

Entwicklung und Einsatz einer Domänenontologie des Informationsmanagements im Krankenhaus

Michael Schaaf¹, Franziska Jahn², Kais Tahar³, Christian Kücherer⁴, Alfred Winter⁵ und Barbara Paech⁶

Abstract: Beim Studium der Literatur zum Informationsmanagement sieht man sich auf Grund verschiedener theoretischer Ansätze und praxisorientierter Frameworks mit einer enormen Begriffsvielfalt konfrontiert. Insbesondere im Krankenhaus sind CIO und die Geschäftsleitung auf vernetzte Informationen angewiesen, um die Krankenhausziele effektiv unterstützen zu können. Die Entwicklung entscheidungsunterstützender Werkzeuge für CIOs und die Geschäftsleitung wird auf Grund der fehlenden Formalisierung der komplexen Zusammenhänge der Konzepte im strategischen Informationsmanagement, im IT Service Management oder der IT Governance unzureichend unterstützt. Der strategische Einsatz von Informationssystemkomponenten im Krankenhaus stellt auf Grund sinkender IT-Budgets eine große Herausforderung dar. In dieser Arbeit werden die Entwicklung und der Einsatz einer Domänenontologie des Informationsmanagements im Krankenhaus skizziert. Die Ontologie soll als Grundlage für die Entwicklung eines entscheidungsunterstützenden Werkzeugs und einer Variante zur Unterstützung der Lehre des Informationsmanagements im Krankenhaus genutzt werden.

Keywords: Semantisches Netz, Ontologieentwicklung, Ontologie, Informationsmanagement, Krankenhaus

1 Einleitung und Fragestellung

Das Informationsmanagement (IM) im Krankenhaus ermöglicht die effektive Unterstützung der Krankenhausziele durch sein Informationssystem (IS), erfordert im Gegenzug jedoch dessen systematische Planung, Steuerung und Überwachung. Das berufliche Umfeld eines CIOs (Chief Information Officer) in deutschen Krankenhäusern ist geprägt durch niedrige IT-Budgets, die IT-Kosten pro Mitarbeiter liegen ca. 30%, unter dem Median anderer untersuchter Branchen [MSM08]. Niedrige IT-Budgets

¹ Universität Leipzig, Institut für Medizinische Informatik, Statistik und Epidemiologie, Härtelstraße 16-18, 04107, Leipzig, michael.schaaf@imise.uni-leipzig.de

² Universität Leipzig, Institut für Medizinische Informatik, Statistik und Epidemiologie, Härtelstraße 16-18, 04107, Leipzig, franziska.jahn@imise.uni-leipzig.de

³ Universität Leipzig, Institut für Medizinische Informatik, Statistik und Epidemiologie, Härtelstraße 16-18, 04107, Leipzig, kais.tahar@imise.uni-leipzig.de

⁴ Universität Heidelberg, Institut für Informatik, Lehrstuhl Software Engineering, Im Neuenheimer Feld 326, 69120 Heidelberg, christian.kuecherer@informatik.uni-heidelberg.de

⁵ Universität Leipzig, Institut für Medizinische Informatik, Statistik und Epidemiologie, Härtelstraße 16-18, 04107, Leipzig, kais.tahar@imise.uni-leipzig.de

⁶ Universität Heidelberg, Institut für Informatik, Lehrstuhl Software Engineering, Im Neuenheimer Feld 326, 69120 Heidelberg, paech@informatik.uni-heidelberg.de

spiegeln sich ebenfalls in geringen Mitarbeiterzahlen wider. Dennoch bestehen auch in Krankenhäusern Anforderungen an ein systematisches Informationsmanagement wie die Umsetzung eines IT Service Managements nach De-Facto Standards wie COBIT und ITIL und die Ausrichtung der Ziele des Informationsmanagements an den Krankenhauszielen [JTP11]. Hierfür benötigen sowohl CIO als auch die Krankenhausleitung ein tiefgreifendes Verständnis, wie das IS zum Erreichen der strategischen Krankenhausziele eingesetzt werden kann und eingesetzt wird. Eine große Herausforderung stellt daher die systematische und verständliche Bereitstellung der benötigten Informationen zur Erfüllung der IM-Aufgaben dar. Die Bereitstellung rein deskriptiver Kennzahlen zu Kosten und Effizienz des IS kann für die Beurteilung der komplexen Zusammenhänge nicht ausreichen, da Kennzahlen nicht alle entscheidungsrelevanten Informationen abbilden. Die langfristige Planung der Entwicklung im strategischen IM, die Bereitstellung von Informationen über die Projekte im taktischen IM und der Betrieb des IS im operativen IM erfordert die Bereitstellung vernetzter Informationen sowohl für den CIO als auch für die Krankenhausleitung. Darüber hinaus ist die Vernetzung der Informationen zum IM mit den durch das IS unterstützten Geschäftsprozessen sowie mit der Unternehmensstrategie erforderlich.

Diese komplexen Zusammenhänge müssen auch Studierenden der (Medizinischen) Informatik vermittelt werden, die in Vorlesungen zum Management von Informationssystemen im Gesundheitswesen auf spätere Leitungsfunktionen in diesem Bereich vorbereitet werden sollen. Für den Lehrenden und die Studierenden erfordert dies jedoch die sorgfältige Auseinandersetzung mit einer Begriffsvielfalt, verursacht durch unterschiedlichen problem-, aufgaben- und prozessorientierte Ansätze des Informationsmanagements [Kr09] und Frameworks wie COBIT und ITIL. Zahlreiche synonyme und homonyme Begriffe erschweren das Verständnis des Fachgebiets. Gleichzeitig fehlt es den verschiedenen Ansätzen und Frameworks an hinreichender Formalisierung, wodurch bedeutende Zusammenhänge zwischen strategischem, taktischem und operativem Management, IT Service Management und IT Governance unzureichend beschrieben und verstanden sind.

Das Ziel dieser Arbeit im Rahmen des DFG-Projekts „SNIK“ (Ein Semantisches Netz des Informationsmanagements im Krankenhaus) ist die Entwicklung einer Ontologie des Informationsmanagements im Krankenhaus, auf Basis des Lehrbuchs „Health Information System – Architectures and Strategies“ von Winter et al. [Wi11]. Es beschreibt einen problemorientierten Ansatz folgend, wie komplexe Krankenhausinformationssysteme hinsichtlich ihrer strategischen Planungs-, Steuerungs- und Überwachungsaufgaben systematisch gemanagt werden können. Dies wird – informal – mit prozessorientierten Frameworks (s.o.) verknüpft. Die entstehende Wissensbasis in Form einer Ontologie soll sowohl die Lehre unterstützen als auch in einem späteren Stadium die Grundlage für die Entwicklung eines entscheidungsunterstützenden Werkzeugs für den CIO bilden.

Im Bereich der Lehre soll die Ontologie für die Erarbeitung neuartiger Lehrkonzepte zur

Vermittlung einer einheitlichen Terminologie des Informationsmanagements im Krankenhaus genutzt werden. Die visuelle Repräsentation derartig vernetzter Informationen durch Ontologien ist in besonderer Weise geeignet, da sich einzelne Teilbereiche nachvollziehbar in den Gesamtkontext der Domäne einordnen lassen. Darüber hinaus können Ontologien in der Lehre durch Formulierung formalisierter Anfragen (z.B. mit SPARQL) für die Prüfungsvorbereitungen der Studenten genutzt werden.

Ein entscheidungsunterstützendes Werkzeug für den CIO, das auf den in der Ontologie dargestellten Zusammenhängen des Informationsmanagements basiert, kann die Navigation durch die vernetzten Informationen des Informationsmanagements unterstützen. Es könnte entscheidungsrelevante Informationen aus unterschiedlichen Quellen zusammenführen und bei der Erstellung von Berichten für die Krankenhausleitung unterstützen. Die Ontologie soll hierfür das Datenmodell für die zukünftige Umsetzung in einem entscheidungsunterstützenden Werkzeug bereitstellen.

In Kapitel 2 wird das methodische Vorgehen bei der Entwicklung der Ontologie des Informationsmanagements im Krankenhaus beschrieben. Im Ergebniskapitel 3 wird die Ontologie quantitativ beschrieben sowie in Ausschnitten präsentiert. Kapitel 4 diskutiert die Verwendung der Ontologie in der Lehre und gibt einen Ausblick in zukünftig geplante Entwicklungsschritte zu deren Erweiterung.

2 Methoden

2.1 Ontologieentwicklung

Für die formale Beschreibung und Repräsentation von Wissen einer Domäne steht das Konzept der Ontologie zur Verfügung. Die grundlegende Idee von Ontologien ist die Beschreibung einer Terminologie, indem die verwendeten Begriffe und Beziehungen formal festgehalten werden. Das Ziel der Formalisierung beschreiben Gómez-Pérez, Fernández-López und Corcho [GFC04] wie folgt: „...we can say that ontologies aim to capture consensual knowledge in a generic way, and that they may be reused and shared across software applications and by groups of people“. Die Entwicklung einer Ontologie des Lehrbuchs „Health Information Systems – Architectures and Strategies“ wurde in Anlehnung an den bestehenden Ansätzen „Ontology Development 101“ [NM01] und „Methontology“ [FGJ97] durchgeführt, wobei das konkrete Vorgehen der einzelnen Teilschritte zunächst spezifiziert wurde. Die Spezifikation wurde ausführlich in [Ja14] beschrieben. Wie die einzelnen Schritte in Abbildung 1 zeigen, handelt es sich bei der Ontologieentwicklung um einen iterativen Prozess, der zur kontinuierlichen Verbesserung der Qualität der Ontologie auch Rücksprünge zu vorangegangenen Schritten beinhaltet.

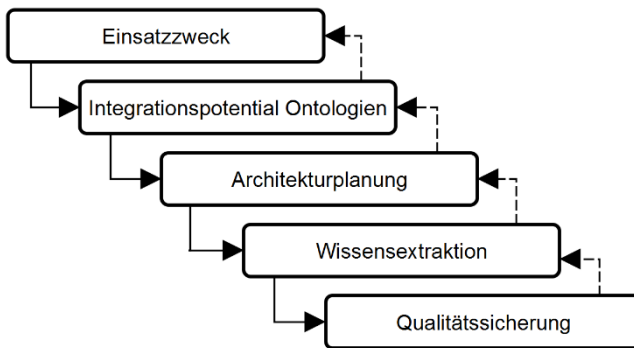


Abb. 1: Entwicklungsschritte bei der Entwicklung einer Domänenontologie.

2.2 Einsatzzweck

Im ersten Entwicklungsschritt werden Umfang und die als relevant erachteten Kernbereiche der Ontologie festgelegt. Für die Festlegung des Ontologieumfangs und der Modellierung von Anwendungsfällen wurde eine Liste mit 173 informellen Kompetenzfragen (Competency Questions) entworfen, deren Antworten später durch die Ontologie geliefert werden sollen. Für jede Frage werden außerdem die benötigten Konzepte festgehalten, die für ihre Beantwortung notwendig sind. Eine Frage aus dem Bereich des strategischen IM lautet beispielsweise: „Welche Geschäftsprozesse nutzen welche Anwendungssysteme?“ Das Vorgehen mit der Entwicklung von Kompetenzfragen bietet zwei entscheidende Vorteile. Einerseits lässt sich der abzudeckende Umfang relativ schnell auf bestimmte Kernbereiche eingrenzen. Auf der anderen Seite kann mit Hilfe der Fragen die Qualität der Ontologie (Schritt: Qualitätssicherung), durch korrekte Bereitstellung der gewünschten Informationen, sinnvoll getestet werden. Für eine Ontologie des Informationsmanagements im Krankenhaus wurden unter anderem die Bereiche „Strategisches IM“, „Taktisches IM“ und „Operatives IM“ bestimmt.

2.3 Integrationspotential vorhandener Ontologien

Ein großer Vorteil von Ontologien liegt in der Wiederverwendung bereits modellierten Wissens. Bei der Entwicklung einer Domänenontologie gestaltet sich dieser Punkt jedoch recht schwierig, da die Formen der Repräsentation von Domänenwissen unmittelbaren Einfluss auf die Anwendbarkeit bestimmter Methoden haben [BC88]. Die Wiederverwendung und Integration auf rein konzeptueller Ebene ist allerdings durchaus möglich [GU97]. Für die Recherche nach geeigneten Architekturen auf konzeptueller

Ebene bieten sich verschiedene Plattformen (z.B. Linked Open Vocabularies⁷, Ontolingua Ontology Library⁸, DAML Ontology Library⁹) mit bereits existierenden, frei verfügbaren Ontologien verschiedener Themenbereiche. Für die Architektur der hier vorgestellten Ontologie finden sich Ansätze aus der „Core Enterprise Ontology“ [BKM01] und insbesondere aus dem „3-Ebenen-Meta-Modell“ (3LGM²) [WBW03] zur Beschreibung, Bewertung und Planung von Informationssystemen im Gesundheitswesen.

2.4 Architekturplanung

Im Vorfeld der eigentlichen Wissensextraktion empfiehlt es sich, bereits grundlegende Entscheidungen zur Architektur der geplanten Ontologie zu treffen. Bei diesem Schritt liegt der Fokus auf dem geplanten Einsatzzweck der Ontologie, der durch die Analyse der bereits entwickelten Kompetenzfragen unterstützt wird. Zu Beginn sollten geeignete Top-Level-Konzepte bestimmt werden, die die Begriffswelt der Domäne möglichst gut abdecken und nach welchen unterschieden werden soll. Dadurch gelingt gerade bei sehr großen Ontologien (>1000 Konzepte) eine gute Strukturierung der Begriffe und ermöglicht frühzeitig die Identifikation benötigter Basisrelationen zwischen den Top-Level-Konzepten. Für die Nutzung in zwei verwandten, dennoch verschiedenen Anwendungsszenarien (entscheidungsunterstützendes Werkzeug für den CIO, Lehre) sollten bereits jetzt alle erforderlichen Eigenschaften bestimmt werden, die während des Wissensextraktionsprozesses erfasst werden sollen. Bei diesem Schritt empfiehlt sich große Sorgfalt, da umfassende Architektur Anpassungen während der Analyse- und Extraktionsphase zwar grundsätzlich möglich, jedoch unter Umständen mit großem Aufwand verbunden sind.

2.4.1 Die Top-Level-Ebene

Auf der Top-Level-Ebene unterscheiden wir für unsere Ontologie zunächst zwischen Aufgaben (functions) und Objekttypen (entities) [HAW05]. Bei Objekttypen wird zusätzlich zwischen aktiven Objekttypen (active entity type) und passiven Objekttypen (passive entity type) unterschieden, deren Verwendung im Folgenden näher erläutert wird [BKM01]. Das Konzept Aufgabe wird für unser Anwendungsgebiet weiter auf fünf krankenhausspezifische Top-Level-Aufgaben spezialisiert, welchen sich alle im Krankenhaus anzutreffenden Unternehmensaufgaben zuordnen lassen:

Aufgabe

- Unternehmensaufgabe
 - Krankenhausaufgabe
 - Aufgabe der Patientenversorgung
 - Aufgabe der Administration

⁷ Linked Open Vocabularies: <http://lov.okfn.org/dataset/lov/>

⁸ Ontolingua Ontology: <http://www-ksl.stanford.edu/knowledge-sharing/ontologies/>

⁹ DAML Ontology Library: <http://www.daml.org/ontologies/>

- Aufgabe des Informationsmanagements
- Aufgabe der Managements
- Aufgabe der Ausbildung- und Forschung

Bei passiven Objekttypen handelt es sich um Informationsobjekte, die von Aufgaben für deren Erfüllung benötigt oder bearbeitet werden. Um später Aussagen über die von bestimmten Krankenhausaufgaben benötigten Informationsobjekte machen zu können, orientiert sich die Einteilung der passiven Objekttypen an den bereits bestimmten Aufgaben.

Passiver Objekttyp

- Unternehmensobjekttyp
 - Krankenhausobjekttyp
 - Objekttyp der Patientenversorgung
 - Objekttyp der Administration
 - Objekttyp des Informationsmanagements
 - Objekttyp der Managements
 - Objekttyp der Ausbildung und Forschung

Bei aktiven Objekttypen handelt es sich Rollen oder Personengruppen, die aktiv in Relation zu anderen passiven Objekttypen oder Aufgaben stehen. Es wird zwischen Rollen (role) und Abteilungen (department) unterschieden.

2.4.2 Passive und aktive Objekttypen

Für den Bereich „Informationsmanagement im Krankenhaus“ mit Blick auf die beiden geplanten Anwendungsgebiete wurden folgende Eigenschaften bestimmt, die für jeden Begriff (Passive und aktive Entitäten) in die Wissensbasis aufgenommen werden sollen:

- **Typ:** Jeder Begriff ist entweder vom Typ „Aufgabe“, „Objekttyp“ oder „Rolle“ - je nach Art seiner Zugehörigkeit. Spezifische Aufgaben des Informationsmanagements (Aufgabe IM), die sich von typischen Aufgaben innerhalb des Krankenhauses unterscheiden, werden als solche gekennzeichnet.
- **Domäne:** Für jeden extrahierten Begriff wird festgehalten, ob er für die Domäne Krankenhaus bzw. Gesundheitswesen spezifisch (gesundheitswesenspezifisch) ist.
- **Quelle:** Die extrahierten Aussagen nach dem RDF-Statement-Schema Subjekt-Prädikat-Objekt (z. B. „CIO“-„isResponsibleFor“-„Strategic HIS Planning“) sollen ihrem Ursprung zugeordnet werden können. Für jede Aussage werden daher sowohl Literaturquelle, als auch die entsprechende Seitenzahl notiert. Die Angabe der Literaturquelle bietet die Möglichkeit, die Ontologie kontinuierlich um weitere Literatur zu erweitern.

- **Definition:** Für den Einsatz der Ontologie in der Lehre sollte jeder Begriff über eine Definition verfügen. Durch die Anreicherung der Begriffe mit natürlicher Sprache wird die Verständlichkeit der Begriffszusammenhänge unterstützt.
- **Synonym:** Die Begriffsvielfalt im Bereich des IM wird durch die Zuordnung synonyme Bezeichner oder von Abkürzungen in Einklang gebracht. Bei der Suche in der Ontologie kann sowohl der Begriff als auch seine Synonyme als Suchbegriff verwendet werden.

2.4.3 Top-Level-Relationen

Nach Festlegung der Top-Level-Ebene enthält der nächste Schritt die Identifikation relevanter Top-Level-Relationen. Die in Abbildung 2 dargestellten Relationen wurden während des Extraktionsprozesses eingeführt und bei Bedarf kontinuierlich um spezifischere Relationen erweitert.

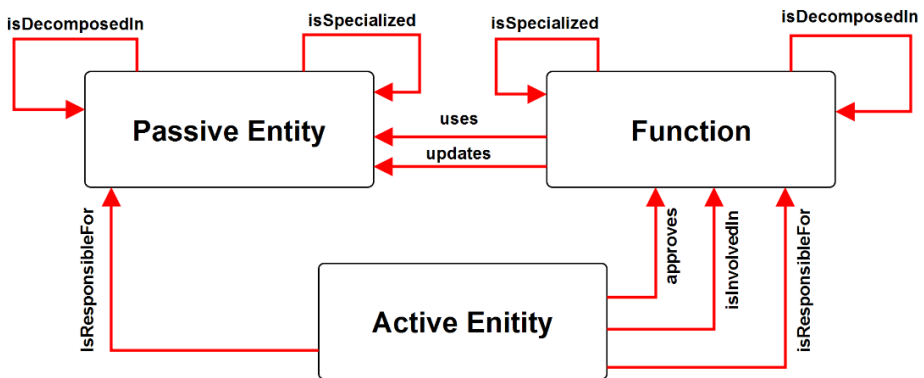


Abb. 2: Auszug aus der Spezifikation der Ontologiearchitektur. Mit Hilfe der drei Top-Level-Konzepte „Passive Entity“, „Active Entity“ und „Function“ lassen sich die benötigten Basisrelationen bestimmen.

Zugriff/Bearbeitung: A „uses“ B / A „updates“ B

Bei Konzept A handelt es sich um ein Konzept des Typs „Function“, bei Konzept B um ein Konzept des Typs „Passive Entity“. Die Relation „uses“ bedeutet, dass bei Durchführung von Aufgabe A Daten über den passiven Objekttyp B benötigt und genutzt werden. Die Relation „updates“ bedeutet, dass bei Durchführung von Aufgabe A Daten über den Objekttyp B erzeugt oder verändert werden.

Bsp.: Appointment Scheduling **uses** Case
Strategic Alignment **updates** Strategic Information Management Goal

Beteiligung/Verantwortlichkeit: A „isInvolvedIn“ B / A „isResponsibleFor“ B

Bei Konzept A handelt es sich um ein Konzept des Typs „Active Entity“, bei Konzept B entweder um ein Konzept des Typs „Passive Entity“ oder „Function“. Die Relation „isInvolvedIn“ drückt aus, dass A in B involviert ist (z.B. teilnimmt oder operativ mitarbeitet). Die Relation „isResponsibleFor“ drückt aus, dass A für B verantwortlich ist, i.d.R. sollte es sich bei Konzept A um eine Person bzw. eine Rolle einer Person handeln.

Bsp.: Consultant isInvolvedIn Long-Term HIS Planning
CIO isResponsibleFor Strategic Information Management Plan

Zustimmung: A „approves“ B

Bei Konzept A handelt es sich um ein Konzept des Typs „Active Entity“ (Person, Organisationseinheit), bei Konzept B um eine Aufgabe oder einen passiven Objekttyp. Die Relation drückt aus, dass der aktive Objekttyp A seine Zustimmung zu einer Aufgabe/passiven Objekttyp B gibt oder potenziell geben kann.

Bsp.: Hospital Management approves Strategic Information Management Plan

2.5 Wissensextraktion in drei Phasen

Die Extraktion der erforderlichen Informationen kann, wie in Abbildung 3 dargestellt, in drei Phasen durchgeführt werden, die sich teilweise parallelisieren lassen. In der Analyse- und Extraktionsphase wurden durch Zweierteams zunächst unabhängig voneinander kapitelweise Aussagen zu Aufgaben und Objekttypen des Informationsmanagements extrahiert und in Excel-Tabellen festgehalten. In der Konsolidierungsphase entstand im Zweierteam pro Kapitel ein abgestimmtes Extraktionsprotokoll. In der Validationsphase wurden die Einzelprotokolle durch ein Expertenteam auf Korrektheit überprüft und schließlich in ein Gesamt-Extraktionsprotokoll überführt. Dieser Schritt ist nochmals mit hohem Aufwand verbunden, da hier ein einheitliches Begriffssystem geschaffen werden muss und die Ontologiehierarchie aufgebaut wird. Mit Hilfe des selbstentwickelten Werkzeugs „Excel2OWL“ [Ta14] kann die einheitliche Endfassung in ein standardisiertes Ontologieformat (z.B. OWL) transformiert werden und lässt sich somit problemlos mit gängigen Ontologieeditoren analysieren und weiter modifizieren.

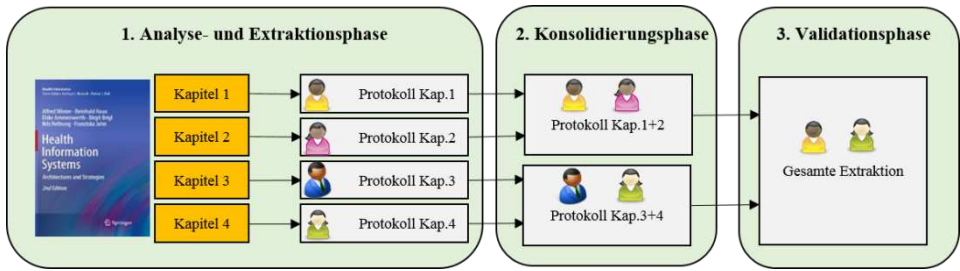


Abb. 3: Die Wissensextraktion wurde in drei Phasen eingeteilt. Der Analyse- und Extraktionsphase folgt unmittelbar eine Konsolidierung und Validation der Extraktionsergebnisse.

2.6 Qualitätssicherung

Die Erstellung großer Ontologien erfordert deren Wartung und Qualitätssicherung und muss auf mehreren Ebenen durchgeführt werden. Zum einen muss sichergestellt sein, dass die zuvor getroffenen Restriktionen und Vereinbarungen für Konzepte und Relationen beim Extraktionsprozess eingehalten wurden, zum anderen sollte sich das noch unformalisierte Wissen später auch formalisiert in der Ontologie befinden und abfragbar sein. Für beide Szenarien eignet sich die Überprüfung der Ontologie mit Hilfe der graph-basierten Abfragesprache für RDF-Formate SPARQL¹⁰. Mit Hilfe eines SPARQL-Skripts kann z.B. die korrekte Verwendung der Relationen oder die einheitliche Zuordnung bestimmter Eigenschaften überprüft werden. Besonders geeignet sind die Anfragen bei sehr großen Ontologien mit vielen Relationen und Eigenschaften, da sehr schnell geprüft werden kann, wo Fehler aufgetreten sind oder Informationen vergessen wurden. Mit Hilfe der zu Beginn des Entwicklungsprozesses erstellten Kompetenzfragen lässt sich die inhaltliche Qualität der Ontologie überprüfen. Die Kompetenzfragen werden hierfür in entsprechende SPARQL-Anfragen transferiert und die Ontologie abgefragt. In Abbildung 4 ist das Ergebnis einer Abfrage im Rahmen der Qualitätssicherung dargestellt. Ein unabhängiger Domänenexperte bewertet im Anschluss die Qualität der Antworten.

```
[Exel2OWL] QS-Kriterium3: Nur Aufgaben dürfen die Relation UPDATES verwenden
[Exel2OWL] Zeige alle Subjekte die dieses QS-Kriterium nicht erfüllen:
```

Subject	Subjecttype	Object
"Administrative_Discharge_and_Billing"	"Entity Type"	"Bill"
"Administrative_Discharge_and_Billing"	"Entity Type"	"Case"
"Administrative_Discharge_and_Billing"	"Entity Type"	"DRG"
"Administrative_Discharge_and_Billing"	"Entity Type"	"Notification"
"Approval_to_Strategic_Information_Management_Plan"	"Entity Type"	"Strategic_Information_Management_Plan"
"DRG_Calculation"	"Entity Type"	"DRG"
"Order_Entry"	"Entity Type"	"Diagnostic_Procedure"
"Order_Entry"	"Entity Type"	"Therapeutic_Procedure"

Abb. 4: Ergebnis einer SPARQL-Anfrage zur Qualitätssicherung der Ontologie. Das Ergebnis zeigt alle falsch abgebildeten Aussagen der Relation „updates“.

¹⁰ SPARQL Protocol and RDF Query Language

3 Ergebnisse

Die vorgeschlagene Methode zur Extraktion von fachspezifischem Wissen und formalen Repräsentation in einer Ontologie wurde am Beispiel des Lehrbuchs „Health Information System: Architectures and Strategies“ vorgestellt. Insgesamt konnten 1121 Konzepte und über 2255 Relationen extrahiert und abgebildet werden, die die komplexen Zusammenhänge des Informationsmanagements in Krankenhäusern beschreiben. Darüber hinaus können für einen Großteil der Konzepte zusätzliche Informationen wie Definitionen, Synonyme, alternative Bezeichnungen und Verweise auf die Literaturquelle abgerufen werden. Für die Repräsentation der Ergebnisse wurde der weit verbreitete Open-Source Editor Protégé¹¹ zur Modellierung und Visualisierung von Ontologien eingesetzt. Die Ontologie des Informationsmanagements im Krankenhaus lässt sich nun auf verschiedene Arten nutzen. Durch die Bereitstellung zahlreicher Protégé-Plugins (Ontograf, OntoViz) kann die modellierte Wissensbasis frei skalierbar dargestellt werden. Die graphische Visualisierung der Ontologie bietet eine hervorragende Möglichkeit zwischen den modellierten Begriffen zu navigieren und sie nach eigenem Ermessen anzuordnen, Sichten zu skalieren oder den Fokus auf die Verwendung bestimmter Relationen zu lenken. Für die verschiedenen Kernbereiche lassen sich so ganze Begriffslandkarten individuell gestalten und abspeichern.

Die Prüfungsvorbereitung für Studenten oder auch die Prüfungsdurchführung stellt einen weiteren Anwendungsfall für die Verwendung der Ontologie dar. Studenten im Prüfungsmodell „Management von Informationssystem im Gesundheitswesen“ sehen sich beispielsweise mit folgender Prüfungsfrage konfrontiert: Wie ist ein strategischer Rahmenplan aufgebaut und wer ist für ihn verantwortlich? Während die Antworten auf diese Frage verstreut über einige Kapitel im Lehrbuch zu finden sind, bietet die Ontologie effektivere Zugriffsmechanismen. Die Antwort auf die Frage lässt sich einerseits über die Suchfunktion von Protégé ermitteln oder über eine entsprechend generierte SPQARL-Anfrage an die Ontologie. In Abbildung 4 ist das Ergebnis der Anfrage zu sehen mit den entsprechenden Antworten zu sehen. Der strategische Rahmenplan besteht offensichtlich aus der Beschreibung des aktuellen und geplanten Zustands des Krankenhausinformationssystems (KIS), einer Analyse und Bewertung des aktuellen KIS, einem strategischen Krankenhausziel, dem strategischen IM-Ziel und einem Migrationspfad. Die Verantwortung liegt beim CIO.

¹¹ <http://protege.stanford.edu/>



Abb. 5: Ergebnis der Anfrage nach den Bestandteilen und der Verantwortlichkeit des „Strategic Information Management Plan“ an die Ontologie. Die gelb-gestrichelten Linien zeigen die Komponenten des Plans über die Teil-von Beziehung. Die Verantwortlichkeitsrelation wird durch die braun-gestrichelte Linie dargestellt.

Um detailliertere Informationen (Definition, Synonyme...) zu einzelnen Konzepten zu erhalten, bietet Protégé die Möglichkeit, die bei der Wissensextraktion erhobenen Informationen durch Anklicken des Konzepts zu erhalten. Dadurch lassen sich schnell und übersichtlich alle modellierten Informationen zu jedem Konzept abrufen. Eine weiterführende Prüfungsfrage könnte nun auf die Verantwortlichkeiten eines CIOs abzielen: Für welche Aufgaben ist der CIO in einem Krankenhaus verantwortlich?

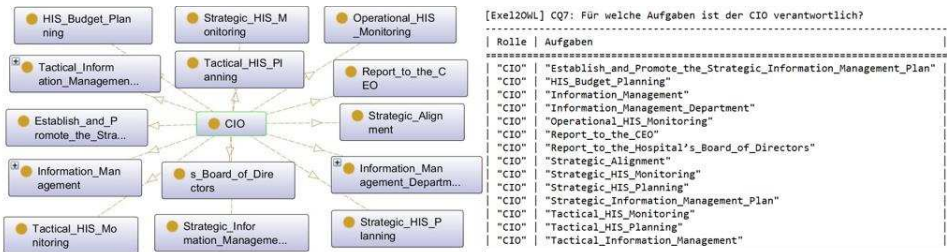


Abb. 6: Ergebnis der Anfrage nach den Verantwortlichkeiten eines CIO. Rechts: Visuelle Darstellung der Lösung mit Ontograf. Links: Darstellung der Ergebnisse unter Verwendung von SPARQL-Anfragen.

4 Diskussion und Ausblick

Die Ontologie Informationsmanagements im Krankenhaus soll sowohl als Basis für die akademische Lehre als auch bei der Entwicklung entscheidungsunterstützender Werkzeuge dienen. Für die geplante Verwendung in zwei Bereichen müssen deren Anforderungen an die Ontologie regelmäßig geprüft werden und Architekturentscheidungen gegebenenfalls angepasst werden. Der erste Schritt zur Entwicklung einer Ontologie des Informationsmanagements im Krankenhaus ist durch die formale Abbildung des Lehrbuchs „Health Information Systems – Architectures and

Strategien“ gemacht. Die Ergebnisse sind vielversprechend und bilden unser Verständnis für die Domäne des Informationsmanagements im Krankenhaus in Form einer formalen Ontologie ab. Für die Vernetzung mit weiteren theoretischen Ansätzen und Frameworks wie COBIT und ITIL müssen nun weitere Wissensquellen an die hier vorgestellte Ontologie angebunden werden. Die folgenden Entwicklungsschritte sehen nun die Erweiterung der Ontologie um Themengebiete wie „IT-Projektmanagement“, „Vertragsmanagement“ und „IT-Servicemanagement“ vor. Denn erst durch die Anbindung weiterer Wissensquellen kann die Vernetzung ihrer Begriffswelten realisiert werden.

Danksagung

Die vorliegende Arbeit ist Teil des durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Forschungsprojekts „Semantisches Netz des Informationsmanagements im Krankenhaus (SNIK)“, Förderungsnummern: 1605/7-1 (Leipzig), 1387/8-1 (Heidelberg).

Literaturverzeichnis

- [MSM08] Messerschmidt, M.; Schülein, P.; Murnleitner, M.: Der Wertbeitrag der IT zum Unternehmenserfolg: Manage IT as a business. PricewaterhouseCoopers AG, Stuttgart, S.6, 2008.
- [JTP11] Jaana, M.; Tamim, H.; Paré G.; Teitelbaum M.: Key IT-Management issues in hospitals: Results of a Delphi study in Canada. *International Journal of Medical Informatics* 2011 Dec;80(12):828-40, 2011.
- [Kr09] Krcmar, H.: *Informationsmanagement*. 5. Auflage, Springer, Berlin, 2009.
- [Wi11] Winter A.; Haux R.; Ammenwerth E.; Brigl B.; Hellrung N.; and Jahn F.: *Health Information Systems: Architectures and Strategies*. 2nd ed., Springer, Heidelberg, 2011.
- [GFC04] Gómez-Pérez, A.; Fernández-López, M.; Corcho, O.: *Ontological Engineering with examples from the areas of Knowledge Management, e-Commerce and the Semantic Web*. Springer-Verlag, London, Berlin, Heidelberg, 2004.
- [NM01] Noy, N. F.; McGuinness D. L.: *Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology*. Stanford Knowledge Systems Laboratory Technical Report KSL-01-05 and Stanford Medical Informatics Technical Report SMI-2001-0880, 2001.
- [FGJ97] Fernandez, M.; Gomez-Perez, A.; Juristo N.: *Methontology: From Ontological Art Towards Ontological Engineering*. Technical Report AAAI Report No.: SS-97-06, 1997.

- [Ja14] Jahn, F.; Schaaf, M.; Paech B.; Winter A.: Ein semantisches Netz des Informationsmanagements im Krankenhaus. GI-Jahrestagung 2014, Stuttgart, 1491-1498.
- [BC88] Bylander T.; Chandrasekaran B.: Generic tasks for knowledge-based reasoning: the "right" level of abstraction for knowledge acquisition. International Journal of Man-Machine Studies - Knowledge acquisition for knowledge-based systems. Part 2, Volume 26 Issue 2, 231 – 243, 2008.
- [Gu97] Guarino, N.: Understanding, Building, and Using Ontologies: A Commentary to "Using Explicit Ontologies in KBS Development", by van Heijst, Schreiber, and Wielinga. International Journal of Human and Computer Studies (46): 293-310, 1997.
- [BKM01] Bertolazzi, P.; Krusich, C.; Missikoff, M.: An approach oft he definition of a core enterprise ontology: CEO. Paper presented at the International Workshop on Open Enterprise Solutions: Systems, Experiences and Organizations (OES-SEO 2001), Rome, 14.-15.09.2001.
- [WBW03] Winter, A.; Brigl, B.; Wendt, T.: Modeling Hospital Information Systems (Part 1): The Revised Three-layer Graph-based Meta Model 3LGM². Methods of Information in Medicine, 42 (5), 544-551, 2003.
- [HAW05] Huebner-Bolder, G.; Ammenwerth, E.; Winter, A.; Brigl B.: Specification of a Reference Model for the Domain Layer of Hospital Information Systems In: Engelbrecht R, Geissbuhler A, Lovis C, Mihalas G (Hrsg.): Connecting Medical Informatics and Bio-Informatics. Proceedings of Medical Informatics Europe (MIE 2005), Geneva, Aug 08 - Sep 01 2005. Studies in Health Technology and Informatics, Volume 116. Amsterdam: IOS Press, 497-502, 2005.
- [Ta14] Tahar K.; Jahn F.; Schaaf M.; Kücherer C.; Paech B.; Winter A.: Eine Ontologie für die Unterstützung der Lehre und des Informationsmanagements im Gesundheitswesen. 13th Leipzig Research Festival for Life Sciences, 45p, Leipzig, 2014.