

# **KOSTENEFFIZIENZ IM KRANKENHAUS – PROZESSKOSTENANALYSE UND PROZESSINTEGRATION AM BEISPIEL DER ESSENS- UND ARZNEILOGISTIK**

Lux T<sup>1</sup>, Amirie S<sup>2</sup>, Bartsch P<sup>1</sup>; Meinecke S<sup>2</sup>, Meise T<sup>3</sup>, Wagner A<sup>1</sup>

## ***Kurzfassung***

*Das viele Krankenhausprozesse veraltet und an die heutigen gesetzlichen und technologischen Gegebenheiten nicht mehr angepasst sind, gilt mittlerweile als erwiesen. Dieses Papier fokussiert die Essens- und Arznei-logistik im Krankenhaus und stellt zwei bereits laufende Projekte vor, die im Ergebnis sowohl eine Kostenreduktion als auch die Erhöhung von Behandlungsqualität und Patientensicherheit im Krankenhaus ermöglichen. Diese Ziele werden durch eine integrierte IT-Umgebung verwirklicht. Der Beitrag liefert einen Überblick über die Ausgangssituation, betrachtet die Wirtschaftlichkeit von Prozessen im Krankenhaus, gibt Handlungsempfehlungen und stellt die konkreten Ansatzpunkte der beiden skizzierten Projekte kurz dar.*

## ***Abstract***

*The business processes in hospitals nowadays are not up to date and also not economically efficient. This paper focuses on the logistics processes in hospitals and describes two projects, which will not only decrease the costs but also increase the patient safety and nursing quality in hospitals. The project goals will be achieved by using an integrated ICT-environment. This paper gives a quick overview, a look at the efficiency of business processes in hospitals, recommendation proceedings and shows the concrete action points of the two projects.*

***Keywords – Prozesskosten, eHealth-Engineering, integrierte Prozessoptimierung, Supply-Chain, Essenslogistik, Patientensicherheit***

## **1. Zielsetzung**

Das vorliegende Paper gibt einen Überblick über zwei aktuell laufende Projekte – zum einen e-med ppp und zum anderen Hospital Engineering – die angewendete Methodik und auch die Einordnung in den aktuellen Stand der Forschung. Das Ziel beider Projekte ist die Verbesserung der Kosteneffizienz und der Patientensicherheit im Krankenhaus. Dies wird durch den Einsatz von integrierten IT-Systemen nach vorhergehender Prozessanalyse und –Verbesserung erreicht. Der nachfolgende Beitrag liefert einen Überblick über die Ausgangssituation, betrachtet die Wirtschaftlichkeit von Prozessen, gibt Handlungsempfehlungen und stellt die konkreten Ansatzpunkte der beiden skizzierten Projekte kurz dar.

---

<sup>1</sup> Competence Center eHealth Ruhr, Ruhr-University Bochum, Germany, [www.ccehr.de](http://www.ccehr.de)

<sup>2</sup> Fraunhofer Institut für Software und Systemtechnik ISST, Germany, [www.isst.fraunhofer.de](http://www.isst.fraunhofer.de)

<sup>3</sup> Fraunhofer Institut für Materialfluss und Logistik IML, Germany, [www.iml.fraunhofer.de](http://www.iml.fraunhofer.de)

## 2. Die Prozesslandschaft im Krankenhaus

Logistikprozesse im Gesundheitswesen und insbesondere derer bei der Versorgung von Patienten im Krankenhaus mit Medikalprodukten und Pharmazeutika sind gekennzeichnet durch Schnittstellen und Systembrüche. Ursächlich dafür sind differente und nicht-integrierte Systeme der verschiedenen Akteure, der Einsatz nicht-standardisierter Kennzeichnungs- und Identifizierungsverfahren und auch die Nutzung individueller Stammdaten. Kosten- und Effizienzvorteile, welche in anderen Branchen durch Business Process Management selbstverständlich realisiert werden, finden im Krankenhausbereich bislang kaum Anwendung. [7] Wie aus vielen Studien ersichtlich, ist der Handlungsbedarf gerade im Bereich des Gesundheitswesens und des Krankenhauses sehr groß. [12] Zur Verbesserung dieser Situation wurden zwei Projekte initiiert mit dem Ziel, eine geeignete technisch-organisatorische Lösung für einen Beschaffungsprozess zu entwickeln. Die Projektpartner stammen aus allen Bereichen des Beschaffungsprozesses sowie verschiedenen Forschungseinrichtungen. Weiterhin wird in den Projekten ein wichtiger Fokus auf die Medikationssicherheit und damit indirekt auf die Patientensicherheit gelegt. Zwei Ziele der Projekte sind hierbei zum einen die Verbesserung der Prozesstransparenz und der Wirtschaftlichkeit von Beschaffungsprozessen im klinischen Bereich, zum anderen auch die Steigerung der Patientensicherheit, was indirekt wieder die Wirtschaftlichkeit der Klinik erhöht. [4] Viele ähnliche Projekte blieben bislang erfolglos, da der Fokus oft nur auf ausgewählten Prozessen der Supply Chain lag und keine Koordination mit anderen Akteuren stattfand. Innerhalb der Projekte sind daher alle Akteure der betroffenen Prozesse – vom Hersteller bis zum Patienten – wie auch konkrete Projektziele, die Patientensicherheit betreffend, integriert. Dieser ganzheitliche Betrachtungsansatz und die breite Aufstellung der Projektpartner sind in diesem Arbeitsbereich bisher neu.

## 3. Supply Chain Management

Aus der elektronischen Vernetzung der Beschaffungskette im Sinne des eProcurement-Ansatzes resultieren bessere Informationsmengen, verbesserte Abläufe und neue Geschäftsmodelle. Ziel ist ein effizienter Beschaffungsprozess im Krankenhaus. Wichtige Voraussetzung für die Umsetzung dieser Effizienzpotenziale ist die Anwendung des Supply Chain Management. Dieses bezeichnet die integrierte prozessorientierte Gestaltung, Planung, Steuerung und Kontrolle der Güter-, Informations- und Geldflüsse entlang der gesamten Wertschöpfung vom Kunden bis hin zum Rohstofflieferanten. Bei der Anwendung auf das Krankenhaus handelt es sich beim „Kunden“ in letzter Instanz um den Patienten, der z.B. ein bestimmtes Medikament benötigt und bei dem Rohstofflieferanten um die Hersteller von Medikamenten und Medikalprodukten. [9] Supply Chain Management beschreibt dabei die aktive Gestaltung aller Prozesse, um Kunden, hier also Krankenhäuser und in der letzten Stufe den Patienten als Kunden im Krankenhaus, wirtschaftlich mit Produkten, Gütern und Dienstleistungen zu versorgen. Die ärztliche oder pflegerische Tätigkeit am Patienten unter Verwendung von Medikalprodukten und Medikamenten, wie eine Operation oder ein Verbandswechsel auf der Station, kann dabei als Dienstleistung angesehen werden.

## 4. Das Projekt „e-med ppp“

Das Projekt „e-med ppp - Elektronische Optimierung der Logistik-Wertschöpfungsketten und Patientensicherheit in Krankenhäusern“<sup>1</sup> hat ein Gesamtvolumen von 5.1 Mio. Euro und wird zu 50 Prozent aus Mitteln des Landes NRW im Rahmen der Ziel2-Förderung und durch die europäische Union (EFRE-Mittel) gefördert. Ziel des Projektes ist die „Optimierung“ der

---

<sup>1</sup> <http://www.e-medppp.de>

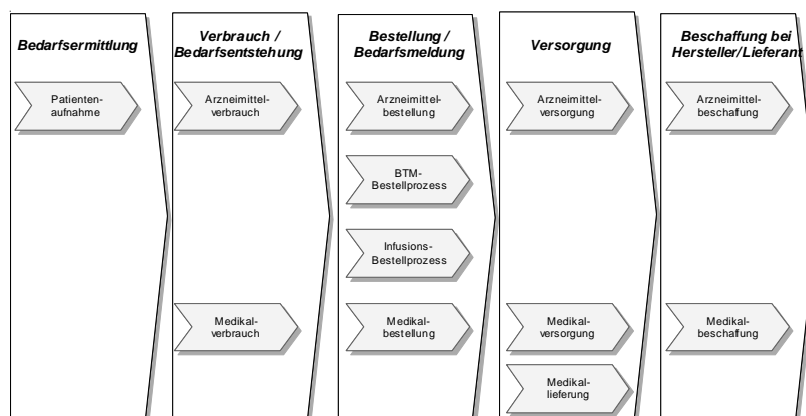
Versorgungskette von Medikalprodukten und Medikamenten vom Hersteller bis zum Patienten. Dabei handelt es sich um ein Gemeinschaftsprojekt von Partnern aus Wissenschaft, Industrie, Handel, Logistik und Anwendungspartnern (Krankenhäusern). Ein wesentlicher Fokus des Projektes ist damit das Lieferketten- bzw. Wertschöpfungskettenmanagement (Supply Chain Management) von Medikamenten und Medikalprodukten innerhalb eines Krankenhauses.

Dabei sollen durch ein effizientes Bestellmanagement Lagerhaltungs- und Transportkosten reduziert werden. Weiterhin sollen Liegezeiten, soweit möglich, vermieden werden. Durch die Unterstützung des gesamten Prozesses mit Informations- und Kommunikationssystemen ist eine Verbesserung der Termintreue und insbesondere die Verbesserung des zwischenbetrieblichen Informationsstands über entstehende Störungen in der Logistikkette zu erwarten. Ein weiteres wichtiges Ziel ist die Verbesserung der Medikationssicherheit. Laut anerkannter Studien ist die Anzahl an Fehlmedikationen im Gesundheitsbereich und insbesondere im Krankenhaus erheblich. [11] Fehlerquellen hierfür sind: Verwechseln (falsches Medikament oder falscher Patient), Verrechnen (falsche Dosierung), Verschreiben (Fehler in der Verordnung des Arztes oder Übertragungsfehler), Verlesen (Lesefehler bei der Verordnung), Verhören (bei mündlich angeordneter Medikation) oder Vergreifen (Fehlausewahl eines Medikaments oder Fehlstellung am Patienten). Darüber hinaus sind Kontraindikationen mit weiteren Medikationen eine häufige Fehlerquelle. Ziel des Projektes ist es, die Risiken der Medikation zu verringern, beispielsweise durch den Einsatz eines CPOE-Systems (Computerized Physician Order Entry). Weiterhin sind eine verursachungsgerechte Kostenzuordnung der Medikation und Medikalprodukteversorgung auf einen Patienten derzeit nur mit einem sehr hohen manuellen Aufwand möglich, z.B. durch Nachbetrachtung und Auswertung der Medikationslisten. Durch die IT-technische Unterstützung des Prozesses sind auch hier Verbesserungen realisierbar. Weiterhin ist die Übertragbarkeit auf andere Krankenhäuser und deren Partner ein wichtiges Projektziel. Eine Referenzlösung soll geschaffen werden, welche sowohl von der technischen Seite her, also Schnittstellen zu bestehenden Systemen, als auch von der Organisation der internen und externen Prozesse möglichst offen und übertragbar ist.

Ausgangspunkt der Betrachtung ist die Analyse der aktuellen Ist-Situation. Dies umfasst die Betrachtung der gesamten logistischen Prozesskette vom Hersteller bis zum Patienten.

Zu der Betrachtung der logistischen Prozesskette gehört eine Analyse des physischen Warenflusses mit seinen jeweiligen Besonderheiten, der Daten in der Logistikkette, der Kennzeichnungs- und Identifikationsstandards, der bereits vorhandenen IT-Unterstützung der Prozesse, der Transaktionsprozesse sowie der krankenhausspezifischen Besonderheiten.

Eine Wertschöpfungskette bezüglich des Verbrauches von Arzneimitteln bzw. Medikalprodukten und auch der Versorgung mit Arzneimitteln bzw. Medikalprodukten stellt ein geeignetes Übersichtsmodell dar. Die Wertschöpfungskette visualisiert den Weg, den Arzneimittel- bzw. Medikalprodukte in allen Prozessabläufen durchlaufen. Wie in *Abbildung 1* dargestellt, kann die Wertschöpfungskette in fünf Bereiche unterteilt werden. Geeignete Analysebereiche (Stationen/Funktionsbereiche) wurden mit allen beteiligten Partnern ausgewählt, analysiert und modelliert.



**Abbildung 1: Wertschöpfungskette der Supply Chain eines Krankenhauses**

Neben der Analyse der Verordnungs- und Verbrauchsprozesse der Arzneimittel- und Medikalprodukte gehört die „Optimierung“ der internen und externen Arbeitsabläufe zu den Projektzielen. Dies erforderte eine Erfassung und Untersuchung der aktuellen Ist-Zeitgrößen und Häufigkeiten vor Ort. Dabei geschah die Erfassung anhand mobiler Zeiterfassungsgeräte.<sup>1</sup> Diese Referenzwerte werden für den Vergleich, vor der Verbesserung der Krankenhausprozesse und nach der Implementierung neuer (DV-gestützter) Prozesse, benötigt.

Als wesentliche Elemente, neben dem Einsatz technischer Innovationen, welche zu einer effizienten, qualitativ hochwertigen und damit sicheren Wertschöpfungskette führen, wurde der Einsatz von Standards zur Verbesserung der Supply Chain und von CPOE-Systemen zur Verbesserung der Medikationssicherheit lokalisiert. Für die Optimierung der Supply Chain ist ein ganzheitlicher Lösungsansatz mit Focus auf die Vernetzung durch Informations- und Kommunikationstechnologie auf Basis von Standards notwendig. Hierbei soll der Wechsel von papierbasierten Prozessen zu einer vollkommen elektronisch vernetzten Beschaffung im Krankenhauswesen entsprechend der Konzepte und Methoden des eProcurement erfolgen. Für die elektronische Vernetzung der Beschaffungskette im Krankenhaus sind Kennzeichnungs-, Identifikations- und Kommunikationsstandards für die unterschiedlichen Aspekte und Akteure notwendig, um das Problem der Heterogenität der Organisationen, Informationen, Anwendungen und der IuK-Technologien zu überwinden. [8]

Die elektronische Beschaffung bietet Möglichkeiten durch Disintermediation die Transaktionskosten, insbesondere Informationskosten, zu senken und mehr Transparenz zu schaffen. Informationen nehmen im Supply Chain Management eine Schlüsselrolle ein, da sie alle vergangenen, aktuellen und geplanten Geschäftsabläufe repräsentieren. [1] Der Einsatz von IuK-Technologie und Identifikationsstandards entlang der Supply Chain vereinfacht die Datenerfassung, beschleunigt Routinevorgänge, erhöht die Transparenz sowie die Datenqualität und verbindet Krankenhäuser und Lieferanten in Echtzeit. [6] Identifikations- und Kommunikationsstandards vermeiden Medienbrüche und somit Fehler manueller Bearbeitungsschritte entlang der Supply Chain. So kann zusätzlicher Aufwand durch Fehllieferungen aufgrund falscher Daten eingespart werden. Durch den elektronischen Datenaustausch werden mehr Informationen schneller kommuniziert, so kann die Beschaffungszeit verkürzt werden. Der Beschaffungszyklus von der Bestellung über die Lieferung bis zur Rechnungszahlung läuft schneller ab. Außerdem können der Transport, die Einlagerung und Dokumentation optimiert werden. So kommt es zu einer Verringerung des Produktverfalls und einer verbesserten Lagerplatznutzung. Insgesamt soll die Verweildauer des Medikaments aus Beschaffungssicht minimiert werden. [8]

<sup>1</sup> Eingesetzt wurden die Geräte „Timeboys II“ der Firma Datafox GmbH, Geisa, Deutschland.

Auch die Möglichkeit der Kostenreduktion im gesamten Medikationsprozess spielt eine wichtige Rolle für einen Systemeinsatz. Die Vermeidung inadäquater Verordnungen reduziert die Häufigkeit von unerwünschten Arzneimittelwirkungen und verkürzt insgesamt die Therapiedauer und damit die Liegezeit pro Patient. Die Optimierung der Verordnungs- und Verbrauchsprozesse soll durch die Implementierung eines CPOE-Systems verstärkt werden.

Als ein großer Kostentreiber haben sich im Laufe der Prozesskostenrechnung die Personalkosten herausgestellt. Zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der Prozesse ist es daher unabdingbar, das Pflegepersonal von logistischen Unterstützungsprozessen zu entlastet. Allein durch den Einsatz von spezialisierten Arbeitskräften lassen sich Kostenvorteile gegenüber anderen Krankenhäusern realisieren. Dies lässt sich innerhalb der Soll-Prozesskostenrechnung nachvollziehen. Hier wird deutlich, dass der Einsatz von geeigneten technischen Geräten und Assistenzpersonal die Gesamtkosten des Prozesses verringert.

## 5. Integrierte Arzneimittel- und Speiserversorgung

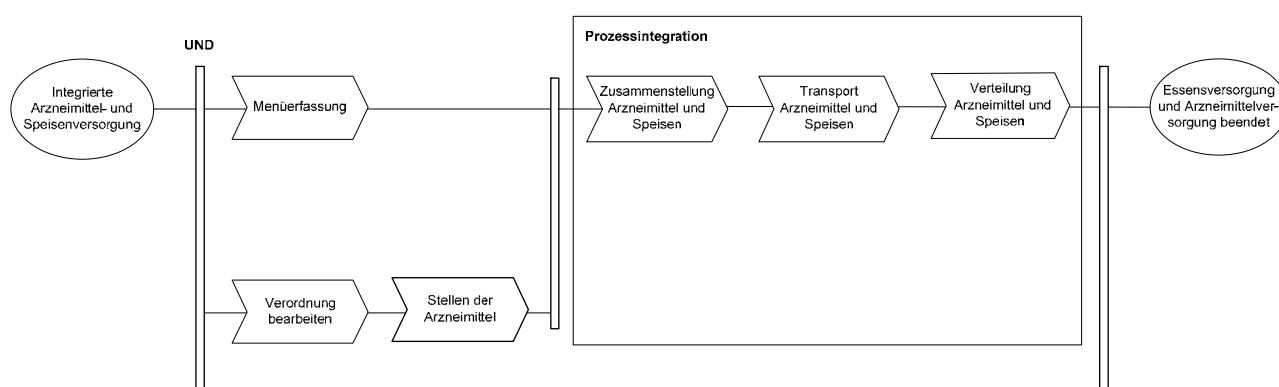
Im Rahmen des *Forschungsprojektes „Hospital Engineering“*<sup>1</sup> soll eine ganzheitliche Bewertung von Innovationen in Krankenhäusern durch eine multiperspektivische Betrachtung auf das Gesamtsystem „Krankenhaus“ geschaffen werden. An dem Gemeinschaftsprojekt, das durch die Landesregierung NRW und den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung mit einem Gesamtvolumen von ca. 4 Mio. Euro gefördert wird, sind die Fraunhofer-Institute für Software- und Systemtechnik (ISST), Materialfluss und Logistik (IML), Umwelt-, Sicherheit- und Energietechnik (UMSICHT) und Mikroelektronische Schaltungen und Systeme (IMS) beteiligt. Das Leitprojekt „Medi2Food“ behandelt die Optimierung von Versorgungsprozessen, deren Leistungspotenzial in Kliniken im Vergleich zu den zumeist effizient realisierten Kernprozessen nicht vollständig ausgeschöpft ist. [10] Das Fraunhofer IML ist aufgrund seiner Erfahrung im logistischen Bereich federführend. Die Art und Weise des Einsatzes von „Pflegekräften“ als personelle Ressource ist dabei zentraler Gegenstand von Optimierungen. Pflegefremde bzw. patientenferne Tätigkeiten überwiegen im klinischen Alltag und führen zu einer Verschiebung der Kernkompetenzen [2]. Aus der Personalunterbesetzung im Pflegebereich und einhergehenden Fehlern innerhalb der Ablauforganisation können Medikationsfehler resultieren, die zu einer Gefährdung der Patientensicherheit führen und sich auf die Erfolgsqualität der Kernprozesse niederschlagen [3]. Um einer optimalen Patientenversorgung gerecht zu werden und den Herausforderungen deutscher Kliniken entgegenzuwirken, lässt sich die im 3. Kapitel dargestellte Prozessverbesserung noch um eine weitere Stufe erhöhen. Der Fokus liegt hierbei auf einer Integration der bisher unabhängigen Versorgungsprozesse. Anhand der Bereiche „Arzneimittelversorgung“ und „Speiserversorgung“ soll im Rahmen des Leitprojektes ein innovatives und integratives Modell unter der optimierten Verwendung von Ressourcen entwickelt und bewertet werden. Zu diesen Ressourcen zählen neben dem gezielten Einsatz von Pflege- und Servicekräften insbesondere konventionelle und neuartige Kommissionier- und Transporttechnologien und IT-Systeme. Letztere umfassen in den betrachteten Szenarien vorrangig CPOE-Systeme und Identifikationstechnologien, die für das Pflegepersonal Informationen über den Patienten bei der Verrichtung der Versorgungstätigkeiten bedarfsgerecht und damit optimal bereitstellen. Innerhalb des Leitprojektes wird eine solche Integration konzeptionell entwickelt und technisch vorbereitet.

Eine anschließend durchgeführte Schwachstellenanalyse zeigte, dass sowohl innerhalb des Speiserversorgungs- als auch des Arzneimittelversorgungsprozesses patientenferne bzw. pflegefremde Tätigkeiten überwiegen. Eine darauf folgende Analyse der Schwachstellen innerhalb dieser Prozesse verdeutlicht, dass vor allem innerhalb des Ablaufs der Arzneimittelstellung

---

<sup>1</sup> [www.hospital-engineering.org](http://www.hospital-engineering.org)

möglicherweise Medikationsfehler entstehen können. Der Einsatz von Unit-Dose-Kommissioniersystemen, als technische Lösung für die bislang manuelle Arzneimittelstellung und die Kompetenzübertragung pflegefremder Tätigkeiten auf ausgebildete Servicekräfte, bietet sich zur Problemlösung an. Um eine Erhöhung der Patientensicherheit zu generieren und dem richtigen Patienten das richtige Arzneimittel, zur richtigen Zeit, in der richtigen Dosis anzubieten, wird CPOE-Software in Kombination mit einer Identifikationstechnologie zur eindeutigen Zuordnung von verordnetem Arzneimittel zu therapierendem Patienten eingesetzt. Die räumliche Lage der Krankenhausküche und -Apotheke ist für die Bündelung der Versorgungsprozesse und den Transport der Güter in vertikaler oder horizontaler Richtung von entscheidender Bedeutung und determiniert das Verfahren und den Zeitpunkt der Integration der beiden Materialströme. Für die Kombination verschiedener Arbeitsabläufe der Versorgungsprozesse und einer wegeoptimalen Strategie ist z.B. der Einsatz von pneumatischen Rohrpost- und Spiralsystemen, Lifts und Rutschen oder fahrerlosen Transportsystemen denkbar.



**Abbildung 2: Soll-Prozess einer integrativen Arzneimittel und Speisensversorgung**

Eine exemplarische und integrative Arzneimittel- und Speisensversorgung wird in *Abbildung 2* dargestellt. Während die „Menüerfassung“ als Ablauf des Speisensversorgungsprozesses zu identifizieren ist, sind die Arzneimittelverordnung und -stellung der Arzneimittelversorgung zuzuordnen. Eine Kombination der „Menüerfassung“ und der Verordnungsbearbeitung ist in Hinblick auf die Patientensicherheit sinnvoll, um mögliche Wechselwirkungen zwischen Arzneimitteln und Speisen auszuschließen. [5] Die Bündelung der Versorgungsprozesse wird durch die Kombination der Zusammenstellung, des Transportes und der Verteilung der Arzneimittel und Speisen gewährleistet. Die Zusammenstellung der Arzneimittel und Speisen erfolgt auf einem mit Barcode versehenen Essenstablett des Patienten, um eine eindeutige Zuordnung der Speisen und Arzneimittel zum Patienten zu gewährleisten.

## 6. Fazit und Diskussion

Der Fokus dieses Papiers lag auf den krankenhausinternen Versorgungsprozessen. Im ersten Schritt wurde ein aktuelles Projekt „e-med ppp“ vorgestellt, welches die Arzneimittel- und Medikalproduktversorgungsprozesse betrachtet und im Ergebnis verbessert. Hier mussten entgegen erster Projektplanungen Abstriche in der Realisierung gemacht werden. So war zunächst eine RFID-basierte Identifikation von Patienten und Medikamenten angedacht, die aber zu einem derzeitigen Stand nicht ökonomisch sinnvoll umgesetzt werden kann. In einer Soll-Prozesskostenrechnung ist gezeigt worden, dass das aus dem Projekt resultierende Fachkonzept zur Verbesserung und Rationalisierung der Versorgungsprozesse im Krankenhaus führt.

In einem zweiten Schritt wurde mit „Medi2Food“ ein weiterführendes und innovatives Vorhaben dargestellt, welches in der Lage ist, die erreichten Ergebnisse noch deutlich zu steigern. Da eine

integrative Arzneimittel- und Speiserversorgung an die krankenhausspezifischen Gegebenheiten anzupassen ist, müssen Sonderfälle in Betracht gezogen werden, die eine Speiserverordnung des Patienten zu einem anderen Zeitpunkt oder Verordnungsanpassungen beinhalten. Für eine konkrete Überführung dieses Konzeptes in die Praxis ist eine ökonomische Bewertung nötig, die zeitnah erarbeitet wird.

## **Literatur**

- [1] Arnold, H., Heege, F., Tüssing, W., Röh, C. 2010. Materialwirtschaft und Einkauf, Grundlagen – Spezialthemen – Übungen. 11. Aufl., Wiesbaden, 2010.
- [2] Blum, K., Pflegefremde und Patientenerne Tätigkeiten im Pflegedienst der Krankenhäuser, Deutsche Krankenhaus Verlagsgesellschaft mbH, Düsseldorf, 2003.
- [3] Buyers, J., White, S., Patient Safety – Principles and Practise, Springer Publishing Company, New York, 2004.
- [4] van de Castle, B., Szymanski, G., Supply Chain Management on Clinical Units, in: Hübner, U., eBusiness in Healthcare, p.197-218, London, 2008.
- [5] CHENG, T., Food-Drug Interactions, International Journal of Cardiology, Volume 6, 2004, S. 392-393.
- [6] Fahrni, FF., Völker, R., Bodmer, C. 2002. Erfolgreiches Benchmarking in Forschung und Entwicklung, Beschaffung und Logistik. München/Wien, 2002.
- [7] Hübner, U. Introduction to eBusiness, in: Hübner, U., eBusiness in Healthcare, p.3-26, London, 2008.
- [8] Hübner, U., Elmhorst, M. A. 2008. eBusiness in Healthcare, London, 2008.
- [9] Nguyen, P., Lux, T., Gesundheitsökonomische Betrachtung der Einführung von eProcurement und Identifikationsstandards im Krankenhaus, Bochum, 2011.
- [10] Pieper, U., Logistik in Gesundheitseinrichtungen, CW Haarfeld, Köln, 2010.
- [11] Sauer, F. 2005. Patient & Medication Safety. EJHP-P, 11, 2005/4.
- [12] Stoll, M., Leschek, U., Lindner, M. 2008. Krankenhauslogistik, Ergebniszusammenfassung der Befragung von Krankenhäusern, Karlsruhe, 2008.

## **Corresponding Author**

Thomas Lux  
Ruhr-University Bochum  
Universitätsstr. 150  
44801 Bochum, Germany