

OPTIMIERUNG VON KLINISCHEN BEHANDLUNGS- ABLÄUFEN DURCH DIE STANDARDISIERTE UND AUTOMATISIERTE ERFASSUNG VON KLINISCHEN PROZESSPARAMETERN

Gattnar E^{1,2}, Ekinci O¹, Detschew V²

Kurzfassung

Von Krankenhäusern wird heutzutage eine effiziente und zugleich qualitativ hochwertige Behandlung der Patienten verlangt. Um diese messen zu können, sind Informationen über den klinischen Behandlungsablauf erforderlich. Da sie in verschiedenen krankenhausinternen Informationssystemen generiert werden, ist ihre Erfassung problematisch. In diesem Beitrag wird ein Ansatz zur standardisierten und automatisierten Erfassung der notwendigen Prozessparameter vorgestellt mit dem Ziel, Prozessdurchlaufzeiten zu ermitteln und klinische Behandlungsabläufe zu optimieren.

Abstract

Efficiency and high quality of care are nowadays demanded by hospitals. To measure them, detailed information about the clinical pathway is required. As process data are generated by several hospital information systems, its extraction is problematically. Therefore this investigation presents an approach to standardized and automated extraction of required process parameters. The aim is to determine process cycle times as well as to optimize clinical pathways.

Keywords –*process optimization, process cycle times, process monitoring, process mining*

1. Einleitung

Krankenhäuser sind heutzutage aufgefordert, durch Prozessorientierung ihre Behandlungsabläufe derart zu optimieren, dass die Qualität der Behandlung bei gleichzeitiger Kostensenkung gesteigert wird [9]. Die effiziente Gestaltung der Behandlung, d.h. der medizinischen und pflegerischen Diagnostik und Therapie sowie sonstiger therapeutischer Behandlungen und Leistungen, wirkt sich wiederum entscheidend auf die Verbesserung der Behandlungsqualität aus [7]. Gerade die Behandlungsdauer zeitkritischer Erkrankungen, wie des Herzinfarkts und Schlaganfalls, kann je Krankenhaus stark variieren. Um Prozessengpässe, die zu Verzögerungen im Prozessablauf führen, identifizieren zu können, ist umfassendes Wissen über alle beteiligten Prozesse sowie ihre Dauer erforderlich.

1 Clinical Competence Center Cardiology, Siemens Healthcare, Germany

2 Institut für Biomedizinische Technik und Informatik, Technische Universität Ilmenau, Germany

Da sich Behandlungsprozesse oftmals über mehrere Abteilungen eines Krankenhauses erstrecken, unterliegen sie unterschiedlichen Informationssystem-Einzugsbereichen. Die Abteilungs- und IT-Systemgrenzen stellen dabei Prozessschnittstellen dar, die den Behandlungsablauf zerstückeln. Darüber hinaus erschwert die Heterogenität der beteiligten Systeme eine standardisierte und automatisierte Erfassung der Prozessparameter.

Unser Beitrag beschreibt eine neue Art der Erfassung und der Kommunikation von zeitlich relevanten Prozessparametern entlang der klinischen Pfade zeitkritischer Erkrankungen, wie des Herzinfarkts und Schlaganfalls, im Kontext klinischer Standards (z.B. DICOM und HL7) sowie klinischer Systeme (z.B. Radiologie-Informationssysteme, Modalitäten etc.). Am Beispiel des charakteristischen Prozessablaufs in diagnostischen Abteilungen werden die Potenziale einer automatisierten Erfassung von Prozessparametern analysiert und der praktische Nutzen diskutiert. Neben neuen Möglichkeiten zur Prozessoptimierung werden Vorteile hinsichtlich der besseren Auslastung von teuren Ressourcen verdeutlicht.

2. Interoperabilität und klinische Standards

Unter Interoperabilität versteht man die Fähigkeit von Informationssystemen unterschiedlicher Herkunft, sich an einem komplexen Informationsmanagement-Prozess mit einer Vielzahl anderer Informationssysteme in einer aufeinander abgestimmten Art und Weise zu beteiligen und korrekt miteinander zu kommunizieren [5, 18]. Dabei wird zwischen der *semantischen* (d.h. der Gebrauch von Information) und der *technischen* (d.h. die Übertragung der Daten und die Integration der Dienste) Interoperabilität unterschieden [13, 18].

Semantische und technische Interoperabilität setzt eine standardisierte Kommunikation aller beteiligten Systeme voraus [13]. In einer heterogenen Umgebung, wie dem Krankenhaus, spielen deshalb Kommunikationsstandards eine wichtige Rolle beim Informationsaustausch [18]. Der klinische Standard *DICOM* (Digital Imaging and Communications in Medicine) definiert das Format und die Mechanismen zum Austausch und zur Speicherung von Informationen im radiologischen Umfeld. *DICOM* umfasst eine Vielzahl von spezifischen Diensten, zu deren Implementierung sich die Hersteller in Form von sogenannten „Conformance Statements“ verpflichten. Grundsätzlich ist es möglich, durch den Vergleich der Konformitätserklärungen verschiedener Systeme festzustellen, ob diese miteinander interagieren können [16]. Der zweite wichtige klinische Kommunikationsstandard, *HL7* (Health Level 7), vereinheitlicht die Übertragung der Patienteninformationen zwischen den IT-Systemen eines Krankenhauses außerhalb der Radiologie im Einzugsbereich des Krankenhausinformationssystems (*KIS*) [7]. Ein *KIS* unterstützt die Patientenversorgung, die Dokumentation, Organisation und Administration in einem Krankenhaus [10, 11].

Als *Modalitäten* werden bildgebende Systeme in der Medizintechnik bezeichnet. Der Begriff Modalität kann sich dabei auf eine Klasse von Geräten, die dieselbe Technologie nutzen (z.B. Modalität = Computertomograph (CT)), oder auf ein spezifisches Gerät (z.B. CT-Scanner Nr. 2) beziehen [19]. Je nach Art der Modalität werden eine oder mehrere Bildsequenzen während einer Untersuchung durchgeführt. Modalitäten repräsentieren neben *PACS*-Systemen (Picture Archiving and Communications Systems), deren Aufgabe es ist, die medizinischen Bilder zwecks Interpretation und Bewertung zu speichern, zu verteilen und anzuzeigen, den technologischen Kern einer modernen, digitalen, radiologischen Abteilung [11]. Neben Modalitäten und *PACS*-Systemen kommen hier Radiologie-Informationssysteme (*RIS*) zum Einsatz. *RIS*-Systeme sind dafür verantwortlich,

sowohl die administrativen als auch die klinischen Aufgaben einer Radiologie zu unterstützen und zu steuern, um das Personal von administrativen Tätigkeiten zu entlasten und die Qualität der radiologischen Untersuchungen zu verbessern [11].

Das RIS kann auf DICOM-Basis sog. Arbeitslisten (DICOM Worklist) erzeugen, die zur Planung von Untersuchungen seitens der Modalitäten abgerufen werden können. Sie enthalten u.a. Patientendaten, Details zu den Untersuchungsaufträgen, die Prozedurparameter sowie Termine. Im Gegenzug kann eine Modalität sog. "Modality Performed Procedure Steps" (DICOM MPPS) generieren, die jeweils zu Beginn („MPPS in progress“) und am Ende („MPPS completed“) einer Untersuchung strukturierte Informationen (u.a. Startzeit, Ende-Zeit, Status, Dosis, Materialverbrauch etc.) an das RIS übermitteln [15].

Um ferner Prozessparameter im Einzugsbereich der Modalitäten erfassen zu können, werden in unserem Ansatz Logdateien der Modalitäten als Ergänzung zu MPPS verwendet. Logdateien werden von den Modalitätenherstellern z.B. zu Wartungszwecken oder zur Fehleranalyse generiert und können über Remote Service Connections automatisch ausgelesen werden. Die darin enthaltenen Zeitstempel ergänzen die MPPS-Zeitangaben - über den Beginn und das Ende der gesamten Untersuchung hinaus - z.B. um Zeitangaben zu den einzelnen Bildsequenzen. Da Untersuchungen an Modalitäten beispielsweise unterbrochen werden können, um sie zu einem späteren Zeitpunkt wieder aufnehmen zu können, wird in unserem Ansatz die DICOM „Accession Number“ verwendet. Es handelt sich um eine eindeutige ID, die gewährleistet, dass ein radiologischer Auftrag eindeutig sowohl im RIS, im PACS als auch an der Modalität gekennzeichnet ist. Es handelt sich hierbei um eine Systemdesign-Empfehlung, die sicherstellen soll, dass einzelne Prozeduren ("Procedure“) über eine eindeutige ID einer gesamten Untersuchung („Procedure Set“) zugeordnet werden können.

Die Einhaltung u.a. dieser Empfehlung stellt die Initiative IHE (Integrating the Health Enterprise) sicher. Sie entwickelt seit Jahren Frameworks mit Standard-Protokollen zur Konstruktion von klinischen Workflow-Szenarien. Die Zielsetzung umfasst die Unterstützung der Kommunikation zwischen klinischen Informationssystemen (u.a. KIS, RIS, PACS), die Optimierung des klinischen Arbeitsablaufs sowie die Eliminierung von starren und proprietären Lösungen durch die stärkere Einbeziehung von Standards wie DICOM und HL7. Ursprünglich aus der Radiologie stammend, sind Szenarien für weitere Domänen, wie die Kardiologie oder das Labor etc. entwickelt worden, die in sog. „Technical Frameworks“ zusammengefasst und veröffentlicht werden. Ein bekanntes Beispiel stellt das erste, für die Radiologie entwickelte, Szenario „Scheduled Workflow“ dar.

IHE definiert die o.g. "Accession Number" über den DICOM-Bereich hinaus ebenfalls als eine ID im HL7-Standard. Bei Verwendung der in unserem Ansatz vorgesehenen "Accession Number" unter Einhaltung der IHE-Konformität ist damit die eindeutige Zuordnung aller Prozeduren zu einem Behandlungsablauf zwischen dem HIS, RIS und den Modalitäten sichergestellt. Dies stellt die Basis für die standardisierte und automatisierte Erfassung von Prozessparametern dar.

3. Informationsfluss in diagnostischen Abteilungen

Der klinische Behandlungsablauf kann in mehrere charakteristische Teilprozesse aufgeteilt werden. Dazu gehören die *Aufnahme*, *Diagnostik*, *Therapie* und *Entlassung*. Während die Aufnahme und die Entlassung nur einmal durchlaufen werden, können mehrere diagnostische und therapeutische Schritte hintereinander stattfinden. Im Folgenden wird exemplarisch der diagnostische Teilprozess betrachtet, da in dieser Phase v.a. Untersuchungen im Einzugsbereich von RIS-Systemen und an

Modalitäten (z.B. Computertomographie (CT), Magnetresonanztomographie (MRT) etc.) durchgeführt werden.

Der diagnostische Teilprozess im Bereich der Radiologie kann in weitere Subprozesse aufgeteilt werden. Zunächst wird eine Untersuchung an einer Modalität angefordert. Im optimalen Fall werden erforderliche Patientendaten automatisch aus dem vorgeschalteten KIS in das RIS übernommen, andernfalls werden sie manuell eingetragen und um weitere Daten ergänzt (diagnostische Fragestellung, Kontraindikationen etc.). Anschließend wird die Untersuchung geplant, was sowohl die Terminplanung als auch die Planung der Prozedur selbst umfasst. Die am RIS eingegangene Anforderung wird einem Untersuchungsplatz (d.h. einer bestimmten Modalität) zugeordnet, die selbstständig die DICOM Worklist vom RIS abrufen und in ihre lokale Arbeitsliste übernehmen kann. Im Anschluss an die Planung werden vorbereitende Maßnahmen im Raum (z.B. Reinigung des Raumes, sterile Abdeckung, Bereitlegen von Materialien) vorgenommen. Gleichzeitig wird der Patient in die Radiologie transportiert oder wartet bereits vor Ort. Anschließend kann der Patient selbst auf die Untersuchung vorbereitet werden (Desinfektion, Punktion, Positionierung auf dem Tisch, Anästhesie etc.). Um im nächsten Schritt die eigentliche Untersuchung beginnen zu können, ist die Registrierung des Patienten an der Modalität erforderlich. Dazu können die Patientendaten aus der lokalen Arbeitsliste der Modalität ausgewählt und die Untersuchung gestartet werden. Akutpatienten, die weiter hinten in der Arbeitsliste oder gar nicht eingetragen sind, können dabei vorgezogen werden. Im letzten Fall muss die Patientenregistrierung manuell an der Modalität erfolgen. Liegt die Registrierung vor und sind ggf. erforderliche Untersuchungsprotokolle an der Modalität gestartet, kann mittels DICOM MPPS die Information über den Start der Untersuchung („MPPS in progress“) von der Modalität generiert und an das RIS übermittelt werden [15]. Vor dem Start der ersten Bildsequenz ist der Tisch zu positionieren, die Patientenposition auf dem Tisch zu überprüfen (ggf. wird der Patient erst positioniert) sowie die Modalität einzustellen. Während eines Untersuchungslaufes wird eine Bildsequenz durchgeführt.

Mehrere Untersuchungsläufe können mehrfach hintereinander wiederholt werden bis alle erforderlichen Bildsequenzen aufgenommen sind, d.h. ein aussagekräftiges Untersuchungsergebnis in Form von Bildern vorliegt oder keine weitere Durchleuchtung vorgenommen werden soll. Nach Abschluss der Untersuchung werden die im vorherigen Abschnitt genannten Informationen von der Modalität zusammengestellt und gemeinsam mit bereits vorhandenen Patienten- sowie Auftragsdaten mittels DICOM MPPS an das RIS geschickt („MPPS completed“) [15]. Informationen über den zeitlichen Verlauf der Untersuchungsläufe (Dauer zwischen „MPPS in progress“ und dem Start der ersten Bildsequenz, Anzahl und Dauer von Bildsequenzen, Zeit nach der letzten Bildsequenz bis zum „MPPS completed“ etc.) können aus den Logdateien der Modalitäten gewonnen werden. Anschließend wird die Dokumentation abgeschlossen und die Ergebnisse aufgearbeitet. Zusätzlich wird der Patiententransport veranlasst und der Patient nachversorgt. Parallel kann mit der Befundung begonnen werden. Abschließend wird der Befund an die verantwortlichen Personen verteilt sowie im System neben weiteren Dokumenten archiviert.

4. Optimierung klinischer Behandlungsabläufe

Die Durchführungszeiten diagnostischer Untersuchungen können in Abhängigkeit von der IT-Unterstützung, der technischen Ausstattung der verwendeten Modalitäten, des Ausbildungsstandes des Personals sowie der internen Abläufe in der Radiologie stark variieren. Gerade bei zeitkritischen Erkrankungen spielt jedoch die zügige Durchführung von Untersuchungen eine wichtige Rolle [7]. Bei der Messung und Bewertung der Effizienz von Behandlungsabläufen kommen deshalb

klinisch relevante Kennzahlen zur Anwendung [7]. Solche präzise definierten Kennzahlen zur Beschreibung, Überwachung und Auswertung bestimmter qualitätsrelevanter Prozesse werden auch als Qualitätsindikatoren bezeichnet [8]. Qualitätsindikatoren basieren auf Messungen der Prozessdurchlaufzeiten und erlauben Aussagen über die Leistungsfähigkeit von Behandlungsabläufen [7]. Ein Beispiel hierfür stellt die Kennzahl „Door-to-Treatment“ dar. Sie kennzeichnet die Prozessdauer zwischen dem Eintreffen des Patienten im Krankenhaus („Door“) bis zum Abschluss der Behandlung („Treatment“). Bei Patienten mit einem akuten Herzinfarkt entspricht der Abschluss der Behandlung der Herstellung der Herzmuskeldurchblutung durch die Aufdehnung der verengten Arterien („Balloon“ bzw. „Door-To-Balloon“).

Um klinische Behandlungsabläufe standardisiert abbilden zu können, wurde ein generisches Prozessmodell entwickelt, in dem charakteristische klinische Prozesse und zeitliche Ereignisse unter Berücksichtigung von Reihenfolgebeziehungen (Sequenz, Parallelität, Alternative, Zyklus) zum Zweck der Erfassung von Prozessparametern zusammengeführt werden. Zur Modellierung wurde die Methode der Ereignisgesteuerten Prozessketten (EPKs) verwendet. Die EPK ist eine Methodik zur semiformalen Beschreibung von Geschäftsprozessen und ist zentraler Bestandteil einer Vielzahl von Referenzmodellen. Die EPK-Methode wurde durch die SAP AG und IDS Scheer AG im Zuge eines Kollaborationsprojekts Anfang der 90er Jahre entwickelt [12]. IDS Scheer AG, entwickelte darüber hinaus das ARIS Toolset, ein weltweit verbreitetes Modellierungswerkzeug, das häufig zur Modellierung mit EPKs verwendet wird [6]. Die EPK-Methode ist aufgrund ihrer anschaulichen Repräsentation und der durchgängigen Werkzeugunterstützung in der Praxis vergleichsweise weit verbreitet [17] und findet auch in der klinischen Domäne Anwendung [20]. Dabei stellt eine EPK die zeitlich-logischen Abhängigkeiten von Ereignissen und Prozessen dar und ermöglicht darüber hinaus die explizite Notation von Ereignissen, die mit einem Zeitstempel erfasst werden können.

Das entwickelte generische Prozessmodell verwenden wir zur Definition von Qualitätsindikatoren, die zum Zwecke der Optimierung von Behandlungsabläufen erhoben werden sollen. Aus den Qualitätsindikatoren leiten wir die erforderlichen klinisch relevanten Ereignisse (events) ab, setzen diese unter Verwendung des entwickelten generischen Prozessmodells in den klinischen Prozesskontext und bilden diese schließlich auf die Krankenhaussystemlandschaft ab (vgl. *Abbildung 1*). Ereignisse bilden mit den zugehörigen Logging-Informationen damit die Basis für die Messung der Leistungsfähigkeit der Prozesse und die Optimierung der klinischen Abläufe.

5. Diskussion

Die gegenwärtige Interaktion von Geräten der Medizintechnik und der IT-Systeme im Krankenhaus ist geprägt von unzureichender Interoperabilität bzw. Integration. Eine Herausforderung stellt dabei die abteilungs- und IT-System-übergreifende Erfassung der patientenbezogenen Prozessdurchlaufzeiten zum Zwecke der Optimierung von Behandlungsabläufen dar. Klinische Informationssysteme (z.B. RIS) sowie medizinische Geräte (z.B. CT) speichern Daten mit den zugehörigen Zeitstempeln oft unstrukturiert. Um sie für Optimierungszwecke nutzen zu können, müssen sie standardisiert erfasst und semantisch gebündelt werden.

Die vorhandenen klinischen Informations- und bildgebenden Systeme wurden am Beispiel der Radiologie hinsichtlich der Erfassung und Kommunikation von Zeitinformationen unter Verwendung des DICOM-Standards untersucht. Dabei wurde festgestellt, dass DICOM MPPS für die Erfassung von Prozessdurchlaufzeiten wertvolle Dienste leistet. Voraussetzung ist jedoch, dass sowohl die Modalität als auch das angeschlossene RIS-System den MPPS-Dienst unterstützt. Die DICOM

„Conformance Statements“ bieten eine Möglichkeit, mehrere Systeme auf ihre Interoperabilität hin miteinander zu vergleichen. Durch die Implementierung von IHE-Szenarien wird ferner die Interoperabilität über einen ganzen Prozess hinweg (z.B. in der Radiologie) gewährleistet.

Die standardisierte Erfassung der Prozessparameter wird durch die Verwendung des entwickelten generischen Prozessmodells sowie etablierter Kommunikationsstandards (z.B. DICOM MPPS) zumindest im Bereich des Radiologie-Informationssystems (RIS) begünstigt. Im Bereich der Krankenhaus-Informationssysteme (KIS) sowie z.B. der Labor-Informationssysteme (LIS) kann zwar eine strukturierte Weitergabe von Informationen unter Verwendung des HL7-Standards erfolgen. Dennoch müssen herstellerspezifische Lösungen für die Erfassung von Prozessdurchlaufzeiten zum Einsatz kommen.

Um Prozessparameter im Einzugsbereich der Modalitäten standardisiert erfassen zu können, werden in unserem Ansatz Logdateien der Modalitäten als Ergänzung zu MPPS verwendet. Dies ermöglicht u.a. die Analyse des Auslastungsgrades der Modalitäten. In Anbetracht ihrer hohen Anschaffungs- und Betriebskosten ist die Sicherstellung eines hohen Auslastungsgrades für Krankenhäuser heutzutage essentiell.

Die Verwendung der „Accession Number“ in unserem Ansatz und die IHE-Konformität erlauben es, einen Behandlungsablauf über mehrere IT-Systeme (KIS, RIS, Modalität) hinweg zu begleiten. Damit grenzt sich der Ansatz z.B. zum 3LGM-Meta-Modell ab, das Prozesse im KIS fokussiert [4]. Nichtsdestotrotz sind Anpassungen an herstellerspezifische Gegebenheiten sowie geeignete Schnittstellen in der Praxis unvermeidbar. Durch die vorgestellte standardisierte Vorgehensweise kann der Zusatzaufwand jedoch reduziert und die Qualität der erhobenen Daten verbessert werden.

Das generische EPK-Modell wurde in ARIS entwickelt und mit klinischen Behandlungspfaden mehrerer Kliniken auf Vollständigkeit getestet. Darunter wurden Pfade zeitkritischer Krankheitsbilder, wie des Herzinfarkts und des Schlaganfalls, sowie nicht akuter Eingriffe, wie der Cholezystektomie und der Koronarbypass-OP für die Validierung herangezogen. Das Prozessmodell wurde im Anschluss leitlinienbasiert um klinisch relevante Zeitstempel erweitert. Dazu wurden klinisch relevante Ereignisse definiert und diese klinischen IT-Systemen zugeordnet. Die Basis hierfür lieferte die vorgestellte Analyse, wie Informationen im klinischen Umfeld, über klinische Systeme hinweg, gewonnen werden können.

Das verwendete Modellierungswerkzeug ARIS bringt bereits Simulationsfunktionalitäten sowie einen „Process Performance Manager“ (ARIS PPM) mit, die zur Analyse von Prozessdurchlaufzeiten verwendet werden und als Ausgangsbasis für die Prozessoptimierung dienen können. ARIS PPM extrahiert Informationen aus Logdateien und zeigt diese graphisch an (z.B. Prozessdurchlaufzeiten oder Prozessengpässe). Darüber hinaus existiert eine Fülle weiterer Werkzeuge im Bereich des Business Process Management (BPM). Beispiele hierfür sind: BONAPART (BTC Business Technology Consulting AG) oder der HP Process Manager (Hewlett-Packard Development Company, L.P.). Eine immer größere Rolle im BPM spielen Business Process Analysen (BPA), die die Prozessdiagnose und –simulation unterstützen. Durch das sog. Business Process Monitoring (BPM) – als Teil von BPA – werden dazu durch Informationssysteme automatisch geloggte Daten verwendet [3]. ARIS PPM stellt neben z.B. PISA [14] ein Beispiel hierfür dar.

Weiteres Potential für den vorgestellten Ansatz könnte sich durch die Verwendung von Process Mining Techniken ergeben. Mit Process Mining können automatisch Prozessmodelle aus geloggten Daten generiert werden [2]. Business Process Monitoring (BPM) – und damit auch ARIS PPM – ermöglichen ebenfalls Process Mining. Durch die Verwendung der EPK-Methodik in unserem An-

satz, werden die Weichen für ein ereignisbasiertes Process Mining gestellt [1]. Weitere Werkzeuge im Bereich des Process Mining sind z.B.: ProM, ein Projekt der Eindhoven Technical University, der SAS Enterprise Miner (SAS Institute Inc.) oder der Staffware Process Monitor (Staffware Plc). Process Mining stellt eine vielversprechende Erweiterung des vorgestellten Ansatzes dar. Beispielsweise könnten unter Verwendung des entwickelten generischen Prozessmodells und der geloggt Daten automatisch Behandlungspfade generiert werden. Diese könnten als Grundlage für die Ist-Prozessanalyse dienen. Die Visualisierung von Prozessengpässen sowie die Erfassung der Prozessdurchlaufzeiten könnten im nächsten Schritt die Prozessoptimierung begünstigen und beschleunigen. Diese Möglichkeiten gilt es im weiteren Verlauf der Arbeit zu analysieren und zu diskutieren. Des Weiteren sind in Fällen der Nichtverfügbarkeit von Daten, die geloggt werden könnten oder bei Problemen hinsichtlich der Aussagekraft und Qualität der geloggt Daten, weitere Untersuchungen vorzunehmen und Lösungsmöglichkeiten zu erarbeiten.

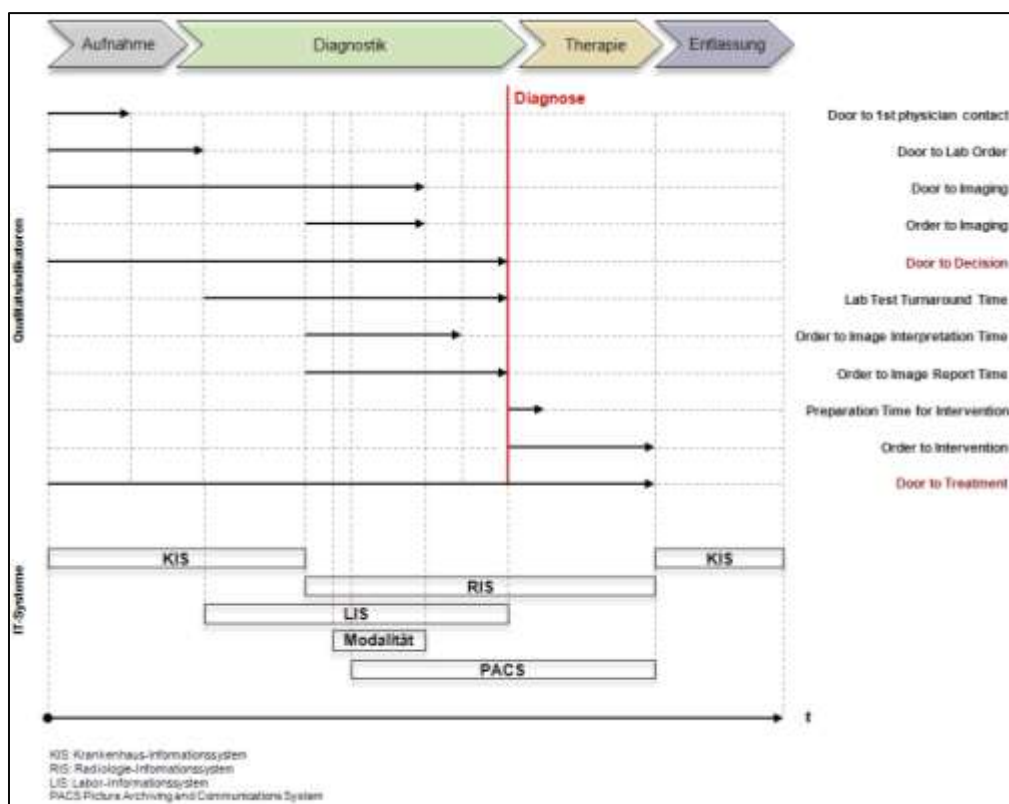


Abbildung 1: Qualitätsindikatoren im Kontext klinischer IT-Systeme.

6. Literatur

- [1] AALST, W.M.P., Business Alignment: Using Process Mining as a Tool for Delta Analysis, in: Requirements Engineering, Volume 10, No. 3, pp 198-211, 2005.
- [2] AALST, W.M.P. et al., Workflow mining: A survey of issues and approaches, in: Data & Knowledge Engineering, Volume 47, No. 2, pp 237-267, 2003.
- [3] AALST, W.M.P., HOFSTED, A.H.M., WESKE, M., Business Process Management: a Survey, in: Proceedings of the 2003 International Conference on Business Process Management (BPM2003), 1-12, Springer, Berlin, 2003.
- [4] BUCHAUER, A., 3LGM: Method and Tool to support the management of heterogeneous hospital information systems., in: Computers in Medicine, Polish society of Medical Informatics, pp. 72-82, Lodz, 1997.

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

- [5] CHANNIN, D.S., Standards and Interoperability, in: Branstetter, B.F. (Hrsg.), Practical Imaging Informatics: Foundations and Applications for PACS Professionals, Springer, New York u.a. 2009.
- [6] FETTKE, P., LOOS, P.: Perspectives on Reference Modeling, in: Fettke, P., Loos, P. (Hrsg.), Reference Modeling for Business Systems Analysis, Idea Group Publishing Inc, London 2007.
- [7] GATTNAR, E., EKINCI, O., Qualitätsmanagement im Krankenhaus – Konzepte, Rahmenbedingungen und Standards, in: Podium der Wirtschaft, Recht & Soziales, Band 21, pp. 67-130, VHK, Altdorf b. Nbg., 2011.
- [8] GERLACH F.M., Qualitätsförderung in Praxis und Klinik – eine Chance für die Medizin, Thieme Verlag, Stuttgart u.a. 2001.
- [9] GREILING, M., THOMAS, F., MUSZYNSKI, T., Softwaregestützte Erstellung Klinischer Pfade mit integrierter Prozesskostenrechnung, Baumann Fachverlag, Kulmbach 2005.
- [10] HAAS, P., KUHN, K., Krankenhausinformationssysteme – Ziele, Nutzen, Topologie, Auswahl, in: Kramme, R. (Hrsg.), Medizintechnik: Verfahren, Systeme, Informationsverarbeitung, 3., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage, Springer, Berlin u.a. 2007.
- [11] HUANG, H.K., PACS and imaging informatics, 2. Auflage, Wiley-Blackwell, New Jersey 2010.
- [12] KELLER, G., NÜTTGENS, G., SCHEER, A.-W., Semantische Prozeßmodellierung auf der Grundlage Ereignisgesteuerter Prozeßketten (EPK), Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik (IWi), Universität des Saarlandes, Heft 89, Saarbrücken 1992.
- [13] INGENERF, J., REINER, J., SEIK, B., Standardized terminological services enabling semantic interoperability between distributed and heterogeneous systems, in: International Journal of Medical Informatics, Volume 64, No. 2, pp 223-240, 2001.
- [14] zur MÜHLEN, M., ROSEMANN, M., Workflow-based process monitoring and controlling—technical and organizational issues, in: R. Sprague (Hrsg.), Proceedings of the 33rd Hawaii International Conference on System Science (HICSS-33), IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, California, pp. 1–10, 2000.
- [15] NOUMEIR, R., Benefits of the DICOM Modality Performed Procedure Step, in: Journal of Digital Imaging, Volume 18, No. 4, pp 260-269, 2005.
- [16] o.V., DICOM, Part 2: Conformance, National Electrical Manufacturers Association, Rosslyn, Virginia 2009.
- [17] o.V., Status Quo Prozessmanagement 2010/2011, <http://www.bpm-expo.com/>, Abruf 25.03.2011.
- [18] PEDERSEN, S., HASSELBRING, W., Interoperabilität für Informationssysteme im Gesundheitswesen auf Basis medizinischer Standards, in: Informatik - Forschung und Entwicklung, Volume 18, No. 3-4, pp 174-188, 2004.
- [19] RALSTON, M.D., COLEMAN, R.M., Introduction to PACS, in: Branstetter, B.F. (Hrsg.), Practical Imaging Informatics: Foundations and Applications for PACS Professionals, Springer, New York u.a. 2009.
- [20] SARSHAR, K., DOMINITZKI, P., LOOS, P.: Einsatz von Ereignisgesteuerten Prozessketten zur Modellierung von Prozessen in der Krankenhausdomäne – Eine empirische Methodenevaluation, in: Geschäftsprozessmanagement mit Ereignisgesteuerten Prozessketten, pp. 97-116, Workshop der Gesellschaft für Informatik e.V., Hamburg 2005.

Corresponding Author

Eva Gattnar

Clinical Competence Center Cardiology, Siemens Healthcare

Allee am Röthelheimpark 3a, 91052 Erlangen

Email: eva.gattnar.ext@siemens.com