

# IHEXPLORER: VISUALISIERUNG, ANALYSE UND OPTIMIERUNG DER SYSTEMINTEGRATION IM GESUNDHEITSWESEN

Altmann J<sup>1</sup>, Franz B<sup>1</sup>, Mörtenschlag D<sup>1</sup>, Pfeifer F<sup>1</sup>, Strasser M<sup>1</sup>,  
Aichinger B<sup>2</sup>, Koller R<sup>3</sup>

## **Kurzfassung**

*Effektivitäts- und Effizienzsteigerungen im Gesundheitswesen setzen durchgängige, integrierte und auf Standards basierende medizinische Informationssysteme voraus, die Daten nicht nur abteilungsbezogen, sondern auch einrichtungsübergreifend und patientenorientiert entlang des Behandlungsprozesses bereitstellen. Als Lösung wird ein Ansatz zur Visualisierung und Analyse von Transaktionen auf Basis von IHE vorgeschlagen und anhand einer prototypischen Implementierung vorgestellt.*

## **1. Einführung**

### **1.1. Motivation und Problemstellung**

Informationssysteme im Gesundheitsbereich sind meist gewachsene Insellösungen, die oft dezentral aufgebaut sind und daher eine unzureichende syntaktische und semantische Interoperabilität aufweisen (vgl. Norgall [4]). Eine Gesamtsicht auf die Behandlungs- bzw. Versorgungskette sowie auf die darin enthaltenen Transaktionen kann oft nicht bzw. nur mangelhaft bereitgestellt werden. Die einrichtungsübergreifende Darstellung der Prozesskette und in Folge deren Analyse, insbesondere die Transparenz und Durchgängigkeit klinischer Dokumentation, stellt aber eine wesentliche Voraussetzung dar, um die Qualitätsverbesserung in der Versorgung weiter voranzutreiben und die Kosten, z.B. für redundante medizinische Maßnahmen, zu reduzieren (vgl. Sunyaev [5]).

Die internationale Initiative *Integrating the Healthcare Enterprise* (IHE) hat sich u.a. zum Ziel gesetzt, die angeführten Defizite einerseits durch die einheitliche Definition von medizinischen Anwendungsfällen und andererseits durch die Standardisierung des Informationsaustausches zwischen heterogenen Informationssystemen auszugleichen.

---

<sup>1</sup> FH OÖ, Fakultät für Informatik, Kommunikation und Medien, Campus Hagenberg

<sup>2</sup> X-Tention Informationstechnologie GmbH

<sup>3</sup> OÖ Gesundheits- und Spitals- AG (gespag)

## 1. 2. Zielsetzung und Vorgehensweise

Die Arbeit verfolgt das Ziel, IHE-konforme Transaktionen für Gesundheitsdiensteanbieter (GDA) und IT-Dienstleister in einem ersten Schritt sichtbar und nachvollziehbar darzustellen, um in weiterer Folge die Voraussetzung für eine gezielte Analyse und Optimierung der Prozesskette zu schaffen. Ausgangspunkt für die Analyse stellt die IHE-konforme Protokollierungsdatenbasis (vgl. IT-Technical Framework [1]) dar, die durch den Befundaustausch zwischen zwei Krankenhäusern erzeugt wird. Die Speicherung und der Austausch der Befunde erfolgt seit Mitte 2008 entsprechend dem ATNA Profil und stellen einen ausreichenden Umfang an Protokollierungsdaten für die Arbeit bereit.

Ausgehend von der Analyse des Integrationsprofils *Audit Trail and Node Authentication* (ATNA) der IT-Infrastruktur von IHE werden die Anforderungen an eine sektorenübergreifende Prozessvisualisierung identifiziert. Die Visualisierung wird prototypisch umgesetzt, um erste Erfahrungen im Einsatz zu gewinnen, die in weiterer Folge in die Entwicklung einer umfassenden *IHE Explorer*-Analyseumgebung zur Optimierung der Prozess- und Systemintegration einfließen.

## 2. Grundlagen

Das zentrale Konzept von IHE sind die sogenannten *Integrationsprofile* (vgl. IHE IT-Technical Framework [1]). Ein Integrationsprofil verwendet existierende Standards, wie z.B. *Digital Imaging and Communications in Medicine* (DICOM) oder *Health Level 7* (HL7), und beschreibt deren Verwendung für klar definierte Anwendungsfälle. Eine ausführliche Beschreibung von Integrationsprofilen ist in Abs. 2. 2 angegeben.

### 2. 1. IHE – Integrating the Healthcare Enterprise

IHE ist in verschiedene, zusammengehörige medizinische bzw. fachliche Gebiete, den sogenannten *Domänen*, unterteilt. Jede einzelne Domäne identifiziert ihre Anforderungen und beschreibt diese in Form von *Use Cases*. Für diese Anforderungen werden Kommunikations- und Sicherheitsstandards identifiziert und Implementierungsleitfäden erstellt (vgl. IHE IT-Technical Framework [1]). Diese Implementierungsleitfäden bilden das *Technical Framework* einer Domäne, das von Herstellern herangezogen wird, um Informationssysteme im Gesundheitswesen IHE-konform umzusetzen. Softwaresysteme, die zusammenpassende Akteure desselben Integrationsprofils implementieren, können so entsprechend der Vorgaben im Profil miteinander kommunizieren. Diese Konformität wird jährlich bei sog. *Connection Marathons*, kurz *Connectathons*, überprüft.

### 2. 2. IHE – Technical Framework und Integrationsprofile

Ein Technical Framework identifiziert Komponenten, sog. *Akteure*, und deren Interaktionsmöglichkeiten basierend auf etablierten Kommunikationsstandards, den sogenannten *Transaktionen*. Integrationsprofile fassen Akteure und deren Transaktionen zusammen und bieten einen Überblick über den Funktionsumfang von klinisch-administrativen Prozessen für Benutzer wie auch Softwareentwickler von Applikationen im Gesundheitswesen (vgl. IHE IT-Technical Framework [1], Wozak, F. [7]). Ausgewählte Integrationsprofile, die für diese Arbeit relevant sind, werden im Folgenden kurz vorgestellt.

*Audit Trail and Node Authentication (ATNA)*: Beschreibt Sicherheitsmaßnahmen, die in Verbindung mit der Sicherheitspolitik eines GDAs einen sicheren Zugriff auf Patientendaten garantieren, vgl. Marshal G. [3]. Die Einhaltung von Sicherheitsrichtlinien in Informationssystemen setzt voraus, dass jeder Zugriff auf geschützte Daten protokolliert wird. Diese Protokolle können herangezogen werden, um Missbrauch von Daten zu identifizieren. Das ATNA-Profil beschreibt, wann, welche Daten, in welcher Form gespeichert werden. Einzig der Zugriff auf Patientendaten wird von ATNA protokolliert; dabei weist ein Protokolleintrag folgende Struktur auf (vgl. Marshal G. [3], IHE IT-Technical Framework Vol. 1 [1], Vol. 2 [2]):

- *Event Identification*: Was wurde gemacht?
- *Active Participant Identification*: Wer war daran beteiligt?
- *Network Access Point Identification*: Wo wurde es ausgelöst?
- *Audit Source Identification*: Welcher Server wurde benutzt?
- *Participant Object Identification*: Welche Daten wurden verändert?

*Patient Identifier Cross-Referencing (PIX)*: Unterstützt die eindeutige Identifikation von Patienten mit unterschiedlichen Patienten Kennungen aus verschiedenen Domänen. Dazu werden Patientendaten von einer Quelle zu einem *Patient Identifier Cross-Reference Manager* gesendet (vgl. IHE IT-Infrastructure Technical Framework [1]).

*Patient Demographic Query (PDQ)*: Definiert ein zentrales Patientenregister, das verteilten Applikationen die Abfrage von demographischen und aufenthaltsbezogenen Patienteninformationen ermöglicht (vgl. IHE IT-Infrastructure Technical Framework [1]).

*Cross Enterprise Document Sharing (XDS)*: Unterstützt die Patientenversorgung unterschiedlicher GDA, indem einrichtungsübergreifend die Registrierung, die Verteilung und der Zugriff auf patientenbezogene Dokumente ermöglicht wird. XDS ist neutral bzgl. des Dokumenteninhaltes, d.h. es unterstützt jede Art von Dokument, unabhängig von dessen Inhalt bzw. Format (vgl. IHE IT-Infrastructure Technical Framework [1]).

### 3. Anforderungen

Gemeinsam mit den Forschungsprojektpartnern X-Tention Informationstechnologie GmbH<sup>1</sup>, Tiani-Spirit GmbH<sup>2</sup>, Gespag<sup>3</sup> und der OÖGKK<sup>4</sup> wurden Anwendungsszenarien und Anforderungen entwickelt, die von der geplanten IHExplorer-Werkzeugumgebung umgesetzt werden sollen. Dabei wurde eine Trennung in Szenarien aus der Sicht eines Systembetreibers und Szenarien aus Sicht eines GDAs vorgenommen. Die identifizierten Anforderungen aus der Sicht eines Systembetreibers sollen in das IHExplorer-Werkzeug *IHEvalute*, die Anforderungen aus der Sicht eines GDAs in das Werkzeug *IHExpert* einfließen.

---

<sup>1</sup> <http://www.x-tention.at>

<sup>2</sup> <http://www.tiani-spirit.com>

<sup>3</sup> <http://www.gespag.at>

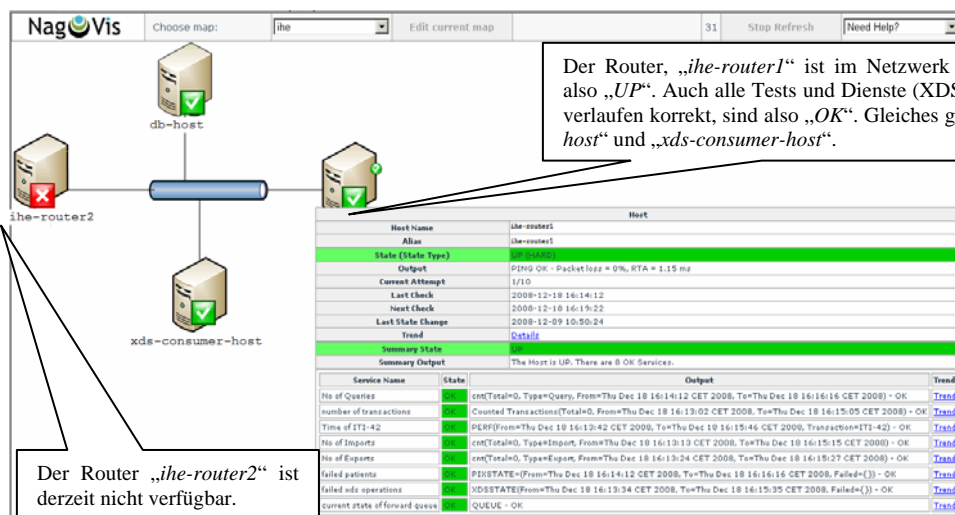
<sup>4</sup> <http://www.oegkk.at>

## 4. Umsetzung

Die Basis für die Realisierung der IHE Explorer-Werkzeuge IHEvaluate und IHExpert stellt die bereits im produktiven Einsatz befindliche IHE-Infrastruktur der Firma Tiani-Spirit dar. Ein wesentliches Merkmal dieser Infrastruktur ist, dass diese auf Router der Firma Cisco-Systems<sup>1</sup> vorinstalliert ausgeliefert wird, womit der Installationsaufwand auf ein Minimum reduziert wird. Die Tiani-Spirit IHE-Infrastruktur unterstützt neben den meisten ITI-Integrationsprofilen auch Integrationsprofile der Domänen Radiologie und Kardiologie. Ausgehend von der Tiani-Spirit Infrastruktur setzt das IHE Explorer-Werkzeug IHExpert die Anforderungen von GDAs und IHEvaluate die der Systembetreiber um.

### 4.1. IHEvaluate

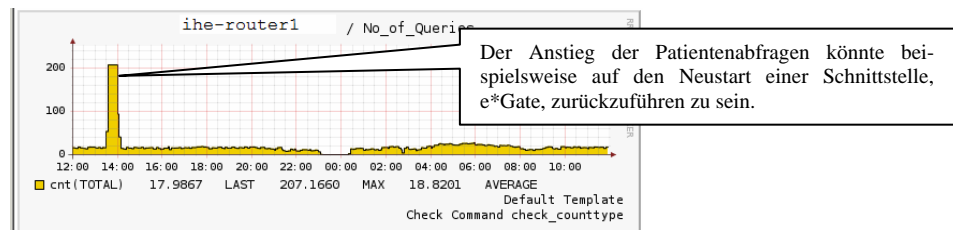
Bei den Szenarien aus Systembetreibersicht steht die Ursachenforschung eines Systemausfalls im Vordergrund. IHEvaluate unterstützt auf Grundlage der Integrationsprofile ATNA, PIX und XDS die Überwachung vollständiger IHE-Systemlandschaften (vgl. Toland et al. [6]). IHEvaluate ermöglicht feingranulare und umfassende Analysen, die eine effektive Ursachenforschung unterstützen. *Abbildung 1* zeigt eine im Einsatz befindliche IHE-Systemlandschaft.



**Abbildung 1: Darstellung einer IHE-Systemlandschaft**

Auf Basis der IHE-Infrastruktur von Tiani-Spirit, die die Integrationsprofile ATNA, PIX und XDS unterstützt, können dokumenten- und patientenzentrierte Fragestellungen beantwortet werden, da alle notwendigen Daten durch das ATNA-Integrationsprofil bereitgestellt werden. Verwendet man diese Daten, lassen sich Rückschlüsse über die Art und die Anzahl der Transaktionen ziehen. Dies ermöglicht, Auslastungen einzelner Komponenten, z.B. Patienten- und Dokumentenregister, zu ermitteln und diese, wie in *Abbildung 2* abgebildet, in Verlaufsdiagrammen darzustellen.

<sup>1</sup> <http://www.cisco.com/>



**Abbildung 2: Anzahl der Patientenabfragen**

IHEvaluate stellt in der derzeitigen Implementierung sowohl die aktuellen, als auch die vergangenen Zustände (Antwortzeiten, Anzahl der Abfragen, Fehlgeschlagene Transaktionen etc.) von ATNA, PIX und XDS grafisch dar. Zukünftige Erweiterungen sollen die Fehlerverfolgung über Domänengrenzen hinweg und Fehlerrückverfolgung unterstützen.

## 4.2. IHExpert

IHExpert ist eine zweite Komponente der IHE Explorer-Analyseumgebung, die GDA und Ärzte unterstützen soll, höherwertige Transaktionen zu überwachen, zu analysieren und zu visualisieren. Höherwertige Transaktionen sind in sich abgeschlossene, ganzheitliche Transaktionen, dazu gehören Behandlungen, Medikation, Überweisung usw., welche den Patienten betreffen. GDA wollen einen institutionsübergreifenden Überblick auf höherwertige Transaktionen eines Patienten erhalten, um mögliche Fehlentscheidungen und Ablaufverbesserungen erkennen zu können. Die Visualisierung von höherwertigen Transaktionen erfolgt auf Basis der Einträge im Audit Record Repository des ATNA-Integrationsprofils. Diese Einträge entstehen bei der Durchführung einer Gesundheitsdienstleistung für einen Patienten.

*Dokumentenzugriffe:* Ärzte und GDA können die Dokumentenzugriffe (z.B. lesender Zugriff, schreibender Zugriff) verfolgen. Diese Zugriffe können mittels Filterkriterien (Zeitraum, Institution, Abteilung, Arzt, Patient, Dokument) eingeschränkt und übersichtlich dargestellt werden.

*Elektronische Patientenakte:* Die elektronische Patientenakte ist eine grafische Darstellung von höherwertigen, patientenbezogenen und institutionsübergreifenden Transaktionen. Die Darstellung ermöglicht einen Überblick über die zeitliche Abfolge dieser Transaktionen. In *Abbildung 3* wird der Ausschnitt (von 20. März bis 10. April) einer elektronischen Patientenakte gezeigt. Der Patient wird in *Institution 2* aufgenommen und erhält anschließend eine Behandlung vom *Arzt X*, wobei während der Gesundheitsdienstleistung das *Dokument 1* entsteht. Anschließend folgt eine Überweisung an *Institution 1*. In dieser erhält der Patient eine Behandlung und ein Rezept. Am Ende dieses Zeitraums, hier am 10. April, wird der Patient aus der Institution entlassen.

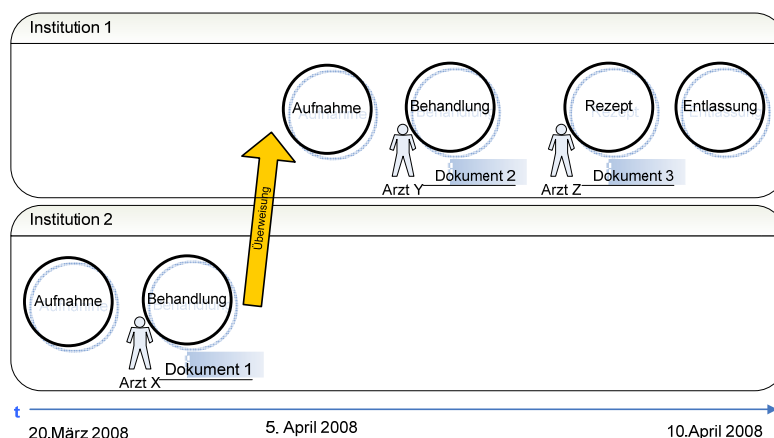


Abbildung 3: Elektronische Patientenakte

IHExpert bietet für Ärzte und GDA verschiedene Darstellungsformen von patientenbezogenen Daten an, welche einen Überblick über Dokumentenzugriffe und höherwertige Transaktionen bieten sollen. Eine konkrete Implementierung von IHExpert liegt zum Zeitpunkt der Erstellung des Beitrages noch nicht vor.

## 5. Ergebnisse

Die prototypische Umsetzung von IHEvaluate zeigt, dass basierend auf dem Audit Record Repository Fragestellungen, wie z.B. Anzahl bestimmter Transaktionen innerhalb gewisser Zeiträume, einfach realisiert werden können. Für die Beantwortung von dokumenten- oder patientenspezifischen Fragestellungen, wie dies bei IHExpert der Fall ist, reichen die Daten im Audit Record Repository nicht aus; es müssen zusätzlich Daten von PIX und XDS analysiert werden. Zurzeit ist es nicht möglich, zusammenhängende Transaktionen zu identifizieren, was die Prozessablaufanalyse im Gesundheitswesen erschwert. Gerade aber die Analyse dieser Prozesse würde die Optimierung der Behandlungskette unterstützen und den Nutzen von IHE steigern.

## 6. Zusammenfassung und Ausblick

Die Diskussion mit den Kooperationspartnern hat gezeigt, dass der Einsatz des prototypischen Analysewerkzeuges IHEvaluate bereits einen wesentlichen Beitrag zur Integration und Interoperabilität von Informationssystemen im Gesundheitswesen liefert. Es ist geplant, zusätzliche Szenarien aus Betreibersicht zu integrieren und diese anhand konkreter Anwendungsfälle mit den Kooperationspartnern zu evaluieren. Die Umsetzung der höherwertigen Anwendungsszenarien durch das Werkzeug IHExpert steht erst am Anfang. In diesem Zusammenhang ist zu klären, ob Änderungen, wie bspw. Protokollierung von Aufnahmen, bei den fachbereich-spezifischen *Use Cases* erfolgen kann und in wie weit eine Vereinheitlichung und Konsolidierung von Benutzer- und Abfragemetadaten im ATNA Profil durch IHE vorangetrieben wird.

## 7. Danksagung

Die Forschungsarbeit wird durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft im Rahmen des Förderprogramms *FHplus* in COIN sowie durch die Konsortialpartner OÖ Gesundheits- und Spitals-AG, OÖ Gebietskrankenkasse, TIANI „SPIRIT“ GmbH und die X-Tention Informationstechnologie GmbH gefördert.

## 8. Literatur

- [1] IHE International, IHE Information Technology Infrastructure - Technical Framework, Volume 1 Integration Profiles, [http://www.ihe.net/Technical\\_Framework/index.cfm#IT](http://www.ihe.net/Technical_Framework/index.cfm#IT) (11.12.2008).
- [2] IHE International, IHE Information Technology Infrastructure - Technical Framework, Volume 2 Transactions, [http://www.ihe.net/Technical\\_Framework/index.cfm#IT](http://www.ihe.net/Technical_Framework/index.cfm#IT) (11.12.2008).
- [3] MARSHALL, G. RFC 3881 – Security Audit and Access Accountability Message XML Data Definitions for Healthcare Applications. Request for Comments: 3881, Stand: September 2004, URL: <http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc3881.txt> (abgerufen am 09. Dezember 2008).
- [4] NORGALL, T. Kommunikationsstandard für die Gesundheitstelematik: Status und Ausblick, Kongress eHealth, Dresden, 2003.
- [5] SUNYAEV, A. SCHWEIGER A., LEIMEISTER, J. M., KRCCMAR, H. Software-Agenten zur Integration von Informationssystem im Gesundheitswesen. Multikonferenz Wirtschaftsinformatik, München, 2008.
- [6] TOLAND, C., MEENAN, C., WARNOCK, M., NAGY, P., Proactively Monitoring Departmental Clinical IT Systems with an Open Source Availability System, in: Journal of Digital Imaging, Vol 20, Suppl 1: pp 119-124, 2007.
- [7] WOZAK, F., AMMENWERTH, E., HÖRST, A., SÖGNER, P., MAIR, R., SCHABETSBERGER T., IHE based interoperability – benefits and challenges, eHealth2008 – Medical Informatics meets eHealth, Tagungsband eHealth2008 & eHealth Benchmarking 2008, 29.-30. Mai, pp 35-40, Vösendorf, 2008.