ich will vielleicht selbst auch ein wenig dazu beitragen.

Fast 13 Millionen Menschen in Deutschland haben zum Beispiel ihren Sommerurlaub in 2010 im Internet gebucht. Darunter waren nicht nur Pauschalangebote. Viele Kunden kaufen Reiseleistungen einzeln im Internet und stellen sich selbst eine individuelle Reise zusammen. Viele von uns haben das schon getan und es werden immer mehr, weil man Individualität liebt, Flexibilität und vieles mehr. Natürlich haben wir auch die Erfahrung gemacht, dass das Mühe, Zeit und auch etwas Wissen erfordert.

Hier kommt das „Internet der Dienste“ als Hilfesteller genau auf den Punkt. Mit dieser neuen Technologie wird die Buchung einer solchen individuellen Reise deutlich einfacher. Und es wird einfacher, die Reise mit zusätzlichen Dienstleistungen zu kombinieren. Das ist eigentlich das Raffinierte. Zum Beispiel: Versicherungen, Eintrittskarten für eine Theatervorstellung oder auch gesundheitliche Dienste.

Ich danke deshalb nochmals der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften für die Einladung zum heutigen Symposium. Ich muss sagen, dass ich in diesem wunderbaren Raum schon viele wissenschaftliche Veranstaltungen erlebt habe, auch über 18 Uhr hinaus. Nach meiner Erinnerung kamen fast immer gute Ergebnisse heraus und dass das heute auch der Fall sein wird, daran habe ich gar keine Zweifel.

Ich freue mich besonders, dass auch Herr Jetter, Herr Snabe, Herr Couturier und Herr Requardt anwesend sind und aktiv teilnehmen. Ich werde sehr zielbewusst und interessiert den Vorträgen lauschen.

Das Internet der Dienste ist ein spannendes Zukunftsthema, wie wir schon erfahren haben und acatech ist dafür genau der richtige Veranstalter. Ich habe bereits erläutert, warum. Das „Internet der Dienste“ schafft neue Forschungsfelder für Wissenschaftler und neue Geschäftsfelder für Diensteanbieter. Neue Geschäftsfelder, die uns außerordentliche Chancen bieten und die wir konsequent nutzen müssen. Denn es geht um die Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Wirtschaft. Die Umsetzung in marktfähige Produkte war lange Zeit ein kleines Problem in Deutschland. Und das ist es, worum es hier auch geht. Wenn wir hier unseren Vorsprung halten, den wir – glaube ich – haben, dann können wir für unsere Wettbewerbsfähigkeit etwas sehr Gutes tun.

Allein in Europa, meine Damen und Herren, hatte der Wachstumsmarkt für softwarebasierte Systeme im Jahr 2008 ein Volumen von rund 228 Milliarden Euro. Bis zum nächsten Jahr wird weltweit ein Zuwachs von 100 Milliarden Euro erwartet. Das sind, wie jeder sieht, enorme Wachstumsraten.

Wir alle nutzen das Internet und wissen: Das Netz bietet viele zusätzliche und nützliche Informationen. Doch wir wissen auch: Man kann nur schwer den Überblick behalten. Eine Internetrecherche ist manchmal wie die Suche nach der Nadel im Heuhaufen. Nicht immer, aber es kommt vor.

Um hier besser voranzukommen, ist die Entwicklung neuer semantischer Technologien entscheidend. Entsprechende Programme sollen Informationen aus dem Internet selbstständig interpretieren und automatisch weiterverarbeiten, d. h., Informationen

werden automatisch in Beziehung zu anderen Informationen gesetzt, als Ordnungssysteme modelliert und schließen dann auch nach bestimmten Regeln ganz logische Schlüsse. So wird eine intelligente Internetsuche möglich, ohne dass ein Mensch jeden Schritt der Suche selbst begleiten muss.

Um eine intelligente Recherche geht es auch bei der Anwendung der neuen Technologien. Wir hatten hier nach Beispielen gesucht, die sicher im Folgenden noch in größerer Intensität erörtert werden sollen. Ein Beispiel ist die Nutzung im medizinischen Bereich, etwas, was uns alle interessiert.

Per Ultraschall oder Computertomografie erzeugte Bilder sind eine wichtige Grundlage für die medizinische Diagnose und Therapie. Sie ermöglichen es, Krankheiten frühzeitig zu erkennen und gezielt zu behandeln. Computerprogramme können den Arzt oder die Ärztin bei den verschiedenen Therapieschritten unterstützen. Das Ziel: Der Computer soll lernen, Bilder zu interpretieren, mit anderen Patientendaten zu verknüpfen und daraus Schlüsse zu ziehen. Hierzu vergleicht das Programm verschiedene Bildaufnahmen des Patienten miteinander und mit Bildern anderer Patienten.

Anhand dieses Vergleichs sowie weiterer Informationen, wie etwa Labordaten, soll das Programm dann eigenständig einschätzen, ob eine Behandlung angeschlagen hat. Das Bundeswirtschaftsministerium, meine Damen und Herren, unterstützt die Entwicklung solcher Technologien mit dem Forschungsprojekt THESEUS. So arbeiten Wissenschaft und Wirtschaft zum Beispiel beim THESEUS-Projektfeld Medico zusammen, um die Entwicklung der medizinischen Recherchedienste weiter voranzutreiben.

Ein anderes Beispiel für unsere Förderung des Internets der Dienste betrifft die Wissenschaft. Hier sind innovative Suchdienste für eine deutsche digitale Bibliothek in Planung. Das funktioniert folgendermaßen: Bibliotheken, Museen und Archive bringen ihre Schätze ins digitale Format. Die so gespeicherten Texte und Dateien werden digital verknüpft und besser zugänglich.

Meine Damen und Herren, diese und andere neue komplexe Dienste setzen geeignete technische und organisatorische Rahmenbedingungen voraus. Denn die modernsten Recherchedienste im Internet bringen nicht allzu viel, wenn der Zugang zum Netz zu langsam ist. Schnelles Internet durch Breitband ist heute so wichtig wie Strom- und Verkehrsnetze. Die Breitbandentwicklung in Deutschland verläuft erfreulicherweise gut. Hierzulande wird Breitband inzwischen stärker genutzt als in unseren Partnerländern Großbritannien, Frankreich, selbst USA oder Japan, was die meisten nicht wissen.

Der intensive Wettbewerb auf dem Telekommunikationsmarkt hat bislang zu vielfältigen Angeboten und auch niedrigen Preisen zum Nutzen der Verbraucher geführt. Mittlerweile haben 97 Prozent der Haushalte die Möglichkeit, eine leistungsfähige Verbindung von mindestens einem Megabit pro Sekunde zu nutzen. Ich weiß, das ist für Sie als Experten vielleicht eine niedrige Qualität, aber es geht hier um einen ersten Schritt. Alle reden schon von viel mehr Kapazität: 50 Megabit. Und auch das ist im

Programm der Bundesregierung enthalten. Es wird etwas länger dauern, aber dies wird unser nächster Schritt sein, der schon ganz konkret in Planung ist.

Wenn man von den drei Prozentpunkten spricht, die bis zur Vollabdeckung fehlen – von 97 bis 100 Prozent –, ist es natürlich sehr, sehr schwierig, den letzten fehlenden Prozentpunkt zu schließen. Das ist der Bauernhof auf der Alm, um ein Extrembeispiel zu nennen. Aber auch das ist vielleicht wichtig und wir müssen sehen, dass wir hier auch die Technologien nutzen, die es gibt. Es gibt ja nicht nur Glasfaser. Alle wollen natürlich Glasfaser haben, weil sie möglichst 100 Megabit haben wollen oder mehr, aber es gibt auch Funklösungen und manches andere und deshalb suchen wir einen wettbewerbsorientierten, aber auch einen technologieutralen Weg. Wir sind erfreulicherweise zu guten Ergebnissen gekommen in den Verhandlungen zwischen Bund und Ländern, was die so genannte digitale Dividende betrifft.

Natürlich streiten wir uns jetzt noch ein bisschen mit den Ländern um die Kosten, aber das soll nicht das Thema von Wirtschaft und Wissenschaft sein. Wichtig ist, dass es funktioniert, dass die weißen Flecken geschlossen werden und dass dann möglichst alle diese schnellen Netze mit guter Qualität und zukünftig fortschreitender Qualität nutzen können.

Meine Damen und Herren, es geht natürlich auch immer um den Mittelstand in Deutschland. Wir haben große, erfolgreiche Blue Chip-Unternehmen auf den Weltmärkten, die im Zeitalter der Globalisierung eine fantastische Rolle spielen. Man darf aber nicht vergessen, dass das, was wir immer als das Rückgrat der deutschen Wirtschaft bezeichnen, der Mittelstand ist mit seinen vielen „Hidden Champions“, die auch weltweit aktiv sind und unsere Exportsituation maßgeblich unterstützen. Sie tragen aber auch dazu bei, dass die technologischen Entwicklungen in die Häuser und Unternehmen gebracht werden und so unser Standort Deutschland weiter gestärkt wird.

Insofern bieten auch die neuen Internetdienste Chancen für den Mittelstand. Für die neuen Programme muss es Plattformen geben, denen der Kunde vertraut. Plattformen, auf denen die Dienste transparent, einfach und qualitätsorientiert angeboten werden. Mit Programmsammlungen wie dem App-Store entstehen zurzeit erste Angebote. Hier können kleine und mittlere Unternehmen selbst zum Anbieter werden und eigene Dienste auf diese Plattformen einstellen. Sie können sich so mit geringen Eintrittshürden neue, häufig internationale Märkte erschließen.

Und, auch das ist wichtig: Auch auf der Nutzerseite ergeben sich für mittelständische Unternehmen neue Möglichkeiten. Sie können moderne Dienste online direkt in ihre Geschäftsabläufe einfügen. Muss zum Beispiel die Abrechnung für das eigene Geschäft gemacht werden, kann man bequem auf ein Online-Programm zurückgreifen. Das bedeutet, dass das Unternehmen auf ein kostspieliges unternehmenseigenes System verzichten kann.

Kurzum: Auch die mittelständischen Unternehmen in Deutschland profitieren viel von einem Internet der Dienste. Was mir deshalb besonders wichtig ist, meine Damen und Herren, ist, dass bei unserem Forschungsprojekt THESEUS der Mittelstand von Anfang an mit an Bord war. Das Ergebnis: Mittlerweile gibt es ein Dutzend Projekte, die von mittelständischen Unternehmen geleitet werden.

Unser Leuchtturmprojekt THESEUS, es wurde schon vielfach auf diese Leuchtturmfunktion hingewiesen, strahlt inzwischen weit über Deutschland hinaus. Die Zwischenbilanz kann sich sehen lassen. Aber natürlich, wie immer, dürfen wir uns nicht darauf ausruhen. Es kommt darauf an, jetzt insbesondere die Forschungsergebnisse schnell in erfolgreiche Produkte und Dienste umzusetzen. Denn, das ist auch klar: die Konkurrenz schläft nicht. Und der technologische Fortschritt entwickelt sich rasant weiter.

Ein Beispiel dafür ist das so genannte „Cloud Computing“. Mit dieser Technologie können sich Kunden Rechenleistung und Speicherkapazität für ihre Rechner über das Internet dazu holen. IT-Kapazitäten lassen sich so extern auslagern – so wie wir es schon von der Produktion und von verschiedenen Dienstleistungen ohnehin kennen. Das macht flexibel und spart Platz und Geld.

Plant ein Unternehmen, Daten außerhalb der eigenen vier Wände zu bearbeiten und zu speichern, stellt sich natürlich auch die Frage der Datensicherheit. In der vergangenen Zeit haben wir verschiedene Datenschutzskandale erlebt: der Datenklau bei Krankenkassen oder bei einer bekannten Drogeriekette waren in aller Munde. Hier waren zwar keine Internetdienste betroffen. Dennoch ist klar, dass diese neue Technologie nur Erfolg haben wird, wenn das Vertrauen der Kunden nicht enttäuscht wird. An der Lösung dieses Problems wird sich auch die Bundesregierung aktiv beteiligen.

Deshalb hat das Bundeswirtschaftsministerium gerade auch einen neuen Technologiewettbewerb gestartet. Es geht dabei vor allem um sichere Internetdienste oder auf neudeutsch: eine „Trusted Cloud“. Sichere, verlässliche und kostengünstige Angebote für kleine und mittlere Unternehmen und den öffentlichen Sektor bereitzustellen, steht hier im Vordergrund.

acatech ist – wie überall bei diesen Dingen – herzlich willkommen, sich hier einzubringen. Es ist fast unerlässlich, würde ich sagen, denn wir profitieren ja von Ihrem Wissen und wir sind auch gerne bereit, dies in die politischen Überlegungen mit einzu beziehen.

Meine Damen und Herren, lassen Sie mich zum Schluss sagen, dass Deutschland und insbesondere die deutsche Volkswirtschaft die Impulse aus den Informations- und Kommunikationstechnologien braucht. Ich habe am Anfang gesagt, der Standort Deutschland ist einer, der weltweit hoch angesehen ist. Aber dieses hohe Ansehen bedarf der täglichen Anstrengung, immer auf dem neuesten Stand zu sein. Ohne die besten Technologien werden wir unseren Wohlstand nicht halten können. Ich bin ganz sicher, dass das bei Ihnen hier insbesondere in diesem Raum wohlbekannt ist, aber Sie

sind ja auch Multiplikatoren nach außen. Ich glaube, wir können diese Botschaft gar nicht genug verbreiten.

Ich danke Ihnen allen für Ihre aktive Teilnahme an diesem Symposium. Ich danke acatech als Veranstalter nochmals. Ich danke Ihnen, Herr Präsident, lieber Herr Kagermann, und wünsche dem Symposium einen sehr erfolgreichen Verlauf.

## > EINLEITUNG

LUTZ HEUSER/WOLFGANG WAHLSTER

Das „Internet der Dienste und Dienstleistungen“ wird als eines der größten Wachstumspotenziale des zukünftigen Internets angesehen. Hierbei sollen vor allem unternehmensnahe Dienste und Dienstleistungen mithilfe des Internets angeboten und weitestgehend darüber erbracht werden. Während die Web 2.0 Anwendungen wie Facebook und Twitter vor allem den Konsumenten bzw. den Einzelnen adressieren, wendet sich das „Internet der Dienste und Dienstleistungen“ vor allem an die Unternehmen und die öffentliche Verwaltung. Durch Internet-Suchmaschinen wurde in der letzten Dekade das Suchen von Informationen ermöglicht, jetzt soll mittels semantischer Technologien das „Finden“ der passenden Dienste und Dienstleistungen ermöglicht werden. Helfen soll hierbei unter anderem ein neuer Internet-Standard namens USDL (Unified Service Description Language), mit dessen Hilfe Dienste und Dienstleistungen beschrieben werden können. Das acatech Symposium „Internet der Dienste“ war Grundlage einer Expertendiskussion zu diesem zentralen Thema der Informations- und Kommunikationstechnologie. Des Weiteren wurden wichtige Anwendungsfelder des Internets der „Dienste und Dienstleistungen“ vorgestellt und diskutiert.

Das im Jahr 2007 initiierte Forschungsprogramm THESEUS mit einer Gesamtförderungssumme von mehr als 100 Millionen Euro ist im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien das bislang größte Forschungsvorhaben des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi). Ziel des Programms ist eine neue internetbasierte Wissensinfrastruktur, die eine vereinfachte und gezieltere Nutzung des Wissens im Internet ermöglicht. Dazu müssen neue Märkte etabliert und der Innovationsstandort Deutschland gestärkt werden. Von zentraler Bedeutung für das Internet der Dienste ist die Entwicklung neuer semantischer Technologien. Unter dem Dach von THESEUS entwickeln 60 Forschungspartner aus Wissenschaft und Wirtschaft gemeinsam innovative Basistechnologien und technische Standards, die in sechs Anwendungsszenarien<sup>1</sup> prototypisch umgesetzt und erprobt werden.

Das THESEUS-Programm trägt zur semantischen Wende in der Informatik bei. „Semantik“ ist ein Begriff aus den Geisteswissenschaften und steht in der allgemeinen Zeichentheorie für die Bedeutungslehre. Semantische Technologien überbrücken die Lücke zwischen der Fachsprache der Informatik und den Sprachen ihrer Anwender, weil sie

---

<sup>1</sup> Namentlich handelt es sich hierbei um ALEXANDRIA, CONTENTUS, MEDICO, ORDO, PROCESSUS und TEXO.

es erlauben, verschiedene Begriffssysteme ohne Bedeutungsverlust ineinander zu übersetzen. Der Automobilingenieur, der Medizintechniker oder der Logistikexperte ist mit semantischen Technologien in der Lage, sein Wissen und seine Prozessmodelle digital in der eigenen Fachsprache zu formulieren, ohne die speziellen künstlichen Sprachen zur maschinellen Wissensrepräsentation erlernen zu müssen.

40 Prozent der IT-Kosten entstehen heute noch bei der notwendigen Integration unterschiedlicher Softwaresysteme. Eine Abhilfe können semantische Technologien in zweierlei Hinsicht schaffen: Zum einen bieten semantische Modelle einen höheren Abstraktionsgrad und sind in der Fachsprache der Geschäftsexperten ohne spezielle IT-Kenntnisse abgefasst. Damit schirmt man den Anwender von unnötigen technischen Details ab und erlaubt ihm stattdessen, in seiner gewohnten Terminologie zu arbeiten. Semantische Technologien ermöglichen aber auch einen höheren Grad an Automatisierung und Wiederverwendung von Informatikdiensten. Durch eine ontologisch angereicherte Beschreibung von Softwarediensten könnten auf Anfrage mithilfe von automatischen Planungsverfahren Basisdienste zu höherwertigen Diensten kombiniert werden.

Das klassische Web hat den weltweiten Zugang zu digital gespeicherter Information drastisch verbessert. Aber dort sind die Inhalte nur maschinenlesbar, ohne maschinell verstehbar zu sein. Das semantische Web basiert auf der inhaltlichen Beschreibung digitaler Dokumente mit standardisierten Vokabularen, die eine maschinell verstehbare Semantik haben. Die semantische Wende führt uns vom syntaktischen Web mit seiner Informationsüberflutung durch die Reduktion von Textdokumenten auf die sinnfreie Kombination von Buchstaben zu einem hochpräzisen Antwortverhalten in einem Web, das Sinnzusammenhänge in den Mittelpunkt stellt.

Das Symposium fand im Leibniz-Saal der Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften statt, was ein Ort von hoher symbolischer Kraft für die semantischen Technologien von THESEUS ist: Gottfried Wilhelm Leibniz hat als Begründer der Akademie im Jahre 1700 die Grundlage für die semantische Informationsverarbeitung durch sein Leibniz-Gesetz zur Identität in logischen Systemen gelegt.

Als Dokumentation des acatech Symposiums „Internet der Dienste“ bietet dieser Band einen detaillierten Einblick in den aktuellen Stand der Forschungen innerhalb von THESEUS. Das Symposium brachte Experten aus Wissenschaft und Wirtschaft zusammen, die die Ergebnisse, mit einem besonderen Fokus auf die entwickelten Anwendungsszenarien sowie deren erfolgreiche Positionierung auf dem Markt diskutierten.

Wir wünschen Ihnen eine anregende Lektüre

Lutz Heuser

Wolfgang Wahlster

# TEIL 1: EINFÜHRUNG



# > BASISTECHNOLOGIEN FÜR DAS INTERNET DER DIENSTE

RALF SCHÄFER<sup>1</sup>/TILMAN BECKER<sup>2</sup>/CATHERINA BURGHART<sup>3</sup>/KAWA NAZEMI<sup>4</sup>/  
PATRICK NDJIKI<sup>5</sup>/THOMAS RIEGEL<sup>6</sup>

## 1 EINLEITUNG

Wissen und Informationen wachsen nicht nur stetig in ihrer Menge, sie stellen heute vielmehr eine bedeutende Ressource vieler Unternehmen dar. Der effiziente Zugriff auf Unternehmenswissen, wie etwa Expertisen, Ansprechpartner, Projekt- und Meilensteinpläne etc. kann Unternehmensprozesse vereinfachen und somit zur Zeit- und Kostenreduktion beitragen.

Semantische Technologien bieten zahlreiche Möglichkeiten, um Daten mit Hintergrundinformationen zu ihrer Bedeutung anzureichern und sie mit weiteren relevanten Informationseinheiten zu verbinden. Solche semantische Relationen führen nicht nur zu einer effizienteren Suche in größeren Informationsräumen, sondern unterstützen den Benutzer auch bei diversen Prozessen, wie etwa Editierung, Annotation und Verarbeitung von Informationen. Sie eröffnen aber auch neue Möglichkeiten zur Aneignung und Transfer von Wissen. Jede Informationseinheit steht dabei in Zusammenhang mit anderen Informationen innerhalb einer bestimmten Domäne. Das so aufbereitete Wissen kann schneller und effizienter durchsucht werden und bietet zudem eine Art der Informationsaufnahme, die den menschlichen Bedürfnissen und Angewohnheiten sehr nahe kommt, nämlich der Schaffung von Assoziationen von neuem zu dem bereits vorhandenen Wissen.

Vor diesem Hintergrund wurde das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) geförderte Forschungsprogramm THESEUS ins Leben gerufen. Dieses hat das Ziel, den Zugang zu Informationen zu vereinfachen, Daten zu neuem Wissen zu vernetzen und die Grundlage für die Entwicklung neuer Dienstleistungen im Internet zu schaffen.<sup>7</sup> Dieses Programm gliedert sich im Wesentlichen in sechs Anwendungsprojekte (Use Cases) sowie in ein sogenanntes Core Technology Cluster (CTC), in dem innovative Basistechnologien und technische Standards entwickelt werden, die in mehreren Use Cases zum Einsatz kommen. Das CTC ist wiederum in fünf Arbeitsgrup-

---

<sup>1</sup> Fraunhofer HHI.

<sup>2</sup> DFKI.

<sup>3</sup> FZI.

<sup>4</sup> Fraunhofer IGD.

<sup>5</sup> Fraunhofer HHI.

<sup>6</sup> Siemens AG.

<sup>7</sup> THESEUS 1.

pen (Workpackages) sowie in ein Evaluierungs-Workpacke unterteilt. Die Aufgabe des letzteren ist es, die in den anderen Gruppen entwickelten Algorithmen und Verfahren im Hinblick auf ihre Qualität zu testen und zu bewerten. Dabei orientiert man sich an internationalen Standards und speist die in THESEUS erreichten Ergebnisse auch gezielt in internationale Benchmarks wie ImageClef<sup>8</sup> und TRECVID<sup>9</sup> ein. Die Arbeiten in den fünf anderen Workpackages gliedern sich in die Bereiche „Verarbeitung von multimedialen Inhalten“, „Ontologien-Management“, „Situationsbewusste Dialogverarbeitung“, „Innovative Benutzerschnittstellen und Visualisierung“ sowie „Maschinelles Lernen“.

In diesem Beitrag werden einige der entwickelten Technologien im Detail vorgestellt. In Kapitel 2 wird das Management von Ontologien, jener formalen Wissensmodelle, die das Wissen eines Fachgebiets konzeptuell abbilden, beschrieben. Dabei werden die verschiedenen Werkzeuge zum Erstellen von Ontologien, zum Abbilden verschiedener heterogener Wissensstrukturen aufeinander und deren Kombination (Mapping), zur Verfolgung von Änderungen an Ontologien (Evolution) und zum automatischen Schlussfolgern (Reasoning) vorgestellt.

Im Kapitel 3 wird die Dialog-Shell beschrieben, eine Architektur und Entwicklungsumgebung für neue Interaktionsformen im Internet der Dienste. Dazu wurde eine Plattform für multimodale und situationsbewusste Dialogsysteme geschaffen, deren Architektur und Anwendungsbeispiele beschrieben werden.

Eine weitere Kerntechnologie stellt die Semantik-Visualisierung dar, die in Kapitel 4 beschrieben wird. Hierbei wird insbesondere auf eine komponentenbasierte, modulare Architektur eingegangen, die die Anwendbarkeit der Visualisierungen in verschiedenen Anwendungsszenarien unter Nutzung heterogener Daten für heterogene Benutzer erlaubt.

In Kapitel 5 wird schließlich ein Anwendungsbeispiel aus dem Bereich der Bild- und Videoanalyse sowie der automatischen Extraktion von Informationen aus Videos vorgestellt, in dem vornehmlich Verfahren aus den Workpackages „Verarbeitung von multimedialen Inhalten“ und „maschinelles Lernen“ zum Einsatz kommen.

In Kapitel 6 folgt schließlich eine Zusammenfassung dieses Beitrags.

## 2 ONTOLOGIEN-MANAGEMENT

Eines der zentralen Forschungsthemen im THESEUS-Programm ist die Erforschung und Entwicklung von semantischen Technologien auf Basis sogenannter Ontologien, die es Computern erlauben, die Bedeutung von Inhalten zu „verstehen“. Ontologien sind formale Wissensmodelle, die das Wissen eines Fachgebiets konzeptuell abbilden und dessen automatisierte Verarbeitung auf einer Bedeutungsebene erschließen – wie dies bisher nur dem Menschen möglich war. Durch Methoden der strukturellen Verarbeitung

---

<sup>8</sup> Müller 2010.

<sup>9</sup> Smeaton 2006.

und des logischen Schlussfolgerns erreichen ontologiebasierte Informationssysteme so ein intelligentes Verhalten. In THESEUS werden auf Basis von Ontologien beispielsweise anatomische Zusammenhänge zwischen Organen modelliert, um die Suche in medizinischen Informationssystemen effizienter zu gestalten, oder die Funktions- und Ablaufeigenschaften industrieller Fertigungsanlagen abgebildet, um das Wissensmanagement in Vertrieb und Produktion zu unterstützen.

Das Management von Ontologien umfasst im THESEUS-Forschungsprogramm vier verschiedene Teilbereiche: Das Erstellen von Ontologien, das Abbilden verschiedener heterogener Wissensstrukturen aufeinander und deren Kombination (Mapping), die Verfolgung von Änderungen an Ontologien (Evolution) und das automatische Schlussfolgern (Reasoning). Innerhalb dieser vier Felder wurden verschiedene Komponenten entwickelt, die zusammen in einem Werkzeugkasten zum Umgang mit Ontologien den übrigen Projektpartnern des THESEUS-Programms zur Verfügung gestellt werden. Einige dieser Komponenten stehen sogar der gesamten wissenschaftlichen Community zur Verwendung frei zur Verfügung.

Im Bereich Ontology Design sind vor allem zwei entwickelte Methodiken zu nennen, die persistente Speicherung von Ontologien und die Disambiguierung von Entitäten eines Textes auf Basis einer zugrundeliegenden Ontologie. Bisher ist es problematisch, große Ontologien in einen Ontologieeditor zu laden und zu bearbeiten. Die im CTC entwickelte Komponente MNEMOSYNE löst dieses Problem, indem sie eine objektrelationale Abbildung auf Basis des Open-Source-Frameworks Hibernate<sup>10</sup> verwendet und Zugriffe auf die Ontologie über die OWL-API<sup>11</sup> direkt in Datenbankabfragen übersetzt. Das Ergebnis dieser Datenbankabfrage wird in Axioms- und Entitätsobjekte überführt. Dies hat zur Folge, dass nur noch die gerade verwendeten Ontologieobjekte im Speicher gehalten werden müssen, wenn mit Ontologien gearbeitet wird.<sup>12</sup> In der weiteren Komponente PYTHIA wurde die Möglichkeit geschaffen, über die Schnittstelle OWL-API Graph-basierte Anfragen in der Sprache SPARQL zu stellen.

Mithilfe der Komponente ARETE können Mehrdeutigkeiten innerhalb von Texten disambiguiert werden, wenn die gefundenen Textstücke gleichzeitig Entitäten einer Ontologie referenzieren. Dies wird mittels der sogenannten spreading activation Technik erreicht, die auf ermittelten Teilgraphen der dazugehörigen Ontologie mit statistischen Methoden operiert.<sup>13</sup>

Im Rahmen der Teilaufgabe Ontology Mapping wurde ein Verfahren zum Abbilden von Heterogenitäten in Ontologien erarbeitet, das einen diskreten Partikelschwarm-Algorithmus anwendet, um Korrespondenzen zwischen Ontologien, sogenannte Alignments, zu finden.<sup>14</sup> Da Ontologien normalerweise von sehr unterschiedlichen Entwicklern

---

<sup>10</sup> <http://www.hibernate.org>

<sup>11</sup> <http://owlapi.sourceforge.net/>

<sup>12</sup> Henß 2009.

<sup>13</sup> Kleb 2010.

<sup>14</sup> Bock 2010a, Bock 2010b.

stammen, verfügen sie in der Regel über Überlappungen. Werden diese Überlappungen identifiziert und mithilfe der gefundenen Korrespondenzen größere, zusammengesetzte Ontologien erzeugt, kann damit der Suchraum bei Anfragen erheblich vergrößert werden. Beispielsweise werden im Rahmen des Projektes SUI<sup>15</sup> mithilfe von THESEUS-Technologien drei verschiedene Ontologien GEMIT, die Lebenslagenontologie und der Objektartenkatalog kombiniert, so dass bei einer Suche nach Bauraum in einer bestimmten Region eine viel größere Anzahl an Daten (Instanzen) durchsucht und gefunden werden kann. Das entwickelte Verfahren zum Mapping hat auf dem jährlich stattfindenden Wettbewerb OAEI im directory Track inzwischen seine Gleichrangigkeit mit den besten Systemen gezeigt. Außerdem erlaubt dieses Verfahren eine gute Parallelisierbarkeit und damit eine gute Skalierbarkeit bei großen Ontologien. Dadurch ist der Algorithmus in einer Cloud anwendbar und wurde dort auch schon mit großen Ontologien getestet.<sup>16</sup>

In vielen Szenarien werden Ontologien kollaborativ entwickelt. Dies bedeutet, dass verschiedene Personenkreise an der Erstellung einer Ontologie beteiligt sind und diese auch später sukzessive erweitern, sei es um neue Entitäten oder um neue Instanzen. Dies erfordert aber auch eine gute Pflege der Ontologie, damit diese noch weiterhin in sich konsistent ist und verwendet werden kann. Innerhalb der Teilaufgabe Ontology Evolution kümmert sich die Komponente CHRONOS darum, dass verschiedene Entwicklungsstadien einer Wissensbasis durch eine Versionshaltung und Qualitätssicherung gemeinsam gepflegt werden können. Außerdem wird das Weiterentwickeln alternativer Varianten einer Ontologie unterstützt, das Teilen einer Ontologie in Module sowie die Integration neuer Wissensbereiche.

Der letzte Bereich des Ontology Managements befasst sich schließlich mit dem automatischen Schlussfolgern (Reasoning) und der semantischen Suche. Der sogenannte Reasoning-Broker HERAKLES ermöglicht die parallele Verwendung mehrerer Reasoner oder auch die Verwendung des am besten für eine Ontologie geeigneten Reasoning Werkzeugs, wenn dieses an HERAKLES angebunden worden ist<sup>17</sup>. Dabei erfolgt die Kommunikation zwischen der Broker Kernkomponente und externen Reasonern über OWL-Link, das die Verwendung von Reasonern ohne zusätzlichen Einbettungsaufwand in HERAKLES erlaubt. Je nach Struktur der Ontologie können nun beispielsweise Reasoner gewählt werden, die besser auf einem komplexen Geflecht an Beziehungen zwischen Entitäten arbeiten (T-Box) oder solche, die besser mit einer großen Menge an Daten, aber simplen Strukturen in der Ontologie (A-Box) verfahren können. Zusätzlich wurden noch Verfahren zum Approximate und zum Anytime Reasoning entworfen und an HERAKLES angebunden. Gerade wenn die Ontologie aufgrund ihrer Komplexität oder ihrer Menge an Instanzen sehr groß ist, kann es wichtig sein, Ergebnisse des automatischen Schlussfolgerns schnell weiter zu verarbeiten, obwohl der Schlussfolgerungsprozess noch

---

<sup>15</sup> SUI - Semantische Suche in Umweltinformationen; Umweltministerium und Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg.

<sup>16</sup> Bock 2010c.

<sup>17</sup> Bock 2009

läuft. Beim Anytime Reasoning werden alle gefundenen Ergebnisse kontinuierlich ausgegeben und können schon verwendet werden. Beim Approximate Reasoning werden beispielsweise richtige Lösungen, aber nicht alle möglichen oder die Menge aller richtigen Lösungen inklusive ein paar falscher Schlussfolgerungen ausgegeben. Mithilfe eines gleichzeitig mitlaufenden langsameren Reasoners können die Ergebnisse dann noch verifiziert oder ergänzt werden.

Die letzte Komponente des Werkzeugkastens zum Management von Ontologien, KOIOS, erlaubt eine Stichwortsuche auf Mengen von sogenannten Linked Data Sets, d. h. auf Daten, die miteinander über ein Geflecht von RDF-Tripeln in Beziehung stehen. Dabei wird einerseits die Anfrage per Schlüsselwort weiter spezifiziert, indem dem Benutzer mögliche Detaillierungen seiner Schlüsselworte bzw. Beziehungen zwischen den Schlüsselworten angeboten und in eine SPARQL-Anfrage übersetzt werden. Des Weiteren kann der RDF-Graph nach weiteren Verbindungen zur ursprünglich gestellten Anfrage durchsucht werden um so neue Zusammenhänge anhand von Merkmalen wahrscheinlichkeitsgewichtet herzustellen. Beispielsweise kann ein Film als Deutscher Film klassifiziert werden, obwohl er explizit nicht als solcher bezeichnet wurde, indem die Produzenten, Schauspieler, Regisseure und die verwendete Originalsprache mit bekannten deutschen Filmen verglichen werden.

### 3 DIALOG-SHELL

Das Internet der Dienste bringt neue Herausforderungen mit sich, darunter die Entwicklung neuer Interaktionsformen in der Mensch-Maschine Schnittstelle. Im Rahmen der THESEUS-Basistechnologien wird dabei eine Dialog-Shell entwickelt, die neue Interaktionsmöglichkeiten erforscht und Software zur Verfügung stellt, mit der multimodale und situationsbewusste Dialogsysteme schnell und effizient realisiert werden können.

Dabei wurde ein integrierter Ansatz verfolgt, um eine grundlegendes Toolkit, die Dialog-Shell, zu entwickeln und im THESEUS-Programm und darüber hinaus anzubieten.<sup>18</sup> Dazu müssen zwei zentrale Fragestellungen adressiert werden: Wie können semantische Dienste im Internet gefunden, angesprochen und verknüpft werden und welche neuen Interaktionsformen sind damit möglich.

#### 3.1 ONTOLOGIE-BASIERTE DIALOG-PLATTFORM

Als wichtigstes Ergebnis ist dabei die Ontologie-basierte Dialog-Plattform (ODP) entstanden, die in einigen Use-Cases von THESEUS verwendet wird und auch über die Spin-Off Firma Semvox GmbH bereits am Markt erfolgreich ist.

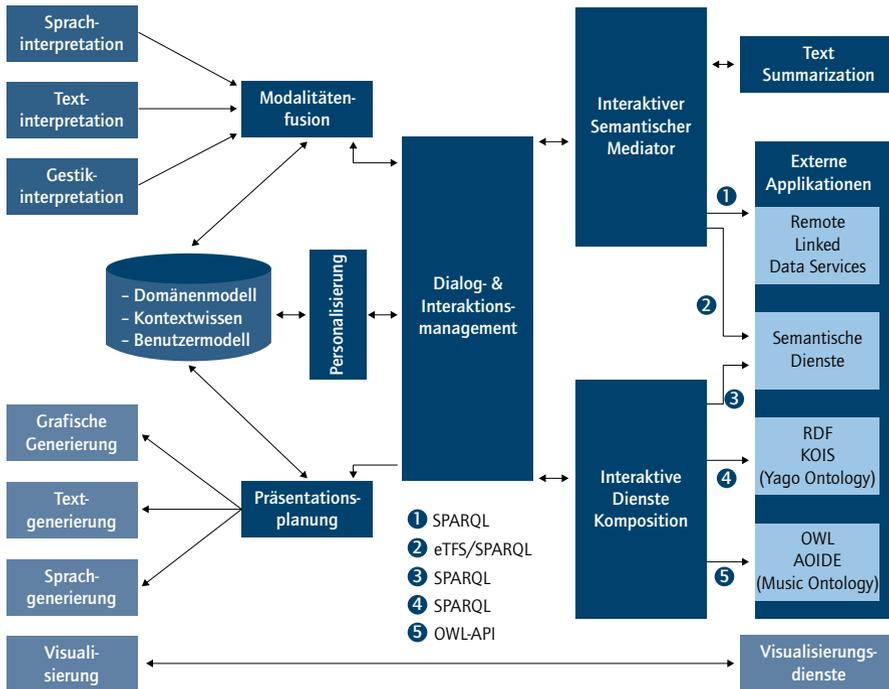
Ausgangspunkt der Entwicklung von ODP war eine Standard-Architektur für multimodale Dialogsysteme, wie etwa bei Wahlster und Becker beschrieben.<sup>19</sup> Diese besteht

<sup>18</sup> Sonntag 2010.

<sup>19</sup> Vgl. Wahlster 2006; Becker 2010.

aus einer Reihe von Komponenten, die prinzipiell in einer Verarbeitungspipeline angeordnet sind. Um diese Architektur im semantischen Internet der Dienste zu verwenden, wurde sie erweitert und modifiziert, siehe Abbildung 1. Der wesentliche Ablauf der Verarbeitung soll hier kurz skizziert werden.

Abbildung 1: Architektur der Dialog-Shell



Eingaben vom Benutzer können in verschiedenen Modalitäten parallel verarbeitet werden, etwa gesprochene Sprache und Zeigegesten: „Zeige mir weitere Filme hierzu!“. Nach individueller Interpretation der Eingaben berechnet das Modalitätenfusionsmodul die Gesamtintention des Benutzers. Dazu werden der aktuelle Kontext und ein Benutzermodell hinzu gezogen. Ist die Intention erkannt, berechnet das Dialog- und Interaktionsmanagement die Reaktion des Systems. Typischerweise ist dies der Aufruf eines Dienstes, etwa um Informationen zu beschaffen. Welcher Dienst geeignet ist, oder

ob die Aufgabe nur durch Verknüpfung mehrerer Dienste gelöst werden kann, wird in den Modulen zur semantischen Mediation und Dienstekomposition entschieden, die die entsprechenden Dienste aufrufen. Die Ergebnisse werden dann aufbereitet und eine Systemreaktion vom Präsentationsplaner auf die Ausgabekanäle verteilt („Es wurden 17 Filme gefunden“; verbunden mit einer Liste der Filme auf dem Bildschirm).

Die Ontologie-basierte Dialog-Plattform (ODP) stellt Module für alle diese Verarbeitungsaufgaben zur Verfügung. Dabei sind alle Module durch eine einheitliche, semantische Datenrepräsentation, die sogenannten erweiterten getypten Merkmalsstrukturen (extended typed feature structures, eTFS) verbunden.<sup>20</sup> Dadurch entfallen die in klassischen Systemen häufig notwendigen Umwandlungsschritte in der Kommunikation von Modul zu Modul. Dies führt nicht nur zu einer effizienteren Verarbeitung, sondern erleichtert auch die fehlerfreie Kommunikation. Neben der einheitlichen semantischen Datenrepräsentation können alle Module auf eine mächtige Programmierschnittstelle (API) zugreifen, die komplexe Berechnungen mit eTFS standardisiert implementiert.<sup>21</sup> Darüber hinaus steht allen Modulen eine regelbasierte, kognitiv-orientierte, abstrakte Maschine<sup>22</sup> zur Verfügung, die eine effiziente Verarbeitung garantiert und es erlaubt, die Verarbeitungsregeln auf hohem Abstraktionsniveau zu formulieren. Durch die einheitlichen Tools in allen Modulen wird erstmalig einem Entwickler für alle, sehr verschiedenartigen Aufgaben in der Dialog-Shell eine einheitliche Entwicklungsumgebung zur Verfügung gestellt.

Ein wichtiger Teil der ODP Plattform ist eine spezialisierte integrierte Entwicklungsumgebung, die auf frei zugänglichen Standards und Systemen aufsetzt. Alle Entwicklungstools sind in die Eclipse Plattform integriert und unterstützen die Entwicklung von Code und Wissensquellen (etwa die Regeln für die Sprachinterpretation oder das PATE-System).

### 3.2 MULTIMODALE INTERAKTION

Als Beispiel für multimodale Interaktion über die Grenzen einzelner Geräte hinweg wurde für das Theseus-Innovationszentrum (TIZ) in Berlin<sup>23</sup> ein Informations-Kiosk realisiert, der eine semantische Suche nach Mediendokumenten (Bildern, Videos und Texte) zu den Exponaten im TIZ ermöglicht. Ausgangspunkt einer Suche können Daten, z. B. ein Bild sein, die auf einem Smartphone gespeichert sind und über eine „Frisbee-Geste“, also ein simuliertes Werfen der Daten auf das Informationsterminal, übertragen werden können. Auf der Konsole mit einem Multitouch-Bildschirm können nun verschiedene Interaktionsfenster (Spotlets) aktiviert werden, siehe Abbildung 2. Das zentrale Spotlet ist die semantische Suche. Durch einfaches Ziehen des übertragenen Bildes auf dem Touchscreen zum Spotlet wird unmittelbar eine semantische Suche ausgelöst. Die Such-

<sup>20</sup> Pflieger 2007.

<sup>21</sup> Alexandersson 2006.

<sup>22</sup> Pflieger 2007.

<sup>23</sup> Theseus 2.

ergebnisse werden in den verschiedenen Kategorien präsentiert, außerdem können alle gefundenen relevanten semantischen Begriffe angezeigt werden. Jedes gefundene Objekt, also Bilder, Videos, Texte und Begriffe kann dann wieder zur Suche verwendet werden. Neben der Darstellung der Suchergebnisse, z. B. im Videoplayer, sind auch weitere Internetdienste angebunden. So können alle Objekte, zu denen das System in den semantischen Informationen auch Ortsdaten erfasst hat, also z. B. Museen, Firmen und Personen, auf einer Karte angezeigt werden. Auch der Internetdienst Twitter ist mit einem Spotlet angebunden. Die Funktionalitäten können dabei auch über gesprochene Sprache angesteuert werden, beispielsweise über eine Eingabe wie „Zeige bitte das Theseus-Innovationszentrum auf der Karte.“

Abbildung 2: Touchscreen des Informationskiosk



Diese neue Interaktionsform als Variante des Browsens in semantischen Datenbeständen in Verknüpfung mit Diensten erlaubt eine schnelle Navigation durch die Exponate im Theseus-Innovationszentrum und garantiert dabei die hohe Relevanz der gefundenen Daten.

Die Dialog-Shell wurde für die Entwicklung einer Reihe von weiteren Systemen verwendet, darunter für die Interaktion und Annotation bei radiologischen Daten im Use-Case MEDICO und in der Abwicklung von Versicherungsschadensfällen im Use-Case TEXO, siehe Abbildung 3.

Abbildung 3: Interaktion mit einem Smartphone auf der Basis der Dialog-Shell. Beschädigte Teile eines Autos können per Touch oder durch gesprochene Sprache markiert werden.



### 3.3 ZUSAMMENFASSUNG

Die Dialog-Shell ist eine zukunftsweisende Grundlage für eine Fülle von innovativen Benutzerschnittstellen für die grosse Vielfalt von Anwendungen im Internet der Dienste. Die bereits erfolgreiche Vermarktung der Basistechnologien durch die Semvox GmbH belegt den hohen Entwicklungsstand. Aktuelle Arbeiten entwickeln die erfolgreichen Ansätze der Dialog-Shell weiter: Eine einheitliche, semantische Repräsentation, starke Modularisierung, effiziente semantische Verarbeitung in der gesamten Kette, die Adaption an Situation und Personalisierung und eine eng gekoppelte Entwicklung von Mediation und Dienstekomposition.

## 4 SEMAVIS - EINE THESEUS BASISTECHNOLOGIE ZUR SEMANTIK-VISUALISIERUNG

Wie bereits beschrieben, bieten semantische Technologien die Möglichkeit, Daten mit Hintergrundinformationen zu ihrer Bedeutung anzureichern und sie mit weiteren relevanten Informationseinheiten zu verbinden. Solche semantische Relationen erlauben einerseits eine effiziente Suche und unterstützen den Benutzer bei diversen Prozessen, wie das Editierung, die Annotation und die Verarbeitung von Informationen. Semantisch aufbereitetes Wissen kann so schnell und effizient durchsucht werden und bietet die Möglichkeit der Schaffung von Assoziationen und damit der Schaffung von neuem Wissen.

Eine Herausforderung stellt in diesem Kontext die Visualisierung der komplexen semantischen Strukturen dar. Während semantisch annotierte Daten diverse Prozesse, etwa einer effizienteren Suche, enorm vereinfachen können, steht dem die Komplexität dieser Daten für die Visualisierung entgegen. Dabei spielt gerade die graphische Darstellung solcher Wissensdomänen für die zukünftige Interaktion mit semantischen Daten eine besondere Rolle. Dazu trägt nicht nur die starke Verbreitung semantischer Formate und Notationen, die sich bereits als Standards wie etwa RDF, OWL oder LOD (Linking Open Data) etablieren konnten, bei. Es ist vielmehr der Trend in Richtung alternativer Interaktionsformen, wie etwa der gesten- oder berührungsbasierten Interaktionen im Zusammenwirken mit semantischen Datenbanken zu kollektivem Wissen (social web), der die Notwendigkeit effizienter graphischer Darstellungen unterstreicht. Die Interaktion mit graphischen Repräsentanten von Informationen ist nämlich der Interaktion in der natürlichen Welt am ähnlichsten.

Im Rahmen des Workpackages für „Innovative Benutzerschnittstellen und Visualisierungen“ werden Techniken und Konzepte untersucht, um semantische Daten für den Nutzer effizient und intuitiv darzustellen. Dabei werden insbesondere Merkmale und Charakteristiken von semantischen Daten untersucht, die für die Visualisierung im Vordergrund stehen. Die Unterschiede in den Zielgruppen hinsichtlich anzunehmender Vorkenntnisse, Lernverhalten, Vorlieben, Alter usw. stellen dabei eine sehr große Herausforderung dar, zumal in den insgesamt sechs Use Cases sehr heterogene Benutzergruppen angesprochen werden. Deshalb wurden die unterschiedlichen Visualisierungen als Pool von adaptierbaren Komponenten konzipiert, die je nach Anwendungsfall und Benutzertyp angepasst werden können.

In den folgenden Abschnitten werden die wesentlichen Konzepte, die die Semantik Visualisierung charakterisieren und eine auf verschiedenen Ebenen adaptierbare Lösung zur Visualisierung komplexer Semantik Daten anbieten, beschrieben.

#### 4.1 SEMAVIS – EIN FRAMEWORK ZUR VISUALISIERUNG SEMANTISCHER DATEN

Die Technologien zur Visualisierung semantischer Daten wurden als generische Module bzw. Komponenten entwickelt, um in möglichst vielen Anwendungsszenarien eingesetzt werden zu können. Sie wurden daher so konzipiert, dass sie in existierende UI-Umgebung verschiedener Applikationen und Szenarien mittels einer modularen Architektur (Modular Graphical Framework) integriert werden können. Dabei ist die Architektur in Bereiche unterteilt, die für unterschiedliche Prozesse der Interaktion mit semantischen Daten angepasst sind:

- Semantic Visualization (SemaVis): Stellt unterschiedliche Visualisierungstechniken für semantische Informationen bereit, die für die Vermittlung von Wissen an den Benutzer konzipiert wurden und ihn bei der Suche innerhalb der Daten unterstützt.<sup>24</sup>
- Semantic Editing: Stellt Funktionalitäten zum Erstellen, Ändern bzw. Aktualisieren von semantisch strukturiertem Wissen bereit.<sup>25</sup>
- Semantic Annotation: Stellt Funktionalitäten zur manuellen Annotierung von Texten, Bildern und Webseiten mit semantischem Inhalt bereit.

Jeder dieser Bereiche realisiert verschiedene Arten der Interaktion bzw. der Visualisierung von semantischen Informationen. Dabei können die Bereiche an die spezifischen Anforderungen der Endnutzer verschiedener Anwendungsszenarien sowie an die Datenstruktur angepasst werden. Die Anpassbarkeit des look & feel sowie der Funktionalitäten bietet die Möglichkeit das Gesamtsystem adaptiv für die Anforderungen der Benutzer zu gestalten.<sup>26</sup>

#### 4.2 KOMPONENTENBASIERTE MODULARITÄT DES SEMAVIS

SemaVis besteht aus unterschiedlichen Komponenten und Interfaces. Der modulare Aufbau bietet die Basis sowohl für adaptierbare graphische Elemente als auch für eine Integrations- und Kombinationsbasis mit möglichst geringem Aufwand. Dabei sind nicht nur die Visualisierungen als eigenständige Komponenten entwickelt, sondern alle Funktionalitäten, die etwa zur Datenintegration, der Informationssuche, der Analyse der Benutzerinteraktion uvm. genutzt werden. Auf diese Weise kann SemaVis für heterogene Daten, in unterschiedlichen Applikationen oder Webumgebungen und für verschiedene Benutzer eingesetzt werden. SemaVis erfüllt mit der komponentenbasierten Modularität die Anforderungen an eine Basistechnologie im THESEUS-Programm.

#### 4.3 SEMAVIS ALS „WISSENSCOCKPIT“

Die hohe Komplexität heutiger grafischer Informationsdarstellungen steht in Widerspruch zu den anvisierten Zielen der Informationsvisualisierung, nämlich einer einfachen und übersichtlichen Darstellung komplexer Sachverhalte. Diese komplexen Sachverhalte können durch weitere Informationsdimensionen, wie etwa semantische Relationen, Zeitabhängigkeit der Daten oder einer taxonomischen Struktur in ihrer Komplexität die Kenntnisse und Aufnahmefähigkeit durchschnittlicher Benutzer übersteigen und den Benutzer überfordern.

---

<sup>24</sup> Nazemi 2009.

<sup>25</sup> Burkhardt 2010.

<sup>26</sup> Nazemi 2011a.

Eine mögliche Lösung, die genannte starke Komplexität zu reduzieren, ohne den Informationsgehalt der Darstellung reduzieren zu müssen, ist die Nutzung der in SemaVis entwickelten „Wissenscockpit-Metapher“ (Knowledge-Cockpit, Visualization Cockpit).<sup>27</sup>

Die Wissenscockpit-Metapher ist dadurch charakterisiert, dass mehr als eine Visualisierung zu einer bestimmten Zeit in einer bestimmten Benutzerschnittstelle Informationen visualisiert. Dabei wird jeweils die Komplexität der zu visualisierenden Informationen reduziert und auf verschiedene Visualisierungen in einem User Interface (UI) dargestellt. Somit kann die Reduktion der Komplexität ohne Informationsverlust gewährleistet werden.

Durch eine neuartige Anbindung von Daten und Visualisierungen bietet das SemaVis Framework die Möglichkeit, sowohl Visualisierungen miteinander zu koppeln als auch zu entkoppeln. Somit ist es mit dem Wissenscockpit möglich, Informationen auf folgenden Weisen zusammenzuführen und damit einen Mehrwert gegenüber existierenden Visualisierungen zu schaffen:

- Ausschnittvisualisierung: Visualisierung gleicher Daten mit gleichen Visualisierungen
- Komparative Sicht auf Visualisierungsebene: Visualisierung unterschiedlicher Daten mit gleichen Visualisierungen
- Aspektorientierte Sicht: Visualisierung gleicher Daten mit verschiedenen Visualisierungen
- Komparative Sicht auf Datenebene: Visualisierung verschiedener Daten mit verschiedenen Visualisierungen

#### 4.4 ADAPTION DER VISUALISIERUNGSTYPEN

Der modulare Aufbau des SemaVis-Frameworks eröffnet die Möglichkeit, Visualisierungen als Module eines Frameworks zu betrachten und diese zur Laufzeit in eine Benutzerschnittstelle einzubinden oder zu entfernen. Dabei nutzt das Framework das Prinzip des Wissenscockpit zur Orchestration<sup>28</sup> der Visualisierungen zur Laufzeit.

Die Visualisierungskomponenten werden in drei unterschiedlichen Klassen kategorisiert<sup>29</sup>:

- *General Visualization Component (GVC)*

Die GVC ist die zentrale Benutzerschnittstelle und definiert auf der Layout-Ebene die Verteilung der Visualisierungstypen und somit den dynamischen Aufbau eines Wissenscockpits.

<sup>27</sup> Nazemi 2011a.

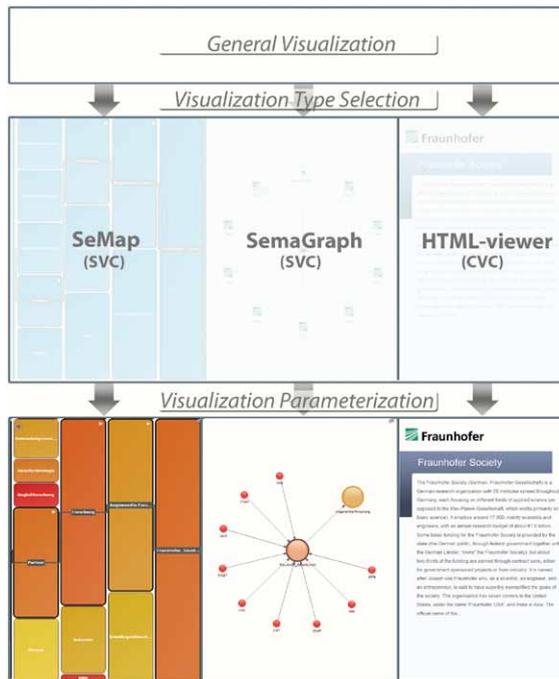
<sup>28</sup> Nazemi 2010a.

<sup>29</sup> Nazemi et al. 2011a.

- *Semantics Visualization Component (SVC)*  
Eine SVC repräsentiert eine semantische Visualisierung, z. B. SeMap oder SemaSpace. SVCs visualisieren die Struktur einer Semantik und bieten zudem Möglichkeiten zur Navigation und Interaktion mit den Daten.
- *Content Visualization Component (CVC)*  
CVCs stellen den Inhalt einer ausgewählten Instanz oder eines Topics dar.

Dabei verfügt jeder der Visualisierungen über eigenständige Parametrisierungsmöglichkeiten. Die Adaption der Visualisierung beginnt bei der *General Visualization Component*, der Hauptkomponente einer Visualisierung. Dabei wird basierend auf den Benutzerinteraktionen und der Struktur der Daten (Semantics) eine Auswahl von einer oder mehreren Visualisierungen getroffen, die im späteren Verlauf individuell parametrisiert werden (s. Abbildung 4).

Abbildung 4: Adaption der Visualisierungstypen





stimmen, die eine Person im aktuellen Kontext spielt. Aufgrund der starken Zusammenhänge zwischen Rollen, Personen und ihren Identitäten, ermöglicht das Wissen einer dieser Zusammenhänge oft, die anderen daraus abzuleiten.

Den Ausgangspunkt bilden dabei die Ergebnisse automatischer Bildanalyseverfahren, die einfach geartete Informationen und Merkmale aus den Videosequenzen extrahieren.<sup>32</sup> Dazu zählen unter anderem Verfahren zur zeitlichen Videosegmentierung und eine Logo-Erkennung. Eine robuste Gesichtserkennung lokalisiert Personen zuverlässig in den einzelnen Frames des Videos, auch wenn sie nicht direkt in die Kamera schauen. Über ein Tracking der Gesichts-Position über aufeinanderfolgende Frames erfolgt ein erstes Clustering. Dies funktioniert jedoch nur innerhalb der einzelnen Shots<sup>33</sup> – und auch hier bei zu starker Drehung der Köpfe nur eingeschränkt. Daher folgt ein weiterer Clustering-Schritt.

Da hierbei im Gegensatz zu einer klassischen Identifikation nicht auf die Erkennung einer Person abgezielt wird, sondern nur überprüft wird, ob die beobachtete Person in anderen Shots der Sendung zu sehen war, können Merkmale berücksichtigt werden, die nur in dem aktuellen Kontext (TV-Show) bestehen (z. B. Haarfarbe, aktuelle Kleidung). Daher werden auf Basis der Gesichtslokalisationsdaten zugehörige Haar- und Brustregionen bestimmt, die beim Ähnlichkeitsvergleich mit berücksichtigt werden. Dieses robuste Clustering-Verfahren berechnet für jede im Video gefundene Gesichts-Instanz einen Merkmalsvektor, um diesen mit denen früherer Gesichts-Instanzen zu vergleichen.<sup>34</sup> Von Zeit zu Zeit wird eine Verschmelzung von Gruppen angestoßen, um Gruppen zusammenzufassen, die durch die Hinzunahme von Elementen konvergieren. Auf diese Weise wird für die Gesichts-Instanzen deren relative Auftretens-Häufigkeit innerhalb einer Sequenz bestimmt.

In Kombination mit einer groben textuellen Annotation, die manuell durch einen Archivar des Senders erstellt wurde, können dann die Rollen und dadurch auch die Identitäten in dem Video zugeordnet und gekennzeichnet werden. Beginnend mit eindeutigen Zuordnungen und angemessener Kaskadierung können die meisten Personen erfolgreich identifiziert und gekennzeichnet werden.

Dabei spielen bei der Suche nach und der Identifikation von ausgewählten Ereignissen in Videosequenzen die Kontextinformationen eine essentielle Rolle. Im Endeffekt legen diese die Suchstrategie in den zur Verfügung stehenden Metadaten entscheidend fest und prägen damit die Ergebnisqualität. Dabei werden unsichere Aussagen aus verschiedenen Quellen zu einer Gesamtaussage kombiniert, sodass deren Treffsicherheit besser ist als die jeder einzelnen Aussage.

Hierfür eignen sich Ansätze auf Basis von Evidenzen, wie beispielsweise die „Subjective Logic“ (SL). Sie ermöglichen es, mit Unsicherheit behaftete Aussagen zu neuen Aussagen zu kombinieren, wobei die ursprünglichen Unsicherheiten bei der Berechnung

---

<sup>32</sup> Han 2009.

<sup>33</sup> Peterson 2009.

<sup>34</sup> Porikli 2006.

der Herleitung berücksichtigt werden. Der Vorteil dieser Verfahren liegt darin, dass sich probabilistische Ereignisse mit einem Logik-Kalkül verbinden lassen und Entscheidungen über weitere Prozessschritte während der Laufzeit getroffen werden können. Die Probabilistische Logik kombiniert die Stärken von Logik- mit Wahrscheinlichkeitskalkülen, sodass einerseits die Expressivität von binomialer Logik für strukturierte Aussagensysteme zur Verfügung stehen, und andererseits auch Wahrscheinlichkeiten, um den Grad der Gültigkeit dieser Aussagen beschreiben zu können.

## 5.1 VERSUCHSAUFBAU UND ERGEBNISSE

Der vorgeschlagene Algorithmus wurde auf sieben Sendungen einer beliebigen deutschsprachigen TV-Game-Sendung getestet. Die Sendung besteht aus verschiedenen Elementen wie Interviews, Wetten und musikalischen Auftritten. Das gesamte Filmmaterial umfasst ca. 18 Stunden, in denen etwa 40 prominente Gäste auftreten. Die Gesicht-Lokalisierung hat darin ca. 47.500 Face-ID's gefunden, die sich über insgesamt 1,4 Mio Bounding Boxes verteilen. Der Zugriff auf diese Metadaten wird durch eine relationale Datenbank zur Verfügung gestellt. Eine grobe textliche Annotation, welche manuell von einem Archivar des Senders geschrieben wurde, wird verwendet, um die Interview-Szenen zu identifizieren. Die Annotation enthält die Namen der teilnehmenden Gäste. Basierend auf diesen Midlevel-Metadaten war es mit dem vorgeschlagenen Algorithmus möglich, fast alle der erschienenen Gäste korrekt zu benennen.

Die Interviews mit Prominenten nehmen in den Sendungen einen wesentlichen Anteil ein und bieten daher einen sehr guten Ansatzpunkt für die richtige Zuordnung von Gesichtsbildern. Bei Interviews gilt im Allgemeinen, dass der Interviewte häufiger im Fernsehbild dargestellt wird, als der Interviewer. Die Identifikation eines Prominenten durch das Herausfinden des richtigen zugehörigen Portraitbildes wurde auf dieser Basis implementiert.

Dazu werden nach Wahl eines Prominentennamens aus der textuellen Zusammenfassung alle zugehörigen Videosequenzen ermittelt, in denen dieser (evtl.) auftritt. Anschließend werden alle darin gefundenen Gesichter nach Ähnlichkeit geclustert. Entsprechend der obigen Daumenregel zeigt das größte Cluster den gesuchten Prominenten. Als zusätzliches Kontextwissen zur Identifizierung des Gastgebers wurde das Faktum, dass der Gastgeber als erstes die Fernseh Bühne betritt, verwendet, so dass dadurch die Interviewer-Rolle für die gesamte Sendung besetzt werden konnte.

Sobald die Rollen den gefundenen Clustern zugeordnet werden konnten, war es möglich, jeder Person (d. h. jedem Cluster) die entsprechende Identität aus dem gegebenen Kontext - in unserem Fall die textuelle Zusammenfassung - zuzuweisen. Da in dieser neben den Namen der Prominenten auch die Namen von weiteren passiven Personen erwähnt werden, hängt die richtige Zuweisung eines Namens oft von der Interpretation des Annotationstextes ab und ist deshalb eine mögliche Fehlerquelle.

Neben dieser ersten Namenszuordnung wurden jedoch weitere semantische Anfragen ermöglicht. Als erste Anfrage wurde eine Suche nach den pfiffigsten Wetten realisiert, bei der der Wettkönig zusammen mit der entsprechenden Wette als Ergebnis gefunden werden sollte. Einstiegspunkt bildete die animierte Grafik zur Ermittlung des Wettkönigs, die aus dem Ergebnis der Logo-Erkennung erhalten werden konnte. In der daran anschließenden Sequenz wird üblicherweise der Wettkönig in Großaufnahme gezeigt, so dass nur noch ein entsprechend großes und allein in einem Frame vorkommendes Gesicht aus den Gesichts-Erkennungs-Daten isoliert werden musste, um den Wettkönig für das Ergebnis darstellen zu können. Darauf basiert konnte dann unter Zugriff auf die textuelle Zusammenfassung die zugehörige Wette gefunden werden (vgl. Abbildung 6).

Abbildung 6: User Interface der rollenbasierten Identitätserkennung. Gesichter werden mit einer Bounding Box markiert und der Name der Person wird eingeblendet. Das Navigationsfenster ist rechts dargestellt. Hier kann der Nutzer z. B. von einer Wette zur nächsten navigieren oder sich alle spannenden Clips seines Lieblingsstars ansehen.



Zusammenfassend lässt sich sagen, dass abhängig vom vorgefundenem Szenario (einfache Interview Szene bis Show Act) bei bis zu 90 % der relevanten Teil-Sequenzen eine korrekte Zuordnung mit dem richtigen Namen des Gastes erreicht werden konnte. Gleichzeitig signalisierten einige aufgetretene Fehlklassifikationen, dass die vorhandenen Metadaten nicht in allen Fällen ausreichen, bestehende Mehrdeutigkeiten aufzulösen. An dieser Stelle könnte eine zuverlässige Transkription der Audiodaten wertvolle Hilfe leisten.

Das Test-Szenario zeigt, dass das experimentelle System je besser funktioniert, desto mehr Gesichts-Cluster mit den richtigen Tags versehen sind. Korrekt erkannte Gesichter werden später richtig wiedererkannt. Neue Gesichter können dagegen zu Fehlern führen, weil sie bislang nicht im Identitäts-Speicher enthalten sind und keine Ableitungs-Regeln angewendet werden können. In einigen Fällen hilft der Ähnlichkeitsvergleich der visuellen Merkmale, die richtigen Etiketten vorherzusagen.

## 6 ZUSAMMENFASSUNG

Die starke Verbreitung semantischer Technologien, sowohl in Unternehmen als auch im öffentlichen Bereich sowie in öffentlich zugänglichen Datenbanken eröffnet neue Möglichkeiten der Interaktion mit Wissen und Informationen. Das strukturierte, semantische Wissen vereinfacht diverse Such- und Filterprozesse und ermöglicht im Falle einer formalisierten Strukturierung (Ontologien) auch „verborgenes“ Wissen zu erschließen.

Hierfür wichtige und notwendige Technologien werden im Core Technology Cluster des THESEUS-Programms erforscht und weiterentwickelt. Einige dieser Technologien wurden im Rahmen dieses Beitrags vorgestellt und exemplarisch beschrieben.

Das Ontologiemanagement kann dabei als eine zentrale Basistechnologie für das Internet der Dienste angesehen werden. Die im Rahmen des CTC entwickelten Werkzeuge zur Verwendung semantischer Technologien werden extensiv in den Use Cases, den THESEUS-Mittelstandsprojekten sowie auch bei weiteren Industriepartnern außerhalb von THESEUS eingesetzt.

Die im CTC entwickelte Dialog-Shell ist eine zukunftsweisende Grundlage für eine Fülle von innovativen Benutzerschnittstellen für die grosse Vielfalt von Anwendungen im Internet der Dienste. Die neuen Ansätze der Dialog-Shell umfassen eine einheitliche, semantische Repräsentation, eine starke Modularisierung, effiziente semantische Verarbeitung in der gesamten Kette, die Adaption an Situation und Personalisierung und eine eng gekoppelte Entwicklung von Mediation und Dienstekomposition.

Eine weitere Kerntechnologie stellt die semantische Visualisierung von Informationen dar. Der Hauptschwerpunkt des im CTC entwickelten SemaVis-Frameworks liegt in der Anwendbarkeit der Visualisierungen in verschiedenen Anwendungsszenarien unter Nutzung heterogener Daten für heterogene Benutzer. Für die Realisierung der Visualisierung wurde eine komponentenbasierte modulare Architektur entwickelt, die es ermöglicht, verschiedene Arten von Visualisierungen in Relation zu einander zu setzen und so unterschiedliche Benutzerschnittstellen für verschiedene Szenarien zu gestalten. Das Zusammensetzen dieser Visualisierungen als *Wissenscockpit* kann unter Nutzung graphischer Attribute weiter parametrisiert werden. Weiterhin ermöglicht *SemaVis* eine automatische Anpassung der Visualisierung basierend auf den Eigenschaften des Benutzers oder den zugrunde liegenden Daten. Somit stellt SemaVis eine Basistechnologie zur Verfügung, die eine einfache, intuitive und graphische Interaktion mit heterogenen, semantischen Daten ermöglicht.

Schließlich wurde ein Anwendungsbeispiel aus dem Bereich Bild- und Videoanalyse sowie Bildverstehen, die in dem Verfahren aus den Workpackages „Verarbeitung von multimedialen Inhalten“ und „maschinelles Lernen“ zum Einsatz kommen, vorgestellt. Hierbei geht es um eine rollenbasierte Identitäten-Erkennung von Personen in TV-Sendungen, die auf automatischen Bildanalyseverfahren basieren, die einfach geartete Informationen und Merkmale aus den Videosequenzen extrahieren. Hierzu zählen unter anderem Verfahren zur zeitlichen Videosegmentierung, zur robusten Gesichtserkennung und zur Logo-Erkennung.

## LITERATURVERZEICHNIS

### Alexandersson 2006

Alexandersson, J./Becker, T./Pfleger, N.: Overlay: The Basic Operation for Discourse Processing. In: Wahlster, W. (Ed.): SmartKom: Foundations of Multimodal Dialogue Systems. Berlin/Heidelberg: Springer, 2006.

### Becker 2010

Becker, T.: (Multimodale) Dialogsysteme. In: Carstensen, K.-U. et al. (Ed.): Computerlinguistik und Sprachtechnologie. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag, 2010.

### Bicer 2011

Bicer, V./Tran, D.T./Gossen, A.: Relational Kernel Machines for Learning from Graph-structured RDF Data, the Extended Semantic Web Conference, 2011.

### Bock 2010a

Bock, J./Hettenhausen, J.: Discrete Particle Swarm Optimisation for Ontology Alignment. Information Sciences. Article in Press, available online 15 August 2010.

### Bock 2010b

Bock, J.: Map PSO Results for OAEI 2010. Proceedings of the 5th International Workshop on Ontology Matching (OM-2010), collocated with the 9th International Semantic Web Conference (ISWC 2010), CEUR Workshop Proceedings 689 (2010), p. 180-186.

### Bock 2010c

Bock, J./Lenk, A./Danschel, C.: Ontology Alignment in the Cloud. Proceedings of the 5th International Workshop on Ontology Matching (OM-2010), collocated with the 9th International Semantic Web Conference (ISWC 2010), CEUR Workshop Proceedings 689 (2010), p. 73-84.

**Bock 2009**

Bock, J./Tserendorj, T./Xu, Y./Wissmann, J./Grimm, S.: A Reasoning Broker Framework for Protégé, 11th International Protégé Conference (Protégé'09), Netherlands 2009.

**Breyer 2011**

Breyer, M./Nazemi, K./Stab, C./Burkhardt, D./Kuijper, A.: A Comprehensive Reference Model for Personalized Recommender Systems. In HCI International 2011. Proceedings and Posters. Berlin/Heidelberg/New York: Springer, Lecture Notes in Computer Science (LNCS), to appear.

**Burkhardt 2010**

Burkhardt, D./Hofmann, C. E./Nazemi, K./Stab, C./Breyer, M./Fellner, D. W.: Intuitive Semantic-Editing for Regarding Needs of Domain-Experts. In: Herrington, J. et al. (Ed.): Association for the Advancement of Computing in Education (AACE): ED-Media 2010: World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications. Chesapeake, AACE, 2010, p. 860-869.

**Grimm 2011**

Grimm, S./Wissmann, J.: Elimination of Redundancy in Ontologies. To appear in: Proceedings of the Extended Semantic Web Conference (ESWC2011), Heraklion, June 2011.

**Han 2009**

Han, S./Hutter, A./Stechele, W.: Toward contextual forensic retrieval for visual surveillance: Challenges and an architectural approach. Proceedings of WIAMIS 2009, London, 2009.

**Henß 2009**

Henß, J./Kleb, J./Grimm, S.: A Protégé 4 Backend for Native OWL Persistence, 11th International Protégé Conference (Protégé'09), Netherlands 2009.

**Kleb 2010**

Kleb, J./Abecker, A.: Entity Reference Resolution via Spreading Activation on RDF-Graphs. Proceedings of the Extended Semantic Web Conference (ESWC 2010), Heraklion: Crete, 2010.

**Müller 2010**

Müller, H./Tsirikla, T.: Global Pattern Recognition: The ImageCLEF Benchmark. IAPR Newsletter 32 (2010), p. 3-6.

**Nazemi 2009**

Nazemi, K./Breyer, M./Hornung, C.: SeMap: A Concept for the Visualization of Semantics as Maps. In: HCI International 2009. Proceedings and Posters. Berlin/Heidelberg/New York: Springer, 2009, p. 83-91.

**Nazemi 2010a**

Nazemi, K./Breyer, M./Burkhardt, D./Fellner, D. W.: Visualization Cockpit: Orchestration of Multiple Visualizations for Knowledge-Exploration. In: International Journal of Advanced Corporate Learning 3 (2010), p. 26-34.

**Nazemi 2010b**

Nazemi, K./Stab, C./Fellner, D. W.: Interaction Analysis for Adaptive User Interfaces. Advanced Intelligent Computing Theories and Applications: 6th International Conference on Intelligent Computing. Berlin/Heidelberg/New York: Springer, 2010, p. 362-371.

**Nazemi 2011a**

Nazemi, K./Stab, C./Burkhardt, D./Kuijper, A.: A Reference Model for Adaptive Visualization Systems. In HCI International 2011. Proceedings and Posters. Berlin/Heidelberg/New York: Springer, Lecture Notes in Computer Science (LNCS), to appear.

**Nazemi 2011b**

Nazemi, K./Breyer, M./Forster, J./Burkhardt, D./Kuijper, A.: Interacting with Semantics: A User-Centered Visualization Adaptation based on Semantics Data. In HCI International 2011. Proceedings and Posters. Berlin/Heidelberg/New York: Springer, Lecture Notes in Computer Science (LNCS), to appear.

**Petersohn 2009**

Petersohn, C.: Temporal video structuring for preservation and annotation of video content, Proc. IEEE International Conference on Image Processing ICIP 2009, Cairo, 2009.

**Pfleger 2007**

Pfleger, N.: FADE-an Integrated Approach to Multimodal Fusion and Discourse Processing. Dissertation. Universität des Saarlandes, Saarbrücken, 2007.

**Porikli 2006**

Porikli, F./Tuzel, O./Meer, P.: Covariance tracking using model update based on lie algebra. Proceedings of the 2006 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Washington, 2006, p. 728-735.

**Smeaton 2006**

Smeaton, A. F./Over, P./Kraaij, W.: Evaluation campaigns and TRECVID, Proceedings of the 8th ACM International Workshop on Multimedia Information Retrieval (Santa Barbara, California, USA, October 26 - 27, 2006). MIR '06. New York: ACM Press, p. 321-330.

**Sonntag 2010**

Sonntag, D./Reithinger, N./Herzog, G./Becker, T.: A Discourse and Dialogue Infrastructure for Industrial Dissemination. In: Proceedings of IWSDS 2010, Gotemba, 2010, p. 132-143.

**Stab 2010**

Stab, C./Nazemi, K./Fellner, D. W.: SemaTime - Timeline Visualization of Time-Dependent Relations and Semantics. In: Bebis, G. (Ed.) et al.: Advances in Visual Computing. 6th International Symposium, ISVC 2010. Proceedings, Part III. Berlin/Heidelberg/New York: Springer, 2010, pp. 514-523.

**Wahlster 2006**

Wahlster, W.: Dialogue Systems Go Multimodal: The SmartKom Experience. In: Wahlster, W. (Ed.): SmartKom: Foundations of Multimodal Dialogue Systems. Berlin/Heidelberg: Springer, 2006.

**Theseus1**

<http://www.theseus-programm.de/was-ist-theseus/default.aspx>

**Theseus2**

<http://www.theseus-programm.de/innovationszentrum>

**Quellen**

1 <http://www.hibernate.org>

2 <http://owlapi.sourceforge.net/>

3 SUI - Semantische Suche in Umweltinformationen; Umweltministerium und Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg

## > A SMARTER PLANET – DER WANDEL IN RICHTUNG DIENSTLEISTUNGEN

MARTIN JETTER

Die intelligente Vernetzung unseres Alltags befördert eine Service-Revolution: Der einfache wirtschaftliche Austausch zwischen einer Leistung Geld und einer Gegenleistung Produkt wird immer mehr an Bedeutung verlieren. Kunden kaufen schon heute immer seltener ein singuläres Produkt und geben dafür eine Summe X aus. Vielmehr erwerben Sie Lösungen, Dienstleistungen, Beratung – kurz: ganze Pakete zugeschnitten auf ihr individuelles Anliegen.

Wirtschaftliche Transaktionen wandeln sich zu wechselseitigen sozialen Transaktionen: Durch das Internet befinden sich Menschen heute schon inmitten einer interaktiven Wertschöpfungskette entlang komplexer Dienstleistungssysteme. Und das über Branchengrenzen hinweg.

In allen entwickelten Ländern vollzieht sich dieser Strukturwandel von der physischen zur immateriellen Wertschöpfung. Der Anteil der Produktion an der volkswirtschaftlichen Wertschöpfung sinkt. An Bedeutung gewinnen der tertiäre Sektor der Dienstleistungen und der quartäre Sektor der Wissensarbeit.

Befördert wird dieser Trend durch moderne Informations- und Kommunikationstechnologien: Sie ermöglichen beispielsweise eine schnelle Interaktion mit Kunden und verändern die Art und Weise, wie Mehrwert geschaffen und konsumiert werden kann. Sie vernetzen und digitalisieren einzelne Teilsysteme und Partner weltweit, statten Angebote mit Informationen aus und sind somit Treiber für eine serviceorientierte und kollaborative Form der Wertschöpfung.

Für die Arbeitnehmer quer durch alle Branchen und Anwendungsgebiete heißt das: Mit der Transformation zu einer serviceorientierten Wirtschaft wird der sichere Umgang mit den modernen Werkzeugen der Informations- und Kommunikationstechnologien zu einer Schlüsselqualifikation. Und: Die Kompetenzanforderungen werden weiter steigen. Nur so sind die Herausforderungen unserer Zeit zu meistern.

Wenn von Herausforderungen die Rede ist, sind vor allem die heute noch häufig sehr ineffizienten Abläufe und Systeme gemeint, mit denen die Menschen arbeiten und ihr tägliches Leben gestalten: die Mobilität in Städten, das Gesundheitssystem, die Stromversorgung oder etwa die Zusammenarbeit in Unternehmen, die zu umständlich organisiert ist und viel Zeit kostet. Diese Herausforderungen sind vielfach verknüpft und dadurch zu komplex, als dass sie mit einem singulären Produkt bedient oder gar gemeistert werden könnten.

Vielmehr handelt es sich bei den Antworten auf die Herausforderungen um komplexe und interaktive Dienstleistungssysteme, die Mensch und Technik gleichermaßen mit einbeziehen. Wenn wir über intelligente Verkehrswege, über ein intelligentes Gesundheitssystem oder über die intelligente Vernetzung einer Stadt sprechen, haben wir es automatisch mit dem Zusammenspiel von technischen und sozialen Systemen zu tun – und diese Kombination durchdringt mehr und mehr unsere Arbeits- und Lebenswelten.

Mehr noch, diese Servicesysteme werden zur wesentlichen Voraussetzung für Innovation, Wachstum und Beschäftigung. Das bedeutet aber auch, dass in dieser Service-Revolution diejenigen Unternehmen und Gesellschaften besser bestehen werden, denen es am schnellsten gelingt, die benötigten wissenschaftlichen Erkenntnisse zu erlangen, ihre Mitglieder damit auszustatten und den Transfer in die Praxis in der Breite voranzutreiben.

Es geht um die Gestaltung und das Management dieser digitalen und vernetzten Systeme. Und dafür ist eine interdisziplinäre und damit praxisgerechte Denkweise über technische, wirtschaftliche und soziale Fachdomänen hinweg notwendig.

Eine wichtige Basis bildet eine neu-formierte Service Science. Die IBM hat sich hier sehr frühzeitig engagiert - unter anderem und ganz konkret hier in Deutschland<sup>1</sup>. Service Science integriert Erkenntnisse aus verschiedenen Wissensgebieten wie etwa Ingenieurwissenschaften, Informatik, Wirtschaftswissenschaften oder Soziologie.

Sie produziert und vermittelt geeignete Theorien, Konzepte, Methoden und Werkzeuge für die Schaffung neuartiger Dienstleistungen und ihre Verbreitung mittels Informations- und Kommunikationstechnologien. Und mit ihrer Hilfe können Menschen in Wirtschaft, Verwaltung und Wissenschaft optimal auf Wachstumschancen durch Dienstleistungen und dienstleistungsorientierte Wertschöpfung vorbereitet werden. Denn sie verbessert das Verständnis für neue Dienstleistungen, lässt neu entstehenden Bedarf rascher erkennen und erleichtert die kreative Entwicklung und erfolgreiche Vermarktung entsprechender Angebote.

Die dramatische Veränderung im Wertschöpfungsmix müssen wir aber vor allem in den Unternehmen gestalten und umsetzen. Politik, Verbänden und Forschungseinrichtungen obliegt dabei die Aufgabe, Impulse zu geben, damit dieser Wandel sich zügig und wettbewerbsorientiert vollzieht. Ein solcher Wandel ist keine Selbstverständlichkeit. Man wandelt sich nicht einfach mal so. Es ist harte Arbeit, sie erfordert Mut und festen Willen.

In der Geschichte der IBM war der Auslöser sogar eine „Nahtod-Erfahrung“, ein Blick in den Abgrund: Große, aufwändige und komplexe Computersysteme machten Anfang der 90er Jahre das Gros des IBM Umsatzes aus. Dieser schrumpfte allerdings rapide. Denn der Markt hatte sich so sehr weiterentwickelt und sich dabei weit vom Kerngeschäft der IBM entfernt, dass das Unternehmen dringend handeln musste.

---

<sup>1</sup> Vgl. [http://www-05.ibm.com/de/ibm/engagement/university\\_relations/service-science/index.html](http://www-05.ibm.com/de/ibm/engagement/university_relations/service-science/index.html)

Louis V. Gerstner Junior, der 1992 CEO der IBM wurde, traf in dieser Situation zwei zentrale Entscheidungen: Erstens das Unternehmen zusammen zu halten - obgleich ihm viele Analysten die Zerschlagung und Versilberung der Einzelteile nahelegten. Und zweitens die Öffnung zu IT- und Beratungs-Dienstleistungen. Er legte den Grundstein der ganzheitlichen Problemlösungskompetenz, die die IBM heute auszeichnet.

Die IBM bietet statt Einzelprodukten komplette und integrierte Problemlösungen für Servicesysteme: Energieversorger werden nicht einfach mit Computern ausgestattet, sondern werden bei Entwicklung, Aufbau und Betrieb von Smart Grids umfassend unterstützt, in Deutschland beispielsweise im Projekt E-Energy<sup>2</sup>. In diesen intelligenten Stromnetzen kommen Sensoren, Messgeräte, digitale Steuerungselemente und Analyseinstrumente zum Einsatz, die den Elektrizitätsverbrauch in Echtzeit überwachen, Stromverluste im Netz orten, variable Gebührensätze ermöglichen und besonders sparsame Kunden in dynamischen Tarifmodellen belohnen.

Das Angebotsportfolio der IBM hat sich mithin dramatisch verändert. Die fast sprichwörtliche Hardware-Orientierung ist Vergangenheit. Im Jahr 2009 entfielen fast 60 Prozent des Umsatzes auf Dienstleistungen, gut 20 Prozent auf Software und knapp 20 Prozent auf Hardware. Diese Verschiebung wird stetig weiter vorangetrieben. Zukäufe finden fast nur in margenstärkeren und innovativen Software- und Services-Feldern statt. Seit dem Jahr 2000 akquirierte die IBM weltweit über 100 Unternehmen, darunter allein 18 Firmen im Zukunftsbereich Business Analytics. Dieses Geschäftsfeld umfasst Verfahren zur Analyse und Lösung hochkomplexer Herausforderungen, zur Prognostik und zur darauf aufbauenden Optimierung von Geschäftsprozessen und -modellen. Das gesamte Daten- und Informationsmanagement in Unternehmen wird entsprechend ausgerichtet.

Im gleichen Zeitraum wandelte sich die IBM zu einem global integrierten Unternehmen. Was ist damit gemeint? Und was hat das mit Services zu tun? Gemeint ist die weltweite Vereinheitlichung und Zusammenführung der Wertschöpfungskette. So hat zum Beispiel nicht mehr jede Landesgesellschaft einen eigenständigen Einkauf. Das steuert weltweit ein Team mit Sitz in Schanghai. Interne Services wie Personal, Finanzen, oder Rechnungswesen greifen auf weltweite Shared-Service-Center zurück. Die Beratungs- und IT-Dienstleistungen für Kunden werden mit internationalen Teams aus Spezialisten für die jeweilige Aufgabe erbracht. Dabei ist völlig unerheblich, wo diese daheim sind. Vor allem geht es hier um den nach global einheitlichen Prinzipien organisierten und koordinierten Zugriff auf den Rohstoff Wissen.

Zugleich liegen dem deutschen Management naturgemäß Erfolg und Wettbewerbsfähigkeit der lokalen Mannschaft besonders am Herzen. Sie schlägt sich gut im weltweiten Wettbewerb. Dafür muss sie allerdings stets auf den Zehenspitzen bleiben, ihre Qualifikation und Fähigkeiten immer weiter ausbauen. Dann schafften sie es auch,

---

<sup>2</sup> Vgl. <http://www-05.ibm.com/de/energy/e-energy/index.html>

wertvolle internationale Aufgaben hierher nach Deutschland zu ziehen. So leistet das deutsche Finanz-Team zum Beispiel das europäische Rechnungswesen weitestgehend aus Ehningen.

Um den wachsenden wirtschaftlichen Anforderungen an eine Service Science gerecht zu werden, hat die IBM in Zusammenarbeit mit der Karlsruher Universität das Karlsruhe Service Research Institute gegründet.<sup>3</sup> Hier arbeiten IBMer und Wissenschaftler daran, die Erkenntnisse aus Informatik, Ingenieurwesen, Wirtschafts- sowie Sozial- und Geisteswissenschaften zusammenzubringen und Fähigkeiten und Kompetenzen für die Dienstleistungsgesellschaft des 21. Jahrhunderts zu entwickeln.

Das Forschungs- und Entwicklungszentrum der IBM in Böblingen ist ein anderes gutes Beispiel. Sein Team gewinnt dank herausragender Kompetenzen in bestimmten Feldern immer wieder Entwicklungsaufträge, um die es im internen Wettbewerb der immerhin 40 Labore der IBM weltweit steht. Innovative Services gehören zu den Stärken dieser Mannschaft.

Aber was macht eigentlich innovative Services aus? Ausgangspunkt ihrer Entwicklung sind meistens die Digitalisierung und Vernetzung ehemals analoger und kaum verbundener Abläufe. Wenn zum Beispiel Güter nicht mehr auf physischem Weg transportiert, sondern in digitaler Entsprechung elektronisch distribuiert werden, dann verändert das sowohl die zugrunde liegenden Wertschöpfungsketten der Hersteller und Verbreiter, als auch die Entgegennahme und Nutzung durch den Konsumenten.

Ein aktuelles Beispiel sind Informationsdienstleister, zum Beispiel Verlage. Ihre Güter sind Unterhaltungs-, Nachrichten- oder Bildungsinhalte, die bisher auf Papier gedruckt auf physischem Verbreitungsweg zum Leser gelangen. Den Gütern wohnt bereits die Dienstleistung der Inhaltsrecherche, -aufbereitung und -wiedergabe inne. Tritt an die Stelle der physischen Verbreitung nunmehr die digitale, dann eröffnet das für die Verbreitung und Nutzung von Inhalten vielfache neue Möglichkeiten. Ob sich damit ebenso Geld verdienen lässt, was das für die Wahrung von Schutzrechten bedeutet, wie Vernetzung von Informationen nahezu schrankenlose Transparenz schafft und welche Dienste daraus wiederum entstehen können, beschäftigt nicht wenige Verlage und ruft – ganz ähnlich wie vor wenigen Jahren in der Musikindustrie – ganz neue Mitspieler auf das Feld.

Eine innovative Dienstleistung macht also ihr Fokus und ihre Auswirkung aus: Ist sie eine Geschäftsprozess-Innovation? Läuft etwas schlanker, effizienter, qualitativ hochwertiger, nützlicher? Oder ist sie sogar eine Geschäftsmodell-Innovation? Stellt sie die Leistung eines Unternehmens auf ein neues wirtschaftliches oder qualitatives Fundament?

Diese Fragen muss sich jeder Dienstleister stellen. Und eine saubere Antwort für die Frage nach dem Return-on-Investment parat haben. Denn die stellt der Servicenehmer. Gerade in wirtschaftlich angespannten Zeiten ist er besonders kritisch in diesem Punkt. Für ihre Leistungen hat die IBM eine inhaltliche Klammer entwickelt. Es ist die Idee eines

---

<sup>3</sup> KSRI; vgl. <http://www.ksri.kit.edu/>

„A Smarter Planet“. Kurz gefasst ist es eine Agenda und Strategie des Unternehmens und beschreibt den Beitrag des Unternehmens, Leben und Arbeit auf dem Planeten besser zu gestalten. Besser heißt komfortabler, sicherer, umweltverträglicher oder effizienter.

Smarter Planet ist die direkte Anwendung von Service Science auf die realen Herausforderungen unserer Zeit: intelligente Verkehrswege, intelligente Stromversorgung und ein intelligentes Gesundheitssystem – sie alle umfassen diese Kombination aus sozialen, wirtschaftlichen und technischen Faktoren und erfordern bei der Lösung eine ganzheitliche Herangehensweise.

Hinter dieser Agenda stehen drei zentrale Beobachtungen:

- *Erstens*: Die Welt wird immer weiter von digitaler Technologie durchdrungen. Menschen können heute keine drei Meter weit gehen, ohne Chips und Speichern, Kameras und Sensoren, Computern und Recheneinheiten zu begegnen.
- *Zweitens*: All diese digitalen Einheiten werden zunehmend miteinander verbunden. Es entsteht das Internet der Dinge, der virtuelle Interaktionsraum aller digitalen und vernetzten Gegenstände. Es ist die logische Fortsetzung und Erweiterung des Internets der Informationen, an dessen Nutzung wir Menschen uns inzwischen so gewöhnt haben. Aus diesen Verbindungen und Interaktionen entstehen Daten.
- Und die – das ist die *dritte Beobachtung* – verstehen wir immer besser zu nutzen. Wir können sie analysieren, Muster erkennen, Informationen aus ihnen ableiten. Aus Informationen entsteht Wissen und daraus entstehen bessere Entscheidungen. Hier schlagen wir die Brücke zum Internet der Dienste. Um es mit der Zielsetzung des THESEUS-Programms zu formulieren: Es geht darum, „Daten zu neuem Wissen zu vernetzen und die Grundlage für die Entwicklung neuer Dienstleistungen zu schaffen“.

Das ist alles andere als trivial. Denn: Wir beobachten eine Explosion der Datenmengen. An einem kurzen Beispiel lässt sich das erläutern: In Deutschland gibt es verschiedene Modellversuche mit sogenannten Smart Meters. Digitale Stromzähler, die dem Energieversorger und dem Verbraucher laufend aktuelle Daten über die Energienutzung liefern und damit zum Beispiel dynamische Tarifierung ermöglichen. Damit können Verbraucher zu besonders günstigen Zeiten waschen und teure Lastspitzen vermeiden. Der Energieverbrauch wird gleichmäßiger und der Versorger kann den Energiemix und die Netzauslastung besser managen.

Das dabei anfallende Datenvolumen steigt sprunghaft an: Ein Energieversorger mit 10 Millionen Haushalten plant den Umstieg von analogen auf digitale Zähler. Herkömmliche Zähler werden einmal pro Jahr abgelesen. Digitale Zähler dagegen viermal pro Stunde, wenn man nur annähernd so etwas wie Echtzeitinformationen erhalten will

und tatsächlich entsprechend dynamische Auslastungs- und Tarifsteuerung anstrebt. Statt 10 Millionen Datentransaktionen pro Jahr bei analogen Zählern ergibt das über 350 Milliarden Transaktionen in der digitalen Welt. Zum Vergleich: Visa, eine der größten Kreditkartengesellschaften kommt weltweit jährlich auf gerade einmal rund 90 Milliarden Transaktionen.

Bei einer solchen Umstellung entstehen neue Dienstleistungen. Dynamische Tarifmodelle müssen entwickelt und vermarktet werden, Installationen geplant und durchgeführt, Handwerker und Techniker geschult und Verbraucher aufgeklärt werden. Spezialisierte Dienstleister können die Datenverarbeitung und -auswertung optimieren, die Berechnung von Nutzungsempfehlungen entwickeln oder Prämienmodelle für besonders umweltbewusstes Verhalten ausarbeiten, einführen und bedienen. Und das alles nur, weil – salopp formuliert – ein paar digitale Bauteile an jede Versorgungsleitung angeklemt werden können.

Übrigens: Wenn wir es mit der Datenerfassung noch etwas weiter treiben - hin zu tatsächlicher Echtzeitbetrachtung, dann können wir mittels ausgefuchster Analytik auch zu Vorhersagen und Modellen kommen, die unsere Dienstleistungswelt noch ein Stück größer machen. Im Bereich der Energieversorgung spielt das Wetter eine wesentliche Rolle - zum Beispiel für den Energiezufluss aus regenerativen Quellen in das Netz, aber auch für die Prognose von Lastspitzen. Dabei kommt es vor allem auf die Fähigkeit an, Zusammenhänge und Muster in den Daten zu erkennen - zweifellos ein Feld, das das Prädikat wissensintensiv tatsächlich verdient.

Fest steht: Je komplexer und intensiver die Integration dieser verschiedenen Daten, desto höher die Wertschöpfung. Komplexität ist allerdings auch der Feind einfacher Antworten.

Eineinhalb Jahre ist die IBM nun in Sachen Smarter Planet aktiv. Solche und ähnliche Szenarien und Lösungen werfen bei Führungskräften aus Unternehmen und Verwaltungen, bei Politikern und Wissenschaftlern konkrete Fragen zur Umsetzung auf. Zum Beispiel: „Wie macht man ein System smarter, das niemandem gehört?“ „Wie gewinnt man die nötigen Allianzen?“ „Wo beginnen?“ „Wie schnell vorangehen?“

Nachfolgend einige Antworten auf diese Fragen anhand eines konkreten Beispiels - der Automobilindustrie. Hier geht es um die Entwicklung vom Autohersteller zum Mobilitätsdienstleister. Ausgangspunkt ist das Produkt. Genauer die Erneuerung des Antriebsstrangs. Denn der klassische Verbrennungsmotor ist ein Konzept mit endlicher Zukunft. Das Zauberwort lautet E-Mobility, also die vorübergehende Nutzung hybrider und später ausschließlich elektrischer Antriebe. Mehr und mehr setzt sich allerdings die Erkenntnis durch, dass das Auto vom wirtschaftlichen zum ökologischen Statussymbol mutiert. Wenn 10jährige als Berufswunsch Klimaretter statt Rennfahrer angeben, ist es Zeit für neue Geschäftsmodelle. Folglich sind zum Beispiel Car-Sharing-Konzepte inzwischen gar nicht mehr so randständige Erscheinungen.

Ein sehr modernes Konzept erprobt Daimler in Ulm. Und auch die IBM leistet ihren Beitrag dazu. Car2Go heißt das Projekt und funktioniert so: Verfügbare Autos im direkten Umkreis findet man in einem Stadtplan auf dem Handy, geht dort hin, öffnet das Auto mit einem Chip, der auf dem Führerschein klebt, steigt ein und fährt wohin und wie lange man will. Am Ziel angekommen lässt man das Auto einfach stehen. Das klappt ohne vorherige Reservierung. Abgerechnet wird nach Nutzungsdauer. 19 Cent pro Minute kostet das Vergnügen inklusive aller Nebenkosten. 13.000 Ulmer haben sich für das Projekt als Nutzer eingetragen und teilen sich 200 Smarts, die im Stadtgebiet unterwegs sind oder verteilt stehen.

Ergänzungen und Erweiterungen sind leicht denkbar, wenn man die Datenerfassung und Auswertungs-Intensität weiter erhöht. Die eigentliche Herausforderung im städtischen Verkehr liegt in der intelligenten Steuerung - und zwar ganz besonders bei multimodalem Verkehr, also Mobilität, die verschiedene Verkehrsmittel und -systeme umfasst. Netzwerke müssen erweitert werden, neuartige Partner aufgenommen werden. Und plötzlich gibt es keine 100-Prozent-Kontrolle der gesamten Wertschöpfungskette mehr. Niemandem gehört das System so ganz.

Wenn fünf verschiedene Transportmittel für den Weg von A nach B verfügbar sind, besteht die Kernleistung des Gesamtsystems auf der mobil verfügbaren, optimalen und ganzheitlichen Empfehlung, Buchung und Abwicklung. Die Basis dafür sind historische, aktuelle und prognostische Daten aus allen Subsystemen.

Was ist nötig, damit solche komplexen Systeme funktionieren? Vier Punkte, deren Beherrschung entscheidend für die Entwicklung innovativer Services ist:

- *Erstens:* Das Verständnis der Leistung wandelt sich von Produkt zu Service - die hybride Leistung bündelt beide und baut damit eine Brücke für alle, die heute noch in der Produktwelt verhaftet sind und sich fragen, wie sie an der Dienstleistungswirtschaft partizipieren können.
- *Zweitens:* Technologie ist der Treiber für Innovation. Digitalisierung, Vernetzung und intelligente Datennutzung sind die Eckpfeiler moderner Servicekonzepte. Das Internet der Dinge ist nur so gut, wie wir die Beziehungen zwischen den Dingen verstehen und zu nutzen wissen.
- *Drittens:* Hochwertige Services zeichnen sich durch drei Faktoren aus: durch Immaterialität, durch möglichst intensive Interaktion und durch Individualität, die Ausrichtung am Bedürfnis des immer aufgeklärteren und anspruchsvolleren Servicenehmers.
- *Viertens:* Der Kulturwandel muss vor allem auf der Anbieterseite erfolgen. Die Bereitschaft zur radikalen Veränderung von Geschäftsprozessen oder sogar Geschäftsmodellen kann nur von hier ausgehen. Wenn der Markt sie erzwingt, ist es meist zu spät.

Diese Punkte rufen eine interdisziplinäre Service Science auf den Plan. Sie ermöglicht, Dienstleistungssysteme zu untersuchen, zu beschreiben und schließlich innovative Handlungsempfehlungen zu entwickeln: Ein intelligentes Gesundheitssystem an der Schnittstelle von Informationstechnologie, Gesundheitsökonomie und Medizin. Oder etwa Smarter Work, also effektiveres Zusammenarbeiten in Organisationen, an der Schnittstelle zwischen Psychologie, Informationstechnologie und Soziologie.

Service Science leistet einen wichtigen Beitrag, die Service-Revolution in die richtige Richtung zu steuern und Dienstleistungsinnovationen für die gesellschaftlich relevanten Servicesysteme hervorzubringen.

## > FUTURE INTERNET – THE BUSINESS WEB

JIM HAGEMANN SNABE/HERVÉ COUTURIER

Die IT-Industrie ist in einer sehr spannenden Phase. Es gibt wichtige Trends wie „Cloud Computing“ und neue Technologien wie „In Memory“. Die SAP gestaltet diesen Wandel mit, und wir verändern uns selbst. Eins ist dabei klar: Innovationen sind die Grundlage für unseren Erfolg. Deshalb ist und bleibt Forschung ein ganz zentraler Teil unserer Arbeit. Wir werden unsere Aktivitäten in Zukunft sogar noch verstärken.

Beim Symposium „THESEUS - Internet der Dienste“ sind drei wichtige Partner vertreten:

- die Bundesregierung, die mit dem IT-Gipfel einen erfolgreichen Prozess vorantreibt
- die acatech, die eine wichtige Rolle spielt im Dialog von Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft
- schließlich die Forschungsplattform THESEUS

Im Zentrum von THESEUS stehen neue Technologien für das Internet der Dienste. Heute ist das Internet ein mächtiges Medium zum Austausch von Informationen. Aber wir glauben, dass das erst der Anfang ist. Das Internet steht vor einer weiteren Revolution: Es wird zur zentralen Infrastruktur nicht nur für Bürger, sondern auch für Unternehmen und den öffentlichen Sektor. Es wird zur Plattform für Dienstleistungen von Unternehmen genauso wie für Dienste staatlicher Stellen. Diese Dienste werden besser sein: schneller, effizienter, effektiver. Damit das Internet auch als ein solches „Business Web“ erfolgreich wird, sind drei Elemente entscheidend:

- das „Internet der Dinge“ (in dem auch physische Objekte vernetzt werden – eine Voraussetzung für viele unternehmensnahe Dienstleistungen);
- das „Internet der Dienste“ (mit dem sich komplette Wertschöpfungsketten in das Netz integrieren lassen);
- und schließlich die enorme Verbreitung von mobilen Endgeräten (mit denen das Internet und seine Dienste durchgehend nutzbar werden, immer und überall).

Gemeinsam haben wir die Möglichkeit, dieses künftige Internet zu prägen. Es bietet große Chancen für Deutschland und Europa als Wirtschaftsstandort. Im Bereich der Konsumenten waren andere schneller. Aber in der Infrastruktur für Unternehmen und öffentliche Verwaltung können wir eine Vorreiterrolle übernehmen. Wir können unsere Wettbewerbsfähigkeit erhöhen und durch Innovationen neues Wachstum und Beschäftigung schaffen.

SAP hat sich bei THESEUS vor allem im Projekt TEXO engagiert. Vier Jahre nach dem Start schauen wir auf über 203 Publikationen zurück, die aus dem TEXO-Projekt entstanden sind. Alleine bei SAP zählen wir 16 Patentanträge, die TEXO-Bezug haben, sowie 25 Transferprojekte von der Forschung in die unternehmerische Praxis. Unser Dank gilt den Partnern für die Zusammenarbeit in den vergangenen Jahren.

### DAS „BUSINESS WEB“

Es ist nicht verkehrt, zuerst in die Vergangenheit zu blicken, bevor man über die Zukunft spricht. Das Internet hat eine kurze, aber unglaublich spannende Entwicklung hinter sich. Wie bereits erwähnt, gehen wir davon aus, dass sich das Internet zu der entscheidenden Business-to-Business-Infrastruktur entwickelt. Wir nennen dies kurz das „Business Web“.

Wenn wir die Geschichte des Internets unter diesem Gesichtspunkt betrachten, so fällt auf, dass wir eine Art Pendelbewegung beobachten können, die zwischen einem Fokus auf den Endnutzer, also dem Business-to-Customer-Bereich, und dem b2b-Bereich verläuft. Das Pendel startet Anfang der 90-er Jahre auf der Endnutzer-orientierten Seite. Dieses frühe Internet ist vor allem ein Internet des einfachen Zugangs zu Inhalten. Dann schwingt das Pendel zum ersten Mal in Richtung b2b-Nutzung. Wir sehen die Entwicklung des E-Commerce, der aber zunächst nur für die Digitalisierung des einfachen Warenkaufs steht. Das Aufkommen sozialer Netzwerke lässt sich als nächster Pendelschwung verstehen, diesmal zurück zum privaten Nutzer: Facebook und Twitter sind zentrale Stichworte. Die Netzwerke bestehen dabei vor allem aus „Freundesnetzwerken“; das Vernetzen erfolgt vor allem unter dem Gesichtspunkt privater Kontakte.

Wir denken, dass wir unmittelbar vor einer weiteren Pendelbewegung stehen, die in der Logik der vorherigen stehen wird und den Gedanken der sozialen Netzwerke in die b2b- und b2c-Nutzung des Internets überträgt. Dadurch werden soziale Netzwerke zu mehrdimensionalen Strukturen, die über private Freundschaftsbeziehungen hinausgehen. Die Kräfte, die dieses Pendel antreiben, sind wohlbekannt und drücken sich in folgenden Technologien und Entwicklungen aus:

- Cloud-Infrastrukturen
- On-Demand-Geschäftsmodelle für Software-Applikationen und das Internet der Dienste
- die massive Verbreitung von leistungsfähigen mobilen Endgeräten
- die Verbreitung von Sensoren und RFID-Chips

Im Folgenden möchten wir drei Trends skizzieren, die aus unserer Sicht das Business Web wesentlich prägen werden:

### TRENDS IM INTERNET DER ZUKUNFT

Trend Nummer eins sind neue Wege der unternehmensübergreifenden Zusammenarbeit zwischen Personen und Prozessen: Wir werden sehen, wie sich die Logik der existierenden sozialen Netzwerke mit jenen eines Unternehmens verschmelzen. Die eindimensionale Konstruktion des sozialen Netzwerks um private Freundschaftsbeziehungen wird erweitert durch die Abbildung folgender Aspekte:

- projektorientiertes Arbeiten
- Fähigkeiten von Individuen
- hierarchische Strukturen
- Kunden- und Partnerkontakte

Soziale Netzwerke, die bislang vor allem für private Nutzer interessant sind, werden durch diese neuen Dimensionen zu hilfreichen Strukturen für Unternehmen.

Trend Nummer zwei ist die Verkürzung von Entwicklungszyklen für Geschäftsanwendungen. Es ist heute bereits machbar, von zu Hause aus Apps<sup>1</sup> zu programmieren, diese über einen App Store<sup>2</sup> zu vertreiben und damit auf hochkomplexen IT-Services aufbauend Geld zu verdienen. De facto sind zahlreiche IT-Entwickler „zu Hause“ wichtige Partner von Internet-Giganten wie Apple oder Google geworden. Es ist schon erstaunlich, dass die Anzahl der verfügbaren Apps für Handys zu einer Art Garantie für die Zukunftsfähigkeit dieser Geräte geworden ist. Die Statistiken über Android-, Apple oder Nokia-Apps sind beeindruckend. Für iPhones stehen beispielsweise über 350.000 Apps, für Android mehr als 240.000 Apps zur Verfügung.<sup>3</sup> Diese App-Ökonomie hat große Auswirkungen auf den Entwicklungszyklus von Software. Man kann davon ausgehen, dass sich der Entwicklungszyklus für Geschäftsanwendungen von zwei Jahren auf zwei Monate verringern wird. Noch programmieren diese „zu Hause“-Entwickler vor allem Endnutzer-orientierte Anwendungen. Wir sollten uns aber die Frage stellen, wie wir dieses riesige Potenzial zukünftig für die Unternehmenswelt erschließen können.

Trend Nummer drei ist die Verschmelzung des Internets mit der realen Welt und zwar sowohl mit Gegenständen als auch mit Dienstleistungen. Auf das Internet der Dinge und das Internet der Dienste soll an dieser Stelle nicht vertieft eingegangen werden.<sup>4</sup> Auch dieser Trend wird große Auswirkungen für Unternehmen haben. Wir werden neue Möglichkeiten für die Interaktion zwischen Unternehmen und ihrer Umwelt sehen sowie

<sup>1</sup> Mit „App“ ist hier eine Softwareanwendung für Smartphones gemeint.

<sup>2</sup> Mit „App Store“ sind hier Onlineshops gemeint, über die Apps bereitgestellt werden; im engeren Sinne wird der Begriff auch zur Bezeichnung des Onlineshops für Apps des Unternehmens Apple verstanden.

<sup>3</sup> Zahlen laut Wikipedia für Januar bzw. Februar 2011.

<sup>4</sup> Für eine Vertiefung siehe den Beitrag von Fensel im selben Band.

die Bereitstellung einer unendlichen Vielfalt an Services, die sich nutzen lassen wann und wo immer man es möchte – und zwar in Echtzeit.

Wenn wir die skizzierten Trends zusammennehmen, ergeben sich aus unserer Sicht immense Chancen für neue Geschäftsmodelle. Die genannten Trends und Technologien sind aber noch ein Puzzle, das der Zusammensetzung harret. Wer es schafft, dieses Puzzle richtig und schnell zusammenzusetzen, wird das Business Web der Zukunft maßgeblich prägen.

## TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE HERAUSFORDERUNGEN

Es lassen sich drei zentrale Herausforderungen erkennen, die zum Lösen des Puzzlers zu meistern sind. Auf technischer Ebene wird es eine große Herausforderung sein, die im Business Web laufenden Prozesse und die daraus resultierenden Datenmassen effizient, sicher und konsistent nutzbar zu machen. Echtzeit-Verbindung „always online“ durch mobile Endgeräte und das Internet der Dinge werden dazu führen, dass das Datenvolumen – wie bereits im heutigen Internet zu erkennen – drastisch steigen wird. Eine Schätzung geht von einer Verdoppelung des Datenvolumens alle 18 Monate aus. Wie orchestrieren wir die neuartigen Prozesse? Wie managen wir diese Datenmassen? Und wie machen wir daraus wertvolle Informationen? Hier entsteht eine Fülle von Fragen, die von neuartigen Orchestrierungstechnologien über Sicherheitsfragen bis hin zur Performance reichen.

Zweitens benötigen wir eine Cloud-Infrastruktur. Es entwickeln sich – vor allem durch große amerikanische Firmen getrieben – erste kommerzielle Plattformen. Es ist eine strategische Entscheidung, ob die europäischen Akteure hier selbst aktiv werden wollen. Hier sind sicher auch Forschungsprojekte gefragt, die den Akzent auf dieses Thema legen.

Drittens brauchen wir eine Plattform, die mobile Endgeräte in die Cloud-Infrastruktur integriert und die Entwicklung neuer Anwendungen ermöglicht. Hier geht es nicht um die Bereitstellung der Einzelteile oder das Umprogrammieren klassischer Applikationen wie ERP. Wir brauchen hier einen neuen Ansatz, der den neuen Business-Netzwerken gerecht wird und eine End-to-End-Orchestrierung ermöglicht: Cloud-Infrastruktur, Monetisierung, die Vermittlung von Inhalten und zugehörigen Diensten, Breitband-Netzwerken, Device-Management, Managed Services etc.

Viertens muss in diese Plattform ein Innovations-Ökosystem integriert werden, das die oben beschriebenen neuen Anwendungen und Dienstleistungen entwickeln wird. Hier sind im TEXO-Umfeld erste Ansätze entstanden, die weiter verfolgt werden können. Wenn wir diese Herausforderungen meistern – Datenbeherrschung, Cloud-Infrastruktur, Mobile-Plattform und eine Business-App-Plattform –, dann könnte das entstehen, was man auch eine European Mobile Cloud nennen kann. Eine solche Cloud-Infrastruktur kann Basis für das zukünftige Business Web sein.

## DIE BEDEUTUNG VON PARTNERNETZWERKEN

Die genannten Herausforderungen sind nicht klein, und betrachtet man sie aus standortpolitischer Sicht, wird uns ihre Dringlichkeit bewusst. Es handelt sich bei ihnen um eine vertikale Integration mit strategischen Punkten, die es zu besetzen gilt. Nun gehen diese Punkte aber in ihrer Gesamtheit über die traditionellen Handlungsfelder einzelner Unternehmen hinaus. Deshalb erscheint es von großer Bedeutung, eine solche Cloud-Infrastruktur in einem Partner-Netzwerk zu entwickeln. Dies sollte aus deutscher und europäischer Perspektive geschehen – und zügig, also nicht in drei Jahren, sondern möglichst heute.

Hier kann der IT-Gipfel-Prozess sicher einen guten Beitrag leisten. So wurde im Rahmen der Arbeitsgruppe 6 (Bildung und Forschung für die digitale Zukunft) bereits angeregt, eine gemeinsame, für weitere Partner offene Task Force mit den Arbeitsgruppen 1 (IKT-Standort und innovative Anwendungen für die Wirtschaft) und 2 (Digitale Infrastrukturen als Enabler für innovative Anwendungen) zu gründen. Diese Gruppe könnte der Nukleus für das Partnernetzwerk werden, und die Acatech kann hier aus unserer Sicht ein starker Partner sein. Seitens der SAP sind wir bereit, zu dieser gemeinsamen Infrastruktur beizutragen. Drei Dinge möchte ich kurz erwähnen:

- Um diese Plattform Realität werden zu lassen, ist über Open Source-Versionen einiger Komponenten unserer Mobil- und On Demand-Lösungen nachzudenken. In der Forschung haben wir zudem ein neues Team aufgebaut, um schnell gemeinsam mit Partnern Prototypen zu entwickeln.
- Mit Blick auf die Bewältigung der Datenvolumina arbeitet SAP zusammen mit dem Hasso-Plattner-Institut in Potsdam an der so genannten In-Memory-Computing-Technologie, die uns die notwendige Geschwindigkeit in der Verarbeitung von Daten zur Verfügung stellt.
- Um aus diesen Datenmassen sinnvolle Informationen werden zu lassen, müssen wir diese aggregieren – das ist die Rolle von „Business Intelligence“-Anwendungen. Wir erwarten hier in den nächsten Jahren großes Wachstum.

Es geht im Internet der Zukunft daher um weit mehr als die Modernisierung bestehender ERP-Software. Die Vision des Business Web und einer dazugehörigen Cloud-Infrastruktur ist ein wichtiger Teil der SAP-Strategie und Forschungsagenda.

## POLITISCHE HERAUSFORDERUNGEN

Neben einem starken Partnernetzwerk von Unternehmen und Forschungseinrichtungen nimmt auch die Politik eine wichtige Rolle ein. Konkret geht es um folgende Punkte:

Wir brauchen Grundlagen für die Interaktion der Partner in Form von Standards. Sowohl für die Bereitstellung von Services im Internet als auch im Bereich der mobilen Endgeräte sind Standards unabdingbar. TEXO hat hier mit der Entwicklung der Unified

Services Description Language (USDL) einen wichtigen Beitrag geleistet. Dieses Beispiel zeigt, dass hier eine enge Partnerschaft zwischen öffentlicher Hand und Unternehmen sinnvoll ist.

Die Beschreibungssprache USDL wird aber nur dann seine positive Wirkung entfalten, wenn sie sich schnell durchsetzt. Der Staat kann hier eine wichtige Rolle als Early Adopter einnehmen. So wäre die Akzeptanz und Einführung des USDL-Standards durch die öffentliche Verwaltung ein großer Schritt nach vorn. Dies lässt sich durch gezielte Pilotprojekte vorbereiten.

Zudem sollte die Regulierung im Telekommunikationsmarkt auf Hindernisse überprüft werden. Das Thema Roaming von Datendiensten soll hier beispielhaft erwähnt werden. Diese Roaming-Gebühren sind virtuelle nationale Grenzen in einer globalisierten Welt, die die Entwicklung einer europäischen, auf mobile Endgeräte optimierten Cloud-Infrastruktur verhindern können. Das ist besonders nachteilig im Vergleich zu großen Heimatmärkten wie den USA oder China. Um das Problem zu verdeutlichen: Wenn ein Manager im Ausland über das iPad Daten zur Business-Pipeline abrufen, zahlt er dort bis hundertmal mehr im Vergleich zum Inland. Jeder, der einmal eine Roaming-Rechnung bekommen hat, wird es sich gut überlegen, Datendienste im Ausland in Anspruch zu nehmen. Dies zeigt, dass Roaming kein Preismodell ist, das für die nächste Generation des Internets geeignet ist. Hier brauchen wir andere Lösungen, um die Infrastrukturen der Zukunft zu refinanzieren.

Abschließend möchten wir das Thema Datenmanagement erwähnen, das vielleicht das wichtigste ist: Das umschriebene Szenario impliziert eine ungeheure Datenmenge, zu der auch persönliche Daten, Nutzungsprofile oder Geodaten gehören. Die reelle und die virtuelle Welt wachsen zusammen zu einem riesigen digitalen Datenmeer. Es wäre fatal, wenn wir uns als Wirtschaft nicht mit der Frage beschäftigen würden, wie wir Transparenz, Integrität und Sicherheit dieser Daten garantieren können. Es ist leicht einzusehen, dass wir hier eine völlig neue Lösung brauchen. So werden im bisherigen Modell die Daten von den Dienstleistern selbst gespeichert. Die aktuelle Diskussion um den Datenschutz zeigt aber, dass es große Vorbehalte gegenüber diesem Modell gibt. Eine unabhängige Clearing-Stelle, die einen entsprechenden Austausch von Daten und deren Nutzung regelt, scheint ein guter Vorschlag zu sein. Die genaue Ausgestaltung einer solchen Clearing-Stelle wäre noch zu diskutieren. Das Ziel ist aber klar: Der Datenaustausch muss genauso sicher und unproblematisch sein wie es heute schon beim Kreditkartensystem funktioniert.

An dieser Stelle soll es bei diesem groben Umriss und Beispielen bleiben. Wir meinen es ernst mit dieser Vision und suchen gern das Gespräch über Partnerschaften, sowohl mit der öffentlichen Hand als auch mit möglichen industriellen und akademischen Partnern. Die Acatech könnte hier eine Plattform sein. Auch in den politischen Gremien sehen wir wichtige Partner. Wir sind zuversichtlich, dass wir so gemeinsam diese für unseren Wirtschaftsraum so essentiellen Themen werden gestalten können!

## > WISSENSBASIERTE MEDIZIN

HERMANN REQUARDT

Die Lebenserwartung steigt – weltweit. Zwischen 1950 und dem Jahr 2000 hat die durchschnittliche Lebenserwartung weltweit um 20 auf 66 Jahre zugenommen. Bis 2050 werden noch einmal 10 Jahre hinzu kommen. Gleichzeitig gehen die Geburtenraten in vielen Teilen der Welt zurück. Das gilt gerade auch für Deutschland. Das sind quantitative Aspekte des demographischen Wandels. Eng damit verknüpft ist ein qualitativer Aspekt: Wenn die arbeitende Bevölkerung im Durchschnitt immer älter wird, dann ist die Medizin gefordert, diese volkswirtschaftliche Basis in die Lage zu versetzen, in Zukunft wie auch heute, zuverlässige Träger dieser Ökonomie zu bleiben. Mit anderen Worten: Die Medizin rückt in einen anderen Kontext und erhält eine volkswirtschaftliche Bedeutung, der gerne übersehen wird. Allerdings nicht ausschließlich im Sinne von steigenden Kosten, sondern in dem Sinn, dass Gesundheit sich mehr und mehr zu einem Produktivitäts- und Wettbewerbsfaktor wandelt.

Der Wechsel der Perspektive hat weitreichende Folgen, denn die Kernfrage lautet jetzt nicht mehr, was kostet ein Gesundheitssystem, sondern was bringt ein Gesundheitssystem? Und damit betrachten wir die Gesundheitssysteme sozusagen durch die „industrielle Brille“ mit den Facetten Prozess- und Produktinnovation, mit einem strukturierten kontinuierlichen Verbesserungsprozess, mit Qualitätssicherungssystemen im industriellen Maßstab etc. Allerdings dürfen wir die Industrialisierung der Medizin nicht so verstehen, dass das Schicksal der Patienten der Apparatemedizin überlassen wird, sondern vielmehr im Sinne einer Produktivitäts- und Effizienzsteigerung bei qualitativ hochwertiger medizinischer Versorgung.

Die Prozessinnovationen – abgeleitet aus der Industrielogik – spielen dabei eine zentrale Rolle, denn es wird die Prozessseite sein, die entscheidet, was mit welchem Nutzen mit welcher (technischen) Ausgestaltung vorgenommen wird. Die Produktseite hat hier nur eine „Mittel-zum-Zweck-Funktion“. Wir werden in Zukunft Geräte haben, die der industriellen Anforderung genügt: etwas besser, etwas schneller, etwas billiger durchzuführen. In letzter Konsequenz ist das jedoch nicht entscheidend. Viel wichtiger ist es, immer bessere Produkte in einer Systemlandschaft so zu integrieren, dass aus dem Mehr (oder auch Meer) an Informationen, das diese Produkte erzeugen, auch ein medizinischer Mehrwert für die Patienten erzielt wird.

Die Informationsvielfalt hat dann ihre Schattenseite, wenn dadurch eine nicht mehr beherrschbare Informationsflut entsteht. Denn die moderne Medizintechnik ist in der Lage, sowohl eine enorme Menge als auch eine enorme Vielfalt an Bild- und Labordaten zu generieren. Es entsteht eine Effizienzproblematik. Und die Antwort darauf ist nicht, dass der diagnostizierende Arzt schneller und länger arbeitet. Vielmehr muss die Datenbasis adressatengerecht zur Verfügung gestellt werden. Das kann dadurch geschehen, dass die Systeme in einer IT-Infrastruktur eingebettet werden, die die Arbeitsabläufe optimiert und darüber hinaus die generierten Daten systematisiert und anonymisiert. Aus diesen anonymen Datensätzen können zusätzliche Informationen sowohl für die Diagnose als auch für die Therapie gewonnen werden.

Vor diesem Hintergrund wird die Bedeutung großer medizinischer Datenbanken deutlich. Die Intelligenz des Arztes kann damit nicht ersetzt werden. Aber das tiefe Erfahrungswissen des behandelnden Mediziners kann unterstützt und ergänzt werden durch Data Mining Algorithmen, die auch in den entferntesten Orten der Welt das weltweit vorhandene medizinische Wissen oder Informationen zur Wirksamkeit von Medikamenten verfügbar machen. Der Arzt kann eine Vielzahl von Daten, die aus früheren und vergleichbaren Fällen aus ganz anderen Weltgegenden gewonnen wurden, als Vergleichsbasis bei seiner Diagnose heranziehen.

Er kann die Krankheitssymptome seines Patienten mit einem konkreten Profil oder mit einem synthetisierten Profil, abstrahiert aus all den verfügbaren Daten, aus der Datenbank vergleichen. Damit ließe sich beispielsweise die Prognosequalität in der Medikation des Patienten deutlich verbessern oder zumindest seine Prognose immer aufgrund des aktuellsten Standes der verfügbaren medizinischen Daten erstellen. Der Anwender wird dann nicht das Medikament wählen, das er am besten kennt, sondern das Medikament, das nach eigener Abwägung im Abgleich mit einer Vielzahl von vergleichbaren Fällen dem Patienten am besten hilft.

Für die Industrie und Anwender eröffnen sich damit ganz neue Geschäftsmodelle und Anwendungen: Medizinische Wissensdatenbanken bestehend aus Bild-, Labor und Medikamentendaten können als Cloud Anwendung oder Apps angeboten werden. Abrechnung bzw. Bezahlung geschieht per Zugriff. Der Patient kann seinen behandelnden Arzt beauftragen, das Wissen weltweit und virtuell zu beschaffen, um dadurch eine verbesserte Entscheidungsbasis für die Diagnose zu haben.

Die Basistechnologien einer solchen Gesundheitslandschaft sind vorhanden. Wir messen täglich Stoffwechselfparameter, es entstehen Bilder von gesunden und pathologischen Strukturen, es gibt Früherkennungsansätze und Korrelationen mit Genclustern. Bestimmte Brustkrebsarten können bereits heute mit genetischen und metabolischen Parametern korreliert werden. Heute gibt es auch bereits Wissensdatenbanken, Verschlüsselungstechnologien und Serverbänke, die solchen Datenmengen gewachsen sind.

Ich bin überzeugt, dass die zukünftige Medizin auf drei Säulen beruhen wird: Es geht auch weiterhin um ein immer besseres Verständnis der Pathologie und der Biologie des Menschen. Entscheidender Mehrwert entsteht aber durch das Einbeziehen von Meta-Wissen, abgeleitet von Patientendaten.

Im Theseus-Anwendungsfall Medico wird gerade dazu an Verfahren geforscht, um dieses Meta-Wissen automatisch aus Bildern, Berichten und Labordaten zu extrahieren, dieses integriert abzuspeichern und semantisch verarbeitbar zu machen. Schon heute können damit eine Vielzahl der im Krankenhaus anfallenden Daten geordnet und in einer holistischen Sicht dem Arzt und auch zukünftig dem Patienten präsentiert werden. Der erwähnte Vergleich von Patienten anhand von Krankheitssymptomen kann in nur wenigen Schritten durch den Arzt realisiert werden, indem er mittels eines durch das Medico-System generierten Patientenprofils und seinen semantischen Suchmöglichkeiten ähnliche Krankheitsfälle in den medizinischen Datenbanken effizient auffinden kann. Ebenso kann damit gezielte Recherche nach relevanter Information zum Krankheitsfall durch Nutzung semantischer Dienste im Internet, z. B. von medizinischen Fachbuchverlagen, durchgeführt werden. Die eingangs erwähnte Effizienzproblematik wird damit bald der Vergangenheit angehören. Medico schließt hier die Verarbeitungslücke weitestgehend durch drei Maßnahmen: Automatischer Extraktion von Meta-Wissen aus heterogenen Datenquellen, semantischer, d. h. inhaltsbezogene Suche in medizinischen Datenbanken sowie adressatengerechter, datenintegrierender Präsentation.

Letztendlich ist es eine gemeinschaftliche Aufgabe von Leistungserbringern, Kostenträgern und Industrie, solche Systeme, wie Medico, wettbewerbsorientiert aufzubauen, bezahlbar zu machen und vor Missbrauch zu schützen. Da wird allen Beteiligten noch viel abverlangt, und es bedarf hoher Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen, hier voranzukommen. Fangen wir also an, bevor es zu spät ist.



# > INTERNET OF SERVICES: HERAUSFORDERUNG UND POTENZIAL

DIETER FENSEL

## 1 TECHNOLOGIE: INTERNET UND WEB

Das **Internet** ist mittlerweile ca. 45 Jahre alt. Es dauerte etwa 30 Jahre bis das Internet durch Anwendungen wie Email und Web eine größere Bedeutung erlangte. Mittlerweile ist es als eine der zentralen Kommunikationstechnologien nicht mehr aus dem täglichen Leben wegzudenken. Viele Geschäfts- und Lebensbereiche hängen fundamental von ihm ab.

Das **World Wide Web** ist ca. 20 Jahre alt und basiert auf der Kombination von Hypertext und dem Internet. Es beruht im Wesentlichen auf drei Elementen: einem globalen Adressschema (URIs)<sup>1</sup>, einem Protokoll (http) und einem Beschreibungsformat (HTML). Darauf aufbauend hat es sich mittlerweile als Kommunikationsplattform für ca. 2 Milliarden Menschen etabliert und ist auf mehrere hundert Milliarden Webseiten gewachsen. Prinzipien, die diesen Erfolg möglich machten, sind:

- Offenheit: Jeder kann als Anbieter oder Nutzer von Ressourcen agieren. „Anybody can say Anything about Any topic.“
- Interoperabilität: Ressourcen werden unabhängig voneinander entwickelt und sind daher heterogen (bis zu widersprüchlich).
- Verteilung: Es gibt keine zentrale Kontrolle. Ressourcen können jederzeit und unkontrolliert auftauchen, sich verändern oder wieder verschwinden.
- Robustheit: Ressourcen können ausfallen, ohne dass das Netz als Ganzes fehlschlagen darf.

**Web 2.0** ist eher vage definiert durch Phänomene wie soziale Netzwerkseiten<sup>2</sup>, Wikis<sup>3</sup>, Blogs<sup>4</sup>, Instant messaging<sup>5</sup> und Folksonomies<sup>6</sup>, die zu breiter Nutzerpartizipation führen. Sir Tim Berners-Lee hat sicher Recht, dass all diese Dinge bereits dem ursprünglichen Web unterliegen, aber es bringt wesentliche Aspekte zum Tragen:

---

<sup>1</sup> Uniform Resource Identifiers, d. h. Zeichenketten zur Identifizierung von Ressourcen, wie z. B. „<http://tools.ietf.org/html/rfc3986>“. Definiert in <http://tools.ietf.org/html/rfc3986>

<sup>2</sup> Webseiten zur Repräsentation von und Kommunikation in sozialen Netzwerken (Freunde, Kollegen, etc.)

<sup>3</sup> Online-Plattformen zur kollaborativen Erstellung von Webseiten, wie z. B. Wikipedia

<sup>4</sup> Von „web logs“, d. h. Webseiten zur Veröffentlichung einer chronologischen Folge von Einträgen

<sup>5</sup> Internetdienste zum Echtzeit-Austausch von Botschaften

<sup>6</sup> Nutzergeneriertes Klassifikationsschema, siehe <http://en.wikipedia.org/wiki/Folksonomy>

- Aufhebung der Trennung von Informationsanbietern und Informationskonsumenten.
- Etablierung des Webs als Kanal für Instant messaging.
- Etablierung des Webs als Plattform nicht nur für Einzelne sondern für soziale Gruppen.
- Vereinfachung der Definition und Benutzung von Services.
- Neuartige Integration von menschlicher und maschineller Problemlösung.

Sowohl Web1.0 als auch Web2.0 benutzen Computer nur zur Darstellung und Übermittlung von Informationen. Der Inhalt selbst wird nicht verarbeitet und die maschinelle Unterstützung für Informationszugriff, Extraktion, Zusammenführung und Verarbeitung von Informationen ist beschränkt und umständlich. Das **Semantische Web** oder Web3.0 ermöglicht es daher, dass diese Informationen durch Maschinen verarbeitet werden können. Zentral hierfür ist das Resource Description Framework (RDF<sup>7</sup>), das Triple bestehend aus Subjekt, Prädikat und Objekt, die in einem gerichteten Graphen miteinander verknüpft sind. Hiermit wird es möglich, typisierte Relationen zwischen durch URIs beschriebenen Objekten zu definieren.

Das semantische Web begann 1996 als Mittel Webdokumente mit semantischen Annotationen zu versehen. Mittlerweile ist es davon „unabhängig“ auch direkt zu einem **Web von Daten** geworden. Linked Open Data<sup>8</sup> umfasst mehr als 25 Milliarden Datensätze und ist weiter im schnellen Wachstum begriffen. Das Web entwickelt sich so von der weltweit größten Dokumentenquelle zur weltweit größten „Datenbank“.

Diese Daten sind durch die Wiederverwendung von URIs<sup>9</sup> und expliziten Links miteinander verwoben und generieren vielfache Anwendungsmöglichkeiten. Beispielsweise kann auf „Smart Phones“ unmittelbar Information über Gebäude, Personen, Services, Restaurants, Museum, Verkehr etc. aus dem Web der Daten extrahiert und integriert werden, basierend auf der geographischen Position des Benutzers.

Diese Daten sind nicht mehr direkt für die Benutzung durch einen Browser vorstrukturiert. Vielmehr können Anwendungen diese Daten benutzen um neue Services für einen Benutzer zu generieren. Dies ist Teil eines allgemeinen Trends, der über das Web von Dokumenten und Browsern hinausgeht. Sogenannte Apps und Services liefern nicht nur einfach Lesezugriff auf Dokumente, sondern bereiten diese für einen zielgenauen Service auf. Für eine Reiseplanung werden z. B. nicht mehr einfach nur tausende von Webseiten gefunden, sondern es werden integrierte Reiseangebote „on-the-fly“ entsprechend den Angeboten und den Benutzerpräferenzen und Randbedingungen konfiguriert. Mit Diensten wie Facebook verändert sich auch die Suche, indem das soziale Netzwerk von Bekannten dazu benutzt werden kann, eine Anfrage zu steuern.

<sup>7</sup> <http://www.w3.org/RDF/>

<sup>8</sup> <http://esw.w3.org/SweoIG/TaskForces/CommunityProjects/LinkingOpenData>

<sup>9</sup> Uniform Resource Identifiers, d. h. Zeichenketten zur Identifizierung von Ressourcen, wie z. B. „<http://tools.ietf.org/html/rfc3986>“. Definiert in <http://tools.ietf.org/html/rfc3986>



wird. Die Anwendung von Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) revolutionierte die Produktivität im primären und sekundären Sektor. IKT wird wahrscheinlich eine ähnliche Wirkung auf den tertiären Sektor haben und daher ein wichtiger Faktor in der Gestaltung der künftigen, wirtschaftlichen Entwicklung einer Gesellschaft sein. Als Beispiele werden wir hier die Rolle von IKT für die Preisoptimierung und der Generierung neuer Services durch das Formieren von Mehrwertnetzen und hybriden Services diskutieren.

Die klassische Ökonomie nimmt an, dass Agenten vollständiges Wissen über den Markt haben und darauf basierend eine optimale Entscheidung treffen. Dies ist naiv, da es die Kosten der Informationsbeschaffung unberücksichtigt lässt und daher zu irrationalen Verhalten führen würde. „Bounded Rationality“<sup>11</sup> berücksichtigt diese und nimmt daher in Kauf, nur ein lokales Preisoptimum zu selektieren. Mit semantischen Technologien und Suchagenten können jedoch die Kosten der Informationssuche so reduziert werden, dass die Differenz zwischen dem gefundenen lokalen Optimum und den globalen Optima nur noch ein theoretischer, aber kaum mehr ein praktischer Unterschied ist. Physikalisch lohnt es sich nicht, alle CD-Läden der Welt aufzusuchen, um den billigsten Preis für eine CD zu finden. Preissuchmaschinen können (beinahe) alle CD-Läden über das Internet „besuchen“ und genau diese Suche vornehmen. Neben der Suche nach einem festen Preis können solche Methoden auch zur dynamischen Preisbildung herangezogen werden und durch „Yield Management“<sup>12</sup>, Preisverhandlung und Auktionen automatisch eine Optimierung der Ressourcenbindung durch Preisbildung erzielen.

Der zweite wichtige Bereich ist die Generierung neuer Services. Wir haben schon diskutiert, wie das Web der Daten viele neue Anwendungen und Services ermöglicht. Weitere Beispiele sind die einfache Generierung von Mehrwertnetzen in denen mehrere Serviceanbieter zusammen neue Services generieren. Ein Beispiel ist American Express Travel<sup>13</sup>, bei dem eine Bezahlösung (American Express) ein Ökosystem von Dienstleistungsanbietern im Tourismusbereich formiert. Ein anderes Beispiel ist Seekda<sup>14</sup>, dass es touristischen Anbietern wie Hoteliers erlaubt, sich in andere Serviceanbieter und andere Serviceanbieter in das eigene Angebot zu integrieren. Amazons „Mechanical Turk“<sup>15</sup> ist dabei ein weiterer interessanter Ansatz dafür, wie menschliche und mechanische Problemlösungen in einer für den Kunden transparenten Weise integriert werden können.

### 3 ZUSAMMENFASSUNG

Die Unterstützung der modernen Serviceökonomie durch Internet und Webtechnologie ist von entscheidender Bedeutung für die Wettbewerbsfähigkeit entwickelter Ökonomien. Semantische Technologien liefern hier einen wesentlichen Beitrag, da sie durch

<sup>11</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Bounded\\_rationality](http://en.wikipedia.org/wiki/Bounded_rationality)

<sup>12</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Yield\\_management](http://en.wikipedia.org/wiki/Yield_management)

<sup>13</sup> <https://axptravel.americanexpress.com/consumertravel/travel.do?a=book-flights>

<sup>14</sup> <http://www.seekda.com/>

<sup>15</sup> <https://www.mturk.com/mturk/welcome>

die Mechanisierung von Aufgaben, basierend auf maschinenverstehbaren Beschreibungen von Daten, Services und Ressourcen, die Kosten minimieren und so erlauben, auf weltweiter Ebene zu skalieren. Die Entwicklung von webbasierten Beschreibungsformalismen für Services wie in der Initiative „Internet of Services“ ist dabei ein zentraler nächster Schritt.<sup>16</sup>

---

<sup>16</sup> <http://www.internet-of-services.com/>



## TEIL 2: THESEUS USE-CASES



## > CONTENTUS – NEXT GENERATION MULTIMEDIA LIBRARY

NICOLAS FLORES-HERR/STEFAN EICKELER/JAN NANDZIK/STEFAN PAAL/  
IULIU KONYA/HARALD SACK

CONTENTUS ist ein Anwendungsszenario des Forschungsprogramms THESEUS, welches durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie gefördert wird. Die Deutsche Nationalbibliothek (DNB) leitet das Projekt. Weitere Partner sind die Deutsche Thomson OHG (DTO, ein Tochterunternehmen von Technicolor), das Institut für Rundfunktechnik (IRT), das Fraunhofer Institut für Nachrichtentechnik - Heinrich-Hertz-Institut (HHI), das Fraunhofer Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme (IAIS), das Hasso-Plattner-Institut (HPI) und die mufin GmbH.

### ZIELE VON CONTENTUS

In rund 30.000 Bibliotheken, Museen und Archiven Deutschlands lagern Millionen von Büchern, Bildern, Tonbändern und Filmen. Das Forschungs- und Entwicklungsprojekt CONTENTUS schafft technische Lösungen und Konzepte, wie dieses kulturelle Erbe einer möglichst großen Zahl von Menschen zugänglich gemacht werden kann. Konkret unterstützt das Projekt Kultureinrichtungen und Informationsanbieter darin, einen internetbasierten und medienübergreifenden Zugriff auf Wissens- und Kulturgüter anzubieten.

Multimediale Sammlungen von Bibliotheken, Medienarchiven und Sendeanstalten werden durch die von THESEUS und CONTENTUS geschaffene internetbasierte Wissensinfrastruktur zum Teil zu einer neuen Informations- und Interaktionskultur: der Next-Generation Multimedia Library (siehe Abbildung 1).

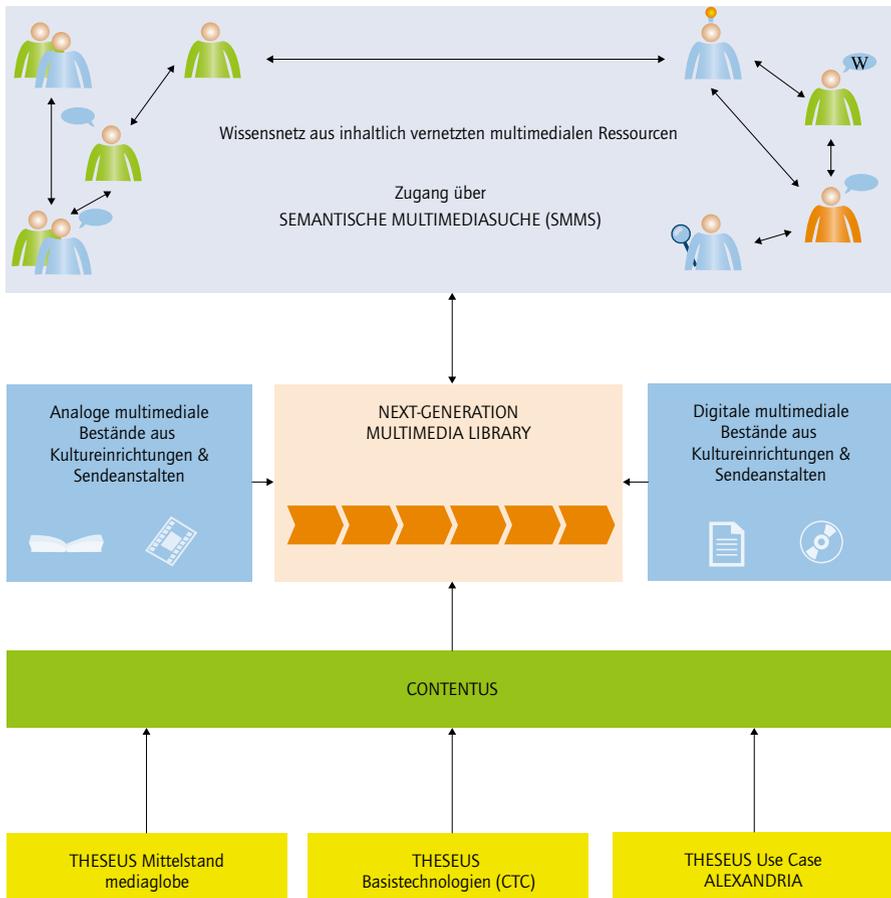
Im Zentrum steht der semi-automatische Aufbau eines Wissensnetzes: ein Netz aus Fakten, die den Bestand beschreiben und seine inneren Zusammenhänge sichtbar machen – Fakten, die sowohl von einem Experten oder interessierten Nutzer als auch, rein maschinell, durch einen Algorithmus zur Inhaltsanalyse von Medien hervorgebracht werden können.

Eine semantische Multimediasuche (SMMS) ermöglicht dem Nutzer einen intuitiven Zugang zu und eine medienübergreifende Suche in diesem Wissensnetz (siehe Abbildung 1, grauer Kasten). Des Weiteren wird es Anbietern von Inhalten (blau) ermöglicht, effizient die Qualität ihrer digitalisierten multimedialen Inhalte automatisch zu bestimmen und diese an die Nutzeranforderungen anzupassen. Mit Hilfe der Technologien in CONTENTUS kann ein effizientes Qualitätsmanagement für digitalisierte multimediale

Inhalte realisiert werden, was zum Beispiel bei einer Einspeisung von Ressourcen (mit hohem Durchsatz und Datenvolumen) in das Wissensnetz nutzbringend eingesetzt werden kann.

Grundlage für die Next-Generation Multimedia Library ist eine kohärente Sammlung von Methodologien, Werkzeugen und Verfahren für Inhalteanbieter mit großen multimedialen Beständen. Zur Erreichung dieses Ziels kooperiert CONTENTUS (grün) mit verschiedenen Vorhaben aus THESEUS: dem Anwendungsszenario ALEXANDRIA (gelb), dem Core Technology Cluster (gelb) und MediaGlobe (gelb), einem KMU-Projekt.

Abbildung 1: CONTENTUS als Technologielieferant für die Next-Generation Multimedia Library, einer internetbasierten Wissensinfrastruktur.



## TECHNOLOGIEN

Zur Realisierung der Vision der Next-Generation Multimedia Library werden im Rahmen von CONTENTUS Technologien und Konzepte zur effizienten Verarbeitung multimedialer Inhalte entwickelt. Diese dienen dazu, multimediale Bestände aufzubereiten, zu erschließen und schließlich zugänglich zu machen. Ziel ist es, eine umfassende Lösung für Bibliotheken und Medienarchive anzubieten, die alle notwendigen Verarbeitungsschritte beinhaltet. Zusammen ergibt sich eine Prozesskette, wie sie in Abbildung 2 dargestellt ist.

Abbildung 2: CONTENTUS-Prozesskette zur Verarbeitung analoger und digitaler multimedialer Inhalte. CONTENTUS-Technologien decken alle essenziellen Verarbeitungsschritte vom analogen Medium bis hin zur semantischen Multimediastuche ab.



Die jeweiligen zur Realisierung der Prozesskette benötigten Technologien sind auf Bedürfnisse von Bibliotheken, Medienarchive und Rundfunkanstalten abgestimmt. Dies wird durch die Deutsche Nationalbibliothek und das Institut für Rundfunktechnik sichergestellt

Neben dem für analoge Medien notwendigen ersten Schritt der Digitalisierung sind folgende Schritte wichtig:

- **Automatische Qualitätsoptimierung:** Mittels Hochdurchsatzverfahren ist es möglich, in kurzer Zeit große Mengen analoger Materials zu digitalisieren. Je schneller der Prozess ist, desto höher ist aber auch die Wahrscheinlichkeit, dass einzelne digitale Abbilder fehlerbehaftet sind – Druckseiten verknicken, Filme verkratzen oder verschmutzen, Videobänder werden beschädigt, Tonaufnahmen übersteuern, oder einzelne Seiten und Titel fehlen ganz. Darüber hinaus kann der Archivbestand aus Lagerungs- und Veraltungsgründen schon beschädigt vorliegen. Auch wenn die Digitalisierung ohne Fehler verläuft, kann es sein, dass

die Originale bereits mit Qualitätsproblemen behaftet sind (z. B. Flecken und Risse auf Buchseiten, Kratzer und Staub bei audiovisuellen Aufnahmen), die sich auf die digitalisierten Inhalte übertragen. Deren manuelle Prüfung und Aufbereitung ist einer der größten Kostenfaktoren beim Aufbau von digitalen Archiven. CONTENTUS widmet sich dieser Problematik durch die Entwicklung von Verfahren zur automatischen Erfassung und Optimierung der Qualität und zur Erzeugung von Präsentationsformaten. Für Bibliotheken und Sendeanstalten soll die Qualität großer Mengen digitalisierter Inhalte effizient erfassbar werden, so dass im Fehlerfall eine Neudigitalisierung stattfinden kann, bevor der analoge Träger weiterem alterungsbedingtem Verfall anheimfällt. Weiterhin können zu jeder Zeit digitalisierte multimediale Inhalte in schlechter Qualität mit neuen Verfahren gezielt erneut optimiert werden. Da die Güte der automatisch extrahierten Metadaten – insbesondere der deskriptiven Metadaten, welche für die Suche relevant sind – oft stark von der Bild-, Ton- bzw. Videoqualität abhängt, ist ein effizientes Qualitätsmanagement von digitalisiertem Material von großer Wichtigkeit für den späteren Zugriff auf die Inhalte.

- **Automatische Inhaltsanalyse:** Die Nutzererwartungen hinsichtlich der Durchsuchbarkeit sind durch das digitale Abbild eines analogen Mediums, wie es aus der Analog/Digital-Wandlung bzw. aus der Qualitätsoptimierung kommt, in der Regel noch nicht erfüllt. Ein Abbild einer Buchseite, eine Videodatei eines Filmes oder eine Audiodatei eines Tonbandes sind, ohne ihren Inhalt zu kennen, für den Nutzer praktisch wertlos, insbesondere wenn es sich um große Mengen von Inhalten handelt. Darum werden automatische Verfahren zur inhaltlichen Beschreibung der Medien auf die unbearbeiteten „Rohinhalte“ angewendet, um ihre Auffindbarkeit deutlich zu erhöhen. Zum Einsatz kommen u. a. Verfahren zur Strukturierung, zur Objekt- und Texterkennung, Personen- und Stichworterkennung, Sprecher- und Spracherkennung sowie zur Ermittlung musikalischer Eigenschaften. Zudem können sich kulturelle Institutionen, durch solche automatische Verfahren entlastet, auf ihre Kernkompetenz konzentrieren: die intellektuelle Erschließung von Medien. Sprache, Musik, Videos und andere Dokumente werden mit Hilfe von Technologien aus CONTENTUS maschinenlesbar – dies bildet die Grundlage dafür, dass man die Inhalte später automatisch kategorisieren sowie gezielt nach Werken mit bestimmten Eigenschaften suchen kann (siehe Abbildung 2 Schritt 3).
- **Semiautomatische semantische Verknüpfung:** Zunächst werden, basierend auf den zuvor extrahierten Metadaten, inhaltlich verwandte Medien identifiziert und miteinander verknüpft. Zusätzlich können die Inhalte auf diese Weise auch mit externen Informationsquellen – z. B. den bereits vorhandenen Metadaten kultureller Einrichtungen oder kollaborativ gepflegten Datenbeständen aus der Wikipe-

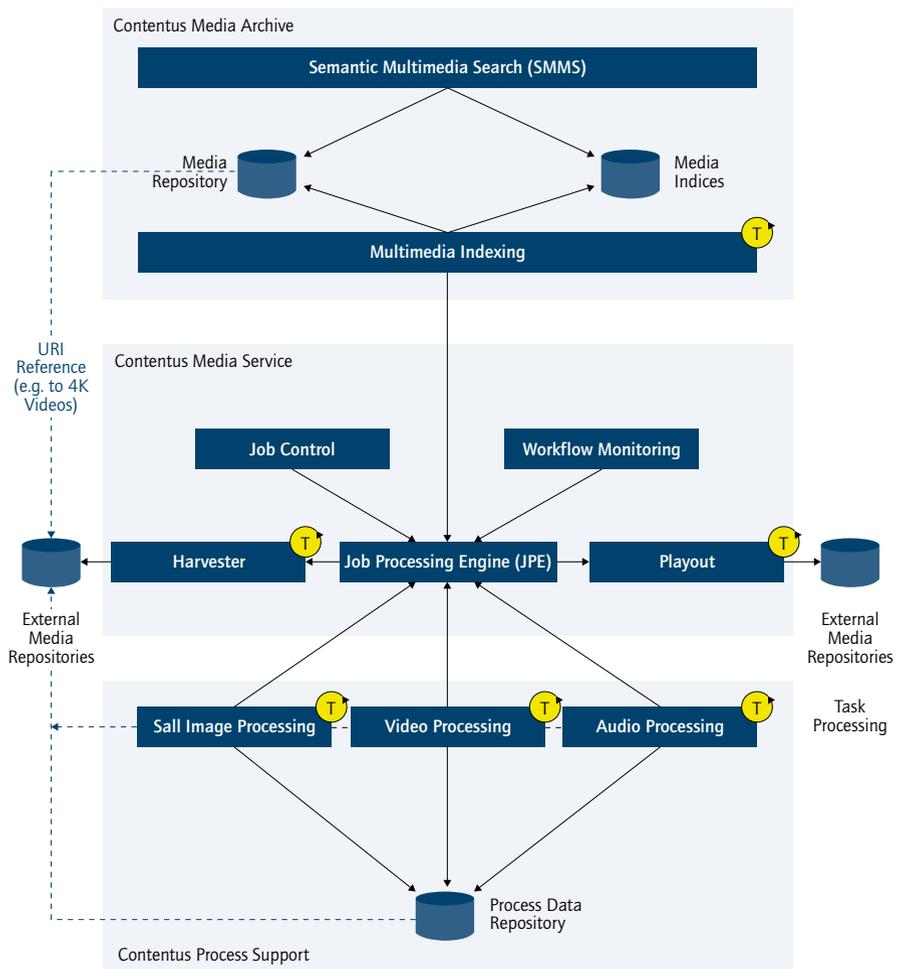
dia – in Verbindung gebracht werden. Dabei werden die gewonnenen Fakten semantisch vernetzt und mit den externen Informationen so in Beziehung gesetzt, dass sie von Computern interpretiert und weiterverarbeitet werden können. Mit Hilfe einer formalen Sprache (z. B. dem W3C-Standard Resource Description Framework (RDF)) kann beispielsweise modelliert werden, dass Person A mit Person B verwandt ist, Musikstück 1 ähnlich zu Musikstück 2 ist oder es kann eine direkte Verbindung eines im Video gefundenen bekannten Politikers mit allen Beiträgen aus dem News-Bereich hergestellt werden. Die Verwendung einer derart modellierten Wissensbasis eröffnet neue Nutzungsszenarien wie maschinelles Schlussfolgern („Reasoning“), so dass neben einer klassischen Volltextsuche auch komplexere Anfragen durchführbar sind: z. B. „Finde langsame Gitarrenstücke von einer Band, in der Eric Clapton einmal Mitglied war“. Darüber hinaus eröffnen standardisierte Technologien und Konzepte, insbesondere aus dem „Semantic Web Stack“ des W3Cs, Kultureinrichtungen und Informationsanbietern neue Möglichkeiten für Interoperabilität und Datenaustausch.

- **Öffnung der Wissensnetze und Community Building:** Durch die Veröffentlichung von Metadaten als Linked Open Data und die Einbindung sozialer Wissensnetzwerke können Inhalte und Metadaten mit einem großen Kreis von Benutzern geteilt werden. Linked Open Data und soziale Netzwerke werden in Zukunft sowohl die Sichtbarkeit unseres digitalisierten kulturellen Erbes im Internet erhöhen als auch eine tragende Rolle bei der Ausweitung der Kooperationsradien von Kultur- und Gedächtniseinrichtungen spielen. Bei der Vernetzung mit anderen Institutionen stehen neben weiteren Kultureinrichtungen zusätzlich kommerzielle Inhalteanbieter (z. B. Verlage, Video-Portale, Tonträgerhersteller, Buchhandel) im Fokus. Im Rahmen der Kooperation der THESEUS-Projekte CONTENTUS und ALEXANDRIA werden in Zukunft Konzepte und Technologien für die Einbeziehung von Netzwerken aus Nutzern erarbeitet.
- **Semantische Multimediasuche:** Ein wichtiger Bestandteil der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in CONTENTUS ist die semantische Multimediasuche. Hierbei sollen, durch semantische Technologien gestützt, Endnutzer Zugang zu den Inhalten aus dem Wissensnetz (Abbildung 1) erhalten. Weiterhin sollen sie in die Lage versetzt werden, zufällige und unerwartete Inhalte zu finden (Serendipity) und explorativ in multimedialen Sammlungen zu stöbern. Auf diese Weise eröffnet CONTENTUS neue Möglichkeiten zur Wissensnavigation und -recherche.

## CONTENTUS: DIENSTBASIERTER WORKFLOW ZUR MEDIENVERARBEITUNG

Für die automatisierte Erschließung von Multimediadaten wurde eine Dienstplattform konzipiert und realisiert, welche die verschiedenen CONTENTUS-Prozessierungskomponenten in die medienspezifischen Workflows einbindet. Die Dienstplattform besteht dazu aus einer Job Processing Engine (JPE), die die Workflow-Steuerung übernimmt und aus sogen. Task Prozessoren (TP), die jeweils einen Schritt ausführen (siehe Abbildung 3).

Abbildung 3: Dienstplattform zur automatisierten Erschließung von Multimediainhalten



Ein besonderes Merkmal ist die beliebige Verteilung und Skalierung der TP, z. B. in einer Cloud, zur Verarbeitung von großvolumigen Medienbeständen. Damit konnte im Projekt vor allem die aufwendige Audioanalyse um ein Vielfaches beschleunigt werden. Dazu gehört auch die Möglichkeit zur Nutzung spezifischer TP „vor Ort“, zum Beispiel einer Kultureinrichtung. Dieser Betriebsmodus bietet bei der zur Verarbeitung großer Multimediaobjekte Vorteile, weil hierdurch die Verarbeitungszeit zu verkürzt wird (z. B. bei der Segmentierung und Konvertierung von HD-Videos). Weiterhin können TP auch dynamisch zur Laufzeit hinzugefügt und entfernt werden, so dass gerade in Cloud-Umgebungen eine dynamische Anpassung der Verarbeitungsleistung und -merkmale vorgenommen werden kann.

Über eine Webservice-Schnittstelle kann die Dienstplattform und die CONTENTUS Prozesskomponenten auch in anderen Anwendungssystemen, wie z. B. die Deutsche Digitale Bibliothek (DDB)<sup>1</sup>, eingebunden werden. Externe Medienquellen können dazu eingelesen (Harvester), erschlossen und die Verarbeitungsergebnisse (Playout) anschließend wieder ausgespielt werden. Das System ist hierzu mehrmandantenfähig, so dass die gleiche Infrastruktur verschiedene Anwendungsszenarien bedienen kann.

Für die Kontrolle der aktuellen Verarbeitung durch einen Operator steht ein Webinterface (Workflow Monitoring) zur Verfügung, welches die einzelnen Jobs und die damit verbundenen Tasks visualisiert. In Abbildung 4 ist der Bearbeitungsfortschritt einer Prozessierung von audiovisuellen Inhalten zu sehen, in der beispielhaft die Audiotranskription durch die Workflowsteuerung adaptiv auf mehrere Task Prozessoren verteilt wurde. Der Ausführungszustand eines einzelnen Jobs aber auch des kompletten Systems kann darüber jederzeit leicht abgerufen werden.

Abbildung 4: Workflow Monitoring der automatisierten Prozessierung von digitalen audiovisuellen Inhalten

**Job Info**

JobId	2a2a98521e381555010d2ea89012b5a50a10c004f42	Title	<a href="#">tagesschau_100213.mp4</a>
Type	ASSET_PROCESS	Queued	29.09.2010-22:49:47
Customer	mediaportal demo	Started	29.09.2010-22:49:47
Status	<b>RUNNING</b>	Ended	
asset.id	<a href="#">6b61545c-a051-4d05-8150-186a76bb12f2</a>		

**Workflow**

Type	Queued	Started	Ended/Alive	Execution Result
<a href="#">MEDIASERVICE AUDIO SPEECH RECOGNITION</a>	29.09.2010-22:51:25			<b>QUEUED</b> UNKNOWN
<a href="#">MEDIASERVICE AUDIO SPEECH RECOGNITION</a>	29.09.2010-22:51:25	29.09.2010-22:51:25	29.09.2010-22:51:25	<b>RUNNING</b> UNKNOWN
<a href="#">MEDIASERVICE AUDIO SPEECH RECOGNITION</a>	29.09.2010-22:51:25	29.09.2010-22:51:25	29.09.2010-22:51:25	<b>RUNNING</b> UNKNOWN
<a href="#">MEDIASERVICE AUDIO SPEECH RECOGNITION</a>	29.09.2010-22:51:25	29.09.2010-22:51:25	29.09.2010-22:51:25	<b>RUNNING</b> UNKNOWN
<a href="#">MEDIASERVICE AUDIO SPEECH RECOGNITION</a>	29.09.2010-22:51:25	29.09.2010-22:51:25	29.09.2010-22:51:25	<b>RUNNING</b> UNKNOWN
<a href="#">MEDIASERVICE AUDIO SPEECH RECOGNITION</a>	29.09.2010-22:51:25	29.09.2010-22:51:25	29.09.2010-22:51:25	<b>RUNNING</b> UNKNOWN
<a href="#">MEDIASERVICE AUDIO SPEECH RECOGNITION</a>	29.09.2010-22:51:25	29.09.2010-22:51:25	29.09.2010-22:51:25	<b>RUNNING</b> UNKNOWN
<a href="#">MEDIASERVICE AUDIO SPEECH RECOGNITION</a>	29.09.2010-22:51:25	29.09.2010-22:51:25	29.09.2010-22:51:25	<b>RUNNING</b> UNKNOWN
<a href="#">MEDIASERVICE AUDIO BALANCE SPEECH SEGMENTS</a>	29.09.2010-22:51:04	29.09.2010-22:51:04	29.09.2010-22:51:25	<b>FINISHED SUCCESS</b>
<a href="#">MEDIASERVICE ASSET CONVERT</a>	29.09.2010-22:50:01	29.09.2010-22:50:09	29.09.2010-22:51:25	<b>FINISHED SUCCESS</b>

<sup>1</sup> <http://www.deutsche-digitale-bibliothek.de/>

Neben der Überwachung der eigentlichen Verarbeitung stehen weitere Administrationsansichten bereit, die eine Auswertung und Begutachtung der Verarbeitungsergebnisse im Workflow erlauben.

Die wiederkehrenden Arbeitsschritte zur inhaltlichen Erschließung werden modularisiert. Aus ihnen können dadurch spezifische Verarbeitungsketten für neue Medientypen erstellt werden, welche automatisiert und parallelisiert ablaufen, um eine unbeaufsichtigte Massenverarbeitung zu ermöglichen.

Innerhalb von CONTENTUS wurden in Abhängigkeit des Medientyps maßgeschneiderte Workflows definiert und realisiert: Printdokumentverarbeitung (z. B. Zeitungen, Bücher und Presseclippings), Fotos und audiovisuelle Daten. Die Ergebnisse dieses medientypabhängigen Workflows werden anschließend in einem gemeinsamen Workflow semantisch angereichert und verlinkt.

Im Folgenden werden anhand des Beispiels der Medientypen Print und Audio/Video die Prozessierung von Inhalten detailliert dargestellt.

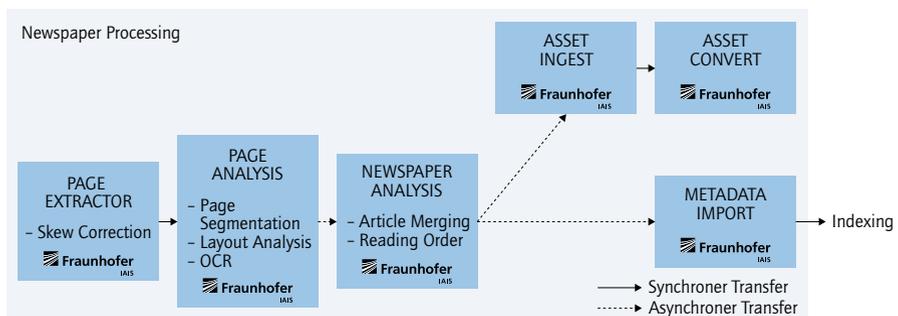
## PRINTDOKUMENTENVERARBEITUNG

Speziell für die Verarbeitung von digitalisierten Printdokumenten wurden für das CONTENTUS-Anwendungsszenario Workflows konzipiert und Medien mit der Dienstplattform verarbeitet. In Abschnitt 0 wird beispielhaft die Verarbeitung von Büchern und Zeitungen vorgestellt und detailliert beschrieben (siehe Abbildung 5 und Abbildung 12).

### ZEITUNGEN

Der Workflow zur Zeitungsverarbeitung hat die meisten Arbeitsschritte. Der erste Schritt ist die Freistellung der Seiten mit Korrektur von Verzerrungen. Die folgenden Schritte sind die geometrische und die logische Layoutanalyse. Erst danach werden die Digitalisate und die Ergebnisse ins Repository eingelesen.

Abbildung 5: Workflow für die Verarbeitung digitalisierter Zeitungen



## GEOMETRISCHE LAYOUTANALYSE

Die geometrische (oder physikalische) Layoutanalyse unterscheidet zwischen den verschiedenen Bereichen einer gedruckten Seite. Es werden Text, Bilder, Grafiken, sowie trennende horizontale und vertikale Linien und trennende Bereiche identifiziert. Im Rahmen von CONTENTUS wurde ein Seitensegmentierer entwickelt, der insbesondere bei schwierigen Layouts, wie es bei Büchern, Zeitungen und Zeitschriften vorkommt, gute Ergebnisse liefert.

Es wurden verschiedene Verfahren kombiniert und optimiert:

- 1) **Vorverarbeitung.** Es wird eine Binarisierung des Zeitungsscans durchgeführt.
- 2) **Black Separator Detection.** Die Qualität der horizontalen und vertikalen Separierungslinien werden durch Morphologische Operatoren verbessert und anschließend die „Directional Single-Connected Chain“ (DSCC) extrahiert. Die resultierenden DSCC werden anhand ihrer Größe gefiltert. Folgendes Bild zeigt die DSCC und die Filterschritte:

Abbildung 6: Darstellung der DSCC und Filterschritte.

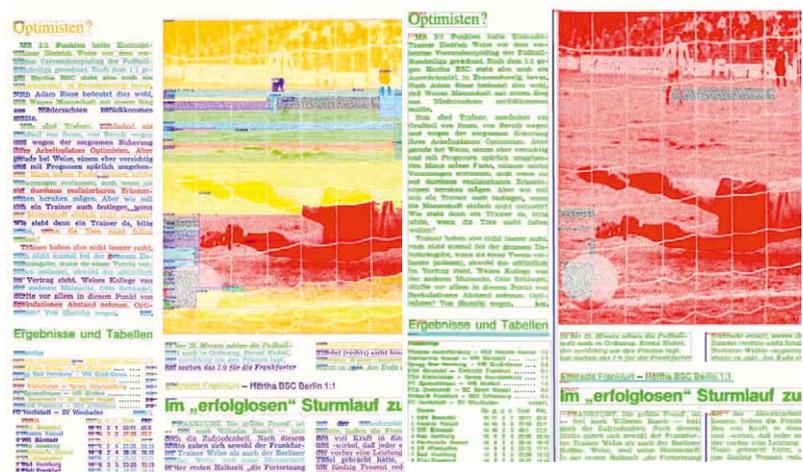




- 4) **Page Segmentation.** Hier wird ein hybrider Ansatz verwendet, der aus einem „Bottom-Up“ Prozess, der von Top-Down Informationen über die Spalten gesteuert wird, besteht. Die Informationen über die Spalten wurden durch dynamische Programmierung aus den Listen der Separatoren erzeugt. Die Unterscheidung zwischen Text und Nicht-Text wird anhand der statistischen Eigenschaften von Text entschieden.

Folgendes Bild zeigt die vereinfachten Zeilen eines Bildes vor und nach der Filterung:

Abbildung 8: Page Segmentation. Die Bilder zeigen die vereinfachten Zeilen eines Bildes vor (links) und nach (rechts) der Filterung.



- 5) **Text Line and Region Extraction.** Die Erkennung der exakten Zeilen ist eine Verfeinerung der Textbereichserkennung des vorhergehenden Schritts. Textregionen mit ähnlichen Eigenschaften werden anhand von Merkmalen wie der Strichstärke und der x-Höhe bestimmt.

Abbildung 9: Ergebnis der Seitensegmentierung auf einer Seite der Jahreschronik (rot: Foto, grün: Text, blau: weiße Separatoren, türkis: horizontale Separatoren, dunkelblau: vertikale Separatoren)

**JAHRESRÜCKBLICK**

**21. JANUAR**

### Themse-Wal nicht zu retten



Der Versuch, einen etwa elf Jahre alten Nördlichen Entenwal lebend aus der Themse zu bergen, ist trotz großer Anstrengungen vergeblich. Das Weibchen hatte sich von der Nordsee in den Fluss verirrt und schwamm am Vortag, von Zehntausenden bestaunt, durch das Zentrum von London. Mehrfach verletzt, strandet die Walkuh bei Ebbe. Zwar gelingt es, das 5,85 m lange und rd. 4 t schwere Tier mit Hilfe eines aufblasbaren Pontons auf einen Lastkahn zu hieven, doch der Versuch, es über 70 km Entfernung lebend wieder in die Nordsee zu bringen, hat keinen Erfolg. Millionen Menschen an den Fernsehschirmen sind Zeuge der Rettungsaktion. Zwar wird der Meeressäuger ständig feucht gehalten, doch das gestresste Tier verendet in den Abendstunden. Die Todesursache ist – das ergibt die Obduktion – eine Kombination von Austrocknung, Muskelschäden und Nierenversagen.

Helfer bespritzen den Meeressäuger im Bord des Lastkahns mit Wasser.

**23. JANUAR**

### Zugunglück in Montenegro



Das schwerste Eisenbahnunglück in der Geschichte Montenegros forderte 184 Menschenleben. Weitere 198 Personen werden verletzt, als bei Ebbe 15 km nordöstlich der Hauptstadt Podgorica ein Regionalzug aus den Schienen springt und einige Waggons 50 m tief in eine Schlucht des Flusses Moraca hinabstürzen.

Rettungskräfte suchen in den Trümmern der Waggons nach Überlebenden.

**27. JANUAR**

### Die Welt feiert Mozart



Die internationale Musikwelt begeht den 250. Geburtstag des Komponisten Wolfgang Amadeus Mozart. Seine scheinbar ewig jungen Kompositionen erklingen in seiner Geburtsstadt Salzburg ebenso wie in Wien.

Wo er am 5. Dezember 1791 starb, schon mit fünf Jahren hatte der Sohn des Hofmusikers Leopold Mozart angefangen zu komponieren. Sein Gesamtwerk umfasst 626 Werke, darunter 40 Sinfonien und 22 Opern.

Der Schauspieler Markus Zarl als Mozart beim Ballett-Unterricht.

**19. JANUAR**

### Aus für Republikpalast



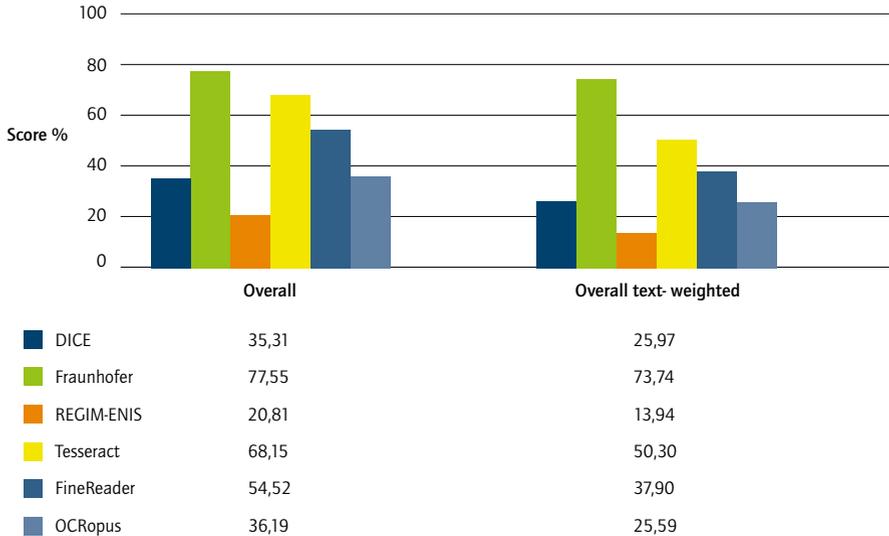
Der Palast der Republik in Berlin wird nach dem Votum des Bundestages endgültig abgerissen. Gegen die Anträge von Bündnis 90/Die Grünen und Linkspartei für ein Abriss-Moratorium bzw. den Erhalt des Gebäudes stimmt die große Mehrheit für die Demontage des Baus, von dem seit einer Asbestsanierung nur noch eine Ruine steht. Der Bundestag hatte bereits im Juli 2002 für die Beseitigung gestimmt und dies im November 2003 bestätigt. Der Abriss, dessen Kosten auf rd. 12 Mio. € taxiert werden, soll bis 2007 abgeschlossen sein. Bis mit dem Neubau begonnen wird, soll zunächst ein Risenfliche das Areal beackern. Nach Aussage von Bundesbauminister Wolfgang Tiefensee (SPD) werde das dort geplante Humboldt-Forum vor 2018, 2020 kaum eröffneten können.

Der Palast der Republik entstand zwischen 1973 und 1976 als Sitz der von der SED dominierten Volkskammer und Schauplatz von SED-Parteitag. Das Haus würde aber auch für kulturelle Veranstaltungen genutzt und war mit über einem Dutzend Gaststätten und Cafés ein beliebter Treffpunkt.

Schulzberge vor dem Palast der Republik

Das Seitensegmentierungsverfahren hat an dem „Page Segmentation Contest“ der „International Conference on Document Analysis and Recognition“ teilgenommen. Hier hat es mit deutlichem Abstand – noch vor Google, welches unter „OCropus“ firmiert – den ersten Platz belegt (siehe Abbildung 10).

Abbildung 10: CONTENTUS-Technologie siegt im Wettbewerb. PRIMA Segmentierungsmaß auf dem IC-DAR09 Page Segmentation Competition Datensatz.



## LOGISCHE LAYOUTANALYSE

Die logische Layoutanalyse segmentiert eine Dokumentenseite in die einzelnen Artikel. Diese Zerlegung ist besonders für Zeitschriften und Zeitungen wichtig, da Artikel zu unterschiedlichen Themen auf einer Seite vorhanden sind. Es wäre für eine weitergehende semantische Analyse sehr störend, wenn diese Artikel zu einem Seitentext kombiniert würden. Bei Büchern sind ähnliche Probleme vorhanden. In der Regel ist hier aber die Anzahl von Artikeln oder Kapiteln geringer.

Die Artikelseparierung arbeitet durch die Kombination von mehreren Verfahren:

- 1) Alle Blockpaare der Seitensegmentierung werden betrachtet und diesen Paaren werden Kantengewichte zugeordnet. Die Kantengewichte ergeben sich aus der geometrischen Anordnung, Schriftähnlichkeit und der Anzahl der Separatoren zwischen den Blöcken.
- 2) Der „Minimum Spanning Tree“ der Blöcke mit den Kantengewichten wird berechnet.
- 3) Eine vorläufige Artikelsegmentierung wird über die Textgrößen vorgenommen. Hierbei wird davon ausgegangen, dass die Artikelüberschrift größer als der Artikeltext ist.

- 4) Über die Lesereihenfolge können die Blöcke eines Artikels richtig sortiert werden.
- 5) Mit Hilfe von Nachbearbeitungsregeln werden verbleibende Artikelblöcke ohne Überschrift bestehenden Artikeln zugeordnet.

Abbildung 11: Verarbeitungsschritte bei der Artikelsegmentierung: Initialer Graph, Minim Spanning Tree, vorläufige Artikelsegmentierung und Lesereihenfolge, fusionierte Artikel

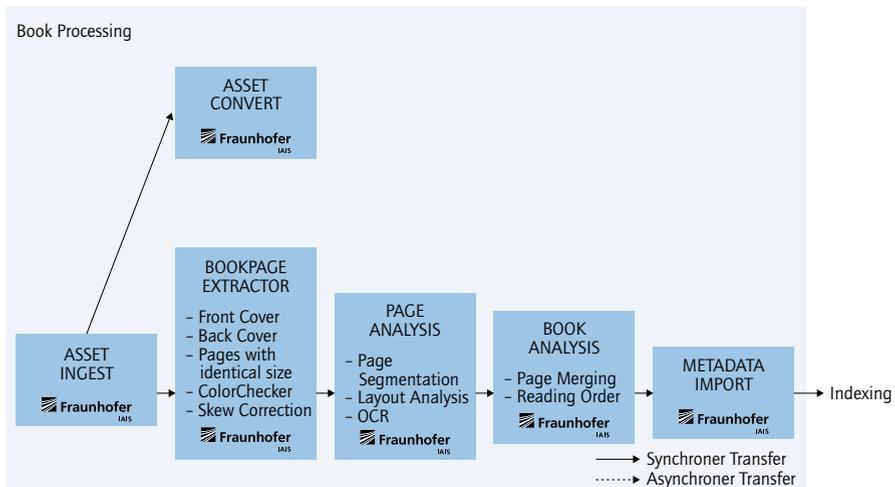


## BÜCHER

Die Richtlinien zur Buchdigitalisierung sind für die exakte Verarbeitung zu ungenau. Informationen über die Reihenfolge der Inhalte werden bei der Digitalisierung nicht aufgenommen und müssen daher automatisch bestimmt werden.

Eine weitere wichtige Randbedingung für die Seitenextraktion bei Büchern ist die exakt gleiche Größe aller Seiten für den Page-Flip Effekt bei der Buchdarstellung. Die optimale Seitengröße wird anhand von Samples innerhalb des Buches bestimmt. Anschließend wird die Seitengröße auf alle Seiten des Buches bei der Seitenextraktion angewendet.

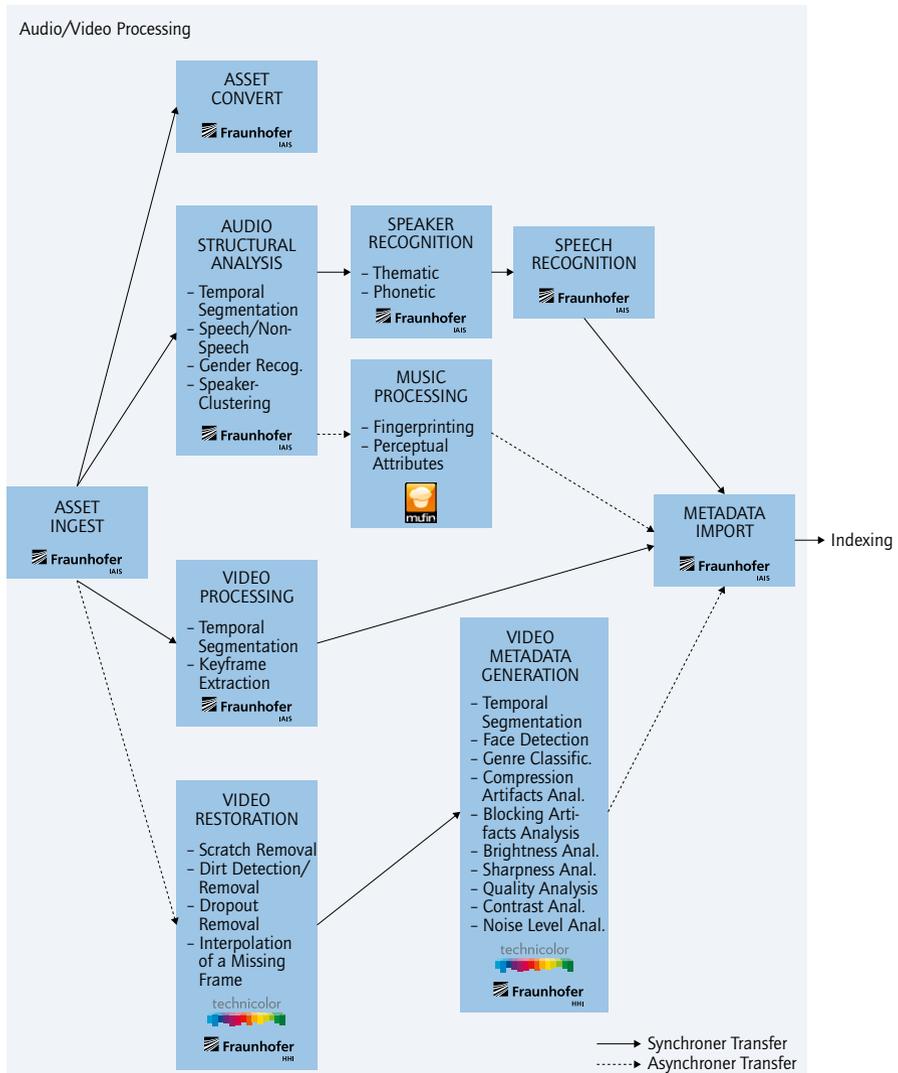
Abbildung 12: Workflow für die Verarbeitung von digitalisierten Büchern



## VERARBEITUNG VON AUDIO/VIDEO MATERIAL

Der Workflow für die Verarbeitung von A/V kann Videosequenzen mit Ton sowie Videosequenzen ohne Ton und reine Audioaufnahmen verarbeiten (siehe Abbildung 13). Hier sind die Verarbeitungs-Module vom Fraunhofer IAIS synchron in den Workflow eingebunden. Für die Verarbeitung von großen Mengen von Videosequenzen gibt es ein vereinfachtes Videoverarbeitungsmodul von IAIS.

Abbildung 13 Workflow für die Verarbeitung von audiovisuellen Inhalten



Für die manuelle Qualitätskontrolle von automatisch erzeugten Metadaten wurde ein Webinterface geschaffen, welches diese übersichtlich präsentiert (siehe Abbildung 14)

Abbildung 14: Qualitätskontrolle der automatisierten AV-Daten-Prozessierung

**AssetId:** c5c73b41-e56e-4d65-09d2-5db3bbb4e17e

**Title:** tegesschau-100214.mp4

**MimeType:** video/mp4

**Size:** 21197862 Bytes

**Duration:** 00:14:00

**Audio:** 40 audio segments

**Video:** 87 video segments



[Download Asset](#)

[Download Metadata](#)

[Show Job Info](#)

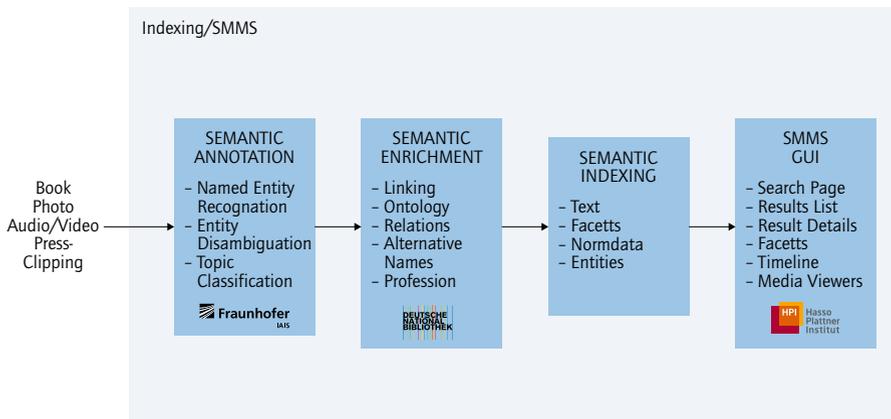


<p><b>Segment 8</b> Start: 00:01:07 Duration: 00:14</p> 	<p><b>00:01:09</b> ▶ Energie</p> <p><b>00:01:14</b> ▶ Energie</p>	<p><b>Segment 4</b> Start: 00:01:07 Duration: 00:14</p> <p>wenn die erneuerbare Energie in der Lage ist verlässlich die Kernenergie und die fossile Energie zu ersetzen dann soll sie das auch tun und dafür arbeiten allerdings auch mit wenig deutsch und macht auch am Asthma kommspondern wir wollen dass das ist das ab</p>	
<p><b>Segment 9</b> Start: 00:01:21 Duration: 00:16</p> 		<p><b>Segment 5</b> Start: 00:01:22 Duration: 00:16</p> <p>laut Atomkonsens denn auch unter Rot Grün ausgehandelt wurde ist neben Biblis Avenmütlich auch Neckarwestheim eins bald fällt im nächsten Jahr wahrscheinlich Biblis B Isar eins und dann später Philippsburgfast alle im Süden bei kommt von dort auch gegen entführen</p>	
<p><b>Segment 10</b> Start: 00:01:38 Duration: 00:10</p> 		<p><b>Segment 6</b> Start: 00:01:38 Duration: 00:10</p> <p>keine Rolle seines die jetzige Schwarz Gelbe Bundesregierung einfach das fortsetzt was Schröder zu viel und dafür gemacht habendes musste rasch klar dass Unfall für die Stamm wird denn derBaden Württemberg testen</p>	

## WORKFLOW FÜR SEMANTISCHE ANREICHERUNG UND SEMANTISCHE SUCHE

Die generierten Metadaten der vorherigen Verarbeitungsketten werden semantisch angereichert und in der semantischen Multimediasuche verwendet (siehe Abbildung 15).

Abbildung 15: Workflow für die Semantische Anreicherung und die Semantische Suche



Dabei werden die automatisch generierten semantischen Annotationen durch Information aus Ontologien angereichert. Diese integrierte semantische Information wird indiziert; der dabei entstandene Index geht in seiner Funktionalität weit über einen herkömmlichen Volltextindex hinaus. So können z. B. Volltexte über Personen auch über Eingabe ihres Berufes gefunden werden oder Personen-Entitätenseiten über Eingabe des Geburtsortes oder -jahres. Es wird zwischen verschiedenen Rollen für Personen in Dokumenten unterschieden, wie z. B. „Von-Person“ und „Über-Person“. Die GUI der SMMS greift über eine Web-Service Schnittstelle auf den Index zu. Zu einer Anfrage wird neben den Suchtreffern auch eine Liste von Facetten zurückgeliefert. Diese Facetten erlauben das weitere Einschränken des Suchergebnisses. Facetten werden z. B. aus den erkannten Entitäten oder Klassen gebildet, aber auch aus den Metadaten aus der Ontologie.

### SEMANTISCHE MULTIMEDIASUCHE

Die semantische Multimediastuche basiert auf dem semantischen Index, der aus automatisch und manuell erstellten Metadaten generiert wird. Die Erstellung des Indexes ist als separater Dienst in die im vorigen Abschnitt beschriebene Dienstplattform integriert.

Die grafischer Nutzeroberfläche für SMMS des aktuellen CONTENTUS-Prototyps (siehe auch Abbildung 16) besteht aus folgenden Elementen

1. Suchschlitz mit Anzeige des Suchpfads
2. Suchhistorie und darüber die Funktionen zur Sortierung der Ergebnisse
3. Eine kontextabhängige grafische Zeitleistendarstellung für das Publikationsdatum der dargestellten Suchergebnisse und darunter Suchfacetten
4. Suchergebnisse (Printmedien, AV-Medien, Audioaufnahmen, Orte usw.)

Zusätzlich zur Darstellung der Suchergebnisse kommen noch folgende zu visualisierende Kontexte hinzu:

- Darstellung der ausgewählten Ressource durch einen „Semantic Media Viewer“
- Darstellung der Detailinformation für eine ausgewählte Ressource aus den Suchergebnissen
- Detaildarstellungen von Entitäten inklusive einer grafischen Repräsentation ihres Beziehungsgeflechts mit anderen Entitäten.
- Darstellung der Metadaten einer ausgewählten Ressource mit der Möglichkeit der Nutzerinteraktion bezüglich persönlicher Metadaten, Bestätigung, Ablehnung oder Korrektur

- Darstellung eines „Medien-Warenkorbs“ mit dessen Hilfe der Benutzer ausgewählte Ressourcen zum persönlichen Gebrauch zwischenspeichern, aggregieren und - auf Metadatenebene - weiterbearbeiten kann
- Grafische Benutzeroberfläche für die Benutzer- und Benutzergruppenverwaltung sowie zur Administration und Verwaltung der Nutzerinteressenprofile („User Interest Profiles“); diese werden im Rahmen des Beitrags nicht gezeigt.

Sofern sich der Nutzer für ein Suchergebnis entschieden hat, kann er entweder per Semantic Media Viewer auf den multimedialen Inhalt - zur Zeit Audio-, AV- und Printmedien (inkl. Fotos) - zugreifen (siehe Abbildung 17 und Abbildung 18) oder Details zu einer der darin vorkommenden Entitäten, also zum Beispiel der Person „Ezer Weizmann“, ansehen (siehe Abbildung 19).

Abbildung 16: Die grafische Benutzeroberfläche für Suchergebnisse der CONTENTUS-SMMS

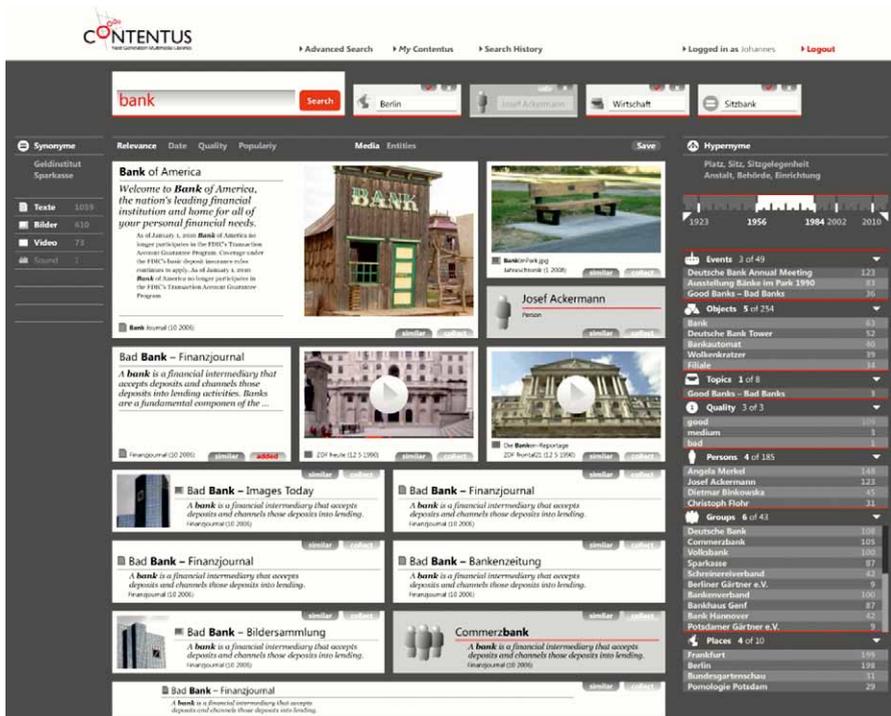
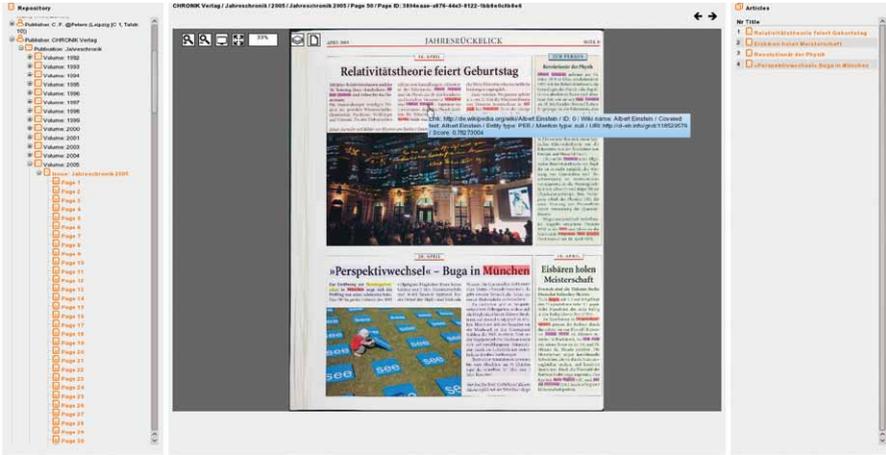


Abbildung 17: Der Semantic Book Viewer aus CONTENTUS mit digitalisiertem Dokument (links), Vorschau (rechts oben), OCR-erfasstem Text (rechts mitte) und erkannten Entitäten wie Organisationen (rechts unten).



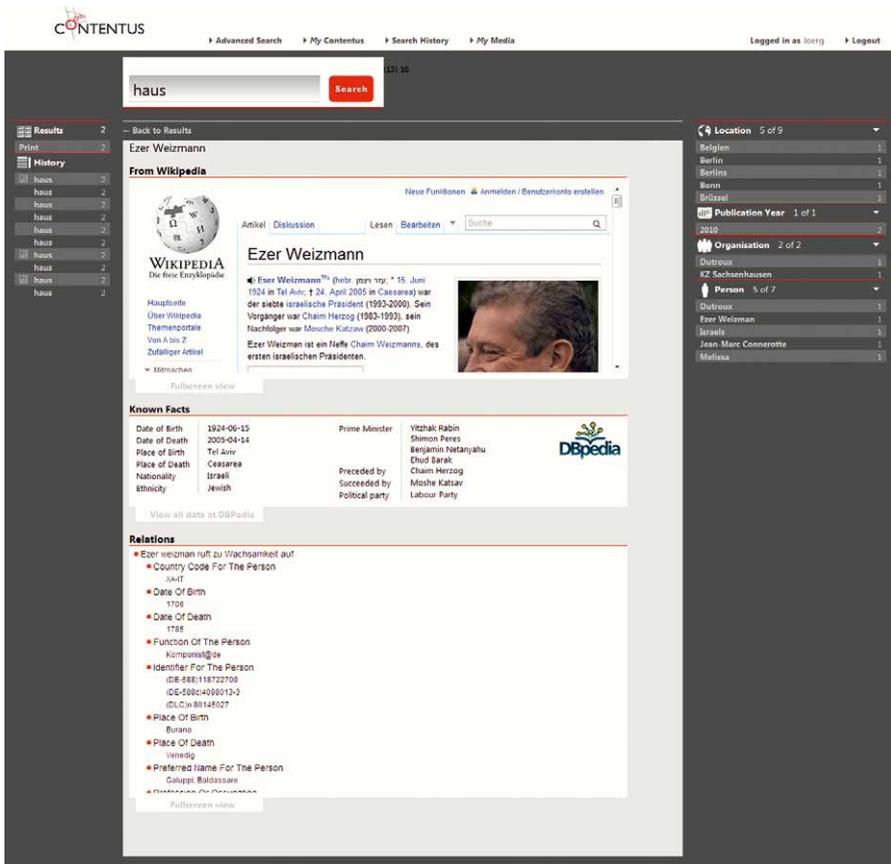
Der Semantic Book Viewer zeigt jeweils eine digitalisierte Seite eines Dokuments an und erlaubt mit der Maus das intuitive Zoomen und Blättern in der jeweiligen Publikation.

Abbildung 18: Der Semantic Book Viewer zeigt ein digitalisiertes Dokument einschließlich der hervorgehobenen Entitäten, welche automatisch aus dem Text extrahiert wurden.



Über ein GUI-Element lässt sich die Anzeige der erkannten Entitäten layoutgetreu ein- und ausschalten, so dass erkannte Personen, Orte und Institutionen leicht im Text identifiziert werden können. Beim Darüberfahren mit der Maus wird eine Infobox angezeigt und durch Klicken darauf weitere Informationen und Relationen zu der gewählten Entität angezeigt.

Abbildung 19: Anzeige von Entitätendetails: die CONTENTUS-SMMS-GUI zeigt Entitätenrelationen aus der CONTENTUS-Wissensbasis (unter „Relations“) kombiniert mit Informationen aus der Wikipedia und der DBpedia („Known Facts“).



## ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Mit Hilfe von CONTENTUS-Technologien sollen Nutzer in Zukunft einfacher im digitalisierten Kulturerbe recherchieren und navigieren – dies ist die Vision der Next-Generation Multimedia Library. Die Grundlage hierfür ist ein Workflow zur automatischen inhaltlichen und semantischen Erschließung von multimedialen Inhalten. Im Rahmen dieses Prozesses werden Metadaten zu den Multimediaobjekten erzeugt, Datensätze semantisch vernetzt und zu einer Wissensbasis zusammengefügt. Im Rahmen der semantischen Vernetzung können Medieninhalte ebenfalls mit externen Wissensquellen vernetzt werden. Für den CONTENTUS-Demonstrator wurden DBpedia und Wikipedia mit Elementen aus der CONTENTUS-Wissensbasis verknüpft.

Der ebenfalls in CONTENTUS entwickelte Demonstrator zur semantischen Multimediasuche ermöglicht bereits heute Nutzern über eine grafische Oberfläche eine prototypische Nutzung dieser Wissensbasis.

In der nächsten Ausbaustufe sollen Nutzer auf einfache Weise Ergebnisse und Erkenntnisse mit anderen Nutzern und Anbietern teilen und Inhalte selbstständig durch Verknüpfungen anreichern.

Durch die Nutzung von CONTENTUS-Technologien können Anbieter von Inhalten die Kosten zur Verarbeitung ihrer multimedialen Sammlung und zur Realisierung einer semantischen Multimediasuche deutlich senken. Weiterhin werden die Inhalte Teil eines wachsenden Wissensnetzes aus Nutzern und Experten; damit erhöht sich die Sichtbarkeit der Inhalte.

So können durch die in CONTENTUS geschaffenen Lösungen, neben großen Informationsanbietern und Inhalteinhabern, auch kleinere Bibliotheken und Archive profitieren indem sie Teil der internetbasierten Wissensinfrastruktur werden und ihre multimedialen Sammlungen einem breiteren Nutzerkreis zugänglich machen können.

## > ALEXANDRIA

FLORIAN KUHLMANN

### EINLEITUNG

Der im Rahmen des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie geförderten Forschungsprojektes THESEUS entstehende Anwendungsfall Alexandria untersucht anhand des Beispiel-Szenarios „Geschichte und Zeitgeschehen“, in wie weit sich semantische Technologien mit Aspekten von sozialen Netzwerken (Communities) verbinden lassen. Dazu werden im Detail fünf Aspekte einer solchen „kollaborativen Wissensmaschine“ beleuchtet:

- 1) Wie lässt sich auf Grundlage heute vorhandener Datenquellen eine umfassende semantische Wissensbasis (Ontologie) von hoher Qualität (semi-)automatisch erstellen?
- 2) Wie lassen sich die zu erwartenden großen Datenmengen möglichst einfach zugänglich machen? Hier werden Aspekte der semantischen Suche und Navigation untersucht.
- 3) Wie lässt sich die Wissensbasis durch automatische Prozesse (Informationsextraktion aus unstrukturierten Informationen) und durch die Community erweitern? Wie lässt sich die Qualität dieser neu entstehenden Daten sichern?
- 4) Wie können sich die einzelnen Nutzer der Community über die Themen aus der Wissensbasis semi-automatisch untereinander vernetzen? Hierbei soll neben dem Interessensprofil des Nutzers auch der Wissenstand in verschiedenen Domänen berücksichtigt werden.
- 5) Wie lässt sich die Wissensbasis im mobilen Kontext nutzen?

Ein erster Prototyp, welcher unter anderem auf der CeBIT 2010 vorgestellt wurde, stellt eine aus verschiedenen Datenquellen des „Linked Data“-Projekts aggregierte semantische Wissensbasis bereit, welche sich über die Eingabe von natürlicher Sprache abfragen lässt. Dabei wird der Nutzer mit Hilfe einer semantischen Autovervollständigung bei seiner Eingabe unterstützt, so dass die Möglichkeit einer Fehlinterpretation durch die Maschine minimiert werden kann. Für Fragen, die auf Grund fehlender Daten oder auf Grund der Natur einer Frage nicht beantwortet werden können, wird ein einfacher Mechanismus zur Weiterleitung in ein themenspezifisches Forum angeboten. Hier kann sich die Alexandria-Community der Beantwortung dieser Fragen annehmen.

Die Navigation durch Datenbestände wird je nach aktuell ausgewählter Konzeptzugehörigkeit eines Themas über unterschiedliche Darstellungsformen gelöst: So werden bei Auswahl beispielsweise eines Landes alle mit dem Land zusammenhängenden semantischen Ereignisse auf einer Landkarte kombiniert mit einer Zeitstrahlnavigation visualisiert. Betrachtet der Nutzer hingegen eine Person, so wird hier in Form eines Graphen das Netzwerk mit der aktuellen Person als Mittelpunkt dargestellt.

In der nächsten Ausbaustufe soll Alexandria den Nutzern die Möglichkeit geben, semantische Zusammenhänge über natürliche Sprache, wieder unterstützt durch eine entsprechende Autovervollständigung, zu modellieren. Das System soll festhalten, mit welchen Themen sich ein Nutzer beschäftigt, und wie der jeweilige Wissenstand zu unterschiedlichen Themengebieten zu bewerten ist. Abhängig von diesen Daten soll ein Vorschlagsystem Nutzer untereinander verknüpfen, aber auch einzelnen Nutzern neue Themengebiete oder Community-Inhalte anbieten, die dem Kenntnisstand und den Interessensgebieten entsprechen. Dabei sollen sowohl soziale, als auch semantische Aspekte Berücksichtigung finden.

### DIE ALEXANDRIA WISSENSBASIS

Die Wissensbasis von Alexandria wird durch eine manuell erstellte Ontologie im vom W3C empfohlenen Format OWL/RDF formalisiert. Die Wissensbasis behandelt als Domäne Wissen über berühmte Personen, Ereignisse, Orte, Werke und Organisationen. Konzeptionell werden hier Taxonomien, Attribute und Relationen beschrieben. Auf dieses Schema werden Daten aus verschiedenen Datenquellen aus dem Bereich „Open Linked Data“ abgebildet, so dass ein semi-automatischer Import dieser Datenquellen möglich ist. Als wichtigste Datenbasis hat sich hierbei die Quelle „Freebase“ [5] herausgestellt, da diese Quelle als eine der wenigen komplexe Relationen modelliert und abbildet; die meisten Datenquellen stellen lediglich binäre Relationen zur Verfügung, wodurch die Verwendung von komplexeren Wissen verhindert wird (z. B. gegeben eine Relation Bundespräsident; hier sind neben dem Amt auch der Ort (das Land), der Zeitraum, die Person, die Amtsbezeichnung etc. von Bedeutung, wodurch sich hierfür eine mehrstellige Relation ergibt).

Die Wissensbasis von Alexandria wird auf Datenebene in drei Teilbereiche unterteilt: Die Kernontologie, in welcher das durch Qualitätsmanagement-Prozesse als zu hohem Grade als gesichert angesehene Wissen gespeichert wird, die Mantelontologie, in welcher unsicheres Wissen, welches durch Mitglieder der Community oder durch automatisierte Verfahren der Informationsextraktion gewonnen wurde, gespeichert wird, und die Negationsontologie, welche alle zuvor als unwahr markierte Fakten enthält, um einer späteren Wiedervorlage entgegen zu wirken (Hier ist zu prüfen, ob diese dritte Ontologie handhabbar bleibt, da das negierte Wissen natürlich gegen unendlich laufen kann).

## MEHRSTELLIGE RELATIONEN

Ontologien auf Basis der vom W3C empfohlenen Standards OWL / RDF erlauben nach der Spezifikation nur binäre Relationen. Dadurch ergeben sich bei der Modellierung einige Schwierigkeiten:

- 1) Die Abbildung komplexeren Wissens, welche nur durch mehrstellige (n-äre) Relationen ausgedrückt werden kann, wird so erschwert.
- 2) Fakten können nicht mit Metadaten versehen werden; Metadaten lassen sich nur Ressourcen (Entitäten) zuordnen.

In einer durch die Community weiterentwickelten Ontologie ist es jedoch entscheidend, die Herkunft einzelner Wissensbestandteile festzuhalten, so dass eine Annotation von Metadaten an Fakten notwendig wird -wichtige Metadaten sind z. B. die Datenquelle bzw. der Autor der jeweiligen Fakten. Daher wurde in Alexandria ein Weg gesucht, Metadaten und mehrstellige Relationen abzubilden, ohne auf die Standards zu verzichten.

Die Modellierung der Ontologie orientiert sich weitestgehend an semantischen Konzepten aus dem Bereich des „Semantic Role Labeling“. Als semantische Rolle wird dabei die Beziehung zwischen einer syntaktischen Konstituente und einem Prädikat verstanden. Bei der Ontologiemodellierung werden Relationen für eine unter anderem durch Vererbung vorgegebene feste Anzahl semantischer Rollen modelliert (z. B. des Agens, also die Rolle des aktiv Handelnden oder ihres Gegenteils, des Patiens<sup>1</sup>). Dadurch wird zum Einen ermöglicht, komplexe Beziehungen zwischen zwei Entitäten (wie oben beschrieben) auszudrücken, zum Anderen die Abbildung von natürlicher Sprache auf das Modell erleichtert.

Zur Abbildung dieser mehrstelligen Relationen in OWL und RDF sind im Rahmen des Projektes verschiedene Verfahren evaluiert worden:

- 1) Reifizierung: Beschreibung eines RDF-Tripels durch vier einzelne Tripel, die Subjekt, Prädikat, Objekt und das Fakt an sich identifizieren
- 2) „Named Graphs“ bzw. „Quads“: Jedes Tripel wird in einen Graphen abgelegt, welcher wiederum weitere Meta-Informationen zum Tripel enthalten kann
- 3) „N-Tuples-Store“: Erweiterung der Tripel-Struktur um weitere Stellen, welche feste (semantische) Rollen übernehmen
- 4) „N-Array“-Strukturen: Erhebung von Prädikaten zu Konzepten, welche beliebig viele Stellen durch weitere Tripel besetzen können

Da nur der vierte Ansatz eine saubere Abbildung von semantischen Rollen unter Nutzung aktuell verfügbarer Technologien erlaubt und es sich zudem um eine vom W3C empfohlene „Best-Practice“ handelt, wurde dieser ausgewählt.

<sup>1</sup> Semantische Rollen sind von syntaktischen Funktionen wie „Subjekt“ und „Objekt“ zu unterscheiden. So stimmen im Passivsatz die Rolle des Subjekts und die des Patiens (des Erleidenden) überein.

Der in Alexandria implementierte Ansatz sieht hier zudem eine Vererbung von Relations-Konzepten vor, wodurch eine Vereinheitlichung bestimmter semantischer Rollen erreicht wird (z. B. der temporalen oder lokativen Rollen).

Durch die gewählte Modellierung entstehen einige Nachteile, welche sich zum Teil auch auf den Bereich Community auswirken:

- 1) Durch die Komplexität der Modellierung sind die Darstellung und vor allem die Bearbeitung des Wissens schwieriger darstellbar.
- 2) Fakten sind nicht mehr atomar, sondern setzen sich auf unterer Ebene aus mehreren Tripeln zusammen, wodurch die Wartbarkeit und das Management wesentlich erschwert werden.
- 3) Bestimmte Konstrukte von OWL zur Definition von Beziehungsregeln (z. B. Transitivität) lassen sich nicht mehr oder nur indirekt nutzen.

Erste Integrationsversuche der neuen Modellierung zeigen jedoch, dass der erzeugte Mehrwert die Unzulänglichkeiten mehr als aufwiegt.

### „SOCIAL SEARCH AND SEMANTICS“ BEI ALEXANDRIA

Die Alexandria-Plattform lässt sich nach Schaffert sowohl als „Semantically Enabled Social Software“ als auch als Teil des „Socially Enabled Semantic Web“ verstehen.<sup>2</sup> Mit der Ontologie-Erweiterung durch den Nutzer wird bei der Alexandria-Plattform ein Ansatz des „Socially Enabled Semantic Web“ verfolgt. Die Perspektive des „Socially Enabled Semantic Web“ kommt bei der Personalisierung der Inhalte zum Tragen.

### COMMUNITY-BASISFUNKTIONEN

Die Alexandria-Plattform bietet dem Nutzer zunächst alle grundlegenden, heute in Communities üblichen Funktionen an, um den Grundbedarf an Nutzerinteraktion und Kommunikation abzudecken. So können sich Nutzer unter Angabe ihrer persönlichen Daten registrieren, ihr Profil um persönliche Daten ergänzen, unter den Datenschutzeinstellungen festlegen, welche Daten welchen Benutzergruppen angezeigt werden, Nachrichten an andere Nutzer verschicken, andere Nutzer als Freunde einladen usw. Alle schreiben Aktivitäten (z. B. das Schreiben von Beiträgen, aber auch Eingabe oder Validierung von Faktenwissen) sind nur möglich, wenn der Nutzer eingeloggt ist.

### FAKTEN-SUCHE

Alexandria erlaubt es dem Nutzer, Fakten aus der Wissensbasis durch Anfragen in natürlicher Sprache zu ermitteln. Die Wissensbasis wird grob unterteilt in die sogenannte

---

<sup>2</sup> Bei „Semantically Enabled Social Software“ wird eine Anreicherung von Web-2.0-Inhalten mit strukturierten Metadaten vorgenommen, um die wachsenden Datenbestände nutzbar zu machen. Beim Paradigma des „Socially Enabled Semantic Web“ wird Soziale Software als Werkzeug betrachtet, das die Erzeugung semantischer Metadaten ermöglicht [10].

Kernontologie, welche das als gesichert geltende Wissen (welches entweder aus eine vertrauenswürdigen Quelle extrahiert wurde oder aber einen Qualitätsmanagementprozess durchlaufen hat) enthält, und der Mantelontologie, welche alle durch Nutzer eingegebenen oder durch automatisierte Verfahren aus natürlich sprachlichen Dokumenten extrahierte Fakten enthält, welche nicht manuell validiert wurden. Bei der Suche werden primär Fakten aus der Kernontologie angezeigt, aber auch gesondert ausgezeichnete Fakten, welche durch andere Nutzer hinzugefügt wurden.

Nutzer können alle angezeigten Fakten validieren oder anzweifeln und damit zu einer Verbesserung der Wissensbasis beitragen.

Bei der Formulierung von Suchanfragen wird der Nutzer in einem interaktiven Prozess mit Hilfe eines semantischen Vorschlagssystems unterstützt. So werden dem Nutzer während der Eingabe eines Fragesatzes beispielsweise bereits erkannte Entitäten (bzw. Listen von möglichen zutreffenden Entitäten) angezeigt, damit der Nutzer falls notwendig die gewünschten Entitäten auswählen und damit eine Disambiguierung vornehmen kann. Erst nach Abschluss des Satzes (durch ein Satzzeichen oder aber durch Betätigung der Eingabetaste) wird vom System eine komplette semantische Zerlegung der Anfrage vollzogen.

## FRAGEN UND ANTWORTEN

Fragen, die sich mit Hilfe der Alexandria-Wissensbasis nicht beantworten lassen, werden an die Community weitergeleitet. Dazu existiert zu jeder Instanz aus der Wissensbasis ein eigenes Forum, in dem die der Instanz entsprechenden Fragen gesammelt werden. Die Zuordnung der Frage zu den Instanzen geschieht semi-automatisch, das bedeutet, dass auf Basis der während der Bearbeitung der Frage durchgeführten Namenserkennung („Named Entity Recognition“) ein oder mehrere Vorschläge generiert werden, zu welchen Instanzen die Frage zugeordnet werden. Der Nutzer kann hier korrigieren, indem er andere Entitäten aus einer Liste auswählt. Er kann zudem den Text seiner Fragestellung korrigieren und eine genauere Erklärung in Form eines kurzen Textes ergänzen.

Die Plattform unterstützt den Nutzer bei der Suche nach dem passenden Experten, der die Frage beantworten kann. Dies geschieht über die weiter unten beschriebenen Empfehlungsalgorithmen.

## FRAGEN STELLEN

Nutzer können Fragen wie oben beschrieben direkt aus der Suche in die jeweiligen Foren überführen, oder aber Fragen selbständig Instanzen zuordnen, indem sie diese auf den jeweiligen Instanzenseiten im zugeordneten Forum direkt eingeben.

## FRAGEN BEANTWORTEN

Nutzer können Fragen anderer Nutzer beantworten, Antworten können zudem kommentiert werden, so dass eine Diskussion zu Antworten ermöglicht wird. Über die zuvor beschriebenen Empfehlungssysteme werden Nutzern offene Fragen (also Fragen, zu denen noch keine oder keine als gut bewertete Antwort gegeben wurde) präsentiert, die auf Grund der zuvor gemessenen Erfahrungswerte in den verschiedenen Wissensgebieten auf dem Gebiet der die Frage betreffenden Instanz genügend Wissen haben könnten, diese Frage zu beantworten.

## ANTWORTEN BEWERTEN

Nutzer können Antworten anderer Nutzer auf einer Skala von 1 – 5 Sternchen bewerten. Über die abgegebenen Bewertungen werden mit Hilfe eines auf dem Bayes'schen Durchschnitt basierenden Verfahrens statistisch gewichtet, so dass Ausreißer entsprechend geglättet werden können.<sup>3</sup> Das dadurch entstehende Ranking der Bewertungen wird dazu genutzt, die am besten bewerteten Antworten an prominenter Stelle in der Fragen-Übersicht anzuzeigen. Zudem wird neben der durch das System am besten beurteilten Antwort auch die neueste Antwort angezeigt, so dass diese eine Chance auf Bewertung durch andere Nutzer erfährt. Weitere Antworten zu einer Frage werden erst sichtbar, wenn man durch Auswählen einer Frage auf die fragenspezifische Ansicht gelangt. Hier können alle Antworten eingesehen, kommentiert oder bewertet werden.

## FAKTEN

Über ein Maske, die der Suche-Maske entspricht, geben Nutzer natürlich sprachige Fakten ein. Die neu erfassten Metadaten werden im nächsten Schritt mehrstufig validiert. Wichtigstes Kriterium ist dabei die Bestätigung der Fakten durch andere Nutzer der Community. Zusätzlich wird eine Aggregation der erfassten Daten vorgenommen. Das „Gewicht“ einer Bestätigung bzw. Ablehnung neu eingetragener Fakten hängt vom Expertenrang des Nutzers ab, dem sogenannten IQ-Wert. Erst ab einem bestimmten Schwellenwert wird ein neuer Fakt in die Kernontologie aufgenommen.

Hier zeigt sich eine Konvergenz der beiden Paradigmen des „Social Semantic Web“: Einerseits wird die Generierung von strukturierten Daten an den Nutzer übertragen („Socially Enabled Semantic Web“), andererseits jedoch werden die verfügbaren Metadaten der Community zur Verfügung gestellt („Semantically Enabled Social Software“).

## INFORMATIONSEXTRAKTION

Neues Wissen soll nicht ausschließlich von Nutzern eingepflegt werden müssen, durch einen automatisierten Prozess sollen neue Beziehungen und Fakten durch die Analyse

---

<sup>3</sup> Ausgangspunkt ist die Annahme, dass die Durchschnittswerte bei einer Vielzahl von Bewertungen vertrauenswürdiger sind als bei nur wenigen Bewertungen. Mittels der Berechnung des Bayes'schen Durchschnitts wird eine Normalisierung vorgenommen, welche die Werte abhängig von der Anzahl der Bewertungen den durchschnittlichen Bewertungen für alle Antworten annähert [1].

verschiedener unstrukturierter Datenquellen erfasst werden. Dazu wurde eine Informations-Extraktions-Pipeline errichtet, welche in verschiedenen Schritten Texte zerlegen und semantische Informationen extrahieren kann. Die einzelnen Schritte hierzu sind:

- 1) Linguistische Vorverarbeitung
- 2) Erkennung von Entitäten (Named Entity Recognition) aus der Wissensbasis
- 3) Extraktion von Beziehungen zwischen den Entitäten auf Basis von grammatikalischen Mustern und Oberflächenformen

Eine besondere Herausforderung bei der Entwicklung stellte die Erkennung bereits in der Wissensbasis vorhandener Entitäten in Dokumenten da; durch die umfangreiche Wissensbasis, welche zum aktuellen Stand ca. 5 Millionen Entitäten aus den Basiskonzepten Personen, Orte, Ereignisse, Werke und Organisationen enthält, sind viele Entitäten mehrdeutig besetzt. Um diese Mehrdeutigkeiten aufzulösen, wurde ein Mechanismus entwickelt, welcher unter Nutzung der Ontologie-Verbindungen einzelner Entitäts-Kandidaten den wahrscheinlichsten Treffer ermitteln kann.

Die aus dem beschriebenen Prozess generierten Daten werden auf Grund der nach aktuellem Stand der Forschung nicht vermeidbaren hohen Fehlerrate (im Rahmen von 10-20%) zunächst in der Mantelontologie gehalten, wie zuvor beschrieben. Damit die Daten systemweit nutzbar werden, muss ein Validierungsprozess durchlaufen werden. Diese Validierung kann zum Einen rein nutzerbasiert geschehen (Nutzer bestätigen das gefundene Wissen, eventuell im Rahmen eines Spiels), aber auch ein regelbasierter Ansatz wäre denkbar, welcher durch Nutzer eingegebenes Wissen mit automatisch extrahiertem Wissen abgleicht und dadurch Schlüsse über den Wahrheitsgehalt des extrahierten Wissens zulässt.

## AUSBLICK UND ZIELE

Die Alexandria-Plattform soll nach Ende der Projektlaufzeit im Laufe des Jahres 2011 als eine offene Plattform betrieben werden, die für jeden interessierten Nutzer zugänglich sein wird. Eines der Projektziele ist es, semantische Technologien zur Befriedigung der Informationsbedürfnisse zu nutzen, ohne technisches Verständnis für semantische Technologien bei den potentiellen Nutzern voraussetzen zu müssen. Die Plattform soll durch die Aktivitäten der Nutzer im kollaborativen Sinne stetig verbessert werden können; in diesem Zuge sollen aber auch die Nutzer untereinander vernetzt werden, so dass rund um die auf der Plattform vorhandenen Themen Wissensnetzwerke entstehen können.

## LITERATUR

### Bayesian average

Bayesian average. In: Wikipedia: The Free Encyclopedia, [http://en.wikipedia.org/wiki/Bayesian\\_average](http://en.wikipedia.org/wiki/Bayesian_average), abgerufen am 08.03.2011

### Bizer et al. 2008

Bizer, C./Heath, T./Idehen, K./Berners-Lee, T.: Linked Data on the Web. In: Proceedings of the WWW2008 Workshop on Linked Data on the Web. Beijing, 2008.

### Bizer et al. 2009

Bizer, C. et al.: DBpedia - A crystalization point for the Web of Data. In: Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web 3 (2009), S. 154-165.

### Schaffert 2006

Schaffert, S.: Semantic Social Software: Semantically Enabled Social Software or Socially Enabled Semantic Web? In: Proceedings of the SEMANTICS 2006 conference. Vienna, S. 99-112.

## QUELLEN

Defining N-ary Relations on the Semantic Web, W3C Working Group Note 12 April 2006, <http://www.w3.org/TR/swbp-n-aryRelations/>, abgerufen am 08.03.2011.

Freebase, <http://www.freebase.com/>, abgerufen am 08.03.2011.

Linkeddata.org: Linked Data – Connect Distributed Data across the Web, <http://linked-data.org/>, abgerufen am 09.03.2011.

Linking Open Data (2011): W3C SWEO Community Project, <http://www.w3.org/wiki/SweoIG/TaskForces/CommunityProjects/LinkingOpenData>, abgerufen am 09.03.2011.

OWL Web Ontology Language Reference, W3C Recommendation 10 February 2004, <http://www.w3.org/TR/owl-ref/>, abgerufen am 09.03.2011.

Resource Description Framework (RDF), W3C RDF Working Group, <http://www.w3.org/RDF/>, abgerufen am 08.03.2011.

## > MEDICO

SASCHA SEIFERT/SONJA ZILLNER/MARTIN HUBER/MICHAEL SINTEK/  
DANIEL SONNTAG/ALEXANDER CAVALLARO

### 1 EINFÜHRUNG

Bildgebende Verfahren, wie zum Beispiel Ultraschall, Computertomographie, und Magnetresonanztomographie, sind eine wichtige Grundlage für die medizinische Diagnose und Therapie, denn sie ermöglichen es, Krankheiten frühzeitig zu erkennen und gezielt zu behandeln. Mit dem technologischen Fortschritt verbesserten sich die räumliche, und in der Herzbildgebung die zeitliche, Auflösung wie auch weitere Qualitätsparameter der Bilder. So kann etwa mit modernen Computertomographen ein einzelner Herzschlag in 20 Aufnahmen bestehend aus je 300 einzelnen Schichtbildern so detailliert abgebildet werden, dass selbst Ablagerungen innerhalb der wenige Millimeter durchmessenden und sich ständig bewegenden Koronararterien sichtbar werden. Um den zusätzlichen diagnostischen Wert moderner bildgebender Verfahren auch tatsächlich zu nutzen, müssen Radiologen dadurch jedoch auf immer mehr Bildern immer mehr Details erkennen, diagnostizieren und beschreiben sowie diese im Fall von Folgeuntersuchungen auch noch mit früheren Aufnahmen vergleichen. Um dies mit vertretbarem Aufwand und hoher Qualität zu gewährleisten, benötigen Radiologen Unterstützung durch IT-Systeme. Diese gewährleisten bereits heute einen schnellen Zugriff auf die Bilder und ermöglichen die flexible Darstellung sowie effiziente Möglichkeiten zur Bildmanipulation. Gegenwärtig werden diese etablierten Befundsysteme kontinuierlich durch zusätzliche neue, intelligente Algorithmen zur Bildverarbeitung erweitert, etwa zur automatischen Detektion und Analyse pathologischer Veränderungen. Ein disruptiver Produktivitäts- und Qualitätssprung kann erreicht werden, wenn die Bild- beziehungsweise Befundinhalte maschinell verarbeitbar beschrieben werden. Dies sind das Kernanliegen von MEDICO und die Motivation zum Einsatz semantischer Technologien. Denn durch den Einsatz semantischer Technologien kann gewährleistet werden, dass die Bild- und Befundinhalte entsprechend ihrer Bedeutung in den unterschiedlichsten Anwendungen integriert sowie verarbeitet werden können.

Im Folgenden zweiten Abschnitt soll der Mehrwert semantischer Technologie in der Medizin aus Sicht des Arztes und der Krankenhaus-IT diskutiert werden. Im dritten Abschnitt werden die in Medico entwickelten semantischen Technologien detailliert. Im vierten Abschnitt werden vier, auf der Medico-Technologie basierende, intelligente

Applikationen vorgestellt und schlussendlich werden im fünften Abschnitt eine Zusammenfassung sowie eine Einschätzung der Auswirkungen semantischer Technologie auf die Medizin und unsere Gesellschaft gegeben.

## 2 DIE MEDIZINISCHE BILDSUCHE VON MORGEN

### 2.1 KLINISCHE PERSPEKTIVE

Durch den technischen Fortschritt der bildgebenden, diagnostischen Verfahren sieht sich der Arzt einer zunehmenden Datenflut gegenüber. Gleichzeitig zwingt eine Kostenreduktion den Arzt dazu in immer kürzerer Zeit die Daten des Patienten zu sichten und zu beurteilen. In MEDICO wird an Technologien gearbeitet, die die Effizienz des Befundungsprozesses erhöht, indem heterogenen Patientendaten wie medizinische Bilder, Berichte und andere klinische Daten – wie zum Beispiel Labordaten - miteinander verknüpft werden. Es können so alle relevanten Daten in ein kohärentes Gesamtbild integriert werden, Zusammenhänge zwischen Datensätzen werden schneller ersichtlich und der Gesundheitszustand des Patienten kann präziser bestimmt werden. Dies ist insbesondere bei der Patientenaufnahme von enormem Wert, bei dem der Arzt mittels Berichten und Bildern aus Voruntersuchungen den Status schnell erfassen muss.

Der Arzt benötigt aber auch Unterstützung bei der Diagnosestellung und der Therapiewahl, insbesondere bei komplexen Krankheitsverläufen. Nicht jeder Arzt kennt dabei das ganze Spektrum der medizinischen Möglichkeiten und hat die notwendige Expertise für alle Teilentscheidungen. MEDICO schafft hier Mehrwert, indem das System, die bei der Befundung erstellten semantischen Daten nutzt, um daraus Abfragen abzuleiten und auch die Möglichkeit bietet in internetbasierten, Fachdatenbanken nach passender Information zum aktuellen Fall zu recherchieren. Sehr wichtig wird in Zukunft auch die Suche in den krankenhauseigenen Bilddatenbanken werden: MEDICO bietet hierfür eine inhaltsbezogene Bildsuche nach Patienten mit z. B. ähnlichem Krankheitsverlauf an. Aus der Historie des „ähnlichsten“ Patienten können dann Schlüsse für die Therapie des aktuellen Krankheitsfalles gezogen werden. Durch die Verknüpfung und Integration von krankenhauseigenen Patientendaten kann ein – bis dato ungenutzter – Mehrwert erzeugt werden.

## 2.2 TECHNISCHE PERSPEKTIVE

Technologisch bietet MEDICO ganz neue Möglichkeiten der Weiterverarbeitung von klinischen Daten. Durch den Einsatz eines standardisierten Vokabulars aus medizinischen Ontologien können intelligente Anwendungen entwickelt und deren Inhalte miteinander verknüpft werden. Da jede dieser „Wissensanwendungen“ dabei dasselbe unter Herz, Leber, Lymphknoten etc. verstehen, können höherwertige Interaktionen realisiert werden. MEDICO stellt dem Arzt schon heute einige solcher intelligenten Anwendungen zur Verfügung. Beispiele dafür sind die semantische Suche in medizinischen Datenbanken für die Qualitätskontrolle, das intelligente Navigieren in großen Bildvolumen, die multimodale Interaktion durch neuartige visuellen und sprachgesteuerten Mensch-Maschine-Schnittstellen und die Unterstützung der Diagnose durch semantische Krankheitsmodelle.

Die intelligenten Anwendungen nutzen dabei Dienste der semantischen Verarbeitungsschicht der MEDICO-Plattform. Das Wissen über den Patienten wird in Form von semantischen Annotationen in der MEDICO-Annotationsontologie gespeichert und mit den entsprechenden medizinischen Ontologien verknüpft. Um die Begriffe und das Vokabular der Radiologie maximal gut abzudecken, greift das MEDICO Projekt auf die von Experten entwickelten und für die jeweiligen Bereiche relevanten Ontologien zurück: Dies ist zum einem die Radlex-Ontologie<sup>1</sup> zur Beschreibung von radiologischen Befunden, das Foundational Model of Anatomy (FMA)<sup>2</sup> als Referenzontologie für die Anatomie des Menschen, Teile von SNOMED CT<sup>3</sup> für klinische Daten, sowie ICD-10 Codes<sup>4</sup> für abrechnungsrelevante Information.

Um die Begriffe und Bedeutungen der unterschiedlichen medizinischen Ontologien in ein konsistentes Gesamtbild zu bringen, ist die wechselseitige Abbildung der unterschiedlichen Begriffswelten im Rahmen einer Ontologie-Abbildung notwendig. Auf Basis eines integrierten und kohärenten Wissensmodells lassen sich dann implizite Wissensschätze mittels „Reasoning“- und Inferenz-Verfahren explizit machen.

Das Wissen das MEDICO zur Verfügung steht, kommt aus sehr unterschiedlichen und heterogenen Datenquellen: medizinische Bilder und Patientenberichte, Behandlungspläne, Experten- und Online-Wissen. Es gibt unterschiedliche Verfahren um das Wissen für die weitere semantische Verarbeitung zu extrahieren. Neben intelligenten Segmentierungsalgorithmen für die Analyse von Bildinhalten, Text-Mining-Verfahren für die Analyse von Patientenberichten, kommen Ansätze zur Formalisierung von Fach-

---

<sup>1</sup> Langlotz et al. 2006.

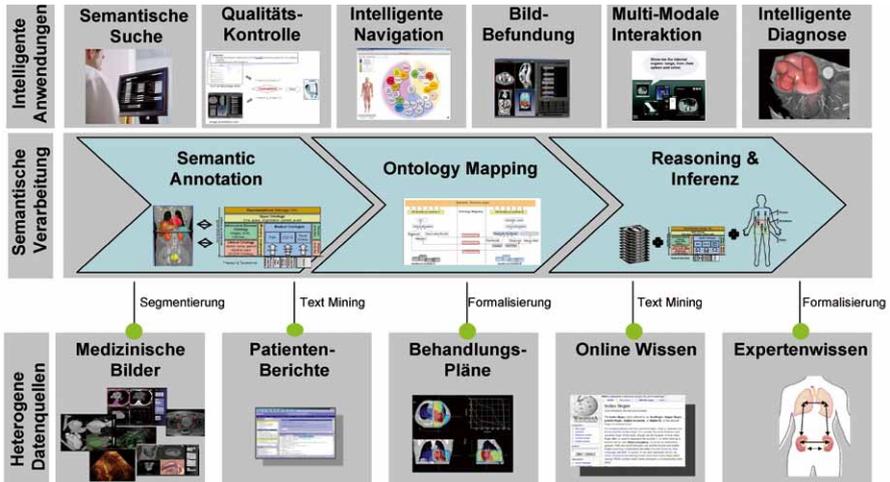
<sup>2</sup> Rosse et al. 2003.

<sup>3</sup> Systematisierte Nomenklatur der Medizin (SNOMED) ist eine der umfangreichsten Nomenklaturen der Medizin mit dem Ziel möglichst den gesamten Krankenhaus-Workflow abzubilden. Sie wurde bereits 1974 begonnen, seitdem mehrfach umstrukturiert und erweitert. Die derzeitige Fassung Snomed CT liegt seit 2007 vor und enthält ca. 300.000 Konzepte.

<sup>4</sup> Die Internationale Klassifikation der Krankheiten (ICD-10) dient der Verschlüsselung von Diagnosen in der ambulanten und stationären Versorgung zu Abrechnungszwecken. Es handelt sich hierbei nur um einen Katalog von Codes; im Rahmen von Medico wurde dieser zu einer Ontologie ausgebaut.

wissen zum Einsatz. MEDICO nimmt hier die Rolle eines Wissensintegrators ein und ermöglicht so die einheitliche Sicht auf Daten als Basis für die semantische Weiterverarbeitung.

Abb. 1 Wissensmanagement in MEDICO



### 3 SEMANTISCHE VERARBEITUNG

Semantische Technologien sind der Schlüssel für die intelligente Verarbeitung von Wissen. So kann ein Computer lernen, Bilder zu interpretieren, Ähnlichkeiten zu erkennen, und Textinhalte in einen sinnvollen Zusammenhang zu setzen. In MEDICO haben wir unterschiedliche Verfahren und Werkzeuge zur semantischen Verarbeitung von medizinischen Bildern und Befundtexten entwickelt (siehe Abb. 1). Die semantische Verarbeitung erfolgt in drei Schritten: Im ersten Schritt werden die heterogenen Datenquellen semantisch annotiert, d. h. mit Hilfe von Annotations-Werkzeugen werden Ontologiebasierte Metadaten für Bilder und Patientenberichte erzeugt. Es werden dann im zweiten Schritt die Begriffe der unterschiedlichen aber überlappenden medizinischen Wissensmodelle zueinander in Bezug gesetzt, um so eine kohärente Wissensbasis für die Integration heterogener Datenquellen zu schaffen. Im dritten Schritt wird - unter der Verwendung von logischen Inferenz-Verfahren - einerseits die Konsistenz der Wissensmodelle und Metadaten geprüft, und andererseits implizites Wissen gemäß den Gesetzen der Logik abgeleitet, um so medizinische Anwendungen mit zusätzlichem Wissen zu versorgen.

## 3.1 SEMANTISCHE ANNOTATION

### 3.1.1 MEDIZINISCHE BILDER

Verfahren des Maschinellen Lernens bilden die Basis der Bildanalyse von MEDICO. Das bedeutet der Computer wird durch Präsentation zahlreicher Beispieldaten trainiert selbstständig z. B. eine Leber oder ein Herz im Bild wiederzuerkennen. Der Vorteil dabei ist, dass durch den generischen Ansatz medizinische Bilder unterschiedlicher Modalität (CT, MRT, US) in gleicher Art und Weise verarbeitet werden könnten. Es ist jeweils nur ein erneutes Training, jedoch kein Programmieraufwand, notwendig. Primäres Ziel der Bildanalyse in MEDICO ist es, die Bilder in ihre anatomischen Grundbestandteile Organe und Gewebe aufzuteilen, diese semantisch zu verknüpfen und zu speichern. Das entwickelte automatische Bildanalyseverfahren arbeitet dabei hierarchisch, indem zunächst der dargestellte Bildausschnitt ermittelt wird, aufbauend darauf nach charakteristischen Landmarken, z. B. Gefäßabzweigungen oder Knochenenden gesucht wird und schließlich Organe und Gewebe, z. B. Lymphknoten detektiert werden. Diese können dann mittels der bereits erwähnten semantischen Befundungsprogramme durch eigene semantische Annotationen des Arztes komplettiert werden.

### 3.1.2 PATIENTENREPORTS

Für die maschinelle Verarbeitung der Inhalte der Patientenberichte haben wir eigene Methoden zur semantischen Informationsextraktion entwickelt. Unser Ziel ist es, die aussagekräftigen Schlüsselwörter aus unstrukturierten Befundtexten zu extrahieren.

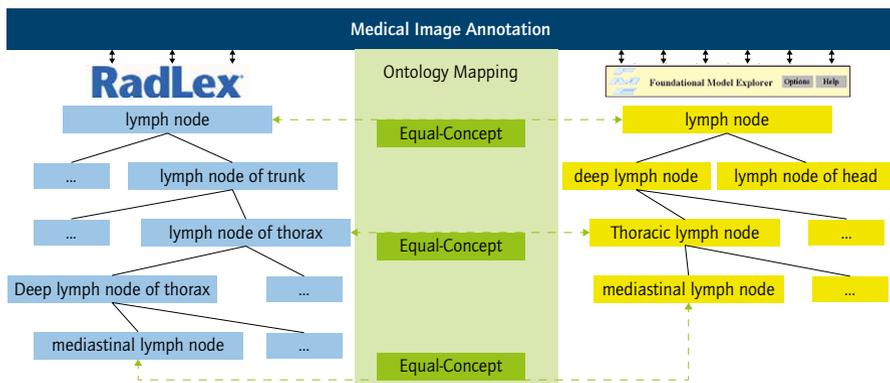
Da die diktierten Befundtexte in der Regel weder Verben noch eine wohlgeformte Satzstruktur haben, ist es wichtig diese besondere ‚linguistische‘ Charakteristik aufmerksam im Blick zu behalten. Ferner geht es darum die drei Kenngrößen, die für Mediziner im Kontext der Bildbefundung eine hohe Relevanz haben im Blick zu behalten: die Information über das Fehlen (die Negation) eines potentiellen Befundes („kein vergrößerter Lymphknoten), Details zur räumliche Positionierung eines Befundes („innerhalb von“) und die zeitliche Angabe zu einem Befund („im Vergleich zur Voruntersuchung vom...“). Im MEDICO Projekt konnten die genannten Besonderheiten genutzt werden, um ein effizientes Verfahren zur Extraktion der befund-relevanten Information zu entwickeln. Das Verfahren basiert auf drei Schritten: Zunächst werden die negativen Befunde benutzt, um relevante Terme oder Beziehungen zu erkennen. Im zweiten Schritt gilt der Fokus den räumlichen Informationen, d. h. es werden insbesondere jene Schlüsselworte, die Hinweise auf räumliche Information geben, verarbeitet. Im dritten Schritt werden die vorhanden – meist relativen - Zeitangaben extrahiert um so den Vergleich von Vorgänger und Nachfolgeuntersuchungen zu ermöglichen.

### 3.2 ONTOLOGY MAPPING

Um Informationen aus heterogenen Quellen zu integrieren, muss ein gemeinsames semantisches Vokabular vorhanden sein, mit dessen Hilfe die Beziehungen zwischen unterschiedlichen Informationseinheiten explizit beschrieben werden können. Die Heterogenität verschiedener Wissensquellen kann überbrückt werden, wenn man Korrespondenzen zwischen einzelnen Ontologie-Elementen explizit darstellen kann. „Ontology Mappings“ sind genau solche Verfahren, die unterschiedliche Ontologien und Wissensmodelle aufeinander abbilden, um so ein schlüssiges und zusammenhängendes Gesamtmodell zu bekommen. Im MEDICO Projekt haben wir ein eigenes Ontologie Mapping Verfahren zur Integration der medizinischen Bilder und Patientenberichte entwickelt.<sup>5</sup> Mit Hilfe dieser Methode können die für die Anwendung relevanten, medizinischen Ontologien – wie zum Beispiel RadLex und FMA – miteinander verglichen und aufeinander abgebildet werden (siehe Abb. 2). RadLex ist ein Lexikon standardisierter Terme für die Radiologie, das vor allem Konzepte umfasst die sich für die semantische Beschreibung von medizinischen Bildern eignet. FMA steht für die weitaus komplexere Ontologie Foundational Model of Anatomy, die speziell für die Anatomie entwickelt wurde und mehr als 70.000 Terme sowie deren vielfältige Beziehungen umfasst. Beide Wissensmodelle liefern wichtige Metadaten um die Inhalte der medizinischen Bilder und Patientenberichte semantisch zu beschreiben.

Dennoch ist es ein herausforderndes Unterfangen, Beziehungen zwischen Konzepten der beiden Ontologien zu etablieren. Dies liegt insbesondere darin, dass beide Ontologien thematisch zwar unterschiedliche Schwerpunkte haben, sich aber dennoch in manchen Themengebieten stark überlappen. Zudem sind beide Wissensmodelle – wie medizinische Ontologien im allgemeinen – relativ groß und somit schwer zu verarbeiten.

Abb. 2: Der Ontology-Mapping Ansatz in MEDICO.



<sup>5</sup> Sonntag et al. 2009; Wennerberg et al. 2009.

Der MEDICO-Ontologie-Mapping Ansatz beruht auf 3 Eigenschaften:

- *Ontologie Modularisierung*: Da medizinische Ontologien groß und darum schwer zu verarbeiten sind, konzentrieren wir uns bei der Erstellung von Abbildungen zwischen zwei Ontologien lediglich auf jene Teilbereiche der Ontologien, die für die intendierte Anwendung relevant sind. Um passende Module von medizinischen Ontologien zu erzeugen, haben wir eigene Verfahren entwickelt, die auf Basis der Analyse typischer Abfragemuster den Detaillierungsgrad sowie den Abdeckungsbereich der Ontologie Module ermitteln.<sup>6</sup>
- *Linguistischer Aspekt*: Die hier zugrunde liegende Annahme ist, dass lange, d. h. aus vielen zusammengesetzten Termen bestehende, Ontologie Konzepte reich an impliziten Wissen sind. Somit stellt sich die Frage, wie dieses Wissen explizit gemacht werden kann. Um dieses Wissen explizit zu machen, suchen wir nach syntaktischen Varianten der ontologischen Konzepte, um so die „Gleichheits“- sowie die „ist-Typ-von-Beziehung“ zwischen Konzepten besser identifizieren zu können. Mit Hilfe von Regeln können Ontologien um ihre linguistischen Äquivalente erweitert und so präziser miteinander abgeglichen werden. Wird beispielsweise das Konzept „blood in aorta“ mit seinem semantischen Äquivalenz „aorta blood“ verlinkt, ergeben sich bei den folgenden Schritten der Abbildung automatisch weitere wertvolle Treffer.
- *Korpus Analyse*: Ziel der Korpus Analyse ist es ein geeignetes Ähnlichkeitsmaß zwischen Konzepten aus unterschiedlichen Ontologien zu finden. Die zugrundeliegende Annahme ist, dass ähnliche Konzepte auch in ähnlichen linguistischen Zusammenhängen auftauchen. Vehikel für die Analyse sind eine große Menge von Texten, die für die Anwendung relevant sind und als Textkorpus aufbereitet werden. So kann analysiert werden, ob Konzepte in den gleichen Dokumenten, Textpassagen und Sätzen vorkommen, und darauf aufbauend deren Grad an Ähnlichkeit bestimmt werden.

### 3.3 INFERENZ-ANWENDUNGEN

Durch das Zusammenführen verschiedener Wissensbasen entsteht neues Wissen. Das Wissen ist aber nicht explizit formuliert, sondern versteckt sich implizit in der Strukturinformation der zusammengesetzten Wissensquellen. Bei Inferenz-Anwendungen geht es darum, das vorhandene implizite Wissen für die automatische Verarbeitung zugänglich zu machen.

---

<sup>6</sup> Wennerberg/Zillner 2009; Wennerberg et al. 2010.

### 3.3.1 RÄUMLICHE KONSISTENZÜBERPRÜFUNG BEI DER ORGANERKENNUNG

Es ist allgemein bekannt, an welchen Orten die einzelnen Organe im Körper positioniert sind. So ist hinlänglich bekannt, dass das Herz oberhalb der Leber und die Leber oberhalb der Blase liegen. Dieses Wissen über räumliche Relation von Körperregionen lässt sich einfach in einer formalen Sprache, wie zum Beispiel Prolog<sup>7</sup>, beschreiben. Mit Hilfe von intelligenten Lernverfahren kann man so eine abstrakte Repräsentation der Topographie der Anatomie des menschlichen Körpers herleiten. Insbesondere wertvoll wird dieses Wissen dann, wenn es mit den Ergebnissen der Segmentierungsalgorithmen (siehe Abschnitt 3.1.1) verglichen wird. Werden detektierten Organen Positionen zugeordnet, die aufgrund der anatomischen Umstände nicht möglich sind – so kann eine Blase nicht oberhalb dem Herz liegen - so wird eine Fehlermeldung gesendet.<sup>8</sup>

### 3.3.2 KLASSIFIKATION VON PATIENTEN NACH GRAD DER ERKRANKUNG

Die Einordnung von Patienten gemäß dem Grad ihrer Erkrankung ist ein wichtiger Schritt für die Entscheidung von nachfolgenden Behandlungsschritten. So sind beispielsweise experimentelle Behandlungsmethoden erst bei fortgeschrittenem Krankheitsverlauf empfohlen bzw. erlaubt. Für die Einstufung von Lymphoma Patienten wird die Ann Arbor-Klassifikation verwendet. In Abhängigkeit von der Anzahl, der Verteilung und der Art der Lymphomavorkommnisse, werden Patienten in die Stufen 1 bis 4 eingestuft. Dieses Wissen lässt sich in formaler Sprache (OWL-DL<sup>9</sup>) darstellen und für die automatische Klassifikation der Lymphoma Patienten verwenden. Die Information über die Anzahl, den Ort und die Art der Lymphoma-Vorkommnisse kann direkt aus den Bildern gewonnen werden. Der Grad der Erkrankung wird im Folgeschritt mittels eines automatischen DL-Reasoning-Verfahrens abgeleitet. Weicht der automatisch inferierte Befund von dem Befundschreiben eines überweisenden Arztes ab, kann der behandelnde Arzt durch eine Warnmeldung auf die Inkonsistenz aufmerksam machen. Der Vergleich zwischen formalen und menschlichen Inferenzmethoden birgt ein großes Potenzial, um die Qualität der Diagnose zu verbessern.<sup>10</sup>

## 4 INTELLIGENTE ANWENDUNGEN

In MEDICO sind bereits einige intelligente Anwendungen entwickelt worden; die drei wichtigsten Anwendungen sind die semantische Bildsuche, die semantische Befundung und die multimodale Interaktion.

<sup>7</sup> Colmerauer et al. 1993.

<sup>8</sup> Möller et al. 2010.

<sup>9</sup> Web Ontology Language (OWL) ist eine von der W3C-Organisation spezifizierte, formale Beschreibungssprache um Ontologien erstellen, publizieren und verteilen zu können. DL steht für Beschreibungslogik (description logic) und gehört zu einer entscheidbaren Untermenge der Prädikatenlogik 1. Stufe. OWL-DL wird in Medico verwendet, da gängige Reasoning-Algorithmen diese Entscheidbarkeit fordern.

<sup>10</sup> Zillner 2009; Zillner 2010.

#### 4.1 SEMANTISCHE BEFUNDUNG

Wie bereits in den vorherigen Abschnitten angedeutet, ist es das Ziel der semantischen Befundung, eine große Effizienz des Befundungsprozesses bei gleichzeitig hoher Befundungsqualität zu erreichen. Durch die Standardisierung der daraus resultierenden semantischen Annotationen ist zudem eine Weiterverarbeitung und reibungslose Kopplung unterschiedlicher Systeme vereinfacht. Die Vorgehensweise bei der semantischen Befundung ist ein zweistufiger Prozess.<sup>11</sup>

Nach der Akquisition der Bilddaten des Patienten wird der Bildanalyseprozess gestartet. Softwaredetektoren werden hierfür gestartet, welche spezialisiert auf einzelne anatomische und pathologische Strukturen, z. B. Läsionen in Leber oder Milz, trainiert wurden. Diese extrahierten Daten werden mit semantischen Konzepten verbunden und in der Annotationsontologie gespeichert.<sup>12</sup>

Wählt nun der Arzt die Bilddaten des Patienten zur Befundung aus, ist eine bereits vorgefüllte semantische Annotationsliste (Befundliste) vorhanden, welche er nun kompletieren kann. Die detektierten Strukturen bieten zusätzlich den Vorteil der schnellen Navigation innerhalb des Bilddatensatzes, d. h. es ist kein langwieriges Scrollen durch hunderte von Schichten notwendig, sondern fragliche Strukturen können direkt angefahren werden.

Doch nicht nur vorgefüllte Befundlisten erleichtern dem Arzt die Arbeit, sondern auch während der Nutzung der Anwendung liefert das System Hinweise und ergänzt selbstständig unvollständige Angaben des Arztes. Beispielsweise deutet der Arzt auf eine Gefäßstenose und das System präzisiert die ihm bekannte Struktur zu „rechte Koronararterie“. Bei dem System unbekanntem Strukturen hingegen wird von nahen benachbarten Strukturen inferiert und die Befundliste durch räumliche Zusatzinformation „vor der rechten Niere“, „auf Ebene des 8. Brustwirbels“ angereichert.

Ein weiterer Mehrwert der Semantik von MEDICO bildet die semantische Verlinkung anatomischer und pathologischer Strukturen im Bild mit den entsprechenden Textpassagen in den Befundberichten. Das System hält die Verbindung der Information dabei stets aufrecht, dies gelingt auch aus Textverarbeitungssystemen heraus, hier kann mittels Hyperlink direkt die Stelle im Bild, auf die sich der Text bezieht, angefahren werden. Diese Eigenschaft ist besonders beeindruckend, wenn man sich die heutige IT-Infrastruktur von Krankenhäusern mit den vielen spezialisierten, lose zusammenarbeitenden Applikationen vor Augen führt. Die semantische Verlinkung ist insbesondere während des Patientenmonitorings und der Patientenaufnahme, wie schon in Abschnitt 2.1. ausgeführt, enorm hilfreich und beschleunigt die Prozesse.

---

<sup>11</sup> Seifert 2010.

<sup>12</sup> Seifert 2009.

## 4.2 SEMANTISCHE BILDSUCHE

Heute verfügbare medizinische Bilddatenbanken erlauben nur die Suche nach den vom Arzt oder der Krankenhausadministration hinzugefügten (Meta-)daten. Die Masse an Bilddaten, die an deutschen Kliniken tagtäglich akquiriert werden, stellen für das Klinikum einen großen Wert für die Beurteilung neuer Krankheitsfälle dar. Allerdings bleiben diese Daten bisher mangels geeigneter Suchmechanismen ungenutzt.

Die semantischen Suchmechanismen von MEDICO nutzen die Information aus der Bildanalyse und des semantischen Befundungsprozesses für eine intelligente, inhaltsbezogene Suche (siehe Abb. 3). Eine Kombination von semantischen Annotationen (Konzeptsuche) mit einer Bildähnlichkeitssuche steigert die Mächtigkeit der Suchanfragesprache enorm.<sup>13</sup> Dabei muss der Arzt bei der Konzeptsuche nicht wie bei der klassischen Volltextsuche den genauen Begriff vorgeben, sondern das System expandiert automatisch die Konzepte der Abfrage auf Hyponyme, Synonyme und auch anderssprachige Begriffe. Hierbei nutzt das System die in den Fachontologien vorhandenen Relationen zwischen den Termen. Zur Vereinfachung kann die semantische Suche auch direkt auf Basis der aktuell bearbeiteten Annotationen im Befundungsprogramm ausgelöst werden. Weitere semantische Datenbanken sind damit aufrufbar; Wikipedia, die semantische Suche in Pubmed (GoPubMed<sup>14</sup>) des assoziierten Projekts GoOn<sup>15</sup> und die semantische Befundtextsuche des assoziierten Projekts RADMINING<sup>16</sup>. Eine Verbindung zu Open-Linked-Data Datenbanken im Internet ist bereits in Arbeit. Dadurch kann die Zielgruppe der Anwender deutlich erweitert werden, denn die Zusatzinformationen aus den verfügbaren und in MEDICO entwickelten Internetdiensten sind adaptierbar bzw. wählbar. Der befundende Arzt benötigt fachspezifisches Wissen für die Bildanalyse. Der patienten-betreuende Arzt als Zuweiser wird neben erklärenden Zusatzinformationen krankheitsbezogenes Wissen abrufen wollen. Selbst der Patient oder Laie kann allgemeinverständliche und erklärende Internetdienste wie z. B. Wikipedia zu Rate ziehen, um den Befundgehalt und die Bildinhalte verstehen zu können.

Durch die Abfragemächtigkeit der semantischen Suchsprache in MEDICO ist der Vergleich von semantisch identischen oder ähnlichen Bildregionen über mehrere Zeitpunkte hinweg oder zwischen unterschiedlichen Patienten einfach zu realisieren und über die Browser-basierte Suchschnittstelle bereits verfügbar.

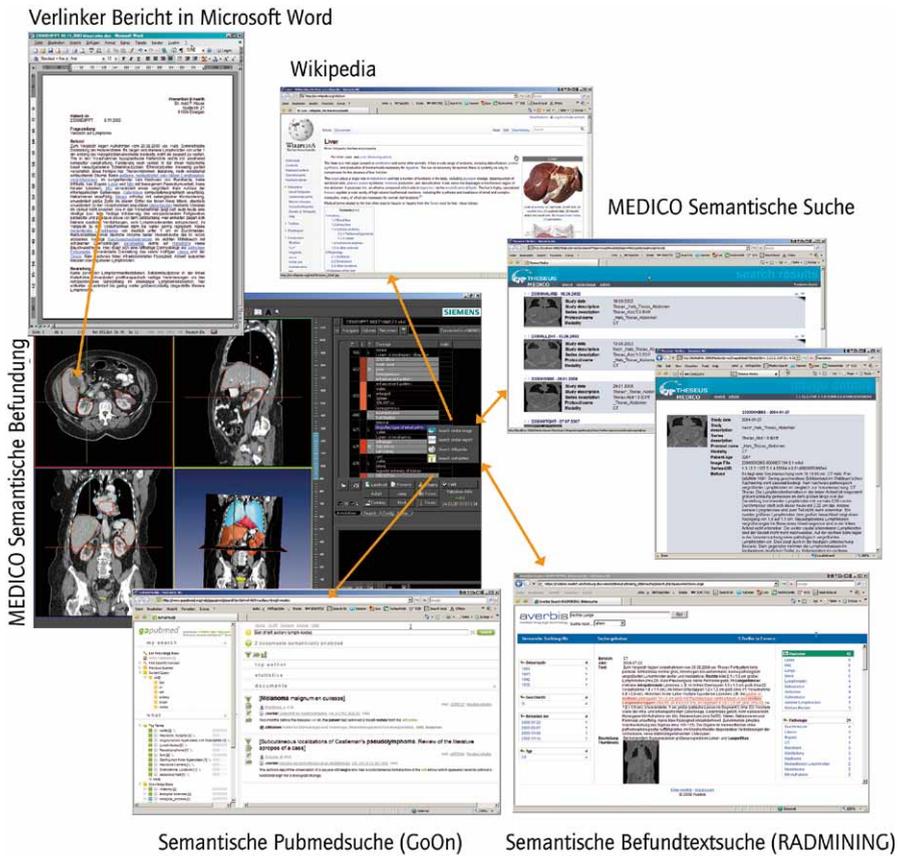
<sup>13</sup> Seifert 2011.

<sup>14</sup> <http://www.gopubmed.org>.

<sup>15</sup> <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/S-T/theseus-projektbeschreibung-go-on>.

<sup>16</sup> <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/S-T/theseus-projektbeschreibung-radmining>.

Abb. 3 Wissensintegration in MEDICO



### 4.3 MULTIMODALE INTERAKTION

Neuerdings wird in Krankenhäusern das strukturierte Berichten eingeführt, die es Radiologen erlaubt, vordefinierte Formulare für eine noch sehr eingeschränkte Anzahl von Untersuchungen zu verwenden. Allerdings empfinden die Radiologen dies als Behinderung und fürchten einen Rückgang an Aufmerksamkeit für die Bilder selber.<sup>17</sup> MEDICO nimmt sich dieser Situation mit einer weiteren Applikation an, an der gerade intensiv geforscht wird. Es soll dem Radiologen zukünftig ermöglichen Bildannotationen im natürlichen Sprachdialog zu ergänzen bzw. zu überarbeiten.

<sup>17</sup> Hall 2009; Weiss et al. 2008.

Der Fokus der Arbeiten liegt hier auf der Implementation eines praxistauglichen Dialogsystems für die Radiologie, das ausgiebig unter Real-Bedingungen installiert, getestet, und verbessert werden kann. Idealerweise würde dann der Radiologe Patientenbilder in einem 2D/3D Viewer betrachten, die Bilder mittels einer Maus manipulieren und gleichzeitig über Sprache gesteuert multimodal und strukturiert befunden.

#### 4.4 INTELLIGENTE DIAGNOSE

Eine weitere, noch im Entstehen begriffene Applikation in MEDICO hat zum Ziel neue intelligente Diagnosemechanismen für die Kardiologie zu entwickeln. Herzkrankheiten sind komplex, u. a. da sie auf mehreren Ebenen mit dem kardiovaskulären System verknüpft sind und auf verschiedene genetische Mutationen oder elektromechanische Funktionsstörungen zurückzuführen sind, die ihre Ursache von der Zellebene (Ionenkanäle, Myozyten) über Muskelfasern bis zu den passiven Geweben wie Herzklappen und Blutgefäßen haben können. Um in die klinischen Arbeitsabläufe integrierte semantik- bzw. regel-basierte Entscheidungsunterstützungssysteme entwickeln zu können, muss daher zunächst eine systematische Repräsentation des breiten kardiologischen Wissens geschaffen werden. Hierbei müssen nicht nur Krankheitsursache und Krankheitsverlauf, sondern auch die verfügbaren Vorsorgeuntersuchungen, diagnostischen Verfahren und Behandlungsalternativen wie beispielsweise auf dem Gebiet der Chirurgie modelliert werden. Dabei sollte es des Weiteren möglich sein, existierende mathematische Modelle oder Simulationen zu integrieren. Da sich die Kardiologie bezüglich der Diagnostik und Operationsplanung sehr auf moderne Bildgebung stützt, gibt es hierbei wesentliche Synergien mit der in MEDICO bereits entstandenen semantischen Repräsentation für medizinische Bilder im Onkologiebereich. Ein weiteres Thema hier wird die Modellierung von medizinischer Diagnoseassistenz für Herzinfarkte sein. Der Weltgesundheitsorganisation WHO zufolge war Herzinfarkt allein in Deutschland im Jahr 2004 die Ursache für 65.228 Todesfälle.

## 5 ZUSAMMENFASSUNG

Durch den demographischen Wandel bedingt werden Zeit- und Kostendruck in den westlichen Gesundheitssystemen beherrschende Themen bleiben, wobei gleichzeitig eine qualitativ höherwertige Versorgung der Bevölkerung angestrebt wird. In diesem Spannungsfeld kann moderne IT-Technologie den Arzt unterstützen, damit dieser zu jeder Zeit genau die benötigten Informationen zur Verfügung hat und diese geeignet aufbereitet werden. Die Fülle und Heterogenität der im Krankenhausbetrieb anfallenden Daten sowie der verfügbaren medizinischen Informationsquellen setzt hierzu insbesondere voraus, dass die Informationen sowohl patienten- wie auch kontextspezifisch verknüpft werden da nur dadurch auch Effizienz und Qualität patienten- wie kontextspezifisch erhöht werden. Semantische Technologien bieten hier, wie am Beispiel

semantischer Bildannotationen dargelegt großes Potenzial derlei „intelligente“ Applikationen zu ermöglichen. Dass patientenbezogenen Daten hierbei etwa mit jeweils gültigen Behandlungsrichtlinien und jeweils aktuellen Forschungsergebnissen verknüpft werden können, fördert zudem eine hohe Versorgungsqualität auch bei nicht hochspezialisierten Einrichtungen.

Neben den Gesundheitsanbietern als Endanwendern, werden natürlich auch IT-Hersteller davon profitieren, dass semantische Technologien und Fortschritte etwa im Umfeld des maschinellen Lernens eine neue Generation von Applikationen ermöglichen. Interessante Möglichkeiten ergeben sich speziell auch im europäischen Umfeld, da Unterschiede in den Prozessen und Richtlinien sowie die Sprachenvielfalt in Europa bislang grenzüberschreitende medizinische Datensammlungen (wie etwa Krebsregister) stark behindern und semantische Technologien auch hier eingesetzt werden können, um derlei heterogene Daten sinnvoll zu verknüpfen.

## LITERATUR

### **Colmerauer et al. 1993**

Colmerauer, A./Roussel, P.: The Birth of Prolog. In: HOPL Preprints (1993), p. 37-52.

### **Hall 2009**

Hall, F. M.: The Radiology Report of the Future. In: Radiology 251 (2009), p. 313-316.

### **Langlotz 2006**

Langlotz, C.: Radlex: A new method for indexing online educational materials. In: Radiographics, 26 (2006), p. 1595-1597.

### **Möller et al. 2010**

Möller, M./Ernst, P./Sonntag, D./Dengel, A.: Automatic Spatial Plausibility Checks for Medical Object Recognition Results Using a Spatio-Anatomical Ontology. Proceedings of the International Conference on Knowledge Discovery and Information Retrieval (KDIR 2010), Valencia Spain, 2010.

### **Rosse et al. 2003**

Rosse, C./Mejino, R. L. V.: A reference ontology for bioinformatics: The foundational model of anatomy. In: Journal of Biomedical Informatics 36 (2003), p. 478-500.

### **Seifert et al. 2009**

Seifert, S./Barbu, A./Zhou, K./Liu, D./Feulner, J./Huber, M./Suehling, M./Cavallaro, A./Comanicu, D.: Hierarchical Parsing and Semantic Navigation of Full Body CT Data. In: SPIE 2009 Medical Imaging, Orlando, 2009.

**Seifert et al. 2010**

Seifert, S./Kelm, M./Moeller, M./Mukherjee, S./Cavallaro, A./Huber, M./Comaniciu, D.: Semantic Annotation of Medical Images. In: SPIE 2010 Medical Imaging, San Diego, 2010.

**Seifert et al. 2011**

Seifert, S./Thoma, M./Stegmaier, F./Hammon, M./Döller, M./Kriegel, H.-P./Cavallaro, A./Huber, M./Comaniciu, D.: Combined Semantic and Similarity Search in Medical Image Databases. In: SPIE 2011 Medical Imaging, Orlando, 2011.

**Sonntag et al. 2009**

Sonntag, D./Wennerberg, P./Buitelaar, P./Zillner, S.: Pillars of Ontology Treatment in the Medical Domain. In: Journal of Cases on Information Technology (JCIT) 11 (2009), p. 47-73.

**Sonntag et al. 2010**

Sonntag, D./Huber, M./Möller, M./Ndiaye, A./Zillner, S./Cavallaro, A.: Design and Implementation of a Semantic Dialogue System for Radiologists. In: Semantic Web: Standards, Tools and Ontologies (forthcoming).

**Weiss et al. 2008**

Weiss, D. L./Langlotz, C. P.: Structured Reporting: Patient Care Enhancement or Productivity Nightmare? In: Radiology 249 (2008), p. 739-747.

**Wennerberg/Zillner 2009**

Wennerberg, P./Zillner, S.: Towards Context Driven Modularization of Large Biomedical Ontologies. Proceedings of the International Conference of Biomedical Ontology (ICBO2009), Buffalo/New York, July 2009.

**Wennerberg et al. 2009**

Wennerberg, P./Möller, M./Zillner, S.: A Linguistic Approach to Aligning Representations of Human Anatomy and Radiology. Proceedings of the International Conference of Biomedical Ontology (ICBO2009), Buffalo/New York, July 2009.

**Wennerberg et al. 2010**

Wennerberg, P./Zillner, S./Schulz, K.: Context Driven Modularization of a Representation of Human Anatomy. In: Journal AMIA Summit on Translational Bioinformatics 2010, San Francisco, March, 2010.

**Zillner 2009**

Zillner, S.: Towards the Ontology-based Classification of Lymphoma Patients using Semantic Image Annotations. In: CEUR Proceedings of SWAT4LS Semantic Web Applications and Tools for Life Sciences (SWAT4LS). Amsterdam, 2009.

**Zillner, 2010**

Zillner, S.: Reasoning-based Patient Classification for Enhanced Medical Image Annotations. In: Proceedings of the Extended Semantic Web Conference (ESWC 2010), Heraklion, June 2010.



## > ORDO: ORDNUNG IN DER DIGITALEN WELT – ABER WIE

BJÖRN DECKER/RALPH TRAPHÖNER

Abb 1: Das Schlaraffenland der Information



Quelle: Wikimedia Commons

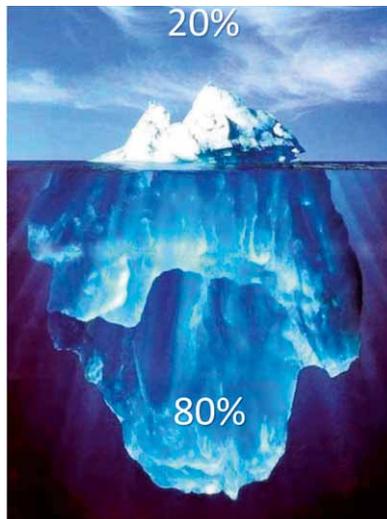
Uns steht heute eine Vielzahl an Informationen aus unterschiedlichsten Datenquellen zur Verfügung. Wir leben in einem Informations-Schlaraffenland (siehe Abb. 1) – Information umgibt uns immer und überall: Unsere Kontakte in Sozialen Netzwerken liefern uns wichtige Hinweise. Durch Push-Technologien wie RSS Feeds – „Änderungs-Nachrichtenticker“ von Webseiten – fliegen uns Informationen wie gebratene Tauben in den Mund. Webseiten unterschiedlichster Art halten uns bei unseren privaten und geschäftlichen Interessen auf dem Laufenden. Mobile Endgeräte erlauben es uns, überall auf Inhalte zuzugreifen und zu kommunizieren. So können wir – zumindest potenziell – immer und überall die für uns relevante Information konsumieren. Allerdings führt dies

nicht selten zu einer Informations-Übersättigung. Eine strenge „Informations-Diät“ – das heißt der Verzicht auf aktuelle Information – ist dabei allerdings auch keine Alternative. Wir benötigen aktuelle Informationen, um unsere alltäglichen Arbeiten zu verrichten und um am gesellschaftlichen Leben teilzunehmen. Vielmehr geht es darum, genau die Informationen zu erhalten und zu verarbeiten, die auf die jeweiligen persönlichen Interessen abgestimmt sind. Dazu benötigen wir Ordnung in der digitalen Welt: Unterschiedlichste Quellen sollten so aufbereitet werden, dass wir genau die Information finden, die wir benötigen. Durch diese Ordnung werden Individuen wie auch Organisationen in die Lage versetzt, aus den verfügbaren Zutaten ein ausgewogenes „Informations-Menü“ zusammenzustellen.

### TISCHLEIN DECK DICH: STRUKTURIERUNG

Der erste Schritt zur Schaffung von Ordnung in der digitalen Welt ist die Strukturierung der in der Regel unstrukturiert vorliegenden Information. Etwa 80% der relevanten Information liegt unstrukturiert vor, d. h. sie ist nicht in Datenbanken oder ähnlichen Formaten inhaltlich erschlossen (siehe Abb. 2). Die Erschließung unstrukturierter Information sollte dabei unabhängig davon sein, ob sie als Zeichnung, Text, Videodatei oder in einer anderen Form vorliegt. Hierbei kommen verschiedene Verfahren zum Einsatz:

Abb. 2: Die meisten Informationen liegen unstrukturiert vor



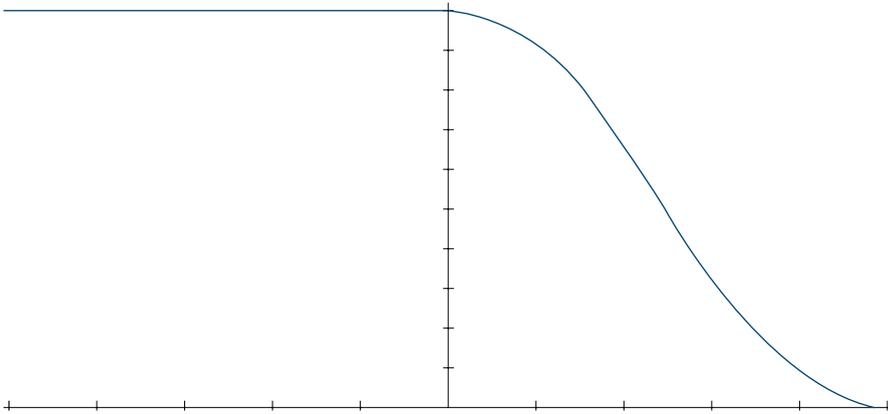
Quelle: Attensity

- Durch sogenannte **Konnektoren** wird die Heterogenität der Ausgangsdaten adressiert. Unterschiedlichste Datenquellen und -formate werden von Konnektoren gelesen und für eine weitere Verarbeitung aufbereitet. Die Umwandlung von unterschiedlichen Dokumentformaten in einfachen Text ist hier ein gängiges Einsatzbeispiel. In ORDO werden Verfahren entwickelt und genutzt, um über die Verarbeitung von textuellen Rohdaten hinauszugehen. Ein Beispiel dafür ist die automatische „Transkription“ von gesprochenem Text – wie zum Beispiel in Nachrichtensendungen. Durch die Transkription steht der Inhalt als Text für eine weitere Bearbeitung zur Verfügung.
- Durch **Klassifikation** werden Informationen anhand von Beispielen thematisch eingeordnet. Verfügt beispielsweise ein Benutzer bereits über eine entsprechende Sammlung von Geschäftsberichten, so kann er mittels Klassifikation automatisch entscheiden lassen, ob es sich bei einem bestimmten Dokument ebenfalls um einen Geschäftsbericht handelt.
- Mittels **linguistischer Verfahren** werden in Texten relevante Inhalte und deren Beziehungen erkannt. Ein Beispiel aus dem Bereich der Technologiebeobachtung wäre, Sätze mit dem Muster <FIRMA> <ENTWICKELT> <TECHNOLOGIE> zu erkennen. Durch die Extraktion entsprechender Daten aus einer Vielzahl an Dokumenten kann sich ein Benutzer schnell einen Überblick verschaffen. Diese Extraktionsergebnisse können dann genutzt werden, um eine Datengrundlage für eine statistische Auswertung zu schaffen (z. B. 15 verschiedene Firmen erforschen aktuell das Thema Windenergie).
- Durch eine **semantische Suche** wird die Anfrage des Benutzers mit den erkannten Inhalten im Informationsbestand („Index“) verglichen und die jeweils passenden Treffer ermittelt. Anders als bei einer herkömmlichen textbasierten Suche werden dabei die in der Anfrage enthaltenen Konzepte erkannt, eingeordnet und typisiert. So wird bei einer Suche nach „Windkraft“ automatisch das Synonym „Windenergie“ mit berücksichtigt. Der Benutzer muss die verschiedenen Begriffe nicht vorher umständlich ermitteln und in die Suche eingeben.<sup>1</sup> Wenn gewünscht – und wenn im Wissensmodell vorhanden – können auch Ober- und Unterbegriffe mit in die Suche einbezogen werden. In diesem Beispiel könnte das Themenfeld „erneuerbare Energien“ in die Suche – mit geringerer Relevanz – mit einbezogen werden. Bei anderen Datentypen hingegen können andere Ähnlichkeitsfunktionen verwendet werden. Beispielsweise könnten die Kosten pro Energieeinheit als Zahlenwert erfasst werden. Die Ähnlichkeit könnte dann so definiert werden, dass geringere Kosten immer gut zu einer Anfrage passen, zunehmend teurere Angebote nicht berücksichtigt werden (siehe Abb. 3).

---

<sup>1</sup> Vgl. dazu Nielsen 2001.

Abb. 3: Ähnlichkeitsfunktion: Günstiger ist besser als teurer



Quelle: Attensity

- Durch **Clustering** werden Informationsobjekte – wie Dokumente oder Treffer – auf Basis ihrer Inhalte und Metadaten gruppiert. Im Unterschied zur Klassifikation müssen für die Gruppierung mittels Clustering keine Beispiele angegeben werden. Clustering erlaubt zum Beispiel die Treffer in Trefferlisten zu gruppieren und so implizit vorhandene Strukturen zu erkennen. Im Zusammenspiel mit einer geeigneten Visualisierung wird damit ein besserer Überblick über eine Ergebnismenge möglich.

### WAS IST AUF DER SPEISEKARTE: ONTOLOGIEN

Inhaltlicher Ausgangspunkt der Aufbereitung unstrukturierter Information sind also entsprechende Wissensmodelle – auch Ontologien genannt. Im Betrieb von semantischen Suchlösungen stellt sich dabei die Frage, wie das Management dieser Ontologien sinnvoll bewerkstelligt werden kann:

- In verschiedenen Anwendungsfeldern existieren aufgrund von Standardisierungen bereits vereinheitlichte Ontologien. Durch **Ontologie-Importer** werden diese Ontologien für die inhaltliche Erschließung in eine Anwendung importiert. Geonames.org<sup>2</sup> ist ein Beispiel für eine derartige Ontologie. In ihr sind Angaben zu geographischen Einheiten wie Orten und Ländern in unterschiedlichen Schreibweisen enthalten. Durch diese Angaben werden die geographischen Einheiten in Texten erkannt. ORDO nutzt Ontologie-Importer, welche standardisierte Ontologie-Repräsentations-Formate wie RDF und OWL, aber auch für tabellarisch strukturierte Daten verstehen.

<sup>2</sup> <http://www.geonames.org/>

- Diese importierten Basis-Ontologien bilden dann die Grundlage für weitergehende benutzer- oder gruppenspezifische **Anpassungen**. Wird z. B. im Rahmen der Bearbeitung ein noch nicht erkanntes Synonym für ein Konzept erkannt, sollte diese Information erfasst und in die Ontologie integriert werden. Hier liefert ORDO einen Satz von Werkzeugen, um derartige „Blinde Flecken“ in der Ontologie zu erkennen und zu beheben. So wird im Verlauf der alltäglichen Arbeit die Ontologie nach und nach erweitert.

### HOCHSKALIERUNG ODER: DARF ES EIN WENIG MEHR SEIN?

Damit die Masse an Information sinnvoll aufbereitet werden kann, müssen die dazu verwendeten Technologien auf umfangreiche Datenmengen in einer hochverfügbaren und sicheren Art und Weise angewendet werden können:

- Kern dieser Arbeiten zur Erschließung umfangreicher Datenbestände ist der **hochskalierende semantische Index**. Um diese Hochskalierung auf Standard-Hardware zu erzielen, muss der Index über mehrere Rechnerknoten verteilt werden. Im Rahmen von ORDO werden dabei bis zu 250 Mio. Dokumente semantisch indexiert. Durch umfangreiche Messungen wird dabei sichergestellt, dass auch eine Aussage auf größere Datenvolumina möglich ist.
- Für den Betrieb eines derartigen hochskalierenden und hochverfügbaren Systems müssen entsprechende **Betriebskonzepte** definiert und technisch unterstützt werden. Beispielweise muss gewährleistet werden, dass neue Dokumente innerhalb einer bestimmten Zeit im Index vorhanden sind und dann gefunden werden können. Auch werden entsprechende Werkzeuge benötigt, um den Zustand des Gesamtsystems zu überwachen und zu konfigurieren.
- Bei Betrieb von verteilten Systemen ist – bei steigender Knotenanzahl – der Ausfall einzelner Knoten eher die Regel als die Ausnahme. Die redundante, verteilte Datenhaltung ohne eine zentrale Kontrollinstanz bildet dabei die Grundlage für eine entsprechende **Hochverfügbarkeit** des Systems. Auch die Hinzunahme neuer Knoten oder der selbstständige Neustart von Knoten nach einem Ausfall wird entsprechend adressiert.

### DAS HÄTTE ICH GERNE: VISUALISIERUNG

Für ein schnelles Verständnis von Information ist die intuitive Darstellung unumgänglich. Hier stößt die klassische Darstellung in Form von Trefferlisten schnell an ihre Grenzen – selten werden mehr als die ersten Seiten einer Ergebnismenge nach relevanten Informationen durchsucht<sup>3</sup>. Durch eine übersichtliche Visualisierung der Ergebnisse erhält der Benutzer einen schnellen Überblick und wird bei der Verfeinerung seiner Anfrage unterstützt (siehe nachfolgende Abbildung):

<sup>3</sup> Nielsen 2001.



## SERVICE INKLUSIVE: INTEGRATION DER KOMPONENTEN

Um die in ORDO eingesetzten Technologien sinnvoll miteinander zu integrieren, ist eine entsprechende Plattform notwendig. Im Rahmen von ORDO wird das Framework SMILA<sup>4</sup> geschaffen und kontinuierlich weiterentwickelt. Mit SMILA können einzelne Komponenten schnell und effizient zu vollständigen semantischen Applikationen integriert werden. Dabei kommen aktuelle Softwarestandards zum Einsatz (siehe Abb. 4).

- OSGi wird von SMILA als komponentenorientierte, skalierende Laufzeitumgebung eingesetzt, in welcher die einzelnen Verarbeitungsschritte ablaufen.
- Die einzelnen Verarbeitungsschritte werden durch die „Business Process Execution Language“ (BPEL<sup>5</sup>) koordiniert, wobei die dazu eingesetzten Komponenten mittels Web-Service-Interfaces angesprochen werden.
- Die Kommunikation erfolgt über den „Java Message Service“ (JMS<sup>6</sup>).
- Die Ergebnisse der einzelnen Verarbeitungsschritte werden einer in zentralen Ablage, dem so genannten „Blackboard“ zwischengespeichert und stehen dann für folgende Verarbeitungsschritte zur Verfügung.
- Weiterhin können verschiedene Ablagen („Stores“) für die Speicherung von Applikationsdaten angebunden werden.

Durch diese Architektur kann die Aufbereitung von Inhalten flexibel, effizient und skalierbar durchgeführt werden.

Ein Beispiel für den effizienten Einsatz ist die Umsetzung einer Bildsuche unter Verwendung von Bildanalyseverfahren innerhalb weniger Tage. Dabei kamen im Rahmen von THESEUS entwickelte Komponenten weiterer Konsortialmitglieder (Fraunhofer IGD und Fraunhofer HHI) zum Einsatz. Der Demonstrator ist im THESEUS Innovationszentrum<sup>7</sup> zu besichtigen.

Die freie Nutzung von SMILA in kommerziellen Anwendungen ist durch die „Eclipse Public License“<sup>8</sup> gewährleistet. Damit steht dieses Ergebnis aus ORDO auch anderen Organisationen zur Verfügung, um passgenau Information zu verarbeiten. SMILA als belastbare technische Plattform will so die Vereinheitlichung von Komponenten für semantische Applikationen weiter voran bringen. Betreiber und Entwickler semantischer Applikationen genießen durch diese Standardisierung eine höhere Investitionssicherheit, da auf moderne und bewährte Technologien aufgebaut wird und eine höhere Interoperabilität von Komponenten besteht. Anbieter von einzelnen Komponenten hingegen können auf einer allgemein verfügbaren Plattform implementieren und sind so nicht mehr an einen konkreten Hersteller gebunden.

<sup>4</sup> [www.eclipse.org/smila](http://www.eclipse.org/smila).

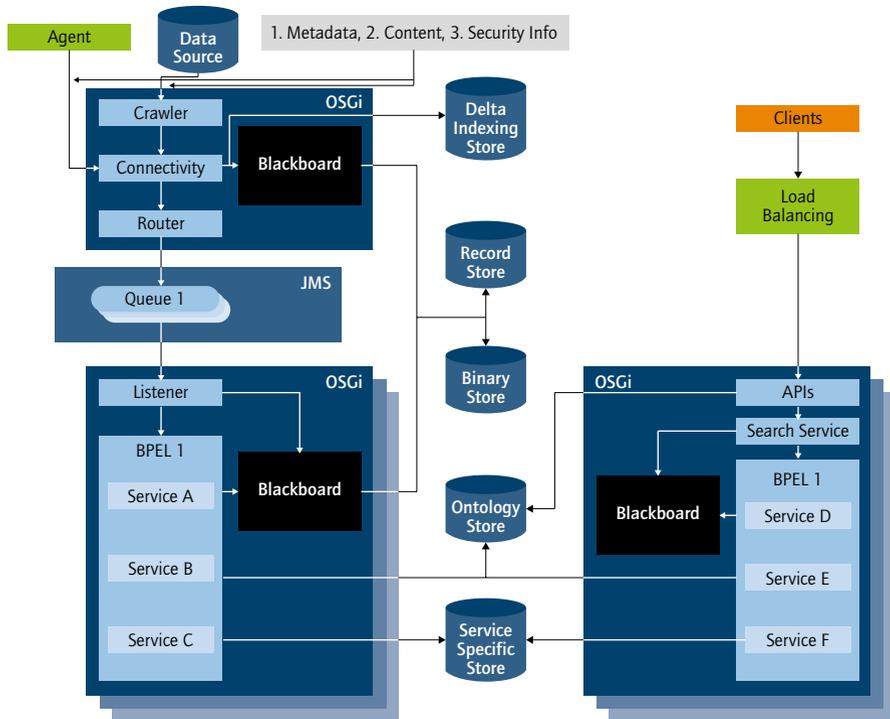
<sup>5</sup> [http://www.oasis-open.org/committees/tc\\_home.php?wg\\_abbrev=wsbpel](http://www.oasis-open.org/committees/tc_home.php?wg_abbrev=wsbpel).

<sup>6</sup> Wetherill 2010.

<sup>7</sup> <http://theseus-programm.de/innovationszentrum/default.aspx>.

<sup>8</sup> <http://www.eclipse.org/org/documents/epl-v10.php>.

Abb. 5: Übersicht SMILA



Quelle: Attensity, [http://wiki.eclipse.org/SMILA/Architecture\\_Overview](http://wiki.eclipse.org/SMILA/Architecture_Overview)

## KANTINE UND KÜCHE: ORGANISATIONALE UND PERSÖNLICHE PERSPEKTIVE

Die zuvor beschriebenen Technologien setzt ORDO im Rahmen des Forschungsprogramms THESEUS in zwei unterschiedlichen Anwendungsbereichen ein: Im Arbeitspaket mit den Namen CAPRI werden Lösungen erarbeitet, um Information auf organisationaler Ebene zu erschließen. Memex360 als zweites Arbeitspaket hat das Individuum – genauer den professionellen Wissensarbeiter – im Fokus. Im Folgenden wird dargestellt, wie zwei im Rahmen dieser Arbeitspakete erarbeiteten Lösungen die inhaltliche Erschließung von Informationen unterstützen.

Ein Ergebnis aus CAPRI ist der „Smart Media Demonstrator“ (siehe Abb. 5), welcher ebenfalls im THESEUS Innovationszentrum zu besichtigen ist. In diesem Beispiel für eine Suche auf organisationaler Ebene werden die Angebote verschiedener Nachrichtenquellen – Print und Video – erfasst, aufbereitet und semantisch analysiert. Die Ergebnisse dieser Analyse werden über eine facetthierarchische Navigation zur Verfügung gestellt. Zu den

Facetten gehört dabei eine semantische Analyse der inhaltlichen Rubriken der jeweiligen Nachrichten. Zusätzlich werden die erwähnten Personen erkannt. Die Treffer zu einer Anfrage werden dann über ein Clustering und anschließender Visualisierung in einer Übersicht dargestellt. Der Benutzer kann so interaktiv seine Suchanfrage weiter konkretisieren und sich so die relevanten Inhalte herauspicken.

Abb. 6: Smart Media Demonstrator

The screenshot shows the 'Smart News' interface with a search for 'Angela Merkel'. The sidebar on the left contains a 'Rubriken' section with a bar chart and a table of results:

Rubrik	Treffer
Politik	892
Wirtschaft	249
Kultur	117
Wissen	46
Reise	17
Unternehmen	17
Auto	15
Lifestyle	12
Finanzen	7
Beruf	2
<b>Gesamt</b>	<b>1374</b>

The main content area displays a news article from WELT ONLINE titled 'CDU-Chefin und Hundeskanzlerin'. It includes a photo of Angela Merkel and a caption: 'Angela Merkel, ein Leben in Deutschland: Die junge Angela Kähler im Sommer 1973 beim Camping mit Freunden in einem Jahr hatte die kleine Tochter eines Planiers und einer Latwain-Ador gemazt.'

Quelle: Attensity

Ein Beispiel für Memex360 und damit für eine auf die Bedürfnisse des Benutzers abgestimmte Anwendung ist der „Life Science Demonstrator“ (siehe Abb. 6). Der Name ist dabei der Idee des Memex (Memory Extenders) von Vannevar Bush entlehnt<sup>9</sup>. Wie der ursprünglich konzipierte MEMEX unterstützt Memex360 einen Wissensarbeiter dabei, die für ihn relevante Information zu erfassen, zu annotieren und miteinander in Bezug zu setzen. Grundidee dabei war es, den Menschen bei der Verwaltung und Erschließung seines Wissens zu unterstützen – nicht den Menschen zu ersetzen.

Standardmäßig werden bei dem Life Science Demonstrator verschiedene Quellen wie „Clinical Trials“<sup>10</sup> oder persönliche Dateiverzeichnisse durchsucht. Der Benutzer kann darüber hinaus weitere RSS Feeds zur Indizierung hinzufügen. Da RSS Feeds für verschiedene Quellen – wie zum Beispiel Suchanfragen oder bei Twitter – zur Verfügung

<sup>9</sup> Bush 1945.

<sup>10</sup> <http://www.clinicaltrial.gov>.

stehen, kann der Benutzer sich seine individuellen Quellen zusammenstellen, die semantisch aufbereitet werden. Die gefundenen Feeds werden regelmäßig indiziert – so bleibt der Benutzer stets auf dem Laufenden. Auch verfügt der Life Science Demonstrator über eine Anbindung an gängige Blogs (Metablog-API<sup>11</sup>). So kann der Benutzer eigene Kommentare mit herkömmlichen Blogging-Werkzeugen erstellen und so in seinen persönlichen Wissensraum überführen. Aktualisierungen in diesem persönlichen Wissensraum werden über einen RSS-Feed verbreitet. Damit stehen die Inhalte einer Instanz des Life Science Demonstrators – wenn gewünscht – weiteren Personen oder Memex360-Instanzen zur Verfügung. Zur Strukturierung des Wissensraumes kann der Benutzer standardisierte oder eigene Ontologien importieren. Als Standard-Ontologien sind dies im Life Science Demonstrator die Studienklassifikation von Clinical Trials oder die „Medical Subject Headings“ (MeSH)<sup>12</sup>, einer Ontologie zur inhaltlichen Einordnung von medizinischen Publikationen. Ein Beispiel für eine persönliche Ontologie ist eine durch den Benutzer angelegte Liste von Vertragsforschungsorganisationen. Zusammen mit den entsprechenden Einträgen zu Analyseverfahren in der MeSH kann so ein Benutzer geeignete Vertragsforschungsunternehmen für eine anstehende Analyse finden.

Abb. 7: Life Science Demonstrator

The screenshot shows a search interface for 'capsaicin'. The search bar contains the text 'capsaicin'. Below the search bar are icons for search, information, and help. The interface is divided into two main sections: 'Ordo Ergebnisse' and 'Trefferkarten'. The 'Ordo Ergebnisse' section shows a list of medical conditions and drug interventions, with a bar chart showing the number of results for each. The 'Trefferkarten' section shows a list of search results, including a study on the efficacy and safety of 0.75% topical capsaicin nanoparticle preparation versus placebo in patients with painful diabetic neuropathy.

**Search Results Summary:**

Rubrik	Treffer
<input type="checkbox"/> Pain	82
<input type="checkbox"/> Burns	23
<input type="checkbox"/> Hypersensitivity	23
<input type="checkbox"/> Hyperalgesia	20
<input type="checkbox"/> Neuralgia	17
<input type="checkbox"/> Diabetes Mellitus	16
<input type="checkbox"/> Inflammation	16

**Study Details:**

**Capsaicin:**

- Reregistration Eligibility Decision (RED) Fact Sheet
- Study of Topical Preparation of Capsaicin Nanoparticle in Patient With Painful Diabetic Neuropathy

The objectives of this study are to determine efficacy and safety of 0.75% topical capsaicin nanoparticle preparation versus placebo in patient with painful diabetic neuropathy. Painful diabetic neuropathy is the most common cause of neuropathic pain. 0.075% topical capsaicin has been used to treat the pain. Because of high concentration, conventional capsaicin topical preparation causing burning sensation and required several time of applications per day. The nanoparticle of capsaicin topical preparation was developed with expectation of remaining efficacy, minimizing burning sensation and improving convenience of use. Inclusion Criteria: - History of type 2 Diabetes mellitus - Peripheral neuropathy - Stabilized on pain medication for at least one month - No previous invasive intervention for pain relief Exclusion Criteria: - Local wound or any skin

Quelle: Attensity

<sup>11</sup> <http://code.google.com/apis/blogger/>

<sup>12</sup> <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh>

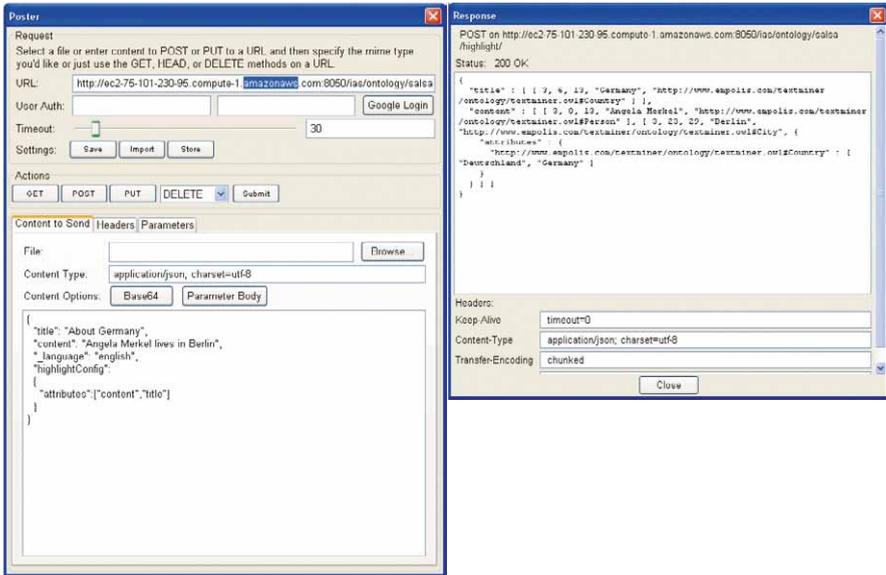
## PARTNER ODER: WER SIND DIE KÖCHE?

Verschiedene Partner aus Industrie und Forschung arbeiten im Anwendungsszenario ORDO zusammen, um das Ziel der Ordnung in der digitalen Welt zu erreichen: Die Attensity Europe GmbH ist der Konsortialführer von ORDO. Fachlicher Schwerpunkt von Attensity ist der Bereich Hochskalierung, Betriebskonzepte und das Integrationsframework SMILA. Des Weiteren ist Attensity bei der Konzeption und Umsetzung der Arbeitspakete CAPRI und Memex360 federführend, welche die in ORDO entwickelten Technologien anwenden. Diese Anwendungen geben den Rahmen für die Zusammenarbeit im ORDO-Konsortium vor: Das Fraunhofer IGD befasst sich mit der Visualisierung der Daten – insbesondere von Ergebnismengen – um dem Benutzer eine große Anzahl von Ergebnissen übersichtlich zugänglich zu machen. Das Fraunhofer IAIS entwickelt verschiedene Dienste zur Aufbereitung von Informationen: Mittels linguistischer Verfahren werden Fakten wie „X kauft Y“ in Texten erkannt und für eine weitere Bearbeitung zur Verfügung gestellt. Der eingangs vorgestellte Transkriptionsdienst für Audio-Spuren wird ebenfalls von Fraunhofer IAIS entwickelt. Das Fraunhofer ITWM ist ebenfalls mit zwei Schwerpunkten an ORDO beteiligt: Zum Einen werden die technologischen Grundlagen für eine erfolgreiche Hochskalierung des semantischen Indexes untersucht und praktisch erprobt. Zum Anderen werden echtzeitfähige Clustering-Algorithmen entwickelt. Durch diese Verfahren ist es möglich, Ergebnismengen bei Bedarf sinnvoll zu strukturieren. Das DFKI ist mit dem TechWatch Demonstrator mit einer weiteren Anwendung im Rahmen von CAPRI und Memex360 vertreten. Diese Anwendung veranschaulicht die Suche in wissenschaftlichen Dokumenten sowohl auf organisationaler Ebene als auch mit spezifischer Unterstützung des jeweiligen Wissensarbeiters. Der TechWatch-Demonstrator ist dabei auf Basis des Integrationsframeworks SMILA erstellt.

## WIE GEHT ES WEITER?

In der verbleibenden Restlaufzeit von ORDO bis ins erste Quartal 2012 werden die zuvor beschriebenen Ergebnisse weiter ausgebaut und in praktischen Anwendungen evaluiert. Neben den bereits vorgestellten Ergebnissen wurden weitere Anwendungen für verschiedene technische Einsatzszenarien und Branchen realisiert. Ein Beispiel ist ein JSON/REST fähiger Web-Server, welcher in ORDO entwickelte linguistische Technologie in einen Service verpackt und über einen Rechner der Amazon Elastic Cloud zur Verfügung stellt (siehe Abb. 7). So können bei Bedarf entsprechende Instanzen dieses Dienstes eingerichtet werden und über die JSON/REST Schnittstelle effizient in bestehende Anwendungen eingebunden werden.

Abb. 8: Aufruf des linguistischen Web-Services und Ergebnis



Quelle: Attensity

Das Integrationsframework SMILA wiederum kommt bereits in verschiedenen Anwendungen außerhalb von ORDO zum Einsatz. Ein Beispiel ist hier das Start-Up KinKon<sup>13</sup>. KinKon stellt einen moderierten Zugang für Kinder und Jugendliche zum Internet zur Verfügung. SMILA ist hier für die technische Bewertung und Änderungsbeobachtung von Webseiten im Einsatz. Basierend auf dieser Bewertung können Eltern dann im Dialog mit ihren Kindern den Zugang zu einzelnen Angeboten freigeben. Die daraus resultierenden Freigabelisten können Eltern mit ähnlichen Interessen untereinander austauschen. Die Änderungsbeobachtung sorgt bei grundlegenden inhaltlichen Änderungen in der jeweiligen Webseite für eine Wiedervorlage der Freigabe.

Zusammengefasst wird mit ORDO ein integrierter Satz von leistungsfähigen Werkzeugen geschaffen, um Ordnung in der digitalen Welt zu schaffen. Diese Werkzeuge können individuell auf die Erfordernisse einer Anwendungsdomäne angepasst werden. Benötigt werden dazu die jeweils passenden Quellen und ein Wissensmodell, um die gefundenen Quellen sinnvoll zu erfassen. Der komponentenbasierte Aufbau zieht sich dabei von der technischen Infrastruktur hin bis auf die Ebene der Benutzeroberfläche. Durch diesen komponentenbasierten Aufbau können individuelle Lösungen für einen Anwendungsbereich oder einen Benutzer geschaffen werden. Das „Schlaraffenland“ an Information bietet hier vielfältige Möglichkeiten, entsprechende Lösungen zu etablieren.

<sup>13</sup> <http://www.kinkon.de/>

## DANKSAGUNG

ORDO wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie unter dem Förderkennzeichen 01MQ07005 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

## LITERATUR

### **Bush 1945**

Bush, V.: As We May Think. In: Magazine - The Atlantic. The Atlantic (1945), p. 47-61. <http://www.theatlantic.com/magazine/archive/1969/12/as-we-may-think/3881/.1945>.

### **Decker/Traphöner 2010**

Decker, B./ Traphöner, R.: Memex360 – Persönliches Wissensmanagement mit Theseus ORDO. Konferenz Lernen Wissen Adaptivität, Kassel: 2010.

### **Nielsen 2001**

Nielsen, J.: Search: Visible and Simple. Jakob Nielsen Alertbox. <http://www.useit.com/alertbox/20010513.html>, aufgerufen am 15.10.2010.

### **Wetherill 2010**

Whetherill, J.: Messaging Systems and the Java Message Service (JMS), Sun Developer Network. <http://java.sun.com/developer/technicalArticles/Networking/messaging/>, aufgerufen am 05.02.2011.



## > PROCESSUS

HEINO DÄKENA/HANS-JOSEF HESSE/JÖRN LEHMANN/MARTIN KNECHTEL/  
ANDREAS KOHN

### EINLEITUNG

Durch die zahlreichen Möglichkeiten des Webs 2.0 werden täglich Unmengen von Informationen in Unternehmen auf Basis interner und externer Quellen generiert. Dies erschwert die Suche nach der richtigen Information erheblich, man ist nicht mehr imstande das Richtige zu finden oder Relevantes von Irrelevantem zu unterscheiden. Mit den Anstrengungen der letzten Jahre in Richtung semantisches Web (WEB 3.0) sind durchaus neue Möglichkeiten geschaffen worden, mit deren Hilfe ein intelligentes Navigieren durch das Informationschaos möglich wird.<sup>1</sup> Außerdem wurden Ansätze entwickelt, bereits vorhandenes und strukturiertes Wissen (Klassifikationssysteme) in ein Wissensmodell in Form einer Ontologie zu transformieren.<sup>2</sup> Der nächste konsequente und logische Schritt ist der Einsatz semantischer und linguistischer Informationstechnologie zur Analyse des in freisprachlichen Texten verborgenen Wissens, um diese unstrukturierten Fakten für das Unternehmen und seine Prozesse verfügbar zu machen.

Im Rahmen des THESEUS Programms im „Use Case“ PROCESSUS werden die grundlegenden Services einer semantischen Business Plattform entwickelt. Ontologien spielen in diesem Zusammenhang eine tragende Rolle. Durch Ontologien ist es möglich, domänenspezifische Fachlichkeiten abzubilden und Sinnzusammenhänge zwischen den definierten Konzepten herzustellen. Hierdurch werden physische Produkte zu intelligenten Objekten, indem sie ontologisch beschrieben werden. Sie haben nicht nur statische Eigenschaften, sondern auch Fähigkeiten und Beziehungen zu anderen Produkten oder Komponenten. Mit diesen Ontologien ist das Navigieren, Suchen und Auffinden von Lösungswissen oder ähnlichen Konzepten wesentlich effektiver und effizienter gestaltbar. Dadurch wird das Dickicht des Informations-Dschungels wesentlich gelichtet und die Informationen besser nutzbar.

### SITUATIONSBESCHREIBUNG IM MASCHINENBAU

Das Internet stellt für Unternehmen eine Informationsplattform dar, die zunehmend sowohl zur Präsentation der eigenen Produkte und Kompetenzen wichtig wird als auch bei der Recherche und Suche nach neuen Lösungen und Dienstleistungen. Zu den Vorteilen, die das Internet gegenüber den klassischen Medien (Messen, Vertrieb, Fachzeitschriften

---

<sup>1</sup> Abuosba 2008.

<sup>2</sup> Hepp 2005; Hesse 2009.

etc.) besitzt, gehören vorrangig die hohe Verfügbarkeit (zeitlich und räumlich) sowie der große Umfang an Informationen und Informationsquellen. Daraus resultiert jedoch auch die immer größer werdende Herausforderung, die für eine konkrete Situation relevanten Inhalte zu finden und zu filtern.

PROCESSUS beschäftigt sich dabei mit der Unterstützung von Geschäftsprozessen unter anderem für den Maschinen- und Anlagenbau. Ziel dieser Pilotanwendung ist es, Unternehmen mit Hilfe einer semantischen Infrastrukturplattform in die Lage zu versetzen, effizienter innerhalb des Unternehmens über Bereichs- und Abteilungsgrenzen hinweg wie auch unternehmensübergreifend mit Kunden und Partnern zu kommunizieren.

In wissensintensiven Fragestellungen und Aufgaben soll kontextabhängig Problemwissen zur Verfügung gestellt werden. PROCESSUS fokussiert sich dabei auf einen Ontologie-basierten Ansatz zur Lösungssuche und Prozessunterstützung im Maschinen- und Anlagenbau. Zu den besonderen Chancen und Herausforderungen, die sich aus PROCESSUS heraus ergeben, zählt der systemunterstützte Zugriff zur Beschreibung und Analyse komplexer Maschinen und Anlagen. Diese bestehen aus verschiedenen Systemen und Komponenten und weisen ein hohes Maß an Schnittstellen und Abhängigkeiten zwischen Zulieferer und Systemhersteller auf. Die zugehörigen Produktbeschreibungen und Produktmodelle, die für eine Lösungssuche herangezogen werden können (z. B. textuelle und grafische Beschreibungen, Dokumentationen aus verschiedenen Branchen, Unternehmensbereichen und Anwendungsgebieten) sind sehr heterogen.

Moderne Produktentwicklungsprozesse zeichnen sich heute aufgrund der hohen Spezialisierung und der interdisziplinär arbeitenden Teams durch eine starke Verteilung auf mehrere Partner (innerhalb und außerhalb des Unternehmens) sowie durch eine hohe Vernetzung und einen hohen Informationsbedarf aus. Branchenübergreifend ist ein deutlicher Wandel vom Wettbewerb um einzelne Komponenten hin zum Wettbewerb um Lösungs- und Systemkompetenz erkennbar. Differenzierung im Verdrängungswettbewerb erfolgt dabei vor allem durch eine effiziente Interaktion mit dem Kunden und die Verfügbarkeit einer hohen Servicequalität.

Lösungskompetenz – die Verfügbarmachung und Nutzung von Anwendungs- und Lösungswissen – wird zur wettbewerbskritischen Ressource und damit zum Schlüssel für Erfolg. Dieser Trend wird durch Umfragen bestätigt (z. B. VDMA Tendenzbefragung 2008 in Abbildung 1).

PROCESSUS fokussiert als eine besonders wissensintensive Tätigkeit im Bereich der Entwicklung und Konstruktion die Lösungssuche: durch eine IT-gestützte Plattform soll der gezielte Zugriff auf einen Lösungsraum für den Ingenieur ermöglicht werden. Dabei wird im Gegensatz zu bestehenden Produktkonfiguratoren nicht die Entwicklung und Synthese neuer Lösungen beabsichtigt, sondern die rechnerbasierte Unterstützung des Lösungsauswahlprozesses. Die Herausforderung hierbei besteht, wie in Abbildung 2 dargestellt, in der Überwindung der „semantischen Barriere“, die zwischen der techni-

schen Problemstellung und der technischen Beschreibung einer Lösung steht. Der Verfasser einer technischen Beschreibung (techn. Redakteur, Marketing, Entwicklungsingenieur, etc.) nutzt in der Regel sein Erfahrungswissen über die entsprechende Domäne. Daher werden zur Beschreibung ähnlicher Lösungen oft verschiedene Taxonomien, Wörterbücher, Thesauri oder Klassifikationssysteme und andere Ordnungssysteme benutzt. Das Ziel von PROCESSUS ist es hier, mit Hilfe einer semantischen Integrationsplattform durch Verwendung einer geeigneten Ontologie einen vereinheitlichten Zugang zu der Domäne der Antriebs- und Automatisierungstechnik im Maschinenbau zu erhalten.

Abbildung 1: Strategien zur Verbesserung der Wettbewerbsposition der deutschen Maschinenbauer 2008.  
Quelle: VDMA Tendenzbefragung 2008.

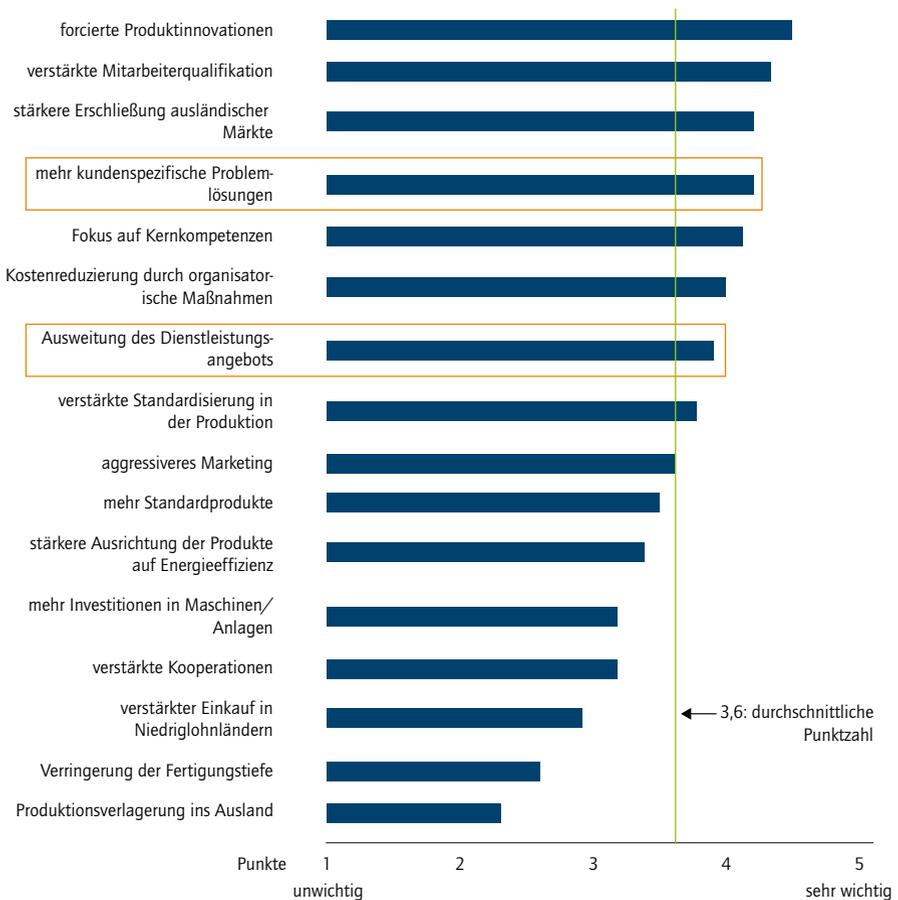
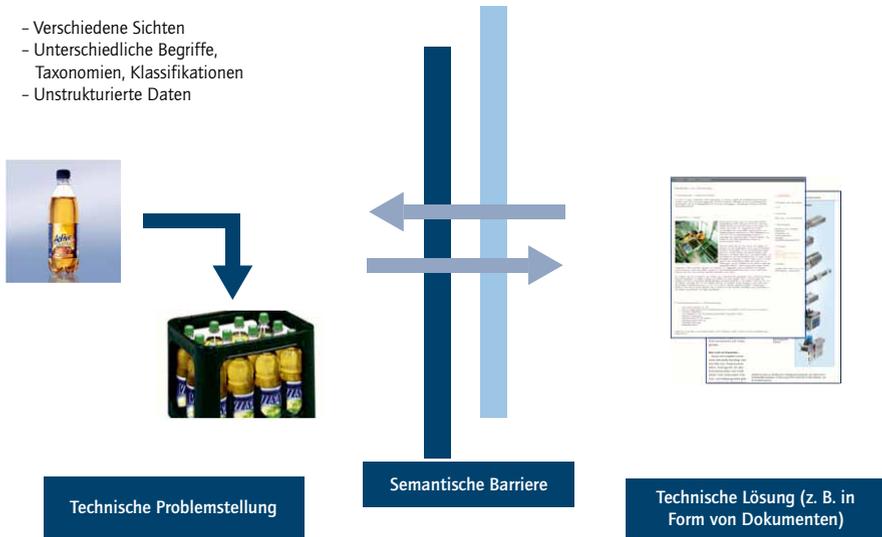


Abbildung 2: Semantische Barriere bei der Suche nach der richtigen Lösung.



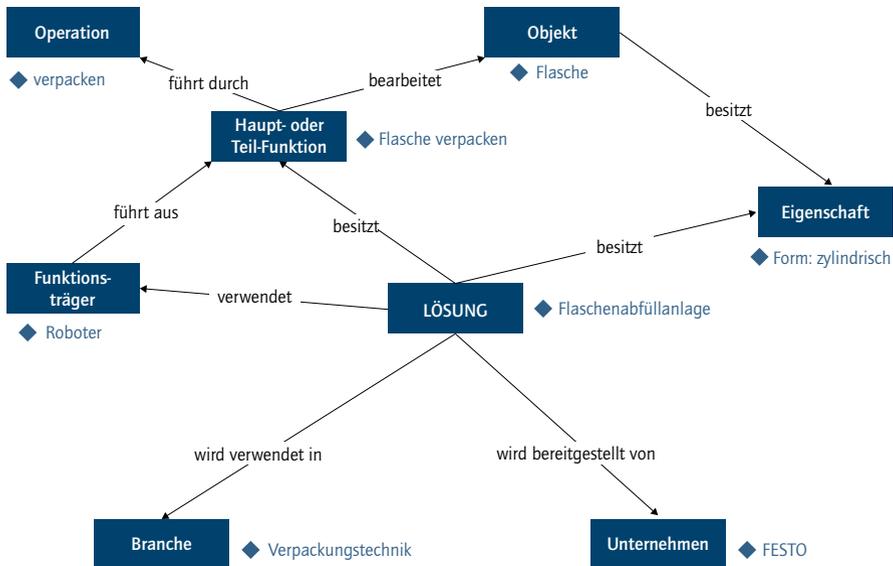
## DIE MASCHINENBAUONTOLOGIE

Die in PROCESSUS entwickelte Maschinebauontologie repräsentiert eine branchenübergreifende vereinheitlichende Sicht auf die Domäne Maschinebau. Diese Ontologie ist die Voraussetzung für die Einführung und Anwendung einer semantischen Plattform zur Überwindung der oben beschriebenen „semantischen Barriere“.

Das vorhandene Wissen über technische Lösungen wird über eine Menge logischer Axiome in Form einer Ontologie repräsentiert. Die Axiome machen Aussagen über Konzepte, Instanzen und Relationen und modellieren damit das zu beschreibende Wissen. In dem hier präsentierten Beispiel werden Fakten zur Beschreibung maschinenbautechnischer Anlagen definiert. Anhand dieser Ontologie und der darin gemachten Aussagen können Lösungsbeschreibungen, „Success Stories“ sowie Vertriebsdokumente über realisierte Anlagen von Komponenten- und Systemherstellern aus dem Bereich des Maschinen- und Anlagenbaus klassifiziert und miteinander in Beziehung gesetzt werden. Mit Hilfe der Definition von Ähnlichkeitsaxiomen lassen sich bspw. semantische Abfragen (Suchen) formulieren, die zueinander „ähnliche“ Lösungen liefern. Darüber hinaus kann man mittels „Reasoning“ implizit vorhandenes Wissen explizit machen und zur Verfügung stellen. Insbesondere bei komplexen und großen Ontologien kann dies signifikant zur Steigerung der Qualität sowie zur Verbesserung der Pflege der Ontologie, und damit des Wissensmodells, beitragen.

Abbildung 3 beschreibt die Grundstruktur der Maschinenbauontologie. Darin sind die wesentlichen Konzepte und Relationen mit exemplarischer Instanziierung abgebildet. Zentraler Bestandteil der Lösungsbeschreibung einer realisierten Anlage oder Maschine ist die zur Verfügung gestellte Gesamtfunktion. Ausgehend von dieser Gesamtfunktion können einzelne Teilfunktionen der Lösung beschrieben werden. Um eine Funktion im Kontext der Maschinenbauontologie vollständig zu beschreiben, benötigt man Beziehungen zu Objekten und Operationen, da in der Regel die Maschine mit einem Werkstück (Objekt) eine definierte Tätigkeit (Operation) vornimmt. Unter dem Konzept Funktionsträger versteht man eine Komponente, Anlage oder Maschine, die in der Lage ist eine Funktion auszuführen.

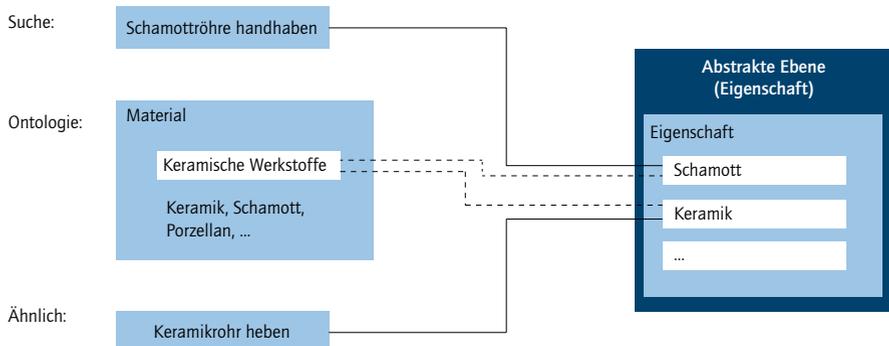
Abbildung 3: Grundstruktur der entwickelten Ontologie mit exemplarischen Instanzen



Die in Abbildung 3 gezeigte Ontologie mit der beispielhaften Instanziierung der Konzepte repräsentiert folgendes Szenario: „Eine Flaschenabfüllanlage füllt Flaschen ab und verpackt diese mit einem Roboter in Kästen“. Die Ontologie enthält weitere Konzepte wie Eigenschaften, Branchen, Unternehmen, Ziele einer Funktion und andere Kriterien, mit denen Lösungsbeschreibungen zu Anlagen vereinheitlicht beschrieben werden können.

Der Rückgriff auf das in einer Ontologie gespeicherte Wissen ermöglicht es, eine bessere Qualität bei der Ermittlung von Suchergebnissen zu erzielen. Unter Berücksichtigung der in der Ontologie definierten Axiome zur Beschreibung der Fachdomäne können Suchanfragen unter Ausnutzung der semantischen Relationen einen qualitativ und quantitativ größeren Lösungsraum durchsuchen und dem Anwender zur Verfügung stellen. In Abbildung 4 wird exemplarisch nach einer Lösung gesucht, die „Schamotteröhre handhaben“ kann. Die Suchanfrage, ausgeführt auf einer semantischen Plattform im Kontext der Maschinenbauontologie, erkennt, dass Schamotte eine Spezialisierung von Keramik ist und erweitert selbständig den durchsuchten Lösungsraum und bietet auch keramische Lösungsbeschreibungen an. Dieses einfache Beispiel zeigt, dass man mittels einer semantischen Plattform „andersartige“ Suchergebnisse und -listen erzeugen kann, die den Ingenieur aktiv bei der Entwicklung neuer innovativer Lösungen unterstützen können und dabei auf bereits erzeugtes Ingenieurwissen zurückgreifen.

Abbildung 4 Ähnlichkeitssuche über Objekteigenschaften (hier anhand Materialeigenschaft)



Die Erstellung von fachspezifischen Ontologien selbst stellt sich jedoch heute als weitestgehend manueller Prozess dar, der teuer, langwierig und pflegeintensiv ist. Für viele Unternehmen stellt dies eine enorme Hürde dar, um diese Technologie einzusetzen und das unternehmenseigene Wissen ontologisch abzubilden. Daher muss es das Ziel sein, das im Unternehmen bereits vorhandene strukturierte Wissen in Form von Produkttaxonomien, Normen und sonstigen Regeln sowie das von Verbänden in Form von Klassifikationssystemen (VDMA e-Market<sup>3</sup>, ETIM<sup>4</sup>, eCI@ss,<sup>5</sup> etc.) zur Verfügung gestellte Wissen zu nutzen und automatisiert in eine Ontologie zu transformieren.

<sup>3</sup> <http://www.vdma-e-market.com>.

<sup>4</sup> <http://www.etim.de>.

<sup>5</sup> <http://www.eclass.de>.

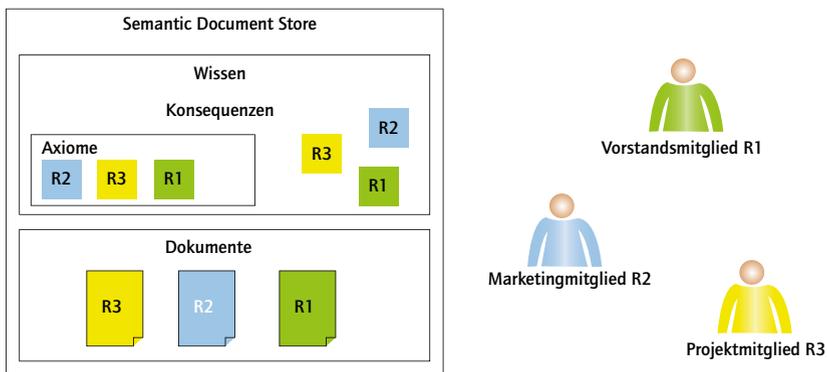
Die theoretischen Grundlagen der Maschinenbauontologie, sowie deren Anwendung zur Suche von ähnlichen Lösungen sind in veröffentlichten Konferenzbeiträgen<sup>6</sup> beschrieben.

### REALISIERUNG EINES RECHTEMANAGEMENTS IN ONTOLOGIEN

Im vorherigen Abschnitt wurde erläutert, dass Wissen über Maschinenbau-Lösungen einerseits kundenfreundlich in Lösungsdokumenten dargestellt, andererseits aber auch formal repräsentiert und dann automatisch verarbeitet werden kann. Das vorhandene Wissen über die Eigenschaften von Maschinenbau-Lösungen wird formal mit logischen Axiomen repräsentiert. Mittels Reasoning können implizit vorhandene Fakten (auf Basis der formulierten Axiome) explizit gemacht werden, d. h. ausgerechnet werden. Die Ontologie, wie oben beschrieben, verwaltet also Lösungsdokumente, Axiome, Konzepte und deren Relationen zueinander. Die Axiome werden fachspezifisch formuliert. Unter Konsequenzen versteht man Aussagen, die nicht explizit formuliert wurden, die sich aber mittels Reasoning aus den definierten Axiomen ableiten lassen.

In Unternehmensumgebungen korreliert der Zugriff auf Informationen entsprechend der Unternehmensorganisation mit den entsprechenden Abteilungen und Bereichen. Das nun folgende einfache Beispiel regelt das Leserecht für Designdokumente und Konstruktionszeichnungen dahingehend, dass betriebsintern nur Projektmitglieder mit der Rolle R3 den Zugriff auf die Dokumente erhalten, während Marketingdokumente aufgrund ihres Zielpublikums öffentlich sichtbar sein müssen und daher von jedermann gelesen werden dürfen (Rolle R2).

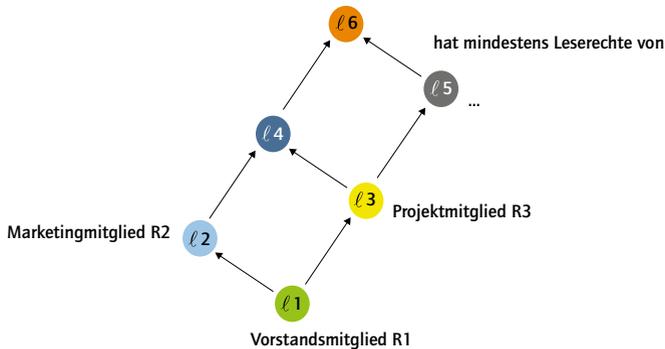
Abb. 5: Leserechte und Dokumente, Axiome und Konsequenzen



<sup>6</sup> Gaag 2008; Gaag 2009.

Die einem Dokument zugeordnete Rolle (eines Axioms, einer Konsequenz) repräsentiert die minimal benötigte Nutzerrolle für lesenden Zugriff. Eine Nutzerrollenhierarchie (Abbildung 6) definiert, welche Nutzerrolle mindestens alle Leserechte einer anderen Nutzerrolle besitzt. Beispielsweise darf entsprechend Abbildung 6 ein Vorstandsmitglied (Rolle R1) alles lesen, was ein Marketingmitglied oder ein Projektmitglied lesen darf. Damit darf in dem System in Abbildung 5 ein Vorstandsmitglied alle dargestellten Dokumente (Axiome, Konsequenzen) lesen. Ein Marketingmitglied hingegen darf nur Dokumente mit der zugewiesenen Rolle R2, ein Projektmitglied nur Dokumente der Rolle R3 (das gelbe Axiom, die gelbe Konsequenz) lesen. Dies geht direkt damit einher, dass jeder Nutzer, entsprechend seiner Nutzerrolle, nur „seinen“ Ausschnitt aus der Ontologie sieht.

Abbildung 6: Nutzerrollenhierarchie



Bezüglich der Zugriffsregelung bedürfen Konsequenzen einer gesonderten Behandlung, da sie logisch aus einer Menge von Axiomen folgen. Bei der Berechnung aller Konsequenzen mittels Reasoning werden alle Axiome ausgewertet ohne Beachtung der Zugriffsregelung. Es ist dabei also möglich, dass eine Konsequenz als Folge firmeninterner und öffentlicher Axiome berechnet wird. Daraus resultiert die Frage, welche Zugriffsregelung für die berechnete Konsequenz gelten soll.

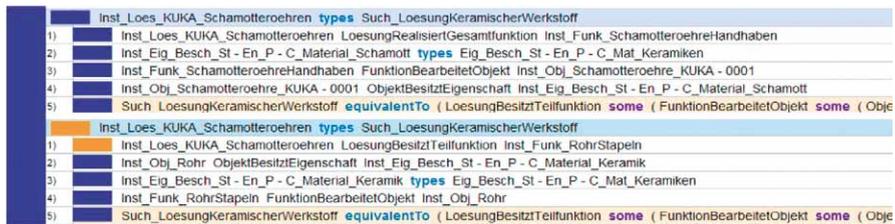
Anhand eines einfachen Beispiels aus der Maschinebauontologie soll verdeutlicht werden, wie man Zugriffsregelungen behandeln kann. Abbildung 7 zeigt als Ausschnitt aus dem Protégé Tool eine Konsequenz der aktuellen Maschinenbauontologie. Durch in der Ontologie hinterlegte Beschreibungen wird die Lösungsbeschreibung zum Handhaben von Schamotteröhre mittels Reasoning zu Lösungen zugeordnet, die keramische Objekte handhaben können.

Abbildung 7: Eine Konsequenz der Maschinenbau-Ontologie



Für diese Konsequenz lassen sich insgesamt 16 Begründungen in der Ontologie finden. In Abbildung 8 sind exemplarisch zwei ausgesuchte Sets von Begründungen dargestellt. Die übrigen Begründungen können analog behandelt werden.

Abbildung 8: Zwei der 16 Begründungen für die diskutierte Konsequenz



In der ersten Begründung wird die Aussage durch Bezug auf die Gesamtfunktion „Schamottoehre handhaben“ abgeleitet. Im zweiten Fall wird die Aussage auf Basis der Teilfunktion „Rohr stapeln“ ermittelt. Wie oben in unserem Beispiel definiert, soll Wissen über Teilfunktionen für Projektmitglieder, jedoch nicht für Marketingmitglieder verfügbar sein. Das übrige Wissen soll sowohl für Marketingmitglieder, als auch für Projektmitglieder sichtbar sein. Damit ergibt sich als Ergebnis, dass die erste der beiden Begründungen für alle Nutzer sichtbar ist, während die zweite Begründung nur für die Projektmitglieder sichtbar ist.

Zu diesem aktuellen Forschungsgebiet, aus der Sichtbarkeit der Axiome die Sichtbarkeit der Konsequenz auszurechnen, wird auf mehrere Konferenzpapiere<sup>7</sup> verwiesen. In diesen Papieren wird auch das umgekehrte Problem gelöst: die Sichtbarkeit der Axiome so vorzuschlagen, dass die gewünschte Sichtbarkeit einer Konsequenz erreicht wird.

<sup>7</sup> Baader 2009; Knechtel 2010a; Knechtel 2010b.

## DER ANWENDUNGSFALL PROCESSUS

Die Maschinenbauontologie wurde mit ihren Konzepten und Instanzen oben näher erläutert. Damit ist die Ausgangsbasis zur Klassifizierung von Lösungsbeschreibungen aus dem Bereich der Antriebs- und Automatisierungsindustrie definiert. Man steht nun vor der Herausforderung, die in freisprachlich formulierten Texten enthaltenen Informationen zu extrahieren und diese Informationsobjekte in der Ontologie zu speichern. Das dabei entstehende Netzwerk aus Informationen repräsentiert das in der Ontologie enthaltene Wissen über Lösungsbeschreibungen aus dem Maschinebau, welches im Rahmen von Unternehmensprozessen den Nutzern zur Verfügung gestellt werden kann.

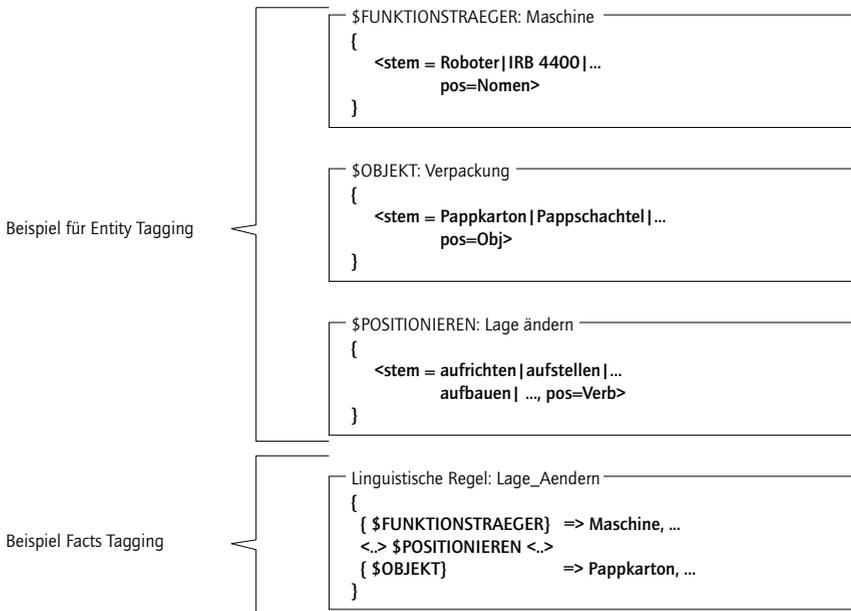
Die Analyse der unstrukturierten Dokumente, die Identifikation der Instanzen und deren Verortung in der Ontologie müssen natürlich automatisiert erfolgen. Im Rahmen der Automation ist sicherzustellen, dass die erkannten Fakten mit einer hinreichenden Qualität erzeugt werden; eine manuelle Nacharbeitung der im Rahmen des automatisierten Analyseprozesses erzeugten Daten ist aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten nicht gewünscht.

Zur semantischen Analyse der Dokumente wird die im Rahmen von ORDO entwickelte „Text Mining Engine“ (TME) verwendet. Diese ermöglicht eine Identifizierung der gesuchten Informationsobjekte, die dann im Weiteren semantisch ausgezeichnet werden („Entity Tagging“). Ohne weitere Definition von Regeln ist die TME in der Lage, Personen mit Vor- und Nachnamen, Daten, Orte oder Unternehmen und andere Objekte zu erkennen. Darüber hinaus sind im Standard linguistische Regeln hinterlegt, die das Erkennen von Firmenübernahmen, Firmenkäufe, Produktbewertungen und andere Fakten automatisch klassifiziert.

Zur Erkennung der für den Maschinenbau relevanten Instanzen im Kontext der Maschinenbauontologie und der entsprechenden Zuordnung von Relationen innerhalb der Ontologie muss die TME mit Informationen aus der Ontologie parametrisiert werden. Dazu definiert man reguläre Ausdrücke in Form von Konfigurationsfiles, die über das SDK der TME verarbeitet werden können. Prinzipiell können zwei verschiedene Arten von Konfiguration unterschieden werden (siehe Abbildung 9). Das Entity Tagging hat das Ziel, die gesuchten Informationen zu identifizieren; es geht darum Instanzen von Funktionsträgern wie Roboter, „IRB 4400“ oder Objekte wie Pappkarton sowie Pappschachtel in unstrukturierten Dokumenten zu finden.

Man kann noch einen Schritt weiter gehen, indem man im Dokument gemachte Aussagen identifiziert. Dazu extrahiert man die Relationen und Rollen, die die Beziehungen zwischen den Informationsobjekten (Entitäten) beschreiben. Dies realisiert man mit Hilfe des „Facts Tagging“ wie in Abbildung 9 gezeigt. Vereinfacht dargestellt werden einzelne Entitäten „hintereinander“ geschaltet und die Dokumente werden daraufhin mit der TME analysiert. Wenn die gesuchte Aussage im Dokument gefunden wird, wird das Dokument entsprechend semantisch ausgezeichnet, indem dies in der Maschinenbauontologie gespeichert wird.

Abbildung 9: Beispiele zur Definition Regulärer Ausdrücke für linguistische Regeln



## ZUSAMMENFASSUNG

Das Szenario illustriert die Anwendbarkeit semantischer Technologien in der Antriebs- und Automatisierungstechnik. Es ist übertragbar auf andere Fachdomänen, die sich mit Wissensnutzung, Suche oder Erstellung von Information befassen. Für Klein- und mittlere Unternehmen (KMU) liefert der PROCESSUS Ansatz ausreichende Mechanismen, um ihre Kompetenzen und vorhandenen Lösungen neuen Absatzmärkten zuzuführen und auf sich aufmerksam zu machen.

Die Nutzung von Ontologien auf einer semantischen Plattform bietet den Unternehmen einen qualitativ besseren Zugriff auf Informationen basierend auf vorhandenem Wissen. Insbesondere Suche auf Basis der hinterlegten Konzepte und Fakten ergibt für den Recherchierenden einen ungeahnten Mehrwert gegenüber der heutigen Volltextsuche oder anderen unternehmensspezifischen Anwendungen. Ähnlichkeiten werden beruhend auf vorhandenem Wissen und Fakten ermittelt, und ergeben einen mehrdimensionalen (semantischen) Blick auf die ausgewählte Entität.

Zusammenfassend kann man mit einem Zitat<sup>8</sup> von Bill Gates feststellen: „Die Herausforderungen der Zukunft liegen weniger darin begründet, den Menschen Zugriff auf

<sup>8</sup> Bill Gates: The new World of Work (2005), <http://www.microsoft.com/mscorp/execmail/2005/05-19newworldofwork.msp>.

benötigte Information zu geben – vielmehr müssen sie in die Lage versetzt werden, sich zu fokussieren, zu priorisieren und ihre Kenntnisse anzuwenden, um Schlüsselinformationen intuitiv zu verstehen und zu visualisieren. Man darf sich nicht in der zeitaufwändigen Suche nach Information verlieren“. Eine sich immer weiter entwickelnde Unternehmensontologie bietet zudem die Möglichkeit, semantisch durch die Informationen eines Unternehmens zu navigieren. Dieser intuitive Zugang zu Unternehmenswissen kann den Benutzer auf Basis des Domänenwissens (Relationen und Konzepten) führen: Der Benutzer muss nicht mehr überblicken, wo ein Autor seine Information abgelegt hat, der Benutzer muss nur wissen, was er sucht. Eine weitergehende Identifikation des zu findenden Wissens ergibt sich dynamisch aus dem Kontext.

## LITERATUR

### **Abuosba 2008**

Abuosba, M./Gaag, A./Franz, J.: Semantic Knowledge Management – Erschließung von Lösungswissen in der Automatisierungsindustrie. In: Bentele, M./Gronau, N./Hochreiter, R./Schütt, P./Weber, M. (Hrsg.): Erhöhen Sie Ihren BQ\*. Tagungsband zur Knowtech 2008, 10. Kongress zum IT-gestützten Wissensmanagement. Frankfurt am Main: CMP-WEKA-Verlag, 2008.

### **Baader 2009**

Baader, F./ Knechtel, M./Peñaloza, R.: A generic approach for large-scale ontological reasoning in the presence of access restrictions to the ontology's axioms. In: Proceedings of the 8th International Semantic Web Conference 5823 (2009), p. 49–64.

### **Gaag 2008**

Gaag, A./Kohn, A./Franz, J.: Semantic Enterprise - Unlock Solution Know-How in the Domain of Mechanical Engineering. In: 2nd European Semantic Technology Conference ESTC 2008. Vienna, 24.-26.11.2008. Berlin: Springer, 2008.

### **Gaag 2009**

Gaag, A./Kohn, A./Lindemann, U.: Function-based Solution Retrieval and Semantic Search in Mechanical Engineering. In: Proceedings of the 17th International Conference on Engineering Design 8 (2009), p. 147-158.

### **Hepp 2005**

Hepp, M.: A Methodology for Deriving OWL Ontologies from Products and Services Categorization Standards. In: Proceedings of the European Conference on Information Systems (2005), pp. 1-12.

**Hesse 2009**

Hesse, H.J./Abuosba, M./Lütkehellweg, J./Ott, M.: Automatische Generierung von Unternehmensontologien – Schaffung einer Unternehmenssemantik. In: Bentele, M./Hochreiter, R./Krcmar, H./Schütt, P./Weber, M. (Hrsg.): Tagungsband vom 11. Kongress zum IT-gestützten Wissensmanagement. Bad Homburg 2009, S. 49-56.

**Knechtel 2010a**

Knechtel, M./Peñaloza, R.: A generic approach for correcting access restrictions to a consequence. In: Proceedings of the 7th Extended Semantic Web Conference 6088 (2010), p. 167-182.

**Knechtel 2010b**

Knechtel, M./Stuckenschmidt, H.: Query-based access control for ontologies. In: Proceedings of the 4th International Conference on Web Reasoning and Rule Systems 6333 (2010), p.73-87.



# > TEXO: WIE THESEUS DAS INTERNET DER DIENSTE GESTALTET – PERSPEKTIVEN DER VERWERTUNG

ORESTIS TERZIDIS/AXEL FASSE/BARBARA FLÜGGE/MARKUS HELLER/  
KAY KADNER/DANIEL OBERLE/THORSTEN SANDFUCHS

## 1 EINLEITUNG

Das Internet hat in den letzten zwei Jahrzehnten eine Reihe radikaler Änderungen in Gesellschaft und Wirtschaft mit sich gebracht. Die erste Welle bezog sich auf den Umgang mit wissenschaftlichen Publikationen und Daten. Das World Wide Web revolutionierte die Art, wie Dokumente und Informationen dargestellt und ausgetauscht wurden. In einer folgenden Welle entstanden einfache kommerzielle Systeme. In den Web Shops und Verkaufsplattformen wurden Kommoditäten wie Bücher, Musik CDs oder gebrauchte Gegenstände gehandelt. Auch erste Ansätze für geschäftliche Prozesse zwischen Unternehmen – beispielsweise in der Beschaffung – wurden realisiert.

In diese Zeit fällt auch die Technologie-Euphorie („Dotcom Hype“) um die Jahrtausendwende. Nach dem Platzen der Blase im Jahr 2001 wurden zwar weniger Investitionen getätigt; die einmal in Gang gesetzte Transformation hielt aber weiter an. In einer nächsten Welle rückten die privaten Nutzer in den Vordergrund. Die wichtigsten Trends waren soziale Netzwerke und benutzererzeugte Inhalte. Zugleich wurden digitalisierte Medien wie Musik und Film auf kommerzielle Weise über das Web abrufbar.

Vor dem Hintergrund dieser Entwicklung stellt sich die Frage: Was ist eigentlich die nächste Welle?

Entwicklungen wie das mobile Internet und die Virtualisierung von Rechner- und Speicherkapazitäten im Cloud Computing sind sicher Bestandteile dieser nächsten Welle. Software wird nicht mehr als einmalig bezahltes und installiertes Artefakt gehandelt; stattdessen findet das „Software-as-a-Service“ Paradigma zunehmend Zuspruch. Darüber hinaus kann man davon ausgehen, dass die Integration der physikalischen Welt in die digitale Welt – das Internet der Dinge – zu nachhaltigen Verschiebungen bei Wertschöpfungsprozessen führen wird.

Ein prominenter Aspekt der kommenden Wellen wird sich auf die Vermittlung und Erbringung von Dienstleistungen über das Medium Internet beziehen. Unter Dienst verstehen wir hier eine kommerzielle Transaktion, die einem Marktteilnehmer temporären Zugang zu Ressourcen eines anderen Marktteilnehmers gewährt, um dadurch vordefinierte Tätigkeiten auszuführen. Diese Ressourcen beziehen sich auf sozio-technische Systeme, umfassen Verbrauchsmaterialien, Information und weitere Entstehungsfakto-

ren. Das Internet der Dienste ist die Nutzung des Mediums Internet zur Schaffung eines neuartigen Wirtschaftsraums zur Vermittlung und Erbringung von Diensten.

Im vorliegenden Artikel sollen einige Aspekte dieses Ansatzes besprochen werden. Die Substanz für diese Darstellung entstand im Umfeld des Projektes TEXO, das im Rahmen des THESEUS Forschungsprogramms vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie gefördert wurde. Im Folgenden wird zunächst anhand eines Szenarios aus dem Versicherungsumfeld das Thema illustriert und motiviert. Im darauf folgenden Abschnitt wird die vereinheitlichte Dienstbeschreibungssprache Unified Service Description Language (USDL)<sup>1</sup> erläutert, die als Grundlage für ein Internet der Dienste konzipiert wurde. Ausgehend davon wird dann das sogenannte „TEXO Lab“<sup>2</sup> erläutert, das prototypische Implementierungen von TEXO -Technologien für das Internet der Dienste darstellt. Schließlich werden noch Betriebskonzepte vorgestellt, die insbesondere Geschäftsmodelle für die jeweiligen Markttrollen beschreiben.

## 2 TEXO KRAFTFAHRZEUG-VERSICHERUNGSSZENARIO

### 2.1 HINTERGRUND UND MOTIVATION

In Deutschland gibt es 596 Versicherungsunternehmen, von denen über ein Drittel in der Schaden- und Unfallversicherung tätig ist – das sind anteilmäßig mehr als in den anderen Sparten (Lebens-, Kranken-, Rückversicherung sowie Pensionskassen) (Stand 2010). Im Bereich der Schaden- und Unfallversicherung wurden für die Regulierung von Schäden 2009 insgesamt mehr als 42 Mrd. Euro ausgegeben – dabei hat der Bereich Kraftfahrtversicherung mit über 20 Mrd. Euro den größten Anteil bei über 9 Mio. Schäden.<sup>3</sup>

Im Bereich der Schadenregulierung bei der Kfz-Versicherung sind viele kleine und mittlere Unternehmen (KMU) involviert, welche gemeinsam zur Behebung von Kfz-Versicherungsschäden beitragen. Beispielsweise werden Mietwagenunternehmen, Abschleppdienste, Werkstätten, Gutachter, Prüfdienstleister und andere gesucht, gefunden, beauftragt und bezahlt. Als größte Partner haben die Versicherungsunternehmen aus Kostendruck und zur Optimierung der Bearbeitungsprozesse begonnen, auf eine elektronische Kommunikation umzustellen. Davon profitieren vor allem die Versicherungskunden. In diesem Rahmen wurde von der Gesellschaft der Deutschen Versicherer e.V. (GDV) ein Schadennetz entworfen, das Versicherungsunternehmen und ausgewählten Partnern ermöglicht, strukturierte Fachdaten in einem proprietären Format (GDV-Format) über ein sicheres Netzwerk (GDV-Netz) auszutauschen. Das bedeutet schon einen großen Fortschritt, da die Standardisierung der Daten die Voraussetzung für eine elektronische Zusammenarbeit ist.

<sup>1</sup> Siehe Pkt. 3.0, S. 74.

<sup>2</sup> Siehe Pkt. 4.0, S. 80.

<sup>3</sup> [http://www.gdv.de/Downloads/Broschueren/StatTaschenbuch\\_2010.pdf](http://www.gdv.de/Downloads/Broschueren/StatTaschenbuch_2010.pdf).

Sogenannte (GDV-)Dienstleister bieten kleinen und mittleren Unternehmen spezielle Software und Zugänge zu diesem GDV-Schadennetz an, um die KMU in die Schadenbearbeitungsprozesse zu integrieren. Das GDV-Schadennetz ist jedoch nicht dafür konzipiert, eine offene Plattform im Sinne des Internets der Dienste zu bilden, da beispielsweise nicht alle in die Schadensregulierung involvierten Akteure in das Schadennetz eingebunden werden. Das GDV-Datennetz weist folgende Strukturmerkmale auf, die als Nachteile auf dem Weg zum Internet der Dienste interpretiert werden können.

- Der Zugang zum GDV-Datennetz ist aus technischen Gründen und aus Gründen der Mitgliedschaft beschränkt. Ganze Gruppen von Marktteilnehmern im Kfz-Schadensprozess wie Werkstätten, Gutachter, Abschleppunternehmen, Mietwagenunternehmen sind nicht oder nur teilweise direkt angebunden und müssen sich an GDV-Dienstleister wenden.
- Das GDV-Datennetz konzentriert sich auf den Austausch von Nachrichten. Es ermöglicht aber nicht, komplette Dienstleistungen anzubieten, zu finden oder gar elektronisch zu erbringen.
- Da ein offener Markt fehlt, sind die Beziehungen zwischen den Marktteilnehmern nicht gestaltet, es gibt keine Transparenz mit Preisen und Konditionen für vergleichbare Dienste.

Der aktuelle Stand des GDV-Netzes eröffnet einen klaren Bedarf für eine offene Dienstleistungsplattform. Im TEXO-Projekt wird eine wissensbasierte Infrastruktur für das Internet der Dienste entwickelt, mit der sich Dienstleistungen online leichter finden, miteinander kombinieren, abrufen und verwenden lassen. TEXO schafft einen Mehrwert für die bestehende Versicherungslandschaft, indem es Angebot und Nachfrage strukturiert zusammenführt und die Vorteile der Datenstandardisierung ausschöpft. Eine offene Plattform zum Austausch von Diensten und Dienstleistungen ermöglicht es sowohl großen als auch kleinen Unternehmen am Markt teilzunehmen.

Im TEXO-Projekt wurde ein konkretes Versicherungsszenario in Kooperation mit branchen-internen KMU erarbeitet, das die Vorteile einer offenen Plattform zeigt. Eine offene Plattform, wie sie das Internet der Dienste vorsieht, ermöglicht es KMU an regionaler sowie deutschlandweiter Sichtbarkeit zu gewinnen und dadurch ihr wirtschaftliches Wachstum zu steigern. Im folgenden Abschnitt wird das erarbeitete Szenario kurz dargestellt.

## 2.2 VORSTELLUNG DES KONKRETEN SZENARIOS

Ein in Hamburg lebender und arbeitender Angestellter besucht seine Mutter im Schwarzwald. Sein VW Passat Variant ist bei der HÖR vollversichert (Vollkaskoversicherung mit Mobilitätsgarantie). Diese öffentlich-rechtliche Versicherung ist ausschließlich im Raum Hamburg tätig und hat dort einen Marktanteil von sechzig Prozent.

Der Angestellte parkt direkt vor dem Haus seiner Mutter im Freien. Während des Nachmittags bildet sich ein heftiges Gewitter mit starkem Hagel. Dabei entstehen große Dellen im Lack und die Windschutzscheibe springt.

Der Geschädigte plant, noch eine Woche im Schwarzwald zu bleiben. Die HÖR Versicherung kann entweder den Schaden bis dahin beheben lassen, oder die Fahrzeugverbringung organisieren und finanzieren. Der Wirkungskreis von HÖR ist zwar typischerweise auf Hamburg beschränkt, aber mit Hilfe des TEXO Business Webs kann HÖR den Schaden des Geschädigten auch über den regionalen Wirkungskreis hinaus beheben.

Die Versicherung sucht nun über die TEXO-Plattform eine „passende“ Werkstatt in der Nähe des beschädigten Fahrzeugs, die das Fahrzeug abschleppen und dann fachkundig reparieren kann. Zur Qualifikation gehören mindestens die Behebung von Hagelschäden und der Einbau von Windschutzscheiben. Zudem soll die Reparaturzeit weniger als eine Woche betragen.

Die kleine Werkstatt Heller aus Freudenstadt kann wegen ihrer Größe keine eigenen Abschlepp-Dienstleistungen und keine fachkundige Glasreparatur anbieten. Um von Privatkunden und Versicherungen als kompetenter Lösungspartner wahrgenommen zu werden, nutzt die Werkstatt Heller die TEXO-Plattform, um dort die notwendigen Teildienstleistungen in optimaler Qualität zu einem günstigen Preis einzukaufen, um sich anschließend als „Full-Service-Dienstleister“ zur Behebung von Hagelschäden auf der TEXO-Plattform positionieren zu können.

## 3 UNIFIED SERVICE DESCRIPTION LANGUAGE (USDL)

Zur Realisierung des Internets der Dienste bedarf es einer vereinheitlichten Sprache zur Beschreibung von Diensten und Dienstleistungen. Dabei liegt die Betonung auch auf Dienstleistung, denn nicht nur elektronische Dienste (WebServices mit unterschiedlichen Protokollen), sondern auch manuelle Dienstleistungen sollen über das Internet der Dienste vermittelt werden. Die Physis zeigt jedoch nur eine Dimension, nach der Dienste unterschieden werden können (physisch, digital, hybrid). Die Zielgruppe bzw. der Zweck des Dienstes ist eine weitere orthogonale Dimension, denn Dienste können sowohl für private oder geschäftliche Zwecke oder einfach als IT-Basisdienst entwickelt worden sein. Je nach Verwendungszweck und Physis ergeben sich unterschiedliche Anforderungen an die Beschreibung der Dienste. Für einen privaten Konsumenten spielt

es womöglich keine Rolle, wer genau den Dienst anbietet, aber der Preis ist ausschlaggebend. Ein Geschäftskunde legt wiederum je nach Dienst mehr oder weniger Wert auf die Ausfallsicherheit und Zuverlässigkeit (Service Level Agreements) als auf den Preis.

Aus diesem Grund wurde die Unified Service Description Language (USDL) entwickelt. Als „Stammdatenmodell für Dienste“ ermöglicht USDL eine vereinheitlichte Beschreibung der eben beschriebenen Vielfalt von Diensten und Dienstleistungen. In USDL lassen sich neben den technischen Merkmalen auch geschäftliche und operationale Eigenschaften eines Dienstes beschreiben. Als Forschungsmethode kam für den Bau von USDL der Ansatz „Design Science“ zum Einsatz.<sup>4</sup> Auf die wichtigsten Forschungsfragen wird in den folgenden Abschnitten eingegangen.

### 3.1 BEDARF UND RELEVANZ VON USDL

Die Forschungsmethode „Design Science“ gibt Anleitung zum Bau von IT Artefakten, hier also den Bau eines Stammdatenmodells, und fordert insbesondere einen realen Bedarf des Artefaktes. Der Bedarf muss zusätzlich relevant sein, d. h. für ein erfolgreiches Forschungsergebnis genügt es nicht, ein Modell zu bauen, welches ein insignifikantes Problem adressiert. Für USDL gibt es unserer Meinung nach die folgenden drei relevanten Bedarfe:

Hier sei zunächst der sozio-ökonomische Bedarf erwähnt. Ähnlich wie im Sachgutbereich, in dem Standards und Normen Grundlage und Voraussetzung jeder Entwicklungstätigkeit sind, werden Standards künftig auch im Dienstleistungsbereich eine große Rolle spielen. Von dienstleistungsspezifischen Standards wird erwartet, dass sie die Professionalisierung und Industrialisierung des Dienstleistungssektors vorantreiben, den Handel mit Dienstleistungen fördern, die Transparenz im Dienstleistungsbereich erhöhen, zu qualitativ höherwertigen Dienstleistungen führen und so insgesamt zur Weiterentwicklung der Dienstleistungsgesellschaft beitragen.<sup>5</sup>

Ein zweiter Bedarf entstammt dem Trend des Application Provisioning ( „on demand“ Anwendungen, Software-as-a-Service (SaaS), sowie Business Process Outsourcing (BPO)). Der Begriff Dienstleistung impliziert hier, dass ein Konsument die designierte Funktionalität durch ein „pay-per-use“ Geschäftsmodell erhält. Deshalb sind Dienstleister gezwungen nicht funktionale Eigenschaften, wie beispielsweise Preispläne, Verfügbarkeit, Lizenzen, etc. offen zu legen. Dies sollte in einheitlicher und maschinenverständlicher Art und Weise geschehen, um die Interoperabilitätskosten auf beiden Seiten in Schach zu halten. Die Relevanz dieses Bedarfs zeigt sich durch die Umsätze. So schätzt Gartner den Zuwachs im SaaS-Bereich auf US\$ 235 Milliarden in 2011.<sup>6</sup>

Der dritte Bedarf hängt mit den identifizierten Rollen im Paradigma der service-orientierter Architekturen (SOA) zusammen. SOA führt die Rollen von Dienstkonsument,

<sup>4</sup> Hevner et al. 2004, S. 75-105.

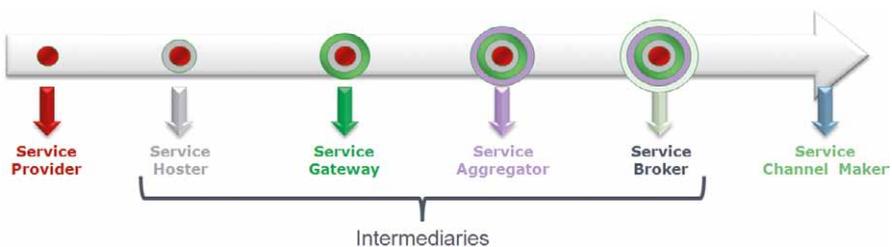
<sup>5</sup> Deutsches Institut für Normung e.V. 2002.

<sup>6</sup> Lheureux/Malinverno 2008.

-anbieter und -vermittler ein. Jüngere Forschung zeigt jedoch, dass sich in IT-basierten Dienstleistungsnetzwerken weitere Rollen herauskristallisieren, welche oft als „Intermediaries“ bezeichnet werden (Abbildung 20).<sup>7</sup> Beispielsweise kümmern sich Service Gateways um die Datenmediation, Service Aggregatoren spezifisch um den Handel, usw. Durch diese Segregation der Wertschöpfungskette ist eine standardisierte Beschreibung von betriebswirtschaftlichen Informationen zum Austausch zwischen den Parteien von hoher Bedeutung. Die Relevanz zeigt sich am besten anhand prominenter Beispiele. Der Gartner Bericht diskutiert Beispiele von Service Gateways, darunter Sterling Commerce oder Seeburger.<sup>8</sup> Beispiele für Service Aggregatoren sind TradeExchange<sup>9</sup> oder GXS<sup>10</sup>.

Offene Standards, Systeme und Spezifikationen sind essentiell, damit das Internet der Dienste eine weite Verbreitung erreicht und die Volkswirtschaft nachhaltig prägen und verändern kann. Aus diesem Grund wird die Standardisierung von USDL angestrebt. Damit wird es möglich sein, dass sich rund um das Thema Internet der Dienste eine Community aufbaut und sich Dienste in Zukunft so handeln lassen, wie Produkte heute bereits gehandelt werden. Gegenwärtig wurde eine „Incubator Group“ beim W3C initiiert, um eine formale Spezifikation von USDL in Zusammenarbeit mit externen Parteien zu garantieren<sup>11</sup>. Dies ist insbesondere für die Erzeugung und Integration von Feedback wesentlich, da so die Konzepte validiert werden und USDL letztlich für eine hohe Bandbreite von Anwendungsfällen geeignet sein wird. Das Ergebnis der Incubator Group wird eine Empfehlung darüber sein, welche Spezifikation bei welchem Standardisierungsgremium als Standardisierungsvorschlag eingereicht werden sollten.

Abbildung 1 : Rollen im Internet der Dienste



<sup>7</sup> Barros/Dumas 2006, S. 31-37.

<sup>8</sup> Lheureux/Malinverno 2008.

<sup>9</sup> <https://www.tradexchange.gov.sg>.

<sup>10</sup> <https://tradinggrid.gxs.com/>

<sup>11</sup> World Wide Web Consortium (W3C): Incubator Activity, URL: <http://www.w3.org/2005/Incubator/usdl/>

### 3.2 DIE ENTWICKLUNG VON USDL

SAP Research hat die Entwicklung von USDL in den letzten Jahren federführend vorangetrieben. Mehrere Standorte und rund ein dutzend Forscher steuerten dazu ihre Expertise bei. Eine Vielzahl an Fallbeispielen und Perspektiven wurde in verschiedenen öffentlich geförderten Forschungsprojekten (darunter vor allem TEXO) erörtert, um Dienstbeschreibungen für verschiedenste Dienste und eine Ausrichtung von betriebswirtschaftlichen und technischen Aspekten zu entwickeln, die durch vorherige Forschung und Entwicklung und Standardbestrebungen nicht gegeben waren. Die Expertise akademischer Partner (Rechtswissenschaften, Betriebswirtschaft, Sicherheit, etc.) war ebenfalls nötig aufgrund der inhärenten Interdisziplinarität von Dienstbeschreibungen.

Fallbeispiele aus der Unternehmenswelt gaben Einblicke in das Management von Diensten, z. B. in Hinblick auf Betriebskosten und Bereitstellung, Veröffentlichung sowie Abhängigkeiten in komplexen IT-Landschaften. Weitere Fallbeispiele, bspw. zu Diensten, die in Servicemarktplätzen bereitgestellt werden, darunter auch komplexe Beispiele aus dem SAP-Portfolio und -Ökosystem, ermöglichten Einblicke in die Dienstbündelung, sowohl von manuell erbrachten als auch automatisierten Diensten. Die Beispiele aus den Bereichen Cloud Computing und IT-Virtualisierung gaben Hinweise auf die Beschreibung von Plattform- und Infrastrukturdiensten mit USDL.

Dass es nicht genügt sich auf den Dienstanbieter alleine zu beschränken, um die Versionierung und Bereitstellung von Services zu beschreiben, haben die Fallbeispiele aus Unternehmensnetzwerken gezeigt. An Stelle dessen muss eine Dienstbeschreibung auch die Informationsbedürfnisse weiterer Rollen (Broker, Aggregator, Channelmaker) berücksichtigen.

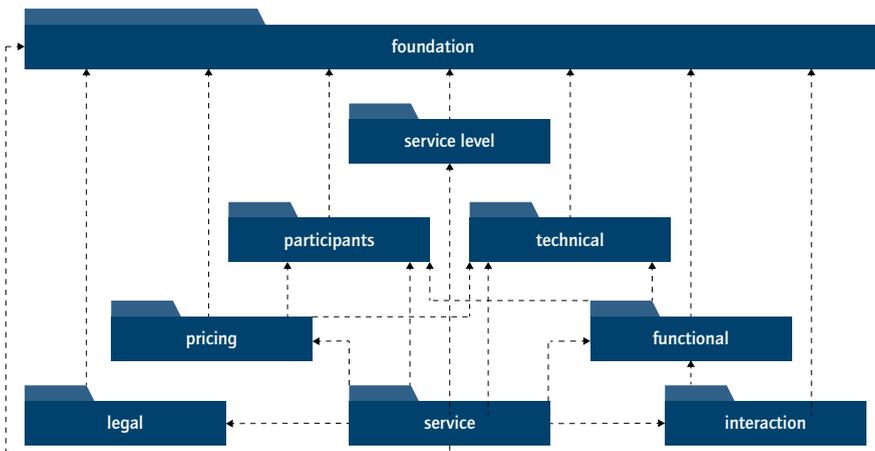
### 3.3 DIE STRUKTUR VON USDL

USDL untergliedert sich in mehrere Module von denen jedes einen speziellen Aspekt des Stammdatenmodells abdeckt (vgl. Abbildung 21). Jedes Modul besteht aus einem UML Klassenmodell. Diese Klassenmodelle sind untereinander verknüpft, um die Unifikation aller Aspekte zu erreichen. Zusätzlich existieren normative XML Schemata zum Informationsaustausch.

- „Foundation“: Beinhaltet wiederverwendbare Elemente wie Beschreibung, Artefakt, Aktion, etc., welche an geeigneten Positionen innerhalb der anderen Module referenziert werden.

- „Service“: Das Service-Modul beinhaltet allgemeine Beschreibungen des Dienstes wie z. B. der Name, die ID, die Version, die Natur des Dienstes, etc. und dient als Bindeglied zwischen den restlichen Modulen
- „Participants“: Im Participants-Modul werden Informationen über die Teilnehmer an der Wertschöpfungskette spezifiziert (vgl. Abbildung 20 in Sektion 0).
- „Functional“ und „Technical“: Diese Module beinhalten die funktionale Beschreibung aus betriebswirtschaftlicher Sicht. Diese Sicht kann mit einer technischen Schnittstellenbeschreibung verknüpft werden, sofern es sich um einen IT-Dienst handelt.
- „Pricing“: Im Pricing-Modul wird der zu entrichtende Preis für die Benutzung des Dienstes abgelegt. Hierbei können komplexe Preismodelle erstellt werden, welche Rabatte und Preisstaffeln berücksichtigen.
- „Interaction“: Das Interaction-Modul beschreibt den unter Umständen in Phasen unterteilten Ablauf, welcher für eine Interaktion mit dem Dienst benötigt wird. Hierfür wird eine Verknüpfung zwischen den Capabilities und den tatsächlich implementierenden Artefakten erstellt.
- „Legal“: Im Legal-Modul werden juristische Aspekte der Dienstnutzung abgelegt. Zunächst sind dies Lizenzbedingungen. Später soll darüber hinaus auch die Formalisierung von allgemeinen Geschäftsbedingungen (AGB) ermöglicht werden.
- „Service Level“: Das Service Level-Modul dient der Erfassung von Dienstgüteparametern. Diese legen fest, welche Qualität der Dienstleistung der Service Provider garantiert und was passiert, falls diese nicht eingehalten werden können.

Abbildung 2 : UML Paketdiagramm der USDL Module



### 3.4 EVALUATION

Um die Nützlichkeit, Praxistauglichkeit und Qualität der Sprache zu evaluieren, kamen mehrere Methoden zum Einsatz.<sup>12</sup> USDL wurde aufgrund der Evaluationsergebnisse schrittweise verbessert und liegt nun in der Version 3.0 bereits in der fünften Iteration vor.

- *Case Studies*: Mehrere Fallstudien wurden durchgeführt, um insbesondere die Praxistauglichkeit von USDL zu evaluieren. Beispielsweise wurde in der Fallstudie „Real-world services in Dresden“ die Tauglichkeit in Bezug auf kleinere Unternehmen untersucht.<sup>13</sup>
- *Statische Analyse*: Die statische Analyse betrachtet insbesondere die Struktur der Sprache auf Eigenschaften wie Abdeckung oder Generalität. Fragen sind hier beispielsweise: Ist das Preismodul generisch genug um alle Preispläne abzudecken? Die statische Analyse wurde von Lehrstühlen der Wirtschaftsinformatik (Universität Augsburg und Münster) durchgeführt.
- *Architekturanalyse*: SAP Research führte insbesondere die Architekturanalyse durch. Dabei wurde analysiert inwieweit sich USDL zu Stammdatenmodellen in existierender ERP Software verhält. Ziel war es sicherzustellen, dass USDL die wichtigsten Stammdaten aus ERP Software aufnehmen kann und umgekehrt.
- *Kontrollierte Experimente*: Eine weitere Evaluationsmethode sind kontrollierte Experimente im Rahmen von öffentlich geförderten Forschungsprojekten. In diesem Kontext sind die industriellen Partner interessant, welche USDL in ihrem jeweiligen Anwendungsrahmen evaluieren.

### 3.5 FORTSCHRITT GEGENÜBER VERWANDTEN ARBEITEN

Es gibt eine Vielzahl von bestehenden Dienstbeschreibungsansätzen, die sich in verschiedene Kategorien aufteilen lassen. Jede Kategorie hat ihre eigene Motivation und Repräsentationsbedürfnisse. Die individuellen Ansätze können anhand der folgenden Kriterien klassifiziert werden: (1) Liegt der Fokus der Erfassung auf Abbildung von IT- oder Geschäftsinformationen oder gar des gesamten Dienstsystems? (2) Was ist der Zweck des jeweiligen Ansatz (Datenaustausch, Software-Engineering, Referenzmodell) (3) Ist der Ansatz standardisiert? USDL ist der einzige Ansatz, welcher sowohl IT- also auch betriebswirtschaftliche Aspekte abdeckt, sowohl Referenz- als auch zu Kommunikationszwecken dient und kurz vor der Standardisierung steht.

Die erste Kategorie von Ansätzen zur Dienstbeschreibung ist im Bereich der service-orientierten Architekturen (SOA) anzusiedeln. Dazu spezifizierten verschiedene Gremien mehrere Dutzend unterschiedliche Ansätze (darunter WSDL, WS-Policy, WS-Security, etc.), die als WS-\* bekannt sind. Registries sind einer der Hauptkomponenten einer SOA. Deshalb führte das OASIS Gremium das Konzept der Universal Description, Discovery

<sup>12</sup> Hevner et al. 2004, S. 18.

<sup>13</sup> Spillner et al. 2010.

and Integration (UDDI) ein, die i.W. eine plattformunabhängige Registry spezifiziert. UDDI schreibt jedoch kein umfassendes Schema für solche Informationen vor. Neben UDDI wurden die Rufe nach Unterstützung in den Bereichen Software und Service-Engineering lauter. Aus diesem Grund entwickelte das OMG-Gremium eine Service-oriented architecture Modeling Language (SoaML).<sup>14</sup> Schließlich führte die Vielzahl an Beschreibungsansätzen zu einem Reference Model for Service Oriented Architecture (SOA-RM) von OASIS.<sup>15</sup> Zur gleichen Zeit entwarf The Open Group ein alternatives Referenzmodell in Form einer Ontologie für service-orientierte Architekturen (SOA Ontology).<sup>16</sup>

Eine zweite Kategorie besteht hauptsächlich aus Ontologien zum Bereich der Semantic Web Services. Das Hauptziel der Ansätze der Semantic Web Services ist die Automatisierung der Erkennung, Zusammensetzung und Abrufmöglichkeit von Diensten in einer SOA durch Inferenzmaschinen und Planungsalgorithmen.<sup>17</sup> Die bekanntesten Ansätze sind OWL-S<sup>18</sup> und WSMO<sup>19</sup>. Viele ähnliche Ansätze sind mittlerweile in der wissenschaftlichen Literatur aufgetaucht. Der Wildwuchs an Ansätzen führte wiederum zu einem Referenzmodell für semantische SOAs. Folglich steht die OASIS vor der Spezifizierung einer Reference Ontology for Semantic Service Oriented Architectures (RO-SOA).<sup>20</sup>

Die dritte Kategorie kommt aus der Betriebswirtschaft und legt ihren Fokus auf die Erfassung der rein ökonomischen Aspekte von Diensten, ungeachtet ihrer Natur (mit weniger oder gar keinem Fokus auf IT-Diensten und Software-Entwicklung). Die deutsche Norm DIN PAS 1018 definiert i.W. ein Formular für die Beschreibung von Diensten in der Ausschreibungsphase.<sup>21</sup> Die Struktur ist durch nicht-maschinenlesbare, verbindliche und optionale, nicht funktionale Attribute in einer natürlichen Sprache spezifiziert, z. B. Klassifizierung, Ressourcen, Lokation usw. Die Dissertation von O'Sullivan erweitert den Rahmen um eine klassifizierungsunabhängige Domäne, die die Darstellung von nicht funktionalen Eigenschaften von konventionellen, elektronischen und webbasierten Diensten ermöglicht.<sup>22</sup> Die Arbeit formalisiert die nicht funktionalen Eigenschaften mit Hilfe von begrifflichen Modellen, die nach Verfügbarkeit (sowohl zeitlich als auch örtlich), Bezahlung, Preis, Preisnachlass, Verpflichtungen, Rechte, Strafen, Trusts, Sicherheit und Qualität kategorisiert sind.

Die vierte Kategorie hat zwar auch einen ökonomischen Charakter, lenkt das Augenmerk jedoch hauptsächlich auf die Beschreibung von Wertschöpfungsketten aus Diensten. Die e3Service-Ontologie<sup>23</sup> modelliert Dienste aus Sicht des Benutzers. Der

---

<sup>14</sup> Berre 2009.

<sup>15</sup> MacKenzie et al. 2006.

<sup>16</sup> Harding 2008.

<sup>17</sup> McIlraith et al. 2001, S. 46-53.

<sup>18</sup> Ankolekar et al. 2001, S. 411-430.

<sup>19</sup> Roman et al. 2006, S. 516-522.

<sup>20</sup> Norton et al. 2008.

<sup>21</sup> Deutsches Institut für Normung e.V. 2002.

<sup>22</sup> O'Sullivan 2006, S. 1-232.

<sup>23</sup> De Kinderen/ Gordijn 2008b, S. 318(1-10).

Hauptfokus dieser Arbeit ist es, Dienstbündel unter Einbeziehung der Benutzerbedürfnisse zu generieren. Die Service Network Notation (SNN) erfasst ähnliche Aspekte wie die e<sup>3</sup>Service-Ontologie.<sup>24</sup> Jedoch ist SNN ein UML-Modell, das sowohl nach dem Mehrwert für jeden einzelnen Beteiligten als auch nach Optimierung der gesamten Wertschöpfungskette analysiert werden kann.

Schließlich gibt es noch übergreifende Ansätze, die sich auf den größeren sozio-ökonomischen Rahmen von Servicesystemen oder Dienstleistungswissenschaft konzentrieren. Stephen Alter war einer der ersten, der bemerkte, dass das Konzept des Servicesystems in der Literatur nicht besonders ausgeprägt war. Er trug mit drei informellen Rahmenwerken zu einem ersten Versuch bei, die Hauptaspekte von Servicesystemen zu definieren.<sup>25</sup> Die Arbeit von Ferrario und Guarino kann als Weiterführung und Formalisierung von Alters Ansatz gesehen werden.<sup>26</sup> Obwohl sie sich in den Hauptpunkten zu Alters Werk unterscheidet, repräsentiert sie eine Referenzontologie, die sich auf einer ontologischen Analyse gründet. Diese Referenzontologie bildet wiederum das Herzstück der TEXO Service Ontology, die sie um Ontologiemodule bezüglich Preis-, Rechts-, Innovations- oder Ratinginformationen ergänzt.<sup>27</sup>

## 4 DAS TEXO LAB

### 4.1 WAS IST DAS TEXO LAB?

Die Beschreibungssprache USDL ist eine neue und innovative Technologie, die es zu validieren und optimieren gilt. Eine solche Validierung und Optimierung lässt sich durch praxisnahe Experimente erreichen. Aus diesem Zweck wurde die Initiative des TEXO Labs gegründet, welche kontrollierte Experimente mit TEXO-Technologien – wie beispielsweise USDL – erlaubt.

Das TEXO Lab ist eine Gemeinschaftsinitiative von TEXO-Partnern aus akademischen und industriellen Organisationen sowie kleinen und mittleren Unternehmen im Forschungsprojekt THESEUS TEXO und THESEUS Mittelstandsinitiative.

Das TEXO Lab adressiert drei zentrale Schwerpunkte:

---

<sup>24</sup> Bitsaki et al. 2008, S. 196-207.

<sup>25</sup> Alter 2008, S. 71-85.

<sup>26</sup> Ferrario/Guarino 2008.

<sup>27</sup> Oberle et al. 2009, S. 5.

– **Bereitstellung der TEXO-Plattform für verschiedene Nutzergruppen**

Die TEXO-Plattform stellt die zentralen TEXO-Ergebnisse der Software-Landschaft für unterschiedliche Nutzergruppen bereit, zum Beispiel für kleine oder mittelständische Unternehmen, TEXO-Partner oder weitere Nutzergruppen.

Die Werkzeugkomponenten der TEXO-Plattform (z. B. Dienstmarktplätze) können eingesetzt werden, um im Rahmen von Forschung und Entwicklung neuartige Lösungen für verschiedene Anwendungsdomänen umzusetzen oder um für ausgewählte Dienstleistungsszenarien eine Basis für Tests, Demonstrationen oder Feldversuche mit TEXO-Ergebnissen zu bilden.

– **Kontrollierte Experimente mit TEXO-Technologien**

Das TEXO Lab ermöglicht kontrollierte Experimente mit TEXO-Technologien, die von TEXO-Partnern und Mittelständlern sowie von weiteren Nutzergruppen durchgeführt werden können. Kontrollierte Experimente erlauben die Nutzung der Software-Plattform als Testumgebung für Experimente mit verschiedenen Betriebsmodellen und Umgebungen.

Die Einsatzszenarien umfassen dabei den kompletten Dienstleistungslebenszyklus, welcher von der Dienstentwicklung über die Dienstvermittlung und -ausführung bis hin zur Verbesserung von Diensten reicht.

Die kontrollierten Experimente adressieren verschiedene Anwendungsfelder. Ein Beispiel ist das unter Punkt 2.2 genannte Kraftfahrzeug-Versicherungsszenario.

– **Dokumentation, Dissemination, Support, Trainings**

Das TEXO Lab erlaubt eine intensive Betreuung von Lab-Nutzern sowie die Kommunikation mit akademischen oder industriellen Interessensgruppen innerhalb und außerhalb des Forschungsprojekts TEXO. Dokumentation und Trainings werden zu diesem Zwecke im TEXO Lab für die unterschiedlichen Bedürfnisse zentral koordiniert und zugänglich gemacht.

## 4.2 VORTEILE UND NUTZEN DES TEXO LABS

TEXO Lab ermöglicht die gebündelte und einheitliche Demonstration von TEXO-Ergebnissen und die Erprobung der vielfältigen TEXO-Werkzeuge entlang des gesamten Dienstleistungslebenszyklus' - von der Dienstinnovation, Diensterstellung und Dienstkomposition bis zur Dienstauführung und Dienstnutzung.

Speziell für kleine und mittlere Unternehmen ermöglicht das TEXO Lab die Erprobung von TEXO-Lösungen sowie die Anwendung der TEXO-Werkzeuge auf Basis von USDL. Auf diese Weise können diese Unternehmen unter fachlicher und technischer Begleitung durch Experten entweder die für sie relevanten TEXO-Werkzeuge in ihrem eigenen Anwendungsgebiet gezielt einsetzen oder auch weitergehende Fragestellungen detailliert untersuchen.

Ein besonderer Vorteil ergibt sich durch das TEXO Lab für kleine und mittelständische Unternehmen, die im Lab eigene Erfahrungen mit TEXO-Werkzeugen sammeln können und dadurch das Zukunftspotential der neuen Technologien im Internet der Dienste besser einzuschätzen sowie ihren eigenen Markteinstieg besser vorbereiten können. Im Rahmen des TEXO-Projektes bekommen ausgewählte Unternehmen nicht nur technische Hilfestellung, sondern ebenfalls Unterstützung bei der Erarbeitung von Betriebskonzepten. Wie im folgenden Abschnitt ausführlicher beschrieben, werden in Workshops mit diesen Unternehmen Betriebskonzepte evaluiert und vorangetrieben, wobei die entwickelten Szenarien im TEXO Lab erprobt werden können.

Sämtliche Erfahrungen aus den Experimenten im TEXO Lab durch die Nutzung von TEXO-Technologien in konkreten Anwendungsszenarien fließen dann wiederum direkt in die permanente Evaluierung und Verbesserung der TEXO-Ergebnisse ein.

## 5 GESTALTUNGSKRITERIEN FÜR DEN BETRIEB INTERNET-BASIERTER DIENSTLEISTUNGEN

### 5.1 EINFÜHRUNG

Die grundsätzliche Überlegung, Betriebskonzepte in dem TEXO-Projekt zu eruieren, liegt in den bisherigen, wenig vorhandenen Vorgehensweisen für ein web-basiertes Dienstangebot und dessen Bereitstellung über mögliche Dienstmarktplatz Akteure hinweg. Die Ausgestaltung eines Dienstangebotes erfolgt nach strategischen, technischen und betriebswirtschaftlichen Kriterien. Daraus lassen sich Potenziale für das Angebot eines Dienstes oder einer Dienstleistung mittels Internet oder anderen Medien ermitteln. Die Feststellung bzw. Formulierung des Nutzenversprechens, welches durch den angebotenen Dienst an die ausgewählten Kunden herangetragen wird, hat einen zentralen Stellenwert. Die Umsetzbarkeit des Nutzenversprechens resultiert aus der Ableitung wesentlicher Gestaltungskriterien. Hierzu gehören zum einen angebotsrelevante Parameter, die das Dienstleistungskonzept beschreiben, und zum anderen strategische, betriebswirtschaftlich und technische Überlegung zur Gestaltung des Betriebes web-basierter Dienstleistungen.

### 5.2 GESTALTUNGSKRITERIEN IM EINZELNEN

Die erfolgreiche Einführung web-basierter Dienstleistungen erfordert eine Auseinandersetzung mit den wesentlichen Elementen und Zielen einer Dienstleistung und deren Abbildung in einer web-basierten Umgebung. Beide Schwerpunkte sind wichtig und miteinander verbunden<sup>28</sup>. Erfolgt der Schwerpunkt der Tätigkeit eines Unternehmens auf Ersteres ohne das notwendige Augenmerk auf Letzteres, wird die Ausführbarkeit

<sup>28</sup> An dieser Stelle sei darauf verwiesen, dass zur Eruierung der jeweiligen Merkmale zum einen interne Analysen sowie die Eruierung von Strategiefeldern am Beispiel von Dienst- und Produktangeboten für Nachhaltigkeit beigetragen haben (siehe Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2008). Megatrends der Nachhaltigkeit – Unternehmensstrategie neu denken).

des Dienstes im Internet der Dienste vernachlässigt. Umgekehrt fokussiert sich ein Unternehmen auf die Dienstbereitstellung ohne Wert zu legen auf eine eindeutige und verteilbare Beschreibung eines Dienstes, ist bei mangelnder Verständlichkeit eines Dienstes über mehrere Beteiligte hinweg, die erfolgreiche Vermarktung in Frage gestellt.

Dienstleistungen können auf Basis inner- wie zwischenbetrieblicher Merkmale beschrieben werden. Die innerbetriebliche Sicht eines Dienstes erschließt sich durch das Unternehmen, welches den Dienst erfindet bzw. anbietet<sup>29</sup>. Diese beinhaltet die Definition und Beschreibung von Diensten sowie deren Einbettung in den Gesamtkontext des Unternehmens aus strategischer, betriebswirtschaftlicher und technologischer Sicht. In Bezug auf zwischenbetriebliche Verbindungen von Unternehmen erfordert die Inbetriebnahme eines Service-Marktplatzes die Verknüpfung von Unternehmen als Voraussetzung für eine erfolgreiche Umsetzung der Vermarktungs- bzw. Marktbearbeitungsstrategie von Diensteanbietern. Der Aspekt der Verknüpfung spielt eine tragende Rolle, da die alleinige Definition und Beschreibung eines Dienstes nicht notwendigerweise dessen Veröffentlichung und Konsumierung nach sich zieht. Tabelle Betriebskonzepte\_1 verweist auf mehr als dreißig Parameter, welche die Autoren identifizierten und den genannten Kategorien zugeordnet wurden. Abbildung Betriebskonzepte\_1 veranschaulicht den Zusammenhang der genannten Kategorien.

### 5.3 WO STEHEN WIR HEUTE?

Im Rahmen des TEXO-Vorhabens erfolgt die Anwendung der eruierten Parameter, deren Ausgestaltung und Prüfung auf Anwendbarkeit. Hierfür setzen wir Workshops, Abfragen und Interviews ein. Hierbei stehen die KMU-Vorhaben B2BinTheCloud, GreenMobility, jCPEX!, OpenXchange, und SABINE an erster Stelle.<sup>30</sup> Darüber hinaus führen wir externe, industriespezifische Verbundanalysen durch. Diese richten sich an Organisationen, die nicht nur ihre eigene Wettbewerbsposition mittels web-basierter Dienstleistungen, sondern auch die ihrer Geschäfts- und Verwaltungspartner stärken wollen.

Es hat sich nach ersten Analysen herausgestellt, dass die Betrachtung aller an einem Dienstmarktplatz beteiligten Akteure lohnenswert ist, obwohl sich Unternehmen in einer Rolle zum Beispiel eines Service Gateway im Markt positionieren. Im Rahmen der strategischen Ausrichtung auf die Beteiligung an einem Dienstmarktplatz fokussiert sich oftmals ein Unternehmen oder KMU-Vorhaben an den bekannten, traditionellen Aufgaben, welche von manuellen zu automatisierten, web-basierten Dienstleistungen überführt werden sollen. An einem Beispiel erschloss sich einem Toolprovider für organisationsübergreifende Prozessverknüpfungen, dass dieser Provider eine wesentlich prominentere Rolle im Dienstleistungsgeschehen einnehmen könnte. Weshalb ist das so? Agiert heute ein Toolprovider vornehmlich mit ausgewählten und bekannten Implemen-

<sup>29</sup> An dieser Stelle unterscheiden wir nicht den Erfinder eines Dienstes, beispielsweise eine Agentur oder Marktforschungsunternehmen, welche im Auftrag eines Service Providers arbeiten, und den Provider selbst.

<sup>30</sup> Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie 2010, S. 22 – 24.

tierungspartnern, lassen sich zukünftig seine Tools und die damit verbundenen Implementierungs- und Schulungsleistungen als Dienstleistung auf einem Marktplatz direkt anderen Zielgruppen vermitteln. Diese können beispielsweise Service Gateways sein, welche für die Interoperabilität eines Dienstes in einem industrieübergreifenden Verbund sorgen. Eine weitere Zielgruppe sind Marktplatzbetreiber, welche den Toolprovider beauftragen, Organisationen mittels eines rollenbasierten Mechanismus zu verknüpfen.

#### 5.4 AUSBLICK

Die in unserem Team erarbeiteten Gestaltungskriterien sind Ideengeber und Anleitung für mögliche kontrollierte Experimente, welche im TEXO Lab konfiguriert und durchgeführt werden können. Die Erprobung wird zeigen, welche der Parameter von heute vielfach physisch geprägten Dienstleistungskonzepten sich für die Dienstleistungsentwicklung („Service Engineering“) und -vermittlung („Service Brokerage“) von morgen eignen. Des Weiteren stellt sich die Frage, welche Parameter zukünftig eine Rolle spielen und welche Arten von Dienstleistungskonzepten sich aus den innerhalb von TEXO stattfindenden Anwendungsszenarien herauskristallisieren.

### 6 ANHANG

#### GESTALTUNGSKRITERIEN FÜR DEN BETRIEB EINER WEB-BASIERTEN DIENSTLEISTUNG

##### INNERBETRIEBLICH

###### Strategische Merkmale

- Unternehmensstrategie
- Geschäftsfeldstrategie
- Nutzenversprechen
- Markt- und Wettbewerbsstrategie
- Kernkompetenzen in Bezug auf anvisierte Rolle im Service Marktplatz
- Wirtschaftliche Faktoren und Entwicklungsfaktoren

###### Dienstleistungserstellungsstrategie

- Wie findet die Erstellung statt? Inhouse, durch Outsourcing, Original Service Manufacturing (OEM) und Branding oder Veredlung, in dem Partner den Service anreichern und als Bündel oder neuen Service anbieten
- Wie und wo erfolgt die Dienstleistungs-entstehung, -dokumentation und -beschreibung.

###### Personalstrategie

- Kompetenzerwartungen an die Qualifikation der involvierten Unternehmensmitarbeiter bzw. Geschäftsfeldverantwortliche

###### Betriebswirtschaftliche Merkmale

- Dienstmerkmale wie Preis, Zielgruppen, Märkte
- Akquisitionsbezogene Merkmale

**GESTALTUNGSKRITERIEN FÜR DEN BETRIEB EINER WEB-BASIERTEN DIENSTLEISTUNG****INNERBETRIEBLICH**

## Technische Merkmale

Im Sinne der Rolle, die das Unternehmen im Marktplatz Geschehen einnimmt, erfolgt die nachfolgende Betrachtung:

- Bereitstellung von Diensten 24x7 rund um die Uhr
- Betriebskonzept (Hosting, Outsourcing, web service)
- Fallback-up und Ausfallsicherheit
- Sicherheitskonzept, Verifizierung und Autorisierung der beteiligten und betroffenen Unternehmen und Personen
- Trust building durch Massnahmen wie Trust Certificates, Referenzhistorien und regel- und gesetzeskonformer technologischer Leistungen
- Makeln infrastrukturtechnischer Komponenten (Hardware, Serverstrukture, Betreiber) und Ressourcen (Rechnerkapazitäten, Tools) unter ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten
- Abbau technologischer Hemmschwellen zum Konsumieren des Dienstes durch verschiedenste Medien wie zum Beispiel durch PDA, Mobiltelefon, und Kiosksysteme in öffentlichen Plätzen

## Dienstleistungsdefinition

Definition und Nutzenversprechen der Dienstleistung  
Notationsgestützte Beschreibung mittels USDL

**ZWISCHENBETRIEBLICH**

## 2.1. Netzwerkstrategie

Im Sinne der Rolle, die das Unternehmen im Marktplatz Geschehen einnimmt erfolgt die nachfolgende Betrachtung:

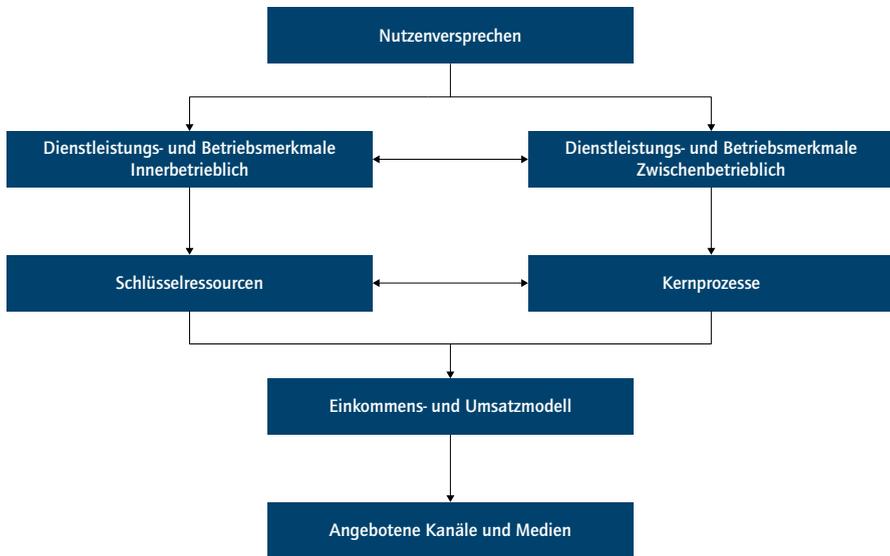
- Wertschöpfungsstrategie
- Verbundanalyse im bestehenden und angestrebten Ecosystem der untersuchten Organisation

## 2.2. Service Supply Strategie

Im Sinne der Rolle, die das Unternehmen im Marktplatz Geschehen einnimmt, erfolgt die nachfolgende Betrachtung:

- Identifizierung geeigneter Service Marktplätze und Stakeholder
- Definition von Leistungserbringungsorten und -erbringern
- Eruierung von internen wie externen Diensten oder Dienstebündeln
- Festlegung von Qualitätskriterien, wie z. B. ökologische Kriterien bei der Auswahl der Geschäftspartner
- Festlegung des (der) Markteintrittszeitpunkt(e), -region(en), -zielgruppe(n), und der entsprechenden Kommunikationsstrategie
- Umsetzung der Service Supply Strategie

Abbildung 3: Betriebskonzepte



**LITERATUR**

**Alter 2008**

Alter, S.: Service system fundamentals: Work system, value chain, and life cycle. IBM Systems Journal 47 (2008), S. 71 – 85.

**Ankolekar et al. 2001**

Ankolekar, A./Burstein, M. H./Hobbs, J. R./Lassila, O./ Martin, D. L./McIlraith, S. A./ Narayanan, S./Paolucci, M./Payne, T. R./Sycara, K. P./Zeng, H.: DAML-S: Semantic Markup for Web Services. In: Proceeding of the first Semantic Web Working Symposium. California: Stanford University, 2001.

**Barros/Dumas 2006**

Barros, A./Dumas, M.: The Rise of Web Service Ecosystems. In: IT Professional, 8 (2006), S. 31 – 37.

**Berre 2008**

Berre, A. J.: UPMS - UML Profile and Metamodel for Services - an Emerging Standard. In: Proceedings of the 12th International IEEE Enterprise Distributed Object Computing Conference. Munich: IEEE Press, 2008.

**Berre 2009**

Berre, A. J.: Service oriented architecture Modeling Language (SoaML) - Specification for the UML Profile and Metamodel for Services (UPMS). OMG Document. <http://www.omg.org/spec/SoaML/1.0/Beta2/> , 2009.

**Bitsaki et al. 2008**

Bitsaki, M./Danylevych, O./van den Heuvel, W./Koutras, G./Leymann, F./Mancioppi, M./Nikolaou, C./Papazoglou, M.: An Architecture for Managing the Lifecycle of Business Goals for Partners in a Service Network. In: LNCS An Architecture for Managing the Lifecycle of Business Goals for Partners in a Service Network. Berlin: Springer, 2008.

**Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 2008**

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Megatrends der Nachhaltigkeit: Unternehmensstrategie neu denken. URL: [http://www.bmu.de/wirtschaft\\_und\\_umwelt/downloads/doc/45276.php](http://www.bmu.de/wirtschaft_und_umwelt/downloads/doc/45276.php) [Stand: 12.10.2010].

**Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie 2010**

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (Hrsg.): Das THESEUS – Forschungsprogramm – Neue Technologien für das Internet der Dienste, Stand: Februar 2010.

**De Kinderen/Gordijn 2008**

De Kinderen, S./Gordijn, J.: e3Service - An ontological approach for deriving multi-supplier IT-service bundles from consumer needs. In: Proceedings of the 41st Annual Hawaii International Conference on System Sciences. Los Alamitos: IEEE Press, 2008.

**Deutsches Institut für Normung e.V. 2002**

Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN Public Available Specification (PAS) 1018, Grundstruktur für die Beschreibung von Dienstleistungen in der Ausschreibungsphase – German standard for the description of services for tendering. Beuth Verlag GmbH, Ref. Nr. PAS 1018 : 2002-12, Vertr.-Nr. 29019. Berlin, 2002.

**Ferrario/Guarino 2008**

Ferrario, R./Guarino, N.: Towards an Ontological Foundation for Services Science. In: Proceedings of Future Internet Symposium 2008. Berlin: Springer, 2008.

**Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. 2010**

Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (Hrsg.): Statistisches Taschenbuch der Versicherungswirtschaft 2010. URL: [http://www.gdv.de/Downloads/Broschueren/StatTaschenbuch\\_2010.pdf](http://www.gdv.de/Downloads/Broschueren/StatTaschenbuch_2010.pdf) [Stand 12.10.2010].

**Harding 2008**

Harding, C.: Service-Oriented Architecture Ontology. The Open Group Draft 2.0. URL: <http://www.opengroup.org/projects/soa-ontology/>, 2008.

**Hevner et al. 2004**

Hevner, A./March, S./Park, J./Ram, S.: Design science in information systems research. In: MIS Quarterly 28 (2004), S. 75-105.

**Lheureux/Malinverno 2008**

Lheureux, B. J./Malinverno, P.: Magic Quadrant for B2B Gateway Providers. Gartner Research G00157460, June 2008.

**MacKenzie et al. 2006**

MacKenzie, C. M./Laskey, K./McCabe, F./Brown, P. F./Metz, R.: Reference Model for Service Oriented Architecture 1.0, Official OASIS Standard, <http://www.oasis-open.org/committees/soa-rm/>, October 2006.

**McIlraith et al. 2001**

McIlraith, S. A./Son, T. C./Zeng, H.: Semantic Web Services. In: IEEE Intelligent Systems 16 (2001), S. 46-53.

**Norton et al. 2008**

Norton, B./Kerrigan, M./Mocan, A./Carenini, A./Cimpian, E./Haines, M./Scicluna, J./Zaremba, M.: Reference Ontology for Semantic Service Oriented Architectures. OASIS Public Review Draft 0.1, <http://docs.oasis-open.org/semantic-ex/ro-soa/v1.0/pr01/see-rosoa-v1.0-pr01.html>, November 2008.

**Oberle et al. 2009**

Oberle, D./Bhatti, N./Brockmans, S./Niemann, M./Janiesch, C.: Effiziente Handhabung von Service Informationen im Internet der Dienste Wirtschaftsinformatik, 2009.

**O'Sullivan 2006**

O'Sullivan, J.: Towards a Precise Understanding of Service Properties. Dissertation, Faculty of Information Technology, Queensland University of Technology, 2006.

**Roman et al. 2006**

Roman, D./de Bruijn, J./Mocan, A./Lausen, H./Domingue, J./Bussler, C./Fensel, D.: WWW: WSMO, WSML, and WSMX in a Nutshell. In: Proceedings of the Asian Semantic Web Conference (ASWC). Berlin: Springer, 2006, S. 516-522.

**Spillner et al. 2010**

Spillner, J./Kursawe, R./Schill, A.: Case Study on Extending Internet of Services Techniques to Real-World Services. In: Proceedings of the Second International Symposium on Services Science (ISSS'10), Leipziger Beiträge zur Wirtschaftsinformatik, Bd. 6. Leipzig: Logos Verlag, 2010.

**World Wide Web Consortium (W3C) 2010**

World Wide Web Consortium (W3C): Incubator Activity, URL: <http://www.w3.org/2005/Incubator/usdl/> [Stand 12.10.2010].

## > AUTORENVERZEICHNIS

**Hervé Couturier** ist Leiter des Bereichs „Business Information Technology & Global Research“ bei der SAP AG. Er ist verantwortlich für die globale Forschungsagenda des Unternehmens und deren zeitnahe Umsetzung in innovative Geschäftsanwendungen. Darüber hinaus verantwortet er Technologien und Business-Intelligence-Lösungen, mit denen Kunden geschäftskritische Applikationen effizient nutzen und erweitern sowie wichtige Entscheidungsgrundlagen aus ihren Unternehmensdaten gewinnen können. Couturier kam in Folge der Übernahme von Business Objects, wo er die Entwicklung leitete, zur SAP. Seine Karriere begann Couturier 1982 bei IBM. Er war dort bis 1997 in verschiedenen Entwicklungs- und Managementfunktionen tätig. Danach bekleidete er bis 1998 Führungspositionen bei XRT, einem führenden europäischen Anbieter von Treasury-Management-Lösungen, der mittlerweile Teil der Sage Group PLC ist, und bis 2002 bei der S1 Corporation, einem Anbieter von Software für Finanz- und Zahlungsdienste. Couturier besitzt Abschlüsse in Ingenieurs- und Naturwissenschaften der französischen École Centrale Paris. Er ist Mitglied im Verwaltungsrat der Softwareunternehmen SimCorp A/S und AVEVA Group PLC.

**Heino Däkena**, Vice President, Attensity Europe GmbH, Bielefeld. Heino Däkena ist seit dem Jahr 1997 bei der Attensity Europe GmbH (früher: Empolis GmbH), einem Unternehmen der Attensity Group beschäftigt. In dieser Zeit zeichnete er sich für verschiedene Projektmanagement-Aufgaben aus den Bereichen Automotive und Aviation verantwortlich. Aktuell ist er als Bereichsleiter tätig und darüber hinaus mit der Aufgabe des Use Case Captain des Anwendungsszenario PROCESSUS im Rahmen des THESEUS-Forschungsprogramms betraut.

**Björn Decker** ist seit September 2007 Mitarbeiter der Attensity Europe GmbH und technischer Leiter des Use Cases ORDO. Im Juli 2010 übernahm er die Gesamtleitung des Use Cases von Dr. Oliver Niese. Semantische Technologien faszinieren ihn seit Beginn seines Studiums der Informatik in Kaiserslautern, welches er 1999 als Diplom-Informatiker abschloss. Dabei interessiert ihn insbesondere, wie semantische Technologien die Informationskompetenz des Einzelnen und die Zusammenarbeit in Gruppen unterstützen

können. Diese Schwerpunkte bringt er gerne in das empirische Software Engineering ein, welches er in seiner Zeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter und Projektmanager des Fraunhofer IESE vertiefen konnte.

In 1989, Prof. Dr. **Dieter Fensel** earned both his Master in Social Science (Free University of Berlin) and his Master in Computer Science (Technical University of Berlin). In 1993, he was awarded his Doctoral degree in Economics, Dr. rer. pol., from the University of Karlsruhe. In 1998 he received his Habilitation in Applied Computer Science. In his doctoral and post-doctoral career, Prof. Dr. Fensel has held positions at the University of Karlsruhe (AIFB), the University of Amsterdam (UvA), and the Vrije Universiteit Amsterdam (VU). In 2002, he was awarded a chair at the Institute of Computer Science, Leopold Franzens University of Innsbruck, Austria. In 2003, he became the Scientific Director of the Digital Enterprise Research Institute (DERI) at the National University of Ireland, Galway, receiving a large grant acquired from Science Foundation Ireland (SFI) and in 2006 he became the Director of the Digital Enterprise Research Institute (DERI) at the Leopold Franzens University of Innsbruck, Austria. In 2007, he founded the Semantic Technology Institute International (STI2), which is organized as a collaborative association of interested scientific, industrial and governmental parties of the world wide Semantic Web and Service community that share a common vision. His current research interests focus upon the usage of semantics in 21st century computer science. His experience is, however, not restricted to research, having taught over 80 courses at various levels of education, from professional academies and technical colleges to universities and scientific conferences. Topics include: Formal Specification Languages, Software Engineering, Data Warehouse, World Wide Web, Electronic Commerce, Agent-based Information Access, Semantic Web and Ontologies, Semantic Web Services, Intelligent Systems and Web Engineering. He has been on more than 70 Bachelor, Master, and PhD committees and is a recipient of the Carl-Adam-Petri-Award of the Faculty of Economic Sciences from the University of Karlsruhe (2000).

Dr. **Nicolas Flores-Herr** (Jg. 1973) hat im Jahr 2001 am Fachbereich Physik der Johann Wolfgang Goethe-Universität (Frankfurt am Main) promoviert. Für seine Diplomarbeit, Dissertation sowie für seinen Post-Doc forschte er am Max-Planck-Institut für Hirnforschung in Frankfurt am Main in der Abteilung Neuroanatomie. Im Anschluss (2003 bis 2005) arbeitete als Post-Doc für den Pharmakonzern Sanofi-Aventis im Bereich von Herz-Kreislaufkrankungen. Im Jahr 2005 wechselte er als wissenschaftlicher Mitarbeiter in die Abteilung Informationstechnologie der Deutschen Nationalbibliothek mit dem Tätigkeitsschwerpunkt Erzeugung und Verarbeitung von digitalen Kulturinhalten. Darüber hinaus war er bis 2008 Projektleiter von CONTENTUS, einem Vorhaben des THESEUS-Programms, welches vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie

gefördert wird. Zwischenzeitlich arbeitete er mehrfach als Gastforscher für die University of Sydney in New South Wales (Australien). Seit 2008 ist Dr. Nicolas Flores-Herr Partner bei der Frankfurter Unternehmensberatung Acosta Consult GmbH. Seine aktuellen Tätigkeitsfelder liegen im Bereich von Multimediainhalten wie beispielsweise der Massendigitalisierung, der automatischen Metadatenerzeugung und der semantischen Suche.

Professor **Lutz Heuser** ist Sprecher der Geschäftsleitung (CE) von AGT Germany sowie CTO der AGT International mit Sitz in Zürich. Er leitet die weltweiten F&E-Aktivitäten der gesamten AGT Gruppe. Er hat an der Technischen Universität Karlsruhe (KIT) promoviert. Er ist Honorarprofessor an der Technischen Universität Darmstadt und Gastprofessor an der Queensland University of Technology in Brisbane, Australien. Er ist stellvertretender Vorsitzender der ISTAG (ICT Advisory Group der Europäischen Kommission). Heuser gilt als einer der weltweiten Vordenker im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) und genießt hohes Ansehen für seine unternehmerische Tätigkeit im Bereich Forschung und Entwicklung. Vor seinem Wechsel zu AGT baute er als Leiter der globalen Forschungsorganisation von SAP (SAP Research) eine der führenden IKT-Forschungsorganisationen Europas auf.

**Martin Jetter** ist seit Mai 2011 Vice President Strategy und General Manager Enterprise Initiatives der IBM Corporation. In dieser Funktion verantwortet er die Weiterentwicklung der gesamten Geschäftsstrategie der IBM. Vor seinem Wechsel in diese weltweite Aufgabe war er seit November 2006 Vorsitzender der Geschäftsführung der IBM Deutschland GmbH. Zuvor leitete er die Beratungssparte Global Business Services in Nordost-Europa. Der IBM Strategie-Chef trat 1986 in die IBM ein. Bevor er im Februar 2004 die Leitung von IBM Business Consulting Services übernahm, verantwortete er seit Januar 2001 das weltweite Geschäft mit dem Kunden Siemens. Als General Manager leitete er zuvor das weltweite Product-Lifecycle-Management-Geschäft mit Sitz in den USA. Von Oktober 1999 bis April 2000 war Jetter in der Konzernzentrale in Armonk/New York und arbeitete als Assistent im Stab von IBM Chairman und CEO, Louis V. Gerstner, Jr. Als Direktor des Geschäftsbereichs „Industrie“ hatte er die Verantwortung für die Umsetzung der IBM Strategien in den Geschäftsfeldern Fertigungs- und Grundstoffindustrie für Zentraleuropa. Der überwiegende Teil seiner Management-Positionen in Marketing und Vertrieb galt großen Industrieunternehmen rund um den Globus. Darüber hinaus war er für den Umbau wichtiger Geschäftsfelder in Zentraleuropa verantwortlich. Von 2000 bis 2005 leitete Jetter die Niederlassung München und vertrat damit offiziell die IBM Interessen gegenüber dem Freistaat Bayern und der Landeshauptstadt München. Martin Jetter erwarb sein Diplom im Fachbereich Maschinenbau an der Technischen Universität Stuttgart.

**Florian Kuhlmann**, geboren 1973, machte eine Ausbildung zum Groß- und Außenhandelskaufmann (1992-1995) und absolvierte im Anschluss daran ein Studium der Wirtschaftsinformatik an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster (1995-2002). Nach der Entwicklung von Lernsoftware für die Fernuniversität Hagen (2002-2003) folgten 2003-2006 die Projektleitung für Entwicklung computergestützter Sprachtests beim TestDaF-Institut Hagen und 2006-2009 die Projektleitung für diverse Kunden-Projekte und des Produktfolios der Neofonie GmbH (Auszug: Stern.de, DocInsider.de, Wefind.de). Seit 2009 ist Florian Kuhlmann Research-Manager, Use Case Captian für den THESEUS-Use Case ALEXANDRIA.

**Hermann Requardt** wurde am 11. Februar 1955 in Engern/Grafschaft Schaumburg geboren. Sein Physikstudium sowie die sich anschließende Promotion absolvierte er an der Technischen Hochschule Darmstadt und der Johann Wolfgang Goethe-Universität in Frankfurt. Seiner zweijährigen Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Flugmedizin des DLR (Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt e.V.) folgte 1984 der Einstieg bei der Siemens AG. Nach verschiedenen Stationen im Unternehmensbereich Medizintechnik wurde er im Januar 2001 Mitglied des Bereichsvorstands Medical Solutions. Im Oktober 2006 wurde Hermann Requardt Mitglied des Vorstands der Siemens AG und zum Leiter der Zentralabteilung Corporate Technology ernannt. Seit Dezember 2008 ist er Chief Executive Officer des Sektors Healthcare. Die Johann Wolfgang Goethe Universität Frankfurt verlieh Hermann Requardt im Juni 2006 die Honorarprofessur in Physik.

**Ralf Schäfer** studierte an der Technischen Universität Berlin (TUB) Nachrichtentechnik und wurde nach seiner Diplomprüfung im Jahre 1977 Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Heinrich-Hertz-Institut in Berlin. Im Jahre 1984 promovierte er an der TUB mit einer Arbeit aus dem Bereich der digitalen Codierung von Fernsehsignalen. Von 1978 bis 1989 leitete Herr Schäfer mehrere Forschungsprojekte auf den Gebieten Bildcodierung und Signalverarbeitung mit den Anwendungsgebieten TV und HDTV. Seit 1989 ist er Leiter der Abteilung Image Processing des HHI, wo er für ca. 70 Wissenschaftler und 40 studentische Mitarbeiter verantwortlich ist. Ralf Schäfer ist Leiter des ITG-Fachausschusses 3.2 Digitale Bildcodierung und Mitglied des Urteil-Preiskomitees der FKTG. 1986 erhielt Herr Schäfer den ITG-Literaturpreis und 2000 die Richard-Theile-Medaille der FKTG.

Dr. **Sascha Seifert** ist Use Case Captain des Anwendungsprojektes MEDICO und arbeitet als Wissenschaftler bei der Siemens AG, Corporate Technology in Erlangen. Sein Forschungsinteresse besteht in Themen zur medizinischen Bildverarbeitung und des Wissensmanagements. Er studierte Informatik am Karlsruher Institut für Technologie, wo er auch im Bereich der computerassistierten Chirurgie in enger Kooperation mit dem

Universitätsklinikum Heidelberg promovierte und mit Auszeichnung bestand. Hierfür erhielt er auch den Preis des Förderverein Forschungszentrum Informatik (FZI) Karlsruhe e.V. für eine hervorragende Dissertation. Vor der Promotion war er bei der Gillardon financial software GmbH als Softwarearchitekt beschäftigt, wo er sich intensiv mit Internetarchitekturen auseinandergesetzt hatte und die erste Finanzapplikation als Service ins Internet brachte.

Seit 7. Februar 2010 ist **Jim Hagemann Snabe** Vorstandssprecher der SAP AG. Als Leiter des Vorstandsbereichs Products & Solutions ist er außerdem für Strategie und Innovation sowie die Portfoliostrategie für die On-Premise- und On-Demand-Lösungen der SAP zuständig. Seine Laufbahn bei SAP begann er 1990 als Berater bei SAP Denmark, wo er schon nach kurzer Zeit zum Leiter der Beratungsabteilung aufstieg. Seitdem war er in zahlreichen Managementpositionen tätig, unter anderem in den Bereichen Beratung, Vertrieb und seit 2002 in der Entwicklung. Seit 1. Juli 2008 ist Jim Hagemann Snabe Mitglied des Vorstands der SAP AG. Snabe wohnt in Kopenhagen. Neben seiner Muttersprache Dänisch spricht er fließend Französisch, Deutsch, Englisch und Schwedisch. Seinen Masterabschluss in Operations Research machte er an der Aarhus School of Business. Außerdem ist Snabe Aufsichtsratsvorsitzender des dänischen Softwareunternehmens Linkage A/S und Mitglied des Aufsichtsrats von Thrane & Thrane A/S.

**Orestis Terzidis** promovierte in theoretischer Physik bevor er 1998 als Anwendungsentwickler in den SAP Labs Sophia Antipolis startete. Von 2000 bis 2003 war er als Assistent des Vorstandssprechers der SAP AG, Henning Kagermann, tätig. Seit Januar 2004 leitet er das SAP Research Center Karlsruhe, erst als Direktor und seit 2008 als Vice President. Innerhalb der SAP leitet er Projekte zur strategischen Entwicklung. Seine Forschungsschwerpunkte umfassen u. a. IT für Energienetze, Semantische Technologien in Geschäftsanwendungen, Software-Entwicklung für innovative Geschäftsanwendungen, Secure Computing und Informationstechnologien für Schwellenländer. Orestis Terzidis ist in mehreren Gremien tätig, u. a. als Vorsitzender der BDI Arbeitsgruppe Internet der Energie, als Kurator des Forschungszentrum Informatik Karlsruhe (FZI) und des Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung Karlsruhe (IOSB), und als Beirat des Innovation Lab Heidelberg.

**Ralph Traphöner** ist Mitarbeiter der Attensity Europe GmbH. Nach dem Studium der Informatik und Wirtschaftswissenschaften an der Universität Kaiserslautern war er 1991 Mitgründer der tec:Inno GmbH, die über die empolis GmbH in der Attensity Europe GmbH aufgegangen ist. In seiner Funktion als Berater, Projektleiter und Geschäftsführer war er an mehr als 60 Forschungsprojekten beteiligt. Seine inhaltlichen Arbeitsschwerpunkte liegen auf dem Gebiet der Künstlichen Intelligenz, Wissensmanagement und

dem fallbasierten Schließen. Darüber hinaus ist Ralph Traphöner auch als Gutachter und Berater in den Forschungsrahmenprogrammen der Europäischen Union tätig.

Professor **Wolfgang Wahlster** hat einen Lehrstuhl für Informatik an der Universität des Saarlandes inne und leitet seit 1988 mit dem Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI GmbH) in Saarbrücken, Kaiserslautern, Bremen und Berlin weltweit die größte Forschungseinrichtung auf diesem Gebiet mit über 800 Wissenschaftlern. Er ist Mitglied der Forschungsunion der Bundesregierung und dort im Rahmen der Hightech-Strategie für das Innovationsfeld der Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) zuständig. Seine Forschungen zur Mensch-Technik-Interaktion wurden vielfach ausgezeichnet, u. a. mit dem Zukunftspreis des Bundespräsidenten, dem höchsten deutschen Innovationspreis und mit dem Bundesverdienstkreuz erster Klasse. Er ist als einziger deutscher Informatiker Mitglied der Königlich Schwedischen Akademie der Wissenschaften in Stockholm sowie der Deutschen Nationalakademie Leopoldina, acatech, der BBAW und der Mainzer Akademie der Wissenschaften und Literatur. Er ist Vorstandmitglied in den EIT ICT Labs und des BMBF-Spitzenclusters für Softwareinnovationen. Ehrenamtlich wirkt er als wissenschaftlicher Sprecher des Feldafinger Kreises für die Forschung zur Internetgesellschaft, im Münchner Kreis und als Vorstand des International Computer Science Institutes in Berkeley. Seine Forschung wird im weltweit größten Computermuseum HNF als Pionier der Computertechnik und in der Dauerausstellung der Hall of Fame für Zukunftstechnologien im Deutschen Museum mit einem Exponat zu Sprachdialogsystemen geehrt.

## > acatech – DEUTSCHE AKADEMIE DER TECHNIKWISSENSCHAFTEN

acatech vertritt die Interessen der deutschen Technikwissenschaften im In- und Ausland in selbstbestimmter, unabhängiger und gemeinwohlorientierter Weise. Als Arbeitsakademie berät acatech Politik und Gesellschaft in technikwissenschaftlichen und technologiepolitischen Zukunftsfragen. Darüber hinaus hat es sich acatech zum Ziel gesetzt, den Wissenstransfer zwischen Wissenschaft und Wirtschaft zu erleichtern und den technikwissenschaftlichen Nachwuchs zu fördern. Zu den Mitgliedern der Akademie zählen herausragende Wissenschaftler aus Hochschulen, Forschungseinrichtungen und Unternehmen. acatech finanziert sich durch eine institutionelle Förderung von Bund und Ländern sowie durch Spenden und projektbezogene Drittmittel. Um die Akzeptanz des technischen Fortschritts in Deutschland zu fördern und das Potenzial zukunftsweisender Technologien für Wirtschaft und Gesellschaft deutlich zu machen, veranstaltet acatech Symposien, Foren, Podiumsdiskussionen und Workshops. Mit Studien, Empfehlungen und Stellungnahmen wendet sich acatech an die Öffentlichkeit. acatech besteht aus drei Organen: Die Mitglieder der Akademie sind in der Mitgliederversammlung organisiert; ein Senat mit namhaften Persönlichkeiten aus Industrie, Wissenschaft und Politik berät acatech in Fragen der strategischen Ausrichtung und sorgt für den Austausch mit der Wirtschaft und anderen Wissenschaftsorganisationen in Deutschland; das Präsidium, das von den Akademiemitgliedern und vom Senat bestimmt wird, lenkt die Arbeit. Die Geschäftsstelle von acatech befindet sich in München; zudem ist acatech mit einem Hauptstadtbüro in Berlin vertreten.

Weitere Informationen unter [www.acatech.de](http://www.acatech.de)

## > acatech diskutiert

Die Reihe „acatech diskutiert“ dient der Dokumentation von Symposien, Workshops und weiteren Veranstaltungen der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften. Darüber hinaus werden in der Reihe auch Ergebnisse aus Projektarbeiten bei acatech veröffentlicht. Die Bände dieser Reihe liegen generell in der inhaltlichen Verantwortung der jeweiligen Herausgeber und Autoren.



**BISHER SIND IN DER REIHE „acatech DISKUTIERT“ FOLGENDE BÄNDE ERSCHIENEN:**

Jürgen Gausemeier/Hans-Peter Wiendahl.: Wertschöpfung und Beschäftigung in Deutschland (acatech diskutiert), Heidelberg u. a.: Springer Verlag 2011.

Karsten Lemmer et al.: Handlungsfeld Mobilität (acatech diskutiert), Heidelberg u. a.: Springer Verlag 2011.

Klaus Thoma (Ed.): European Perspectives on Security Research (acatech diskutiert), Heidelberg u. a.: Springer Verlag 2011.

Reinhard F. Hüttl/Bernd Pischetsrieder/Dieter Spath (Hrsg.): Elektromobilität. Potenziale und wissenschaftlich-technische Herausforderungen (acatech diskutiert), Heidelberg u. a.: Springer Verlag 2010.

Klaus Kornwachs (Hrsg.): Technologisches Wissen. Entstehung, Methoden, Strukturen (acatech diskutiert), Heidelberg u. a.: Springer Verlag 2010.

Manfred Broy (Hrsg.): Cyber-Physical-Systems. Innovation durch softwareintensive eingebettete Systeme (acatech diskutiert), Heidelberg u. a.: Springer Verlag 2010.

Martina Ziefle/Eva-Maria Jakobs: Wege zur Technikfaszination. Sozialisationsverläufe und Interventionszeitpunkte (acatech diskutiert), Heidelberg u. a.: Springer Verlag 2009.

Petra Winzer/Eckehard Schnieder/Friedrich-Wilhelm Bach (Hrsg.): Sicherheitsforschung – Chancen und Perspektiven (acatech diskutiert), Heidelberg u. a.: Springer Verlag 2009.

Thomas Schmitz-Rode (Hrsg.): Runder Tisch Medizintechnik. Wege zur beschleunigten Zulassung und Erstattung innovativer Medizinprodukte (acatech diskutiert), Heidelberg u. a.: Springer Verlag 2009.

Otthein Herzog/Thomas Schildhauer (Hrsg.): Intelligente Objekte. Technische Gestaltung – wirtschaftliche Verwertung – gesellschaftliche Wirkung (acatech diskutiert), Heidelberg u. a.: Springer Verlag 2009.

Thomas Bley (Hrsg.): Biotechnologische Energieumwandlung: Gegenwärtige Situation, Chancen und künftiger Forschungsbedarf (acatech diskutiert), Heidelberg u. a.: Springer Verlag 2009.



Joachim Milberg (Hrsg.): Förderung des Nachwuchses in Technik und Naturwissenschaft. Beiträge zu den zentralen Handlungsfeldern (acatech diskutiert), Heidelberg u. a.: Springer Verlag 2009.

Norbert Gronau/Walter Eversheim (Hrsg.): Umgang mit Wissen im interkulturellen Vergleich. Beiträge aus Forschung und Unternehmenspraxis (acatech diskutiert), Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag 2008.

Martin Grötschel/Klaus Lucas/Volker Mehrmann (Hrsg.): Produktionsfaktor Mathematik. Wie Mathematik Technik und Wirtschaft bewegt, Heidelberg u. a.: Springer Verlag 2008.

Thomas Schmitz-Rode (Hrsg.): Hot Topics der Medizintechnik. acatech Empfehlungen in der Diskussion (acatech diskutiert), Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag 2008.

Hartwig Höcker (Hrsg.): Werkstoffe als Motor für Innovationen (acatech diskutiert), Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag 2008.

Friedemann Mattern (Hrsg.): Wie arbeiten die Suchmaschinen von morgen? Informati- onstechnische, politische und ökonomische Perspektiven (acatech diskutiert), Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag 2008.

Klaus Kornwachs (Hrsg.): Bedingungen und Triebkräfte technologischer Innovationen (acatech diskutiert), Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag 2007.

Hans Kurt Tönshoff/Jürgen Gausemeier (Hrsg.): Migration von Wertschöpfung. Zur Zu- kunft von Produktion und Entwicklung in Deutschland (acatech diskutiert), Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag 2007.

Andreas Pfingsten/Franz Rammig (Hrsg.): Informatik bewegt! Informationstechnik in Verkehr und Logistik (acatech diskutiert), Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag 2007.

Bernd Hillemeier (Hrsg.): Die Zukunft der Energieversorgung in Deutschland. Herausfor- derungen und Perspektiven für eine neue deutsche Energiepolitik (acatech diskutiert), Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag 2006.

Günter Spur (Hrsg.): Wachstum durch technologische Innovationen. Beiträge aus Wis- senschaft und Wirtschaft (acatech diskutiert), Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag 2006.

Günter Spur (Hrsg.): Auf dem Weg in die Gesundheitsgesellschaft. Ansätze für innovative Gesundheitstechnologien (acatech diskutiert), Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag 2005.

Günter Pritschow (Hrsg.): Projektarbeiten in der Ingenieurausbildung. Sammlung beispielgebender Projektarbeiten an Technischen Universitäten in Deutschland (acatech diskutiert), Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag 2005.