

# VORGEHENSMODELL ZUR ENTWICKLUNG WISSENSBASIERTER SOFTWARE FÜR DIE MEDIZINISCHE DOKUMENTATION

Ammon D<sup>1</sup>, Detschew V<sup>1</sup>

## **Kurzfassung**

*Der Bedarf an Information und Entscheidungsunterstützung während der wissensintensiven Aufgabe der medizinischen Dokumentation wird bisher nicht hinreichend gedeckt. Wir beschreiben ein domänenspezifisches Vorgehensmodell, mit dem Entwurf und Implementierung wissensbasierter Softwarekomponenten für medizinische Dokumentationsbereiche unterstützt werden sollen. Dargelegt werden die Phasen des Modells, seine Notation und Evaluation, der aktuelle Stand der Arbeiten und die Möglichkeiten der Deckung des eingangs genannten Bedarfs durch die entstehenden Tools.*

## **Abstract**

*Currently, the needs for information and decision support during the knowledge-intensive task of medical treatment documentation are not satisfied. We describe a domain-specific software development model, by which knowledge-based software components for medical documentation types can be designed and implemented. We explain the phases of development, the notation and evaluation of the model, the current state of work, and how the developed tools can satisfy the needs mentioned above.*

**Keywords** – *medical documentation, knowledge-based systems, software development model*

## **1. Einleitung**

Medizinische Behandlungsdokumentationen, jene „Tätigkeiten des Sammelns, Erschließens, Ordnen und Aufbewahrens von Information oder von Wissen“ „im Zusammenhang mit der Versorgung einzelner Patienten“ [13], sind für Gesundheitsberufler alltäglich durchzuführende wissensintensive Arbeitsaufgaben. Der Dokumentationsprozess ist wesentlich für die Steuerung der Patientenbehandlung, insofern er medizinische Abläufe bestimmt, Verantwortlichkeiten für Teilprozesse schafft und den Behandlungsverlauf in eine eindeutige, lückenlose logische Struktur zwingt [4]. Dabei sind die Inhalte der medizinischen Dokumentation – Anamnesen, Befunde, Diagnosen, Therapien, Verläufe etc. als auf relevante Anteile aller Informationen über den Patienten reduzierte und strukturierte Daten – zentraler Gegenstand der ärztlichen Entscheidungsfindung [7], welche wiederum zentralen Einfluss auf den Behandlungsverlauf hat. Diese Entscheidungsfindung geschieht

---

<sup>1</sup> Institut für Biomedizinische Technik und Informatik, Technische Universität Ilmenau

unter Anwendung allgemeinen medizinischen Wissens auf den konkreten Patienten. Das aktuelle medizinische Wissen steht dem Arzt aufgrund seiner Mächtigkeit und Dynamik heute jedoch nicht mehr gleichzeitig zeitnah und vollumfänglich zur Verfügung (sogenanntes Wissensdilemma in der Medizin [16]).

Der Informationsbedarf der Kliniker während der medizinischen Behandlung und Dokumentation hat zu verschiedenen Ansätzen von Wissensmanagement in der Medizin geführt: Medizinische Datenbanken ermöglichen einen zentralen Zugriff auf aktuelle medizinische Veröffentlichungen über Referenzen oder direkt hinterlegte Fakten [11], Suchmaschinen und Gesundheitsportale erweitern diese Zugriffsmöglichkeiten [11]. Klinische Terminologiesysteme ermöglichen eine formale Strukturierung bis hin zur Repräsentation medizinischen Wissens in Terminologieservern für semantische Interoperabilität oder als Wissensbasis in Decision-Support-Systemen [21]. Während medizinische Datenbanken allgemein etabliert und Terminologieserver bereits als kommerzielle Lösung im Einsatz sind, finden wissensbasierte Systeme zur medizinischen Entscheidungsunterstützung auch heute noch nur vereinzelt Anwendung in der klinischen Routine und sind hauptsächlich Gegenstand von Forschungsarbeiten [21]. Daher müssen patientenspezifische Daten in derartige Software oft zusätzlich zur Standarddokumentation und damit doppelt in den Rechner eingegeben werden. Wissensrepräsentationen für die unmittelbare Unterstützung der medizinischen Dokumentation finden sich nur in einzelnen Forschungsprojekten und werden dort nicht direkt zur Wissensvermittlung eingesetzt, sondern dienen als Grundlage für Datenspeicherung [5], Informationsverarbeitung [1] oder der Visualisierung von Patientendaten [12].

Der Entwurf von Software für das Gesundheitswesen kann heute durch domänenspezifische Anpassung von Referenz-Frameworks für das Software-Design unterstützt werden [14]. Standardisierungen für ein methodisches Modellieren und Implementieren von Systemen, die auf Basis einer Wissensrepräsentation den klinischen Behandlungsprozess unterstützen, existieren aufgrund des Forschungsprojektstatus vieler einzelner dieser Werkzeuge noch nicht. Da hierdurch Komplexität und Aufwand der Entwicklung von Software besser beherrschbar sind, bei Änderungen und Abweichungen das Projekt steuerbarer wird und die Softwaredokumentation stärker in die Entwicklung integriert werden kann, wäre ein Vorgehensmodell, das die fachlichen Spezifika medizinischer Informationssysteme berücksichtigt, für diese Aufgabe jedoch wünschenswert. Das Ziel der Forschungsarbeit ist daher die Entwicklung eines domänenspezifischen Vorgehensmodells für den Entwurf wissensbasierter Systemkomponenten für die medizinische Dokumentation. Als wissensbasiert sollen dabei unter Anwendung einer formalen Wissensrepräsentation für die Information des Nutzers arbeitende Systeme gelten, also auch solche Software, deren Wissensrepräsentation nicht direkt für die reine rechnerbasierte Inferenz dient.

## **2. Methoden**

### **2.1. Entwicklungsphasen**

Für die Entwicklung der einzelnen Phasen des Vorgehensmodells werden etablierte Methoden, die für das branchenübergreifende Wissensmanagement bzw. die allgemeine Softwareentwicklung entworfen wurden, übernommen, an die Problemzone des medizinischen Wissens und der klinischen Behandlungsprozesse adaptiert [9] und als Prozessmodell abgebildet [2]. Den Kern des Vorgehens bildet dabei der Entwurf von auf einer Wissensrepräsentation basierender Software unter Entwicklung und Anwendung verschiedener Modelle.

Die *Analyse* des Umgangs mit Wissen im medizinischen Dokumentationsprozess geschieht unter Anwendung von Modellierungssprachen für Geschäftsprozesse, bei welcher medizinische Wissens- und Informationsobjekte sowie Wissenstransformationen gekennzeichnet und analysiert werden. Geeignet hierfür sind Sprachen, welche die Abbildung von Informations- und Wissensobjekten und deren Nutzung ermöglichen, etwa die Knowledge Modeling and Description Language (KMDL) [1][17]. So kann verdeutlicht werden, in welcher Weise menschliche und maschinelle Akteure bei der medizinischen Dokumentation Wissen und Informationen erzeugen und nutzen (Eintragung von Wissen über einen Patienten, Behandlungsentscheidung auf Basis des dokumentierten Wissens, Dokumentation durchgeführter Maßnahmen und ihrer Ergebnisse, ...)

Die *Wissensmodellierung* auf Basis der vorangegangenen Analyse erfolgt unter Einsatz der CommonKADS-Methodologie für den Entwurf wissensbasierter Systeme und der dort eingesetzten Unified Modeling Language [20]. Mit ihrer Hilfe kann auf Basis der Ergebnisse der vorangegangenen Prozessanalyse definiert werden, welche Formen von Informationen und Wissen zu welchem Zeitpunkt für oder durch die Software in Form von Aufgaben-, Inferenz- und Domänenwissen verfügbar sein sollen. Die hierfür verwendete Wissensrepräsentation kann aus dem existierenden Fundus übernommen (z.B. OpenGALEN [18] oder SNOMED-CT [10]) oder aufgabenorientiert mit Ontologie-Editoren für die medizinische Problemdomäne wie Protégé [22] neu entworfen werden, um das für die spezielle Dokumentationsaufgabe notwendige Wissen im Rechner abzubilden.

Für die *Implementierung* der wissensbasierten Funktion kommen moderne Softwarearchitekturen, insbesondere webbasierte, serviceorientierte Komponenten in Betracht, da diese in der aktuellen Entwicklung medizinischer Software, insbesondere in modernen Krankenhausinformationssystemen der 4. und 5. Generation, zum Einsatz kommen [19]. Für die Modellierung der Softwarearchitektur und die Einbindung der in der vorherigen Projektphase gewählten Wissensrepräsentation eignet sich wiederum die Unified Modeling Language, aus der heraus dann die Erzeugung von Code für die Webapplikation möglich ist. Für dokumentationsspezifische Modellbestandteile kann die UML um ein domänenspezifisches Profil erweitert werden.

Die *Integration* einer auf diesem Wege entwickelten und implementierten Softwarekomponente kann dann auf Basis etablierter Standardschnittstellen medizinischer Software, etwa der dokumentenorientierten HL7 Clinical Document Architecture [8], erfolgen. Entscheidend ist hierbei das Mapping von Strukturen und Konzepten der eingesetzten Wissensrepräsentation auf den zu nutzenden Standard, um Bestandteile der Dokumentation in Patientenakten übertragen zu können.

Die Übergänge zwischen den angeführten Phasen sind Entwicklungsmeilensteine, welche die Fertigstellung eines Modells bzw. einer Software markieren: Prozessmodell, Wissensmodell, Softwaremodell, Softwareimplementierung und Softwareintegration. Alle Modelle bilden gemeinsam die Dokumentation des Entwurfs und des entstehenden Systems. In die Entwurfsaufgaben einer sich anschließenden Phase fließen dabei jeweils die Ergebnisse und Erkenntnisse aus den vorangehend entstandenen Erzeugnissen ein.

## **2. 2. Vorgehensmodell**

Die vorgeschlagenen prinzipiellen Entwicklungsphasen sind der grundlegende Bestandteil für ein domänenspezifisches Vorgehensmodell. Neben einer festzulegenden Reihenfolge der damit vorgeschlagenen Aktivitäten (Sequenz, Iteration) und den bei ihrer Durchführung anzuwendenden Standards, Methoden und Werkzeugen sind Verantwortlichkeiten zuzuordnen sowie konkrete Zwischenziele und Fertigstellungskriterien zu definieren [2, 9]. Auf diese Weise entsteht ein aus klassi-

schen, allgemeinen Softwareentwicklungsprozessen abgeleitetes und verfeinertes Gesamtmodell. Es kann im Gegensatz zu eher paradigmatisch angelegten agilen Methoden die Spezifik der Domäne Medizin in allen während der Softwareentwicklung entstehenden Modellen, von der Prozessanalyse über das Wissensmodell bis zum Softwaremodell, berücksichtigen. Die Inhalte des Vorgehensmodells können schließlich selbst in einer geeigneten Modellierungssprache, etwa ebenfalls der Unified Modeling Language, visualisiert werden (siehe *Abbildung 1*).

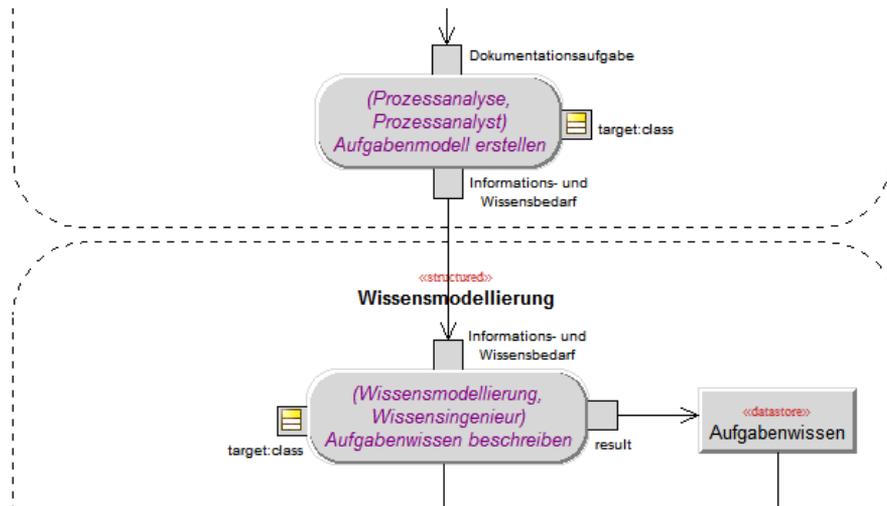


Abbildung 1: Ausschnitt aus der UML-Notation des Vorgehensmodells

### 2.3. Evaluation

Das auf die beschriebene Weise der Adaption von domänenübergreifenden Referenzen entwickelte Vorgehensmodell ist einer grundlegenden Evaluation zu unterziehen. Hierzu gehören eine Prüfung gegen vorher aufgestellte Anforderungen und erste exemplarische Anwendungen des Vorgehensmodells. Diese erfolgen durch den Entwurf einer webbasierten Applikation für die wissensunterstützende allgemeinmedizinische Dokumentation z.B. in Hausarztpraxen, bei der eine Wissensrepräsentation, die bekannte Krankheitsentitäten und zugehörige Diagnosestellungen und Therapieoptionen enthält, den Informationsbedarf des Arztes während der Dokumentation selbst unterstützen soll.

### 3. Bisherige Ergebnisse

Für das Vorgehensmodell erfolgte bisher der Entwurf aller Entwicklungsphasen von der Analyse des zu unterstützenden Dokumentationsprozesses bis zur Integration wissensbasierter Komponenten in existierende Dokumentationssysteme. Parallel dazu erfolgte die Evaluation dieser Entwicklungsphasen am Beispiel einer allgemeinmedizinischen Dokumentationsfunktion. Als Resultat der Analyse eines z.B. hausärztlichen Dokumentationsprozesses wurde das beim Führen der Patientenakte notwendige Wissen zu Krankheitsentitäten und ihrer Diagnostik- und Therapiealternativen aufgrund seiner Komplexität und Expansivität als relevant für eine rechnerbasierte Unterstützung identifiziert. Diese wurde auf Basis verschiedener Wissensrepräsentationen – des kontrollierten Vokabulars des medizinischen Nachschlagewerks medrapid [6] und der OpenGALEN-Terminologie [18] – entworfen. Die entstandene webbasierte Anwendung erlaubt eine Behandlungsdokumentation direkt über das mit der jeweiligen Terminologie formalisierte Krankheitswissen: Symptome des Patienten sowie durchgeführte diagnostische und therapeutische Maßnahmen können durch Anklicken bereits vorgegebener krankheitsbildspezifischer Elemente ausgewählt und

über Freitext weiter spezifiziert werden. Beim Diabetespatienten in *Abbildung 2* wurde auf diese Weise eine ärztliche Blutzuckermessung als vorgenommene diagnostische Maßnahme inklusive resultierendem Blutzuckerwert dokumentiert.



Abbildung 2: Beispielapplikation auf Basis der OpenGALEN-Terminologie

#### 4. Zusammenfassung und Diskussion

Wissensbasierte Systeme können für die Unterstützung des Informationsbedarfs und der Wissens-transformationen bei wissensintensiven Arbeitsprozessen herangezogen werden. Für den Bereich der medizinischen Dokumentation wird in der hier beschriebenen Forschungsarbeit der Entwurf eines domänenspezifischen Vorgehensmodells für die Entwicklung derartiger Software vorgestellt und seine einzelnen Entwicklungsphasen erläutert. Eine Ausgestaltung und Abbildung des bestehenden Gesamtmodells und weitere praktische Evaluationen sind noch offene, derzeit bearbeitete Aufgaben.

Die erste Anwendung des Entwurfs des Vorgehensmodells zeigte indes auf, dass die Softwareentwicklung über festgelegte, domänenspezifische Vorgehensphasen einer Nutzung von allgemeinen Entwicklungsmethoden bzw. einer Ad-hoc-Programmierung überlegen ist: Analyse, Modellierung und Entwicklung können den Erfordernissen der Fachdisziplin besser Rechnung tragen und die entstehenden Modelle bieten eine bessere Dokumentation insbesondere für wissensbasierte Systeme. Durch eine solche systematischere Entwicklung der Software kann daher in Zukunft Wissensproblemen bei Dokumentations- und Entscheidungsaufgaben begegnet und so Qualität und Effizienz der Dokumentationsprozesse verbessert werden.

#### 5. Literatur

[1] AMMON, D. et al., Management of Knowledge-intensive Healthcare Processes on the Example of General Medical Documentation. In: D. Ardagna, M. Mecella, J. Yang (Hrsg.): BPM 2008 International Workshops – Milano, Italy, 1–4. September 2008, Berlin et al. 2009, S. 324–335

[2] BALZERT, H., Softwaremanagement, 2. Aufl., Heidelberg 2008

[3] BAYEGAN, E., NYTRØ, Ø., A Problem-Oriented, Knowledge-Based Patient Record System, in, G. Surján, R. Engelbrecht, P. McNair (Hrsg.), Studies in Health Technology and Informatics, Health Data in Information Society, Volume 90 – Proceedings of MIE 2002, Amsterdam 2002, S. 272–276

[4] BERG, M., Praktiken des Lesens und Schreibens, die konstitutive Rolle der Patientenakte in der medizinischen Arbeit, in, I. Saake, W. Vogd (Hrsg.), Moderne Mythen der Medizin, Studien zur organisierten Krankenbehandlung, Wiesbaden 2008, S. 63–86

Schreier G, Hayn D, Ammenwerth E, editors. Tagungsband der eHealth2011. 26.-27.Mai 2011; Wien. OCG; 2011.

[5] CHEN, R., Towards Interoperable and Knowledge-Based Electronic Health Records Using Archetype Methodology. Diss. Univ. Linköping, Schweden 2009

[6] FINKEISSEN, E., FUCHS, H.A., JAKOB, T., WETTER, T., MedRapid: Medical Community & Business Intelligence System, in, G. Surján, R. Engelbrecht, P. McNair (Hrsg.), Studies in Health Technology and Informatics, Health Data in Information Society, Volume 90 – Proceedings of MIE 2002, Amsterdam 2002, S. 582–586

[7] GROSS, R., LÖFFLER, M., Prinzipien der Medizin, Berlin et al. 1997

[8] HEALTH LEVEL SEVEN, INC., Clinical Document Architecture, <http://www.hl7.org/implement/standards/cda.cfm>, Zugriff am 11.1.2011

[9] HEINRICH, L.J., STELZER, D., Informationsmanagement, 9. Aufl., München 2009

[10] INGENERF, J., SNOMED CT – Referenzterminologie für Deutschland? in, E-HEALTH-COM 3 (2008), S. 50–52

[11] JANITZEK, L., Wissensmanagement in der Medizin, Saarbrücken 2006

[12] Klimov, D., Shahar, Y., Taieb-Maimon, M., Intelligent Interactive Visual Exploration of Temporal Associations among Multiple Time-oriented Patient Records, in, Methods of Information in Medicine 48 (2009), S. 254–262

[13] Leiner, F., Gaus, W., Haux, R., Knaup-Gregori, P., Pfeiffer, K.-P., Medizinische Dokumentation, Grundlagen einer qualitätsgesicherten Krankenversorgung. 5. Aufl., Stuttgart, 2006

[14] LENZ, R., KUHN, K.A., Towards a Continuous Evolution and Adaptation of Information Systems in Healthcare. in, International Journal of Medical Informatics 73 (2004), S. 75–89

[15] OBJECT MANAGEMENT GROUP, UML Resource Page, <http://www.uml.org>, Zugriff am 11.1.2011

[16] PAUL, N.W., Medizintechnik, in, S. Schulz et al. (Hrsg.), Geschichte, Theorie und Ethik der Medizin, Frankfurt a. M. 2006, S. 59–73

[17] POGORZELSKA, B., Arbeitsbericht KMDL v2.2, Eine semiformale Beschreibungssprache zur Modellierung von Wissenskonsumenten, [http://wi.uni-potsdam.de/hp.nsf/GetDownload?OpenAgent&ID=9827EC1E6A47318CC12572C800537C59&FILE=Arbeitsbericht\\_KMDL%20v2.2.pdf](http://wi.uni-potsdam.de/hp.nsf/GetDownload?OpenAgent&ID=9827EC1E6A47318CC12572C800537C59&FILE=Arbeitsbericht_KMDL%20v2.2.pdf), Zugriff am 11.1.2011

[18] RECTOR, A.L. et al., A Terminology Server for Medical Language and Medical Information Systems, in, Methods of Information in Medicine 34 (1995), S. 147–157

[19] SCHMÜCKER, P., Vom Krankenhausinformationssystem zu IT-gestützten medizinischen Versorgungsnetzen, Neues zur IT im Gesundheitswesen, [http://www.mi.hs-mannheim.de/cms/wordpress/wp-content/uploads/vt\\_ps\\_johner-institutstag-20080704.pdf](http://www.mi.hs-mannheim.de/cms/wordpress/wp-content/uploads/vt_ps_johner-institutstag-20080704.pdf), Zugriff am 11.1.2011

[20] SCHREIBER, A.Th. et al., Knowledge Engineering and Management, The CommonKADS Methodology. Cambridge, Massachusetts 2000

[21] SPRECKELSEN, C., SPITZER, K., Wissensbasen und Expertensysteme in der Medizin, Wiesbaden 2008

[22] STANFORD CENTER FOR BIOMEDICAL INFORMATICS RESEARCH, Protégé, <http://protege.stanford.edu>, Zugriff am 11.1.2011

## **Corresponding Author**

Danny Ammon

Institut für Biomedizinische Technik und Informatik, Technische Universität Ilmenau

Gustav-Kirchhoff-Straße 2, D-98693 Ilmenau

E-Mail: [danny.ammon@tu-ilmenau.de](mailto:danny.ammon@tu-ilmenau.de)