Das Entity-Attribute-Value-Konzept als Speicherstruktur für die Informationsintegration in der ambulanten Pflege

Dortje Löper, Meike Klettke, Andreas Heuer
Lehrstuhl für Datenbank- und Informationssysteme
Universität Rostock
18051 Rostock
dortje.loeper@uni-rostock.de, {meike, heuer}@informatik.uni-rostock.de

Abstract: In der ambulanten Pflege ist die Kommunikation mit anderen Pflegeteilnehmern zu veränderten Werten oder Zuständen eines Patienten wichtig für eine optimale Versorgung. Papierbasierte Abläufe und Heterogenitäten zwischen Informationssystemen einzelner Institutionen verhindern jedoch einen reibungslosen Informationsaustausch. Mit dem Ersetzen der papierbasierten Pflegeakte beim Patienten durch eine digitale Version wird die Grundlage für die Integration weiterer pflegerelevanter Daten geschaffen. Der Einsatz von Standards zur Kommunikation medizinischer Informationen hilft, die Heterogenitäten zu überbrücken. In diesem Beitrag wird die generische Speicherung mittels des Entity-Attribute-Value-Modells als Speicherstruktur für die digitale Pflegeakte vorgeschlagen. Die Flexibilität dieses Ansatzes erlaubt die Abbildung verschiedener Standardtypen und eine „dichte“ Speicherung der Daten. Der Import und Export standardisierter Dokumente wird anhand von Prozessmodellen kurz skizziert und zur Wahrung des Datenschutzes wird die Definition geeigneter Sichten auf die EAV-Struktur kurz diskutiert.

1 Einleitung

In der ambulanten Pflege sind sowohl der Dokumentationsprozess als auch der Informationsaustausch mit anderen Pflegeteilnehmern durch zahlreiche Medienbrüche geprägt. Grund dafür sind die weitestgehend papierbasierten Abläufe.

Die digital erstellte Pflegeplanung zu einem Patienten bildet die Grundlage für Tätigkeitsnachweise, Protokolle, und weitere Dokumente der Pflegedokumentation. Das Pflegeinformationssystem liefert dafür Vordrucke, welche in Papierform mit zum Patienten genommen und dort ausgefüllt werden. Die Dokumente verbleiben in der Pflegeakte des Patienten. In regelmäßigen Abständen (meist zum Ende des Monats zu Abrechnungszwecken) werden die Informationen der Pflegeakte mit den Informationen im Pflegeinformationssystem des Pflegedienstes abgeglichen. Dieser Ablauf ist in Abbildung 1 dargestellt.

Der Informationsaustausch mit anderen Pflegeteilnehmern erfolgt ebenfalls hauptsächlich mittels papierbasierter Berichte. Teilweise müssen die Informationen auch explizit nachgefragt bzw. angefordert werden. Dieser Ist-Zustand des Informationsaustauschs in der ambulanten Pflege wird in Abbildung 2 widergegeben.

Die dargestellten Medienbrüche sind durch erhebliche Nachteile gekennzeichnet. Erstens

erschienen im Tagungsband der INFORMATIK 2011
Lecture Notes in Informatics, Band P192
ISBN 978-3-88579-286-4
weitere Artikel online:
http://informatik2011.de/519.html

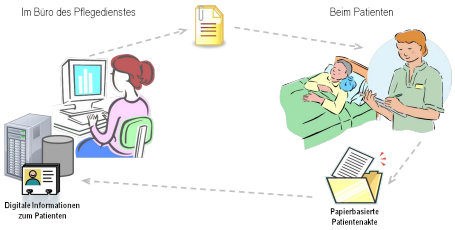

Abbildung 1: Papierbasierter Dokumentationsprozess

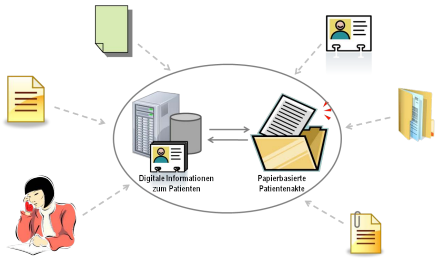

Abbildung 2: Informationsaustausch mit anderen Pflegeteilnehmern

bedeuten sie einen zusätzlichen Aufwand für die Digitalisierung der Informationen. Bei dieser manuellen Digitalisierung können sich zweitens Fehler einschleichen, welche die Patientensicherheit gefährden. Und drittens stehen neue Informationen erst verspätet (digital) zur Verfügung.

Die zukünftige Ausstattung der ambulante Pflegekraft mit einem mobilen Gerät zur Unterstützung der Pflegedokumentation ([UHBK09]) eröffnet auch die Möglichkeit, die papierbasierte Pflegeakte beim Patienten durch eine digitale zu ersetzen. Das Pflegeinformationssystem, das mobile Gerät und die digitale Patientenakte synchronisieren ihre Informationen zu einem bestimmten Patienten direkt. Damit ist der Pflegedokumentationsprozess bereinigt von Medienbrüchen. Weiterhin kann die digitale Pflegeakte als Grundlage zur Integration weiterer Informationen der anderen Pflegeteilnehmer dienen. Abbildung 3 zeigt diese Vision der rein digitalen Dokumentationsverwaltung und des Informationsaustauschs.

Trotzdem bleibt ein Hauptproblem bei der Integration pflegerelevanter Daten die Heterogenität der eingesetzten Informationssysteme in den einzelnen medizinischen oder medizinnahen Einrichtungen. Die Herangehensweise zur Überbrückung dieser Heterogenität im Gesundheitswesen im Allgemeinen äußert sich in den Standardisierungsbestrebungen um einen geregelten Informationsaustausch zu ermöglichen. Dabei liegt der Fokus auf dem Bereich der Medizin während der Bereich der Pflege - vor allem der ambulante Pflege - etwas stiefmütterlich behandelt wird.

In Abbildung 3 ist angedeutet, dass zukünftig alle neuen Informationen von anderen Pflegeteilnehmern in Form von standardisierten Dokumenten empfangen werden. Offen ist hierbei die Abbildung auf eine Speicherstruktur in der digitalen Pflegeakte. Um eine möglichst große Bandbreite an Informationen und Standards abbilden zu können, sollte die Speicherstruktur sehr generell sein. Weiterhin entwickeln sich sowohl das Wissen als auch die Prozesse in der Medizin und der Pflege fortwährend weiter. Dadurch sollte die Speicherstruktur auch flexibel gegenüber diesen Änderungen sein. Dieser Beitrag beschäftigt sich mit der Entwicklung einer geeigneten Speicherstruktur auf Basis des Entity-Attribute-Value-Konzeptes und gibt einen Einblick in die Transformationsprozesse, welche für den Import und den Export standardisierter Berichte notwendig sind.

Im Anschluss an die Einleitung gliedert sich dieser Beitrag folgendermaßen: In Abschnitt

ISBN 978-3-88579-286-4

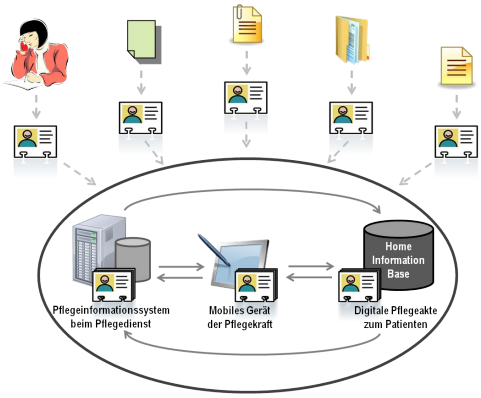

Abbildung 3: Vision des Informationsaustauschs für die ambulante Pflege

2 wird ein Überblick über bestehende Ansätze zur Informationsintegration im Gesundheitswesen sowie die Rolle von Standards in diesem Kontext und speziell im Bereich der ambulanten Pflege gegeben. Anschließend stellt Abschnitt 3 das Entity-Attribute-Value-Konzept und eine darauf aufbauend generische Speicherstruktur für die Ablage pflegerelevanter Daten vor. Außerdem wird auf die notwendigen Transformationsprozesse und den Aspekt des Datenschutzes eingegangen. Dieser Beitrag schließt mit einer kurzen Zusammenfassung und einem Ausblick in Abschnitt 4.

2 Informationsintegration in der (ambulanten) Pflege

In der ambulanten Pflege ist die Informationsversorgung essentiell. Wichtig ist, dass den Pflegekräften und Angehörigen die richtige Information zur richtigen Zeit am richtigen Ort zur Verfügung steht. Ebenso wichtig ist jedoch auch, dass der Prozess der Informationsversorgung automatisch abläuft, dass die Informationsversorgung keinen zusätzlichen personellen Aufwand erfordert und keine Arbeitszeit der Pflegekräfte in Anspruch nimmt.

Die Datenqualität ist eine weitere wichtige Kenngröße: Daten müssen vollständig und korrekt sein sowie auch rechtzeitig vorliegen, denn „Informationslücken gefährden die Patientensicherheit“ [HLS04, Fle10].

Sehr viele Informationen im Bereich der ambulanten Pflege werden bereits elektronisch erfasst, wie zum Beispiel: generelle Patientendaten, Pflegeberichte, Protokolle, Arbeitspläne, Arztbriefe, usw. Da es viele Beteiligte im Prozess der ambulanten Pflege gibt, die jeweils verschiedene Daten bereitstellen bzw. benötigen, muss der Bereich der ambulanten Pflege eine zentrierte Datenhaltung einsetzen, damit keine Medienbrüche oder manuellen Schritte zur Datentransformation entstehen.

Eine solche Lösung soll in diesem Artikel vorgestellt und diskutiert werden, zunächst erfolgt jedoch ein Überblick über existierende Ansätze auf diesem Gebiet.

2.1 State of the Art der Informationsintegration im Gesundheitswesen

Ein guter genereller Überblick über den Problemkontext der Informationsintegration im Gesundheitswesen (vor allem in Deutschland) wird von Lenz et al. gegeben [LBM+05, LBK07]. Die Informationssysteme im Gesundheitsnetzwerk werden von ihnen als hoch heterogen und mit unflexiblen Schnittstellen identifiziert. Neben der Einordnung derzeit verwendeter Kommunikationsstandards zum Informationsaustausch, wird vor allem ein Anforderungskatalog für die Informationsintegration in Gesundheitsversorgungsnetzwerken vorgestellt. Als wesentliche Hürden werden die derzeit bestehenden rechtlichen und ökonomischen Rahmenbedingungen, das Fehlen einer Infrastruktur zur Umsetzung von Datenschutz und Datensicherheit sowie die Inkompatibilität bestehender Systeme genannt. Zur Erreichung von syntaktischer und semantischer Kompatibilität wird eine stufenweise Integration vorgeschlagen. Im Hinblick auf IT-Systeme, welche standardisierte Berichte erzeugen können, wird auf ein generisches Datenbankschema als Lösung hingewiesen.

Sunyaev et al. nutzen zur Integration ein mobiles Multiagentensystem [SSLK08]. Darin werden die Arbeitsschritte des Behandlungsprozesses auf die Agententechnologie abgebildet. Ein aktives Dokument im Kern des Systems sammelt virtuell auf Anfrage gewünschte Informationen (zu einem Patienten) zusammen. Ein großer Nachteil ergibt sich bei diesem Ansatz allerdings in den Sicherheitsrisiken mobiler Agenten.

Eine Abbildung der Behandlungsprozesse auf dokumentbasierte Workflows beabsichtigen Neumann et al. [NL09]. Dabei geben Workflows den Behandlungspfad an. Während der Behandlungsprozess durchlaufen wird, liefern einzelne an dieser Behandlung beteiligte Institutionen jeweils einen Informationsteil. Diese Informationsteile ergeben am Ende ein Gesamtbehandlungsdokument. Sowohl bei diesem als auch dem vorangegangene Ansatz steht der Behandlungsprozess und die stückweise Zusammenstellung von Informationen für die jeweilige Behandlung im Vordergrund. Die in dem vorliegenden Beitrag vorgestellte digitale Pflegeakte hingegen erwartet abgeschlossene gesundheitsbezogene Berichte.

Während die beiden vorangegangenen Ansätze sich auf den Behandlungsprozess konzentrieren, fokussieren Haegglund et al. auf die allgemeine Integration von gesundheitlichen Informationen aus verschiedenen elektronischen Patientenakten [HSMK05]. Die Daten werden im XML-Format aus den Informationssystemen exportiert, auf ein ideales XML-Schema gemappt und dann in einer Mediatordatenbank zwischengespeichert. Mobile Anwendungen verschiedener Pflegeteilnehmer arbeiten direkt mit den Daten der Mediatordatenbank. Änderungen bzw. Aktualisierungen der Daten werden auch an die entsprechenden Datenquellen weitergeleitet. Die Integration findet hier allerdings in einem begrenzten Rahmen von drei festgesetzten Quellsystemen statt. Ändert sich der Anwendungskontext und sind mehr Quellsystem beteiligt, ist für jedes einzelne ein Mapping zum idealen XML-Schema zu definieren. Neue Quellsysteme bzw. Informationen anderer Stakeholder können also nicht automatisch eingebunden werden.

Der letzte hier vorgestellte Ansatz bezieht sich eher auf den Informationsaustausch zwischen verschiedenen Institutionen im Gesundheitswesen. Bortis et al. setzen dafür eine Middleware-Plattform ein, über die Nachrichten ausgetauscht werden können [Bor08]. Sie beschreiben dabei die Unterstützung verschiedener Nachrichtenstandards ebenso wie die

Unterstützung verschiedener Übertragungsprotokolle als die zwei wesentlichen Anforderungen. Ihr System ist als Client-Server-Architektur mit einem Enterprise Service Bus aufgebaut, welcher die Datenübertragung (durch Connector-Module) von der Datenverarbeitung (durch Transformations- und Filtermodule) trennt. Es werden so genannte Channels aufgebaut, welche die Nachrichten von einem Informationssystem über die Middleware zum zweiten Informationssystem leiten. Während hier der Fokus explizit auf die Übertragung von Informationen liegt, könnte die digitale Pflegeakte in diesem Szenario als ein Client angesehen werden, welcher die erhalten Informationen integriert und auch neue gesundheitliche Berichte versendet.

2.2 Die Rolle von Standards für die Informationsintegration innerhalb einer digitalen Pflegeakte

Standards werden in verschiedenen Bereichen entwickelt, um durch eine Einigung über Syntax und Semantik zu speichernder Informationen den Datenaustausch zu vereinfachen und damit Interoperabilität zu ermöglichen. Mit dem Einsatz eines Standards können andere Anwendungen die so gespeicherten Daten direkt weiterverwenden.

Für die ambulante Pflege sind Standardisierungen der erste Schritt in Richtung Datenintegration innerhalb einer digitalen Patientenakte für die Pflege. Aktuelle Standards können eingeteilt werden in

- Standards für die inhaltliche Struktur des Austauschformats (z.B. HL7 CDA[1] und EHRcom[2]) und
- Standards für die Übertragung, d.h. den Prozess des Informationsaustauschs (z.B. HL7 Messaging[3] und EHRcom).

Weiterhin werden neben den Standards auch Terminologien und Klassifikationen angewendet, um eine einheitliche Begriffswelt innerhalb des medizinischen und pflegerischen Wissens und der mit der Versorgung des Patienten verbundenen Prozesse festzulegen. Beispielhaft seien an dieser Stelle die ICNP[4] und die Pflegediagnosenklassifikation der NANDA[5] genannt.

Wie in der Einleitung angedeutet wurde, wird für die Integration der Informationen verschiedener Pflegeteilnehmer in der digitalen Pflegeakte davon ausgegangen, dass die Informationen in Form von standardisierten Berichten empfangen werden. Der Fokus liegt somit auf den Standards für die inhaltliche Struktur solcher Austauschdokumente und die Speicherung dieser Dokumente.

[1] HL7 CDA ist die Clinical Document Architecture der Organisation Health Level 7.
[2] EHRcom bezeichnet den Standard CEN ENV 13606 Electronic Healthcare Record Communication.
[3] HL7 Messaging definiert eine Reihe von Nachrichtenaustauschstandards zur Anwendung innerhalb der HL7-Familie.
[4] ICNP ist die Abkürzung für International Classification of Nursing Practice, welche vom International Council of Nurses (ICN) erstellt wurde.
[5] NANDA ist die North American Nursing Diagnosis Association

Ein Prozess wie der Pflegeprozess ist interdisziplinär, denn verschiedene Beteiligte am Pflegeprozess haben eine unterschiedliche Sicht auf die notwendigen Informationen: während für behandelnde Ärzte die Diagnose im Mittelpunkt steht, sind es für die Apothekenmitarbeiter die Medikamente und deren Dosierung usw., damit andere Ausschnitte, der Daten und auch andere Standards. Dabei können nicht nur gänzlich unterschiedliche Standardisierungsfamilien genutzt werden, sondern auch innerhalb einer Standardisierungsgruppe gibt es oftmals einen allgemeinen den Anwendungsbereich Gesundheitswesen allumfassenden Standard und darauf aufbauende Spezialisierungen. In der HL7-Standardfamilie beispielsweise spezifiziert die CDA ein sehr generisches Format. Durch Einbinden speziellerer Templates sowohl für das Gesamtdokument als auch für einzelne Teilbereiche oder durch die Anwendung von Implementierungsleitfäden kann die Flexibilität des Formats auf einen speziellen Bereich beschränkt werden. Die Implementierungsleitfäden zum Arztbrief ([HKG+06]) und ePflegebericht[6] ([FHH+10]) sind Beispiele für auf die CDA aufbauende Spezifikationen für einen bestimmten Zweck.

2.3 Die digitale Patientenakte als zentraler Pflegeinformationsspeicher

Die digitale Pflegeakte zu einem Patienten soll nun Informationen aus verschiedenen standardisierten Berichten aufnehmen können und gleichzeitig auch Informationsquelle zur Generierung von standardisierten Berichten an andere Institutionen sein. Sie dient somit als zentraler Informationsspeicher von pflegerelevanten Informationen zu einem Patienten.

Ein Speicherformat für diese digitale Pflegeakte muss der Abbildung einer Vielfalt möglicher gesundheitsbezogener Daten gerecht werden, welche bei einem einzigen Patienten jedoch nur als Bruchteil in tatsächlichen Ausprägungen vorliegen. Weiterhin sind folgende Eigenschaften gefordert:

- *Flexibilität*, denn Berichte beruhen auf unterschiedlichen Standards oder auf unterschiedlichen Templates eines Standards
- *Aktualisierbarkeit*, um neue Versionen der Standards oder komplett neue Standards zu berücksichtigen
- *Versionsverfolgung* zum Nachvollziehen von Änderungen auf Daten
- *Wiederherstellbarkeit*, denn Originalberichte müssen jederzeit einsehbar sein
- *Nachvollziehbarkeit*, d.h. der Ursprung jedes einzelnen gespeicherten Datums muss klar erkennbar sein
- *Erweiterbarkeit*, um Veränderungen im sich weiter entwickelnden medizinischen und pflegerischen Wissen und auch der gesundheitsbezogenen Prozesse zu erfassen

Im Folgenden wird der Entity-Attribute-Value-Ansatz als Grundlage für ein Speicherformat der digitalen Pflegeakte vorgestellt.

[6] Der ePflegebericht ist besonders interessant für die Weiterleitung pflegerelevanter Informationen in der ambulanten Pflege, da er speziell zu diesem Zweck entwickelt wurde.

ISBN 978-3-88579-286-4

3 Der Entity-Attribute-Value-Ansatz

Eine Form der generischen Speicherung bietet der Entity-Attribute-Value-Ansatz. Hierbei wird neben den eigentlichen Daten auch die Struktur, in der diese hinterlegt sind, als Werte im Datenbankschema abgebildet. Dadurch wird ein hoher Grad an Flexibilität hinsichtlich struktureller Änderungen erreicht. Außerdem ist es möglich, unterschiedlich strukturierte Informationen in einem Datenbankschema aufzunehmen.

3.1 Grundkonzept des Entity-Attribute-Value-Ansatzes sowie bestehende Anwendungen

Das Grundmodell der Entity-Attribute-Value-Speicherung besteht aus drei nur Relationen (Abbildung 4): eine Value-Relation nimmt die eigentlichen Daten auf, während in der Entity-Relation die Entitäten und in der Attribute-Relation entsprechend die Attribute gespeichert werden. Dieses Grundkonzept kann z.B. dahingehend erweitert werden, dass

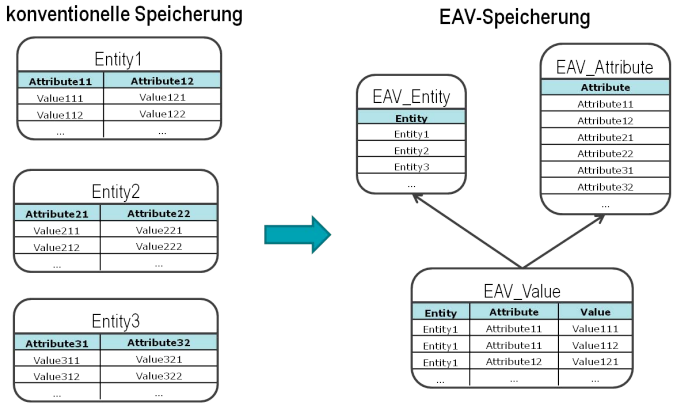

Abbildung 4: Das Grundkonzept der Entity-Attribute-Value-Speicherung

mehrere Value-Relationen für verschiedene Datentypen eingeführt werden.

Das EAV-Modell findet bereits in verschiedenen Domänen Anwendung. Im medizinischen Bereich wird es oftmals genutzt, um weit verstreute Daten zu einem Patienten effizient zu verwalten [NMC+99, CNM+00, FHJ+90, CSMM07].

Ähnliche Speicherungsmethoden sind auch bereits in anderen Bereichen angewendet worden. Zur Speicherung von XML-Dokumenten wurden von Kossmann und Florescu [FK99] sowie Shimura et al [SYU99] generische Speicherungsverfahren vorgeschlagen, die auf ähnlichen relationalen Datenbanken basieren. Auch hier ist die Idee, jeden Knoten als Tupel einer Relation zu speichern und auch Element- und Attributnamen als Werte in der Relation abzulegen. Vorgeschlagen wurden diese Verfahren, um dem semistrukturierten Charakter von XML-Dokumenten gerecht zu werden. Solche generischen Verfahren kom-

men also immer dann zum Einsatz, wenn sehr heterogene Strukturen zu verwalten sind.

Einige Vorteile des EAV-Formates sind:

- *Flexibilität*: Das Format ist absolut flexibel, die Speicherung jeder Art von Daten ist darin möglich, die zu integrierenden Daten können sogar in unterschiedlichen Datenformaten vorliegen (z.B. relationale Datenbanken, XML-Dokumente).
- *Veränderung der Datenquellen*: Die im oberen Punkt angesprochene Flexibilität ist auch gegeben, wenn sich einzelne Datenquellen weiterentwickeln. Bei der Evolution von relationalen Datenbanken oder wenn eine neue Version eines XML-Standards neue Elemente enthält oder ein verändertes Markup in den Dokumenten bewirkt, dann kann auch diese neue Version ohne Veränderungen gespeichert werden.
- *Hinzukommen neuer Datenquellen*: Die Entity-Attribut-Value-Speicherung kann zu jedem Zeitpunkt Daten aus neuen Datenquellen integrieren, ohne dass die bereits gespeicherten Daten verändert werden.
- *Speicherung der Originaldaten*: Alle Informationen aus den Datenquellen werden ohne Veränderung gespeichert; Entity-, Attributnamen und Werte bleiben unverändert. Es erfolgt also eine verlustfreie Speicherung. Dieser Punkt ist besonders in medizinischen Anwendungen sehr wichtig, denn es dürfen keine Informationsverluste durch Transformationsschritte auftreten.

Mit diesen Eigenschaften deckt das EAV-Format die wesentlichen Forderungen aus Abschnitt 2.3 ab: Es ist flexibel, aktualisierbar, erweiterbar und wiederherstellbar. Die Nachvollziehbarkeit kann erreicht werden, indem zu jedem Wert in der Value-Relation auch gespeichert wird, aus welchem Dokument es stammt. Die Versionsverfolgung ist zusätzlich noch einzuführen.

Die generische Abspeicherung birgt allerdings den Nachteil, dass Anfragen erwartungsgemäß weniger performant sind als an ein konventionelles Datenbankschema. Dies betrifft vor allem attributzentrierte Anfragen [CNM+00]. Der Effekt verstärkt sich, je größer die Datenbank ist. Daher lohnt sich der Einsatz nur in bestimmten Anwendungsfällen, welche durch die Flexibilität einen Mehrgewinn erzielen. Oftmals wird das EAV-Format auch nicht allein sondern in Kombination mit einem konventionellen Schema verwendet, um die Vorteile beider Formate für unterschiedliche Datenklassen zu vereinen[NMC+99].

Der hauptsächliche Vorteil der Nutzung des EAV-Formats für die digitale Pflegeakte liegt darin, dass es eine Vielzahl an möglichen Daten (z.B. verschiedene medizinische und pflegerische Diagnosen, verschiedene Medikamente, verschiedene Behandlungen) zu einem Patienten gibt, tatsächlich jedoch nur ein Bruchteil dieser möglichen Daten zu einem Patienten anfallen (d.h. ein Patient hat nur eine begrenzte Anzahl an Diagnosen, Medikamenten, etc.). Diese verstreut vorliegenden Daten lassen sich im Gegensatz zu einem konventionellen Schema optimal komprimiert im EAV-Format abbilden. Weiterhin wird auch die Datenmenge relativ klein bleiben, denn im ambulanten Pflegeszenario werden nur Daten zu einem oder wenigen Patienten gespeichert. Daher wird erwartet, dass der Performanzverlust nicht so schwerwiegend ist.

ISBN 978-3-88579-286-4

3.2 Das Entity-Attribute-Value-Konzept als globales Schema zur Informationsintegration

Die digitale Pflegeakte beim Patienten dient als Ausgangsbasis für die Integration pflegerelevanter Informationen. Zur Speicherung der Daten, welche als standardisierte Berichte erhalten werden, eignet sich die im vorangegangenen Unterabschnitt vorgestellte generische EAV-Speicherstruktur.

Für den Einsatz als Speicherstruktur für die digitale Pflegeakte wurde das EAV-Modell erweitert. Abbildung 5 stellt das grundlegende Schema der Speicherstruktur dar. Ids und Fremdschlüsselattribute wurden zum Zweck der einfacheren Darstellung ausgeblendet.

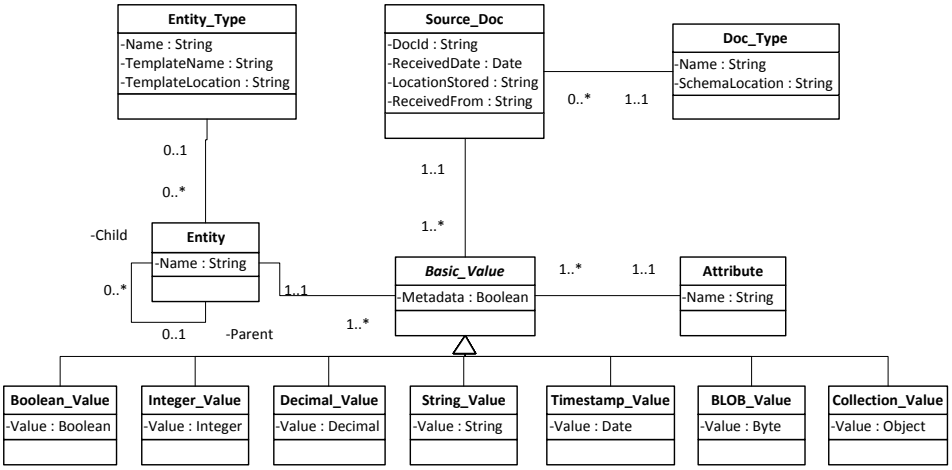

Abbildung 5: Grundlegendes ERM der EAV-basierten Speicherstruktur

Zunächst wurde eine Anpassung an die Berücksichtigung der Speicherung verschiedener Datentypen vorgenommen (ähnlich zu bereits beschriebenen Typ-Erweiterungen aus [NMC+99, DNB06]), indem für jeden Datentyp eine separate Value-Relation eingeführt wurde. Dabei wurde darauf geachtet, dass die im ISO-Standard 21090 ([ISO11]) aufgezählten Datentypen für den Informationsaustausch im Gesundheitswesen sich auf die ausgewählten Grunddatentypen abbilden lassen.

Weiterhin wurde die hierarchische Gestaltung von Entitäten berücksichtigt, indem in der Entität-Relation ein Attribut „Parent“ hinzugefügt wurde, welches den Vorgänger referenziert.

Weiteren Relationen dienen zur Ablage von Metadaten über die Berichte, aus denen die Daten extrahiert wurden, und auch über die Daten selbst. Vorerst sind dies Metadaten zum Quelldokument, d.h. von wem dieses wann erhalten wurde, sowie die Id des Dokuments und der Speicherort des Originals, und zu den möglichen Dokumenttypen bzw. den Templates. Einerseits können Template-Angaben zum Gesamtdokument aufgenommen wer-

den, andererseits sind auch Angaben zu Templates für Teilbereiche eines Dokuments, also z.B. zu einer komplexen Entität möglich.

Auffällig ist, dass keine Beziehung zwischen der Entität-Relation und der Attribut-Relation existiert. Das liegt darin begründet, dass z.B. HL7 viele Attribute definiert, die in allen oder vielen Entitäten genutzt werden können. Eine Fremdschlüsselbeziehung würde damit die Attribut-Relation um ein Vielfaches vergrößern und für redundante Attributnamen sorgen. Die Verbindung eines Attributs zu einer Entität ist daher nur aus einem Eintrag in einer der Value-Relationen abzuleiten.

Außerdem ist in jeder Value-Relation über eine Fremdschlüsselbeziehung vermerkt, zu welchem Quelldokument der jeweilige Eintrag gehört.

Die Abbildung eines standardisierten Austauschdokuments auf die vorgestellte EAV-Speicherstruktur wird an einem Beispiel verdeutlicht. Listing 1 zeigt einen Ausschnitt aus einem auf HL7 CDA basierenden ePflegebericht (entnommen aus [FHH+10]) mit Informationen zu einer Diagnose.

In Abbildung 6 ist die Speicherung der Daten aus dem Beispiel in der EAV-Struktur dargestellt. Dabei werden aus Platzgründen nur die Value-Relation zum Datentyp String und die Value-Relation zum Datentyp Integer, sowie die Entity- und Attribute-Relation gezeigt.

Listing 1: Beispielausschnitt eines auf HL7 CDA basierenden ePflegeberichts

```
...
<entry typeCode="DRIV">
  <observation classCode="OBS" moodCode="EVN">
    <code code="29308-4" codeSystem="2.16.840.113883.6.1"/>
    <statusCode code= "completed"/>
    <effectiveTime> <low value="20090313"/> </effectiveTime>
    <value xsi:type="CD" code="A01.5"
      codeSystem="2.16.840.1.113883.6.236"
      codeSystemName="CCC"
      displayName="Beeinträchtigung der körperlichen Mobilität">
      <originalText>
        <reference value="#diag-1"/>
      </originalText>
      <qualifier>
        <name code="8" codeSystem="2.16.840.1.113883.3.7.1"/>
        <value code="G"
              codeSystem="2.16.840.1.113883.3.7.1.8"
              displayName="Gesicherte Diagnose"/>
      </qualifier>
    </value>
  </observation>
</entry>
...
```

In der Relation „SourceDoc“ sind nur beispielhaft ein paar Metadaten zum Dokument eingetragen. Alle XML-Entitäten aus dem Listing 1 finden sich in der Relation „Entity“ mit Angabe zum jeweiligen Vorgänger wieder. Die Attribute sind in der Attribute-Relation abgelegt, wie oben beschrieben ohne Referenz zu den Entitäten. Die Value-Relationen enthalten nun den jeweiligen Wert und zu welchem Attribut in welcher Entität dieser Wert gehört. Weiterhin bezieht sich der Eintrag unter dem Attribut „Source“ der Value-Relationen auf das Quelldokument, aus dem das jeweilige Value-Tupel extrahiert wurde.

Die verwendeten Codes können mit Hilfe der angegebenen Codesysteme aufgelöst werden. Oftmals ist jedoch ein Display-Name bereits mit angegeben, wie im Beispiel ist der Eintrag mit der Id 14 in der „String_Value“-Relation der Displayname des Code-Eintrags mit der Id 11 innerhalb des angegebenen Codesystems.

SourceDoc

Id	DocId	Received	DocType	Location	RecFrom
1	XXXX	19.04.2011	ePflegebericht	/reports/	Dr. Müller
...	...	...	...	...	...

Integer_Value

Id	Source	Entity	Attribute	M.	Value
18	1	13	1	0	8
...	...	...	...	...	...

Entity

Id	Name	Type	Parent
5	entry	-	2
6	obeservation	-	5
7	code	-	6
8	statusCode	-	6
9	effectiveTime	-	6
10	value	-	6
11	originalText	-	10
12	qualifier	-	10
13	name	-	12
14	value	-	12
15	reference	-	11
16	low	-	9
...	...	...	...

Attribute

Id	Name
1	code
2	codeSystem
3	ID
4	textField
5	typeCode
6	classCode
7	moodCode
8	value
9	Xsi:type
10	codeSystemName
11	displayName
...	...

String_Value

Id	Source	Entity	Attribute	M.	Value
5	1	5	5	0	DRIV
6	1	6	6	0	OBS
7	1	6	7	0	EVN
8	1	8	1	0	Completed
9	1	16	8	0	20090313
10	1	10	9	0	CD
11	1	10	1	0	A01.5
12	1	10	2	0	2.16.840.1.113883.6.236
13	1	10	10	0	CCC
14	1	10	11	0	Beeintr. der körp. Mobilität
15	1	15	8	0	#diag-1
16	1	13	1	0	8
17	1	13	2	0	2.16.840.1.113883.3.7.1
18	1	10	1	0	G
19	1	10	2	0	2.16.840.1.113883.3.7.1.8
20	1	10	11	0	Gesicherte Diagnose
...	...	...	...	...	...

Abbildung 6: Speicherung des ePflegebericht-Beispiels in der EAV-Struktur

3.3 Transformationsprozesse

Im vorherigen Abschnitt wurde das interne Format zur integrierten Datenspeicherung vorgestellt. Die zu integrierenden Informationen sind heterogen, können in verschiedenen Formaten vorliegen und unterliegen verschiedenen Standards.

Man benötigt also Transformationsschritte, die die bereitgestellten externen Informationen in die Entity-Attribut-Value Speicherung überführen (Import von Daten) und aus der integrierten Speicherung unterschiedliche Standards erzeugen (Export von Daten). Beide Prozesse werden im Folgenden dargestellt.

Der weitaus einfachere Prozess ist der Import von Daten, der in Abbildung 7 dargestellt ist. Dieser Prozess kann vollständig automatisch ablaufen. Alle Informationen, die man zur Entity-Attribut-Value Speicherung benötigt, sind direkt aus relationalen und objektrelationalen Datenbanken sowie XML-Dokumenten ableitbar, sie werden unverändert gespeichert. Auch für neue oder veränderte Daten, die importiert werden, ist der Prozess automatisch möglich. Lediglich wenn neue Datenformate importiert werden sollen, zum Beispiel hierarchische Datenbanken oder Excel-Dateien muss die Transformationskomponente beim Datenimport angepasst werden.

Weitaus schwieriger ist der Export von Daten. Bei dieser Aufgabe sind die Heterogenitäten zwischen der Entity-Attribut-Value Speicherung und dem Zielformat zu überwinden. Wie das erfolgen soll, zeigt Abbildung 8.

Die *Auswahl* der zu exportierenden Daten erfolgt in zwei Schritten: eine Vorauswahl der

ISBN 978-3-88579-286-4

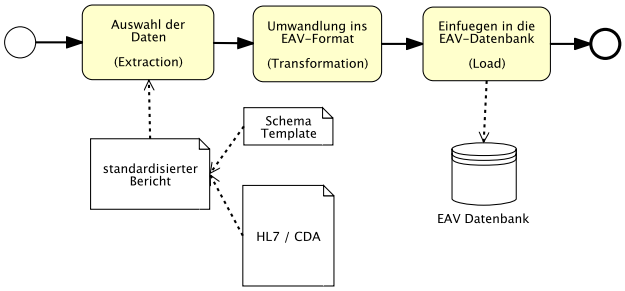

Abbildung 7: Prozess zur Abbildung eines standardisierten Berichtes auf die EAV-Struktur

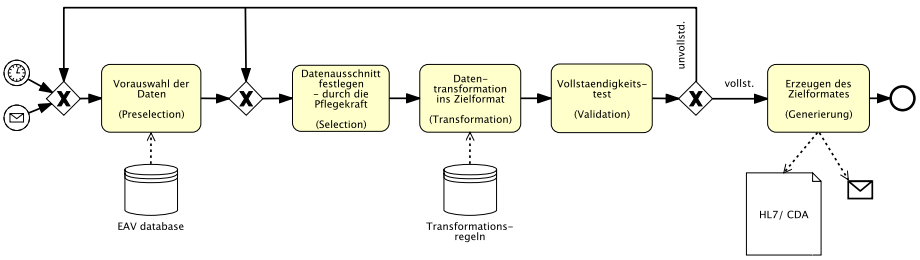

Abbildung 8: Prozess zur Generierung eines standardisierten Berichtes aus den Daten in der EAV-Struktur

Daten (zum Beispiel ausgerichtet an der Aufgabe) soll der Pflegekraft auf einem mobilen Gerät angezeigt werden, die Auswahl der zu exportierenden Daten erfolgt dann manuell.

Schwierigste Aufgabe ist die *Transformation*: hier muss aus dem internen Format das zu generierende Format erzeugt werden. Da hierbei alle Heterogenitäten zu überbrücken sind, die zwischen verschiedenen Datenrepräsentationen auftreten können, sollen Transformationsregeln eingesetzt werden, die das Mapping beschreiben.

Es schließt sich ein *Vollständigkeitstest* an, der überprüfen muss, ob die generierten Dokumente gültig sind und alle notwendigen Angaben erhalten sind. Ist das nicht der Fall, also wenn zum Beispiel in einem generierten ePflegebericht eine Angabe zum Patienten fehlt, dann muss die Auswahl der Daten vervollständigt werden. Der Prozess wird dann iterativ durchlaufen.

Wenn neue Datenbanken, Datenbanken mit veränderter Struktur oder neue Dokumente generiert werden sollen, dann ist immer eine Erweiterung der Regeln für den Transformationsprozess erforderlich. Das ist erforderlich, da in diesem Schritt die Heterogenität zwischen verschiedenen Datenformaten überwunden werden muss.

ISBN 978-3-88579-286-4

3.4 Datenschutz und Organisation von Zugriffsrechten bei der EAV-Speicherung

Im Bereich der Pflegeinformatik werden hoch sensible Personendaten zusammengeführt und gespeichert. Verschiedene Nutzergruppen haben Zugriff auf diese Daten. Eine besonders wichtige Aufgabe ist es deshalb, den verschiedenen Nutzergruppen oder Personen jeweils individuelle Zugriffsrechte auf die Daten zuzuteilen, um diese Daten sowohl vor unberechtigtem lesenden Zugriffen als auch vor unberechtigten Änderungen zu schützen.

Bei der Entity-Attribut-Wert Speicherung werden alle Daten in der gleichen Relation gespeichert. Man kann in einem Datenbankmanagementsystem Nutzergruppen keine Rechte zum Zugriff auf Ausschnitte einer Relation geben. Aus dem Grund muss zusätzlich ein Sichtenkonzept eingesetzt werden, um Ausschnitte der Daten zu bilden. So können zum Beispiel durch Selektion nur die Daten des letzten Tages oder nur die verordneten Medikamente ausgewählt werden und in einer Sicht dargestellt werden.

Verschiedene Sichten zeigen also verschiedene Ausschnitte der Daten. Die Rechte zum Zugriff auf die Daten, also die Festlegung, wer welche Daten lesen, einfügen, löschen und ändern darf, können für jede Sicht angegeben werden. Der Zugriff der verschiedenen Nutzergruppen mit eingeschränkten Zugriffsrechten erfolgt über die Sichten. Auf diese Weise lassen sich die Zugriffe auf die besonders schützenswerten Personendaten in der Entity-Attribut-Wert Speicherung realisieren.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Es ist von großer Wichtigkeit, dass Informationen in der ambulanten Versorgung sofort bereitstehen. Aktuell ist das jedoch noch nicht der Fall. Dies liegt hauptsächlich darin begründet, dass viele Abläufe noch papierbasiert sind und außerdem die eingesetzten Informationssysteme einzelner Einrichtungen heterogen sind.

In diesem Beitrag wird eine digitale Pflegeakte zu einem Patienten als Grundlage für die automatische Informationsintegration vorgeschlagen. Dabei wird davon ausgegangen, dass pflegerelevante Informationen in auf Standards basierenden Dokumenten erhalten und versendet werden. Mit diesem Ansatz wird die Heterogenität zu anderen Gesundheitsinformationssystemen überwunden.

Da die Standards zur Struktur der Austauschdokumente im Gesundheitswesen einen generischen Charakter haben, um möglichst viele unterschiedliche gesundheitliche Daten erfassen zu können, ist auch eine generische Speicherstruktur für die digitale Pflegeakte von Vorteil. Dazu wurde in diesem Beitrag ein grundlegendes Datenbankschema basierend auf dem Entity-Attribute-Value-Ansatz vorgestellt. Eine Abbildung medizinischer Dokumente auf die Struktur durch die Extraktion der einzelnen Informationen ist sehr einfach und derzeit in der Umsetzung. Schwieriger wird die Generierung von Standarddokumenten aus den gespeicherten Daten.

Diese im vorangegangenen Abschnitt vorgestellten Transformationsprozesse sind noch umzusetzen. Die Schwierigkeit beim Export wird das Abbilden der aus unterschiedlichen

Strukturen stammenden Daten auf ein homogenes standardisiertes Dokument. Dazu sind Transformationsregeln aus der Entity-Attribute-Value-Struktur in das entsprechende Zielformat zu definieren.

Auch die Definition geeigneter Sichten, um den Datenschutz zu gewährleisten, ist noch zu erarbeiten.

Weiterhin gehört eine Effizienzbewertung der EAV-Speicherstruktur, auch im Vergleich zur konventionellen Speicherung zu den zukünftigen Aufgaben. Der Vorteil der Flexibilität und Dynamik des EAV-Ansatzes lässt einen Performanzverlust bei Anfragen an die Speicherstruktur erwarten. Da jedoch die Datenmenge aufgrund der überschaubaren Patientenmenge als nicht allzu groß erwartet wird, sind die Performanzeinbußen vielleicht zu vernachlässigen. Dies ist noch detailliert zu analysieren. Außerdem ist noch zu untersuchen, ob sich der Einsatz spezieller Indexstrukturen positiv auf die Performanz auswirkt.

Danksagung

Diese Arbeit wird zum Teil von der Interdisziplinären Fakultät der Universität Rostock unterstützt.

Literatur

[Bor08] Gerald Bortis. Experiences with Mirth: an open source health care integration engine. In *Proceedings of the 30th international conference on Software engineering*, ICSE '08, Seiten 649–652, New York, NY, USA, 2008. ACM.

[CNM+00] Roland S Chen, Prakash Nadkarni, Luis Marenco, Forrest Levin, Joseph Erdos und Perry L Miller. Exploring Performance Issues for a Clinical Database Organized Using an Entity-Attribute-Value Representation. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 7(5):475–487, 2000.

[CSMM07] John Corwin, Avi Silberschatz, Perry L Miller und Luis Marenco. Dynamic Tables: An Architecture for Managing Evolving, Heterogeneous Biomedical Data in Relational Database Management Systems. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 14(1):86–93, 2007.

[DNB06] Valentin Dinu, Prakash Nadkarni und Cynthia Brandt. Pivoting approaches for bulk extraction of Entity-Attribute-Value data. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 82(1):38 – 43, 2006.

[FHH+10] Daniel Flemming, Ursula Hübner, Kai U. Heitmann, Frank Oemig und Sylvia Thun. Implementierungsleitfaden ePflegebericht Auf Basis der HL7 Clinical Document Architecture Release 2 Für das deutsche Gesundheitswesen, 2010.

[FHJ+90] Carol Friedman, George Hripcsak, Stephen B. Johnson, James J. Cimino und Paul D. Clayton. A Generalized Relational Schema for an Integrated Clinical Patient Database. *Proc Annu Symp Comput Appl Med Care*, Seiten 335–339, 1990.

[FK99] Daniela Florescu und Donald Kossmann. Storing and Querying XML Data Using an RDBMS. *Bulletin of the Technical Committee on Data Engineering*, 22(3):27–34, September 1999.

[Fle10] Daniel Flemming. Der elektronische Pflegebericht. In *1. Workshop (Kolloquium) für IT-gestützte Assistenz in der Pflege 2010 (WITAP2010)*, 2010.

[HKG+06] Kai U. Heitmann, Andreas Kassner, Erich Gehlen, Hans-Joachim Görke und Georg Heidenreich. VHitG Arztbrief - Auf Basis der HL7 Clinical Document Architecture Release 2 - Für das deutsche Gesundheitswesen, 2006.

[HLS04] Ragnhild Hellesø, Margarethe Lorensen und Lena Sorensen. Challenging the information gap - the patients transfer from hospital to home health care. *International Journal of Medical Informatics*, 73(7-8):569 – 580, 2004. Improving Patient Safety with Technology.

[HSMK05] Maria Hägglund, Isabella Scandurra, Dennis Moström und Sabine Koch. Integration Architecture of a Mobile Virtual Health Record for Shared Home Care. In *Connecting Medical Informatics and Bio-Informatics: Proceedings of MIE2005 - The XIXth International Congress of the European Federation for Medical Informatics*, Jgg. 116/2005 of *Studies in Health Technology and Informatics*, Seiten 340–345, 2005.

[ISO11] ISO. EN ISO 21090 Health Informatics - Harmonized data types for information interchange. Bericht, ISO/CEN, 2011.

[LBK07] Richard Lenz, Mario Beyer und Klaus A. Kuhn. Semantic integration in healthcare networks. *I. J. Medical Informatics*, 76(2-3):201–207, 2007.

[LBM+05] Richard Lenz, Mario Beyer, Christian Meiler, Stefan Jablonski und Klaus A. Kuhn. Informationsintegration in Gesundheitsversorgungsnetzen. *Informatik-Spektrum*, 28:105–119, 2005. 10.1007/s00287-005-0467-4.

[NL09] Christoph P. Neumann und Richard Lenz. *lpha- low*: A Document-Based Approach to Inter-institutional Process Support in Healthcare. In *Business Process Management Workshops*, Jgg. 43 of *Lecture Notes in Business Information Processing*, Seiten 569–580. Springer, 2009.

[NMC+99] Prakash M Nadkarni, Luis Marenco, Roland Chen, Emmanouil Skoufos, Gordon Shepherd und Perry Miller. Organization of Heterogeneous Scientific Data Using the EAV/CR Representation. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 6(6):478–493, 1999.

[SSLK08] Ali Sunyaev, Andreas Schweiger, Jan Marco Leimeister und Helmut Krcmar. Software-Agenten zur Integration von Informationssystemen im Gesundheitswesen. In *Multikonferenz Wirtschaftsinformatik*, 2008.

[SYU99] Takeyuki Shimura, Masatoshi Yoshikawa und Shunsuke Uemura. Storage and Retrieval of XML Documents Using Object-Relational Databases. In *DEXA*, Seiten 206–217, 1999.

[UHBK09] Tobias Umblia, Albert Hein, Ilvio Bruder und Thomas Karopka. MARIKA: A Mobile Assistance System for Supporting Home Care. In *MobiHealthInf 2009 - 1st International Workshop on Mobilizing Health Information to Support Healthcare-related Knowledge Work*, 2009.