

# Ein Transformationsmodell zur Überführung von Prozessmodellen in eine Simulationsumgebung

Mathias Petsch, Hagen Schorcht, Volker Nissen, Katja Himmelreich

Technische Universität Ilmenau  
Institut für Wirtschaftsinformatik  
PF 100565  
98684 Ilmenau

mathias.petsch|hagen.schorcht|volker.nissen@tu-ilmenau.de

**Abstract:** Viele Unternehmen nutzen Prozessmodelle, z.B. ereignisgesteuerte Prozessketten, im Rahmen ihrer Anstrengungen, Abläufe transparenter, effektiver und effizienter zu gestalten. Die Simulation von Geschäftsprozessen bietet die Möglichkeit, Auswirkungen von Änderungen im Geschäftsprozess am Simulationsmodell zu überprüfen. Als problematisch erweist sich in der Regel die Überführung von Prozess- in Simulationsmodelle. Aufgrund der unterschiedlichen Modellierungsziele und Detaillierungsgrade ist die direkte Übertragung häufig schwierig oder unangemessen. In diesem Beitrag wird basierend am Beispiel Krankenhaus ein Transformationsmodell als Zwischenstufe der Überführung von Prozess- in Simulationsmodelle vorgeschlagen und Überlegungen zur weiteren Entwicklung zu einem domänenunabhängigen Transformationsmodell angestellt.

## 1. Einleitung

Krankenhäuser stehen zunehmend unter dem Druck, einerseits eine Vielzahl von Leistungen anbieten zu müssen und andererseits dieses unter betriebswirtschaftlichen Aspekten (kostendeckend) zu gestalten. Galt es über viele Jahre insbesondere Leistungen durch neue Behandlungsmethoden und -geräte zu verbessern, werden nun unter dem Kostenaspekt zunehmend Prozessabläufe hinsichtlich möglicher Verbesserungen und Einsparungspotenziale untersucht. Dabei weisen Krankenhäuser diverse Eigenheiten auf, denen in der Prozessmodellierung und -optimierung Rechnung getragen werden muss:

1. Krankenhäuser bieten eine Vielzahl von Leistungen an, die wiederum in unterschiedlichen Prozessmodellen abgebildet werden müssen (so fallen zum Beispiel in einem Krankenhaus mit jährlich ca. 20.000 Patienten in einer Notfallaufnahme im Jahr bis zu 2.000 unterschiedliche Diagnosen an, die wiederum dementsprechend geeignete Behandlungspfade, bzw. Prozesse, bedingen);
2. Leistungen sind auf Grund des Fortschritts in Medizin und Technik (Untersuchungsmethoden, -geräte und Therapien) stark veränderlich;

3. die Prozesse sind in einem hoch-dynamischen Umfeld eingebettet und dadurch häufig selbst sehr flexibel (z.B. Reihenfolge bestimmter diagnostischer und therapeutischer Maßnahmen in Abhängigkeit von verfügbaren Ressourcen)

Trotz dieser Dynamik folgen doch in der Regel Handlungspfade bestimmten Diagnosen und weisen damit, bei allen Einschränkungen, eine quasi-Standardisierung auf [LK06]. Desweiteren setzen sich die Behandlungspfade aus Teilprozessen zusammen, die ebenfalls gut standardisiert sind, wie zum Beispiel Röntgen oder Blutwertkontrolle. Das eröffnet die Möglichkeit, trotz erheblichen Aufwandes, zumindest die häufigsten auftretenden Behandlungspfade und Abläufe zu modellieren und gegebenenfalls zu verbessern. Um den Aufwand der Prozessmodellierung zu senken, werden heute Prozesse von Behandlungspfaden zusammengefasst, die auf unterschiedlichen jedoch ähnlichen Diagnosen beruhen. So wird für die Modellierung z.B. nicht zwischen den diversen Arten der Fraktur unterschieden, sondern auf Grund der starken Ähnlichkeit in der Behandlung und Diagnose ausschließlich ein Prozess „Fraktur“ modelliert. Auch stellte sich heraus, dass im vorliegenden Fall eines Thüringer Krankenhauses ca. 50 Diagnosen über 67% aller behandelten Fälle in der Notfallaufnahme ausmachen. Ein ähnliches Verhältnis ist im gesamten Krankenhausbereich zu beobachten. Das führt dazu, dass bei der Modellierung zum Zweck der Simulation bzw. der Prozessoptimierung auf die Mehrzahl der Behandlungspfade wegen ihres seltenen Auftretens verzichtet werden kann und nur die wichtigsten Diagnosen mit zugehörigen Behandlungspfaden modelliert werden müssen.

## **2. Modellierung und Simulation**

Ein Schwerpunkt der Untersuchung von Abläufen im Krankenhaus liegt auf der Prozessgestaltung und Steuerung logistischer Abläufe bei der Erstellung von Leistungen am Patienten [Br99]. Dabei dient die Prozessmodellierung der Beschreibung des Verhaltens eines realen Systems und, daraus abgeleitet, der Möglichkeit Rationalisierungspotenzial zu identifizieren [BS04, 107]. Für die Patienten im konkreten Anwendungsfall sollten vor allem Wartezeiten verkürzt werden, da langes Warten in der Notaufnahme eine erhebliche Unzufriedenheit der Patienten und in der Folge eine negative Imagewirkung für das Krankenhaus zur Folge hatte. Daneben bestand im betroffenen Krankenhaus der Wunsch, Möglichkeiten der Kosteneinsparung durch die Verbesserung von Prozessabläufen zu realisieren. Aufgrund der vielschichtigen zeitlichen, inhaltlichen und kommunikativen Abhängigkeiten zwischen einzelnen Prozessen [Ha02] ist diese Aufgabe jedoch in Krankenhäusern generell äußerst komplex. Die Simulation stellt hierzu ein geeignetes Hilfsmittel dar. Ein erster Schritt zur Verbesserung bestehender Abläufe ist die Erhebung und Dokumentation der Geschäftsprozesse. Dabei stehen häufig andere Zielsetzungen als für die spätere Simulation im Vordergrund und folglich sind die für die Prozessmodellierung entwickelten Methodiken auch weitgehend unabhängig von dem Wunsch entstanden, Abläufe konkret zu simulieren. Daraus können methodische Probleme bei der Entwicklung eines Simulationsmodells erwachsen. So geht es auf der Prozessmodellierungsebene primär um Prozesstransparenz, kürzere Einarbeitungszeiten für neue Mitarbeiter oder die Vorbereitung einer Zertifizierung nach DIN ISO 9000 ff. Eine anerkannte Methode zur

Modellierung von Geschäftsprozessen in Unternehmen stellen die erweiterten Ereignisgesteuerten Prozessketten (eEPK) dar, die auch im vorliegenden Fall des Thüringer Krankenhauses im Rahmen der Ist-Aufnahme von Prozessen der Notfallambulanz eingesetzt wurden.

Die Nutzung vorhandener Modelle von Geschäftsprozessen in Unternehmen minimiert den Aufwand der Modellerstellung für eine Simulationen erheblich. Dabei ist jedoch ein wichtiger Unterschied zwischen Geschäftsprozess- und Simulationsmodell zu berücksichtigen: der aus dem Modellierungsziel folgende unterschiedliche Abstraktionsgrad [NRS03, 450]. Während mittels eEPK Unternehmensprozesse häufig sehr detailliert abgebildet werden, benötigt die Simulation einen höheren Abstraktionsgrad hinsichtlich der einzelnen Abläufe bzw. Funktionen, aber einen erheblich höheren Detailierungsgrad in Bezug auf quantitative Größen, wie Zeiten, Kosten, Verteilung, Wahrscheinlichkeiten oder die Anzahl von Objekten und Ressourcen aus der Realwelt.

Dies bedingt, dass einerseits nicht alle Informationen, die mit Hilfe der Prozessmodelle in Unternehmen erfasst und modelliert wurden relevant für ein Simulationsmodell sind und andererseits teilweise zusätzliche quantitative Größen erhoben werden müssen, die in der Regel für die Modellierung mittels eEPK nicht notwendig sind. Hier ergeben sich Schwierigkeiten bei der Überführung der Modelle. Das in diesem Papier vorgestellte Vorgehen mittels eines intermediären Transformationsmodells soll helfen, vorliegende oder leicht zu erhebende Informationen in Form von Prozessmodellen über einen Zwischenschritt leichter in Simulationsmodelle umzusetzen. In der Literatur lassen sich verschiedene, oft eher pragmatische Ansätze solcher Modelltransformationen finden [VB02] [MN04] [Re07]. Dabei wird häufig eine XML-Schnittstelle genutzt, um das ursprünglich Prozessmodell aus einem Modellierungswerkzeug wie ARIS<sup>TM</sup> zu exportieren und anschließend in die Simulationsumgebung zu integrieren. Nachteil aller dieser Ansätze ist der Versuch, das Prozessmodell möglichst genau und damit unverändert in eine andere Modellform zu überführen. Diese Vorgehensweise ist jedoch, je nach vorliegendem Ursprungsmodell und damit verbundenen Zielsetzungen, oft nicht adäquat.

Im Folgenden wird ein Konzept vorgestellt, wie als eEPK vorliegende Prozessmodelle mit Hilfe einer grafisch-deskriptiven Modellierungssprache über die Zwischenstufe eines Transformationsmodells in ein Simulationsmodell überführt werden können.

### **3. Transformationsmodell**

Grundsätzlich soll das Transformationsmodell zukünftig domänenunabhängig gestaltet werden, wurde aber bei der ersten Entwicklung für eine Problemstellung im Krankenhausbereich entworfen und hat demnach noch eine stark domänenspezifische Ausrichtung.

Die hier zugrunde liegende Krankenhausdomäne bedingt einige Besonderheiten, die in der Modellierung und Simulation beachtet werden müssen. So wurde u.a. im Simulationsmodell berücksichtigt, dass zu bestimmten Zeitpunkten ein Raumwechsel

des Patienten stattfindet und dass der Aufenthalt eines Patienten in einem bestimmten Raum wesentlich von der Art der Erkrankung (Patiententyp) abhängig ist. Weiterhin wurden, um den Gegebenheiten des verwendeten Simulationswerkzeuges Rechnung zu tragen, Raumgruppen definiert, die mindestens zwei Untersuchungsräume umfassen. Generell lassen sich Räumlichkeiten oder Ressourcen, wie z.B. Röntgengeräte etc., mit Hilfe der eEPK nur ungenügend abbilden. Diese sind aber in der Regel essentieller Bestandteil und Grundlage für ein Simulationsmodell.

Weiterhin ist eine feingranulare Abbildung von Prozessschritten in Simulationsmodellen nicht notwendig. Beinhaltet z.B. der Vorgang des Röntgen diverse Prozessschritte (z.B. Röntgenscheinprüfung, Patienten vorbereiten etc.) ist es im Simulationsmodell unter Umständen ausreichend, diese Schritte zu einem aggregierten Prozess zusammenzufügen, der mit der Gesamtzeit und den Kosten beschrieben ist. So werden folglich bei der Überführung der eEPK in das Simulationsmodell Aggregationen notwendig.

Bezeichnung	Kurzbeschreibung <i>(kursiv: Kann-Bestandteil)</i>	Grafische Notation	Kurzbeschreibung <i>(kursiv: Kann-Bestandteil)</i>
Titel-Symbol	Gibt den Namen des Patiententyps Dienstprozesses an		
QuellenSymbol	Bildet eine Quelle ab ZAZ (Zwischenankunftszeit) in Stunden		
Raum-Symbol	Bildet einen Raum eine Raumgruppe ab <i>Bedienzeit in Minuten</i> Zum Eintrittszeitpunkt gerufene Ressourcen Zum Austrittszeitpunkt freigegebene Ressourcen		<i>Wahrscheinlichkeit für die Durchführung des einzelnen Pfades</i>  <i>Hilfsvariable zur Identifizierung der Verzweigungen für die spätere Simulation (Buchstabe – für Wahrscheinlichkeiten, Zahl – bei Bedienzeiten)</i>
Dienstprozess Symbol	Bildet einen Verweis auf einen Dienstprozess ab		
Patiententyp Symbol	Bildet einen Verweis auf einen Patiententyp ab		
Teilprozess Symbol	Bildet einen Verweis auf einen Teilprozess ab.		

Abbildung 1: Grafische Notation zum Transformationsmodell

Auch existiert z.B. bei der Behandlung von Patienten eine große Variationsbreite, die sich in vielfachen Verzweigungen von Behandlungspfaden manifestieren und so nur schwer in Simulationsmodellen abbilden lassen. Für die Zwecke der Simulation können hier Tätigkeiten aggregiert betrachtet und somit der Abstraktionsgrad erhöht werden.

Daneben können Eigenheiten des Simulationswerkzeuges zu Anpassungsbedarf führen. Weiterhin werden in einer Prozesssimulation im Wesentlichen nur zeitkritische Prozessschritte betrachtet, was wiederum dazu führt, dass nur diese im Simulationsmodell abgebildet werden müssen. Aus diesen Überlegungen resultiert die Idee, das ursprüngliche Prozessmodell erst über den Zwischenschritt eines Transformationsmodells in das spätere Simulationsmodell zu überführen. Dieses Vorgehen hat desweiteren den Vorteil, dass bei der Überführung einer eEPK in das Transformationsmodell der Bedarf nach einer zusätzlichen Quantifizierung von Parametern deutlich wird. Abbildung 1 zeigt die hier vorgeschlagene Symbolik einer grafischen Notation des Transformationsmodells, die nachfolgend näher erläutert wird.

Bezeichnung	Kurzbeschreibung <i>(kursiv Kann-Bestandteil)</i>	Grafische Notation	Kurzbeschreibung <i>(kursiv Kann-Bestandteil)</i>
Senken-Symbol	Bildet eine Senke ab.		Wahrscheinlichkeit für die Durchführung des einzelnen Pfades  Hilfsvariable zur Identifizierung der Verzweigungen für die spätere Simulation
Raumgruppen-Symbol	Angabe einer Raumgruppe		
Notiz-Symbol	Notiz		
Variablen-Symbol	Schnittstelle (z.B. Dateinamen) zu externen Daten		
Verzweigungs-Symbol	Verzweigung		
Patientenfluss-Symbol	Kante, dient zur Darstellung des Patientenflusses		

Abbildung 2 (Fortsetzung): Grafische Notation zum Transformationsmodell

Die *Quelle* im Transformationsmodell entspricht dem Auslöseereignis einer eEPK und eine Senke dem Endeereignis. Im Unterschied zu einer eEPK<sup>1</sup> ist zu erkennen, dass in den einzelnen Elementen die für die Simulation notwendigen Wahrscheinlichkeiten und Zeiten (minimale bzw. maximale Durchlauf- respektive Behandlungszeit) hinterlegt sind. Patienten können in *Patiententypen* zusammengefasst modelliert werden. Darunter sind Patienten zu verstehen, die eine spezifische Diagnose aufweisen und dementsprechend einem gemeinsamen (aggregierten) Behandlungspfad folgen.

Weiterhin beinhaltet die Notation *Raumgruppen*, denen verschiedene *Räume* und auch Personen (Stellen) zugeordnet sind. Die Modellierung mittels Raumgruppen erfolgt bei alternativen Räumlichkeiten, wenn deren Wahl keinen Einfluss auf Ablauf oder Zeiten im Modell hat - z.B. wenn unterschiedliche Behandlungsräume existieren, die nur geringfügige Unterschiede aufweisen. Raumgruppen können in Abhängigkeit von der Anwendungsdomäne als Ressourcen (z.B. Geräte) uminterpretiert werden. Raumgruppen werden in Abhängigkeit zum konkreten Behandlungspfad modelliert, d.h. auf Räume die im Verlauf einer Behandlung nicht genutzt werden, wird in der Modellierung verzichtet.

Die Prozessmodellierung mittels eEPK erfolgt meist hierarchisch vom Grobprozess hinunter bis zur detaillierten Darstellung der einzelnen Prozessschritte. Dabei werden Teilprozesse, die in verschiedenen Prozessen benötigt werden, nur einmal modelliert und dann auf diese verwiesen. In der hier betrachteten Krankenhausdomäne wird beispielsweise der Teilprozess Röntgen bei unterschiedlichsten Erkrankungen und Diagnosen benötigt.

Im Transformationsmodell wird dieser Teilprozess als *Dienstprozess* bezeichnet. Demgegenüber versteht man unter *Teilprozessen* im Sinne des Transformationsmodells spezielle medizinische Behandlungspfade, die wiederum Bestandteil eines generellen Behandlungspfades eines Patienten sind und auf Grund ihrer Komplexität (Vielfalt an diagnostischen und/oder therapeutischen Mitteln) separat abgebildet werden.

Mit Hilfe des *Variablen-Symbols* wird die Schnittstelle zu externen Daten abgebildet. Im unten beschriebenen Beispiel wird dieses Symbol verwendet, um auf Dateien (Schnittstellen) verweisen zu können, die Daten über die Anzahl und Häufigkeit bestimmter Erkrankungen enthalten.

### **Beispiel:**

Im Folgenden wird exemplarisch die Überführung einer eEPK in das Transformationsmodell dargestellt. In Abbildung 3 ist der Patiententyp Schnittverletzung in einer eEPK dargestellt und in Abbildung 4 der dazugehörige Ausschnitt des Transformationsmodell (jeweils durch Umrandung verdeutlicht). Nach der Anmeldung und Wartezeit betritt der Patient Untersuchungsraum 1 - in Abbildung 4 ein Teil der Raumgruppe 3, die weiterhin auch Behandlungsraum 2 und 3 umfasst. Im eEPK-Prozessmodell von Abbildung 3 sind

---

<sup>1</sup> Den Autoren ist bewusst, dass z.B. in ARIS die Möglichkeit besteht, quantitative Größen zur Beschreibung der einzelnen Elemente zu hinterlegen, die jedoch in der Regel in der grafischen Darstellung nicht ersichtlich sind.

weitere Räumlichkeiten aufgeführt (z.B. Reanimationsraum), die aber nicht dem Dienstprozess „Schnittverletzung“ zugeordnet sind und deswegen auch nicht Bestandteil des Transformationsmodells zu diesem Prozess sind.

Die beiden Zweige der eEPK „stark blutende Wunde“ und „nicht stark blutende Wunde“ lassen sich in jeweils einer Raumgruppe aggregieren. Dadurch wird Komplexität, die für die Simulation irrelevant ist, reduziert. Die in der eEPK abgebildeten XOR-Verzweigungen werden dagegen direkt in das Transformationsmodell überführt. Auch die in der eEPK ersichtlichen Personen (Chirurg, Pflegekraft) sind ebenso Bestandteil des Transformationsmodell und dort der Raumgruppe 3 zugeordnet. Weiterhin ist ersichtlich, dass die Wahrscheinlichkeiten der Belegung der Behandlungspfade (25:75 %) direkt aus der eEPK übernommen wurden. Der Dienstprozess Anmeldung ist dagegen in einem eigenständigen Transformationsmodell abgebildet.

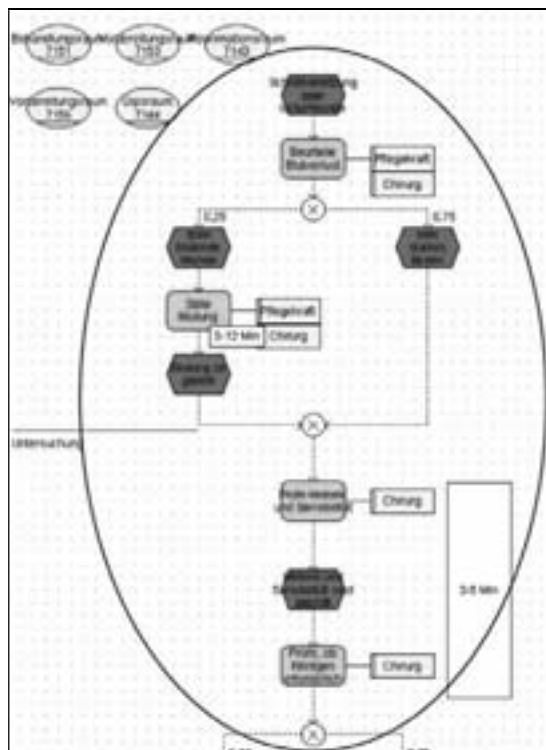


Abbildung 3: eEPK Patiententyp Schnittverletzung – Ausschnitt

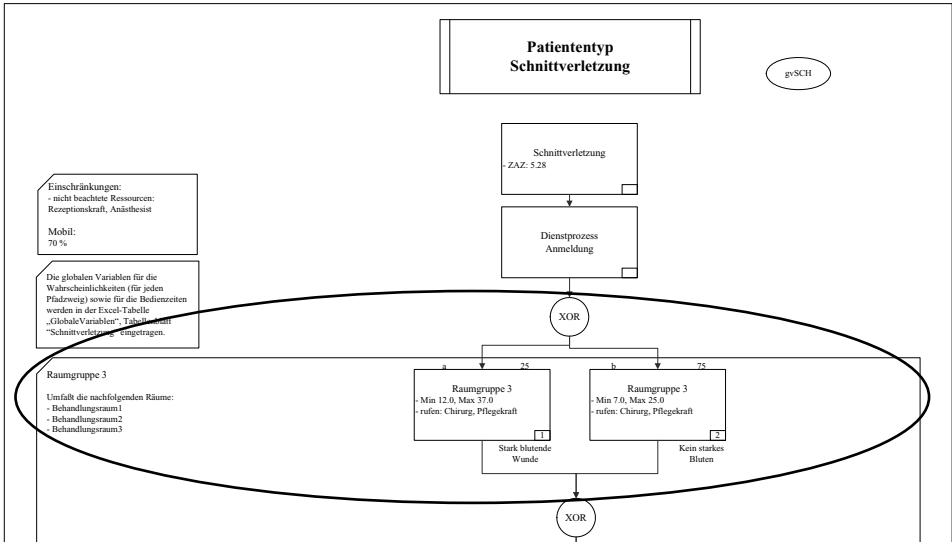


Abbildung 4: Transformationsmodell: Patiententyp Schnittverletzung – korrespond. Ausschnitt

Auf Basis des Transformationsmodells erfolgt anschließend die Modellierung der Abläufe im Simulationswerkzeug. Der wesentliche Vorteil liegt in der nun erreichten direkten Überführbarkeit in das Simulationsmodell. Insgesamt kann man die eEPK als Instrument zur detaillierten Abbildung der Krankenhausprozesse auf Fachkonzeptebene betrachten. Auf DV-Konzeptebene wird die eEPK in das Transformationsmodell überführt um anschließend auf der Implementierungsebene in einem Simulationswerkzeug abgebildet zu werden.

#### 4. Ergebnisse

Das Transformationsmodell wurde im Rahmen der Prozessoptimierung einer Notfallaufnahme entwickelt. Die Prozesse wurden nach der Erhebung zunächst mittels eEPK abgebildet. Anschließend erfolgte die Überführung in das Transformationsmodell und dann die Abbildung im Simulationswerkzeug. Selbst bei einem so abgegrenzten und vergleichsweise übersichtlichen Bereich wie der Notfallaufnahme eines Krankenhauses entstehen, z.B. aufgrund zahlreicher Ablaufvarianten, in der Modellierung bereits komplexe eEPKs. Im Projektverlauf konnte außerdem festgestellt werden, dass die eEPK-Modelle eine sehr unterschiedliche Akzeptanz erfuhren. Dies war neben der Komplexität des Szenarios ein weiterer Grund für die Abbildung in einer Simulation, um grafisch animierte Abläufe modellieren zu können. Das Transformationsmodell erwies sich dabei als wirksames Werkzeug bei der Aggregation der Prozesse und vor allem bei der Identifizierung fehlender quantitativer Daten für die Simulation. Die generelle Nützlichkeit des Vorgehens über ein Transformationsmodell konnte daher im beschriebenen Projekt beispielhaft gezeigt werden. Weiterentwicklungspotenzial besteht insbesondere in einer zukünftig stärker formalen, möglichst regelgestützten



Vorgehensweise zur Transformation der Prozessmodelle in ein Simulationsmodell. Dieser Vorgang trägt derzeit noch zu stark subjektive Züge.

Die Modellierung im Simulationswerkzeug erwies sich aus verschiedenen Gründen als schwierig. Beispielsweise sind die verwendeten Werkzeuge für andere Anwendungsdomänen ausgelegt (vor allem für die Simulation von industriellen Anlagen, Produktion und Logistik), was eine Simulation von Prozessen im Allgemeinen und im Krankenhausumfeld im Speziellen erschwert. Zum Beispiel bestand keine Möglichkeit, eine Ressource, die in einem Prozess gebunden war, aus diesem Prozess herauszulösen. So konnte also keine medizinische Fachkraft, die z. B. einen leichten Notfall behandelte, diese Behandlung unterbrechen, um einen akuten Notfall zu versorgen. Solche Probleme ließen sich häufig nur über Eingriffe in die Programmierung oder Hilfskonstrukte lösen.

Im Ergebnis entstand ein Ist-Modell der Notfallaufnahme, welches vor allem erste Optimierungspotenziale hinsichtlich räumlicher Veränderungen, respektive Erweiterungen nahelegte. Desweiteren wurden verschiedenen Abläufe umgestaltet, die zwar nicht auf Erkenntnissen des Simulationsmodells beruhten, jedoch an diesem ebenfalls nachvollzogen werden konnten.

Die Optimierungsphase des Projektes ist noch nicht abgeschlossen, insofern sind weitere Ergebnisse, insbesondere in der Optimierung der Abläufe zu erwarten. Von der Fachseite wurde jüngst ein verstärkter Bedarf an Prozessmodellen und auch der Optimierung von weiteren Abteilungen signalisiert.

## 5. Zusammenfassung und Ausblick

Das hier vorgeschlagene Transformationsmodell stellt als modelltechnischer Zwischenschritt ein wirksames Konzept dar, Prozessmodelle durch geeignete Vereinfachungen und Aggregationen in ein Simulationsmodell zu überführen. Das Verfahren verlangt vom Modellierer eine aktive kreative Gestaltung. Es basiert also nicht auf strengen formalen Regeln zur Überführung einer eEPK in ein Transformationsmodell. Es unterstützt den Modellierer vielmehr vor allem durch die Möglichkeit eines grafisch-visuellen Zwischenschrittes bei der Vereinfachung der eEPK-Modelle für die Nutzung in einem Simulationswerkzeug. Durch dieses Vorgehen können auch sehr komplexe eEPK relativ leicht in Simulationsmodelle übertragen werden. Außerdem lassen sich für die Simulation wichtige quantitative Parameter, die so in der eEPK nicht hinterlegt sind, abbilden. In zukünftigen Arbeiten sollen Regeln gestaltet werden, die den Entwurf des Transformationsmodells formal unterstützen und somit dessen Gestaltung auf eine objektivere Grundlage stellen.

Das Transformationsmodell wurde bislang in der Krankenhausdomäne an zwei *ereignisorientierten* Simulationswerkzeugen<sup>2</sup> (Enterprise Dynamics™ und Plant Simulation™) angewendet. Damit ist das Modell nicht an ein bestimmtes Werkzeug

---

<sup>2</sup>Bei ereignisorientierten Simulationswerkzeugen wird der Simulationsfortschritt durch Ereignisse ausgelöst.

gebunden. Die Eignung des Transformationsmodells für ein *prozessorientiertes* Simulationswerkzeug (z.B. Arena™) wird derzeit geprüft. Der Vorteil der prozessorientierten Simulation liegt in der Möglichkeit der Simulation von Workflows, ohne dass Ereignisse den jeweils nächsten Simulationsschritt auslösen müssen, sondern einfach zeitliche Abfolgen abgebildet werden können.

Bislang ist die Modell-Symbolik noch stark von der Anwendungsdomäne Krankenhaus geprägt. Überlegungen und erste Versuche, in anderen Domänen (Logistik) Prozessmodelle in Transformationsmodelle zu überführen, bestätigen, dass die Anwendbarkeit des Transformationsmodells nicht allein auf den medizinischen Sektor beschränkt ist. Zukünftig soll das Konzept auf weitere Domänen, Prozesse und Simulationswerkzeuge übertragen werden, um daraus einen generischen Ansatz der Überführung von Prozessen in Simulationen zu entwickeln.

Da die Überführung eines Prozessmodells in ein Transformationsmodell nicht auf einem strengen regelbasierten, mathematischen Verfahren beruht, ist eine automatisierte, werkzeuggestützte Transformation bislang nicht möglich. Jedoch werden gegenwärtig Überlegungen angestellt, inwieweit die Modellierung des Transformationsmodells durch Werkzeuge unterstützt werden kann und wie sich die entstandenen Modelle über entsprechende Schnittstellen automatisiert in Simulationsumgebungen überführen lassen. Weiterhin soll die grafische Notation des Modells zukünftig noch besser gestaltet werden.

## Literaturverzeichnis

[Br99] Brettel, M.: Krankenhauslogistik. In: Weber, J.; Baumgarten, H. (Hrsg.): Handbuch Logistik: Management von Material- und Warenflußprozessen. Schäffer-Poeschel, Stuttgart 1999, S. 764-774.

[BS04] Becker, J.; Schütte, J.: Handelsinformationssysteme. Redline Wirtschaft. Frankfurt/M., 2004.

[Ha02] Haubrock, M.; Schär, W. (Hrsg.): Betriebswirtschaft und Management im Krankenhaus. 3. Aufl., Huber, Bern, 2002.

[LK06] Lohfert, C.; Kalmár, P.: Behandlungspfade: Erfahrungen, Erwartungen, Perspektiven. In: Der Internist 47(2006)7, S. 676-683.

[MN04] Mendling, J.; Nüttgens, M.: Transformation of ARIS Markup Language to EPML. In: Nüttgens, M. (Hrsg.); Rump, F. J. (Hrsg.): Proceedings of the 3rd GI Workshop on Event-Driven Process Chains (EPK 2004). Luxemburg: GI e. V., 2004, S. 27-38.

[NRS03] Neumann, S.; Rosemann, M.; Schwegmann, A.: Simulation von Geschäftsprozessen. In: Becker, J.; Kugeler, M.; Rosemann, M.: Prozessmanagement. Springer Verlag, Berlin, 2003, S. 449-468.

[Re07] Reiter, C.: Business Process Model Converter (BPMC) : Unternehmensübergreifende BPM Plattform für ein integriertes GPM. [http://download.microsoft.com/download/e/f/9/-ef961d71-9570-449e-905a-87d49ec28c01/HRW\\_BPMC\\_2004011.ppt](http://download.microsoft.com/download/e/f/9/-ef961d71-9570-449e-905a-87d49ec28c01/HRW_BPMC_2004011.ppt), Abruf am 26.04.2007.

[VB02] Vad, J.; Beer, D. G.; Heinrich, T. ; Huhnt, W.: Werkzeuge zur Planung der Planung. In: 14. Forum Bauinformatik. Düsseldorf : VDI, September 2002, S. 197 204.