

# Data Mining für das Ressourcenmanagement im Krankenhaus

Rene Schult

Arbeitsgruppe KMD

Fakultät für Informatik

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

## Abstract

*Computerunterstütztes Ressourcenmanagement in Krankenhäusern wird, nicht zuletzt durch den Kostendruck, immer wichtiger. Wir besprechen, wie mit Data Mining Technologien das Ressourcenmanagement für mobile medizinische Geräte in einem Krankenhaus unterstützt werden kann und welches Potenzial in der Auswertung von Nutzungsdaten für ein Krankenhaus bestehen.*

## 1 Einleitung

In Krankenhäusern gibt es viele mobile medizinische Geräte, die für die Behandlung am Patienten benötigt werden. In einem Krankenhaus mittlerer Größenordnung summiert sich der Anschaffungspreis dieser Geräte auf mehrere Hunderttausende von Euro oder gar darüber. Dies stellt einen erheblichen Anteil am gebundenen Kapital eines Krankenhauses dar.

Durch den Kostendruck der Krankenhäuser und der Anforderung, mit den eingesetzten Ressourcen effizienter umzugehen, ergeben sich aus der Sicht des Ressourcenmanagements und aus der Literatur heraus u.a. folgende Problemstellungen, die auch beim Facility Management in Krankenhäusern immer mehr an Bedeutung gewinnen: (i) Einhaltung von gesetzlichen Vorgaben, etwa zur Dokumentation der Nutzung oder zur Wartung der Geräte, (ii) Einhaltung von Vorgaben zur Verfügbarkeit der Geräte oder zur Qualität der Leistung, (Poscay & Distler, 2009; Mauro et al, 2010) (iii) Minimierung der Investitionskosten und der laufenden Kosten (Salfeld et al., 2009; Mauro et al, 2010), (iv) Minimierung des Wartungsaufwands und somit auch der Wartungskosten (Salfeld et al., 2009; Mauro et al, 2010).

Im Folgenden schildern wir anhand eines Fallbeispiels die Aspekte, die beim Ressourcenmanagement von mobilen Geräten im Krankenhaus zu berücksichtigen sind, und erläutern dabei das Potenzial der Erfassung und Analyse von Daten zur Gerätenutzung.

Das hier geschilderte Problem bezieht sich derzeit auf die tragbaren Infusionsspritzen und Infusionspumpen, kann aber inhaltlich sicher auf weitere, wenn nicht gar alle mobilen medizinischen Geräte übernommen werden.

Es besteht die Problematik, dass das technische Personal jedes Gerät für die Erfüllung von Wartungsaufgaben oder anderen Servicedienstleistungen finden muss, bzw. wissen muss, ob es derzeit gerade bei einem Patienten im Einsatz ist oder nicht. Die derzeit gesetzlich vorgeschriebenen Wartungsintervalle für die oben genannten Geräte beträgt ein Jahr.

Das Problem des Findens eines Gerätes hat auch das Schwesternpersonal, wenn es ein freies Gerät für einen neuen Patienten sucht. Für die Geräte existiert je Station meist ein zentraler Abstellplatz, wobei der je nach Station sehr unterschiedlich sein kann.

Um nun ein freies Gerät für einen neuen Patienten oder für die Wartung zu finden, wird derzeit der Lagerraum der Station aufgesucht. Ist das Gerät dort nicht vorhanden, wird die Station nach dem Gerät abgesucht. Dieses Vorgehen ist gerade für das technische Personal sehr zeitintensiv, denn einerseits muss das technische Personal den jeweiligen Abstellort der Station kennen und falls das gesuchte Gerät dort nicht vorhanden ist, die gesamte Station danach absuchen und hoffen, dass es gerade nicht bei einem Patienten im Einsatz ist.

Durch dieses bisherige Vorgehen und der Notwendigkeit aus medizinischer Sicht ausreichend mobile medizinische Geräte bereitzuhalten, ist die derzeitige Situation so, dass viel mehr Geräte der unterschiedlichen Typen, in diesem Beispiel Infusionspumpen und -spritzen, bereit gehalten werden, als tatsächlich benötigt werden. Wenn man gedenkt, dass eines dieser Geräte zwischen 1000 und 1800 Euro kostet und man die aktuellen Zahlen des Krankenhauses sich vor Augen führt, dass 151 Infusionspumpen und 286 Infusionsspritzen derzeit in Benutzung sind, erkennt man, dass allein nur bei diesen beiden Gerätetypen mehr als 550.000 Euro als gebundenes Kapital im Bestand sind.

Unser Lösungsansatz umfasst folgende Komponenten: (1) Ortung der mobilen medizinischen Geräte, (2) online Erfassung der Bewegungsdaten zu den Geräten durch automatische Auswertung der Ortungsdaten, (3) Ableitung von nutzungsrelevanten Informationen (Ereignisse) aus den Bewegungsdaten und (4) Auswertung der Nutzungsdaten zur Be-

rechnung der tatsächlichen Verfügbarkeit und des tatsächlichen Bedarfs für ein jedes Gerät. Darauf aufbauend soll die Optimierung stattfinden.

Durch die geeignete Nutzung technischer Möglichkeiten soll die Ortung der mobilen medizinischen Geräte vereinfacht und deren Nutzungsstatus der Geräte abgebildet werden. Darauf aufbauend soll die Nutzung der mobilen medizinischen Geräte (Infusionspumpen und -spritzen) mit Hilfe von Data Mining Methoden analysiert werden, um eine optimalere Nutzung der Geräte zu ermöglichen und im letzten Schritt die Möglichkeiten der Reduzierung des Gerätebestandes zu untersuchen. Der Einsatz von Data Mining Methoden bietet sich vor allem unter der Nebenbedingung an, dass das medizinische Personal für die Ortung und Nutzungsbestimmungen der medizinischen Geräte ihre bestehenden Arbeitsprozesse möglichst wenig bzw. gar nicht anpassen will und kann.

Durch diese Optimierungsschritte soll eine detailliertere Planung des Bestandes der medizinischen Geräte und deren Auslastung möglich werden, was u.a. zur Verringerung des gebundenen Kapitals führen kann.

## 2 Relevante Literatur

Das Ressourcenmanagement (auch Facility Management genannt) wird schon seit langem in der Literatur diskutiert. Zunehmend findet das computerunterstützte Ressourcenmanagement (CAFM) Betrachtung (Nävy, 2006).

Die German Facility Management Association (GEFMA) hat in ihrem Arbeitskreis für Facility Management im Krankenhaus unter anderem herausgestellt, dass durch die Einführung der DRGs nach „professionelleren Vorgehensweisen und Optimierungspotenzialen gesucht wird“ (Odin, 2010) in Krankenhäusern gesucht wird. In (Köchlin, 2004) verdeutlicht Köchlin den Nutzen von Facility Management im Krankenhaus.

In (Salfeld et al., 2009) stellen Salfeld et al. heraus, dass vor allem die nicht klinischen Funktionen Kosteneinsparungspotenziale bieten, zu denen auch das Facility Management gehört.

In (Pocsay & Distler, 2009) und in (Mauro et al., 2010) betrachten die Autoren vor allem das Potential der IT, um mögliche Einsparungspotenziale zu nutzen, bzw. die Prozesse in einem Krankenhaus zu verbessern. Der Schwerpunkt liegt bei beiden jedoch eher auf dem Austausch der Daten, was u.a. durch SOA ermöglicht werden soll.

Die Betrachtung von tragbaren medizinischen Geräten als Ressource des Krankenhauses in Kombination mit dem computerunterstützten Ressourcenmanagement wurde bisher in der Literatur nicht betrachtet.

### 3 Grundlagen

Für ein effektives Ressourcenmanagement werden Daten über die Nutzung der zu betrachtenden Geräte benötigt. Gerade bei mobilen Geräten ist die Beschaffung der Daten über die Nutzung und deren Lage nicht so einfach, durch deren Eigenschaft, dass die Geräte mobil nutzbar sind. In unserem Projekt erfolgt die Ortung mittels WLAN Technologie. Die WLAN Technologie wird in Krankenhäusern für verschiedene Datenübertragungen eingesetzt und somit kann das bestehende WLAN Netz mitbenutzt werden. Ein WLAN Chip wird am zu überwachenden Gerät angebracht und meldet sich in regelmäßigen Abständen bei einem Server über verschiedene AccessPoints. Durch spezielle Software lässt sich die Lage eines Gerätes ermittelt. Diese Lagepositionen in Kombination mit einem Zeitstempel werden in einer Datenbank gespeichert.

Die Datenbank Tabelle hat die in Tabelle 1 dargestellte Struktur:

Datenfeld	Datentyp	Zusätze	Beispiel
Id	BIGINT UNSIGNED	NOT_NULL AUTO_INCREMENT PRIMARY_KEY	1
TagId	VARCHAR(20)	NOT_NULL	3003121670
MacAdress	VARCHAR(20)		00:00:B3:00:00:06
PosX	INT(10)	NOT_NULL	240
PosY	INT(10)	NOT_NULL	588
PosModelId	INT(10)		1
PosMapId	INT(10)		3
PosMapName	VARCHAR(100)		floor2
PosZoneId	INT(10)		17
PosZoneName	VARCHAR(100)		hall-a
PosQuality	INT(10)		99
PosTimestamp	TIMESTAMP	NOT_NULL	29.05.06 15:21

*Tabelle 1: Datenbankstruktur für die Ortung*

In der Tabelle werden zu jedem WLAN Chip (TagID) die dazugehörigen Parameter wie X und Y Koordinaten der aktuellen Position sowie Mapping Parameter dafür eingetragen.

Des Weiteren werden der aktuelle Zeitstempel des Eintrags und die Sendequalität des WLAN Chips gespeichert. Somit stellt die Datenbank eine Art Log-File für die einzelnen WLAN-Chips und deren aktuellen Positionen da. Wenn sich die mobilen Geräte alle 15 Minuten melden, bedeutet das für jedes mobile Gerät eine Anzahl von 96 Log-Einträgen.

Bei der zu betrachtenden Anzahl von 437 Geräten und einem Testzeitraum von ca. 8 Wochen ergeben sich 41952 Log-Einträge pro Tag und für den gesamten Testzeitraum ergeben sich somit über 2,3 Mio Log-Einträge in der Datenbank.

Mittels Data Mining Techniken zur Log-File Analyse lassen sich die Daten für einzelne Geräte gruppieren und heraus filtern. Durch Auswertung dieser örtlichen Daten zu einem speziellen Gerät und dem Nutzen von räumlichen Informationen zum Gebäude, lassen sich Daten zur Nutzung eines Gerätes ermitteln. Dadurch stehen für jedes medizinische Gerät Daten über deren Position und deren Nutzung in einem zeitlichen Verlauf zur Verfügung. Durch diese zeitlichen Daten lassen sich für jedes einzelne Gerät, aber auch für jede Station oder auch das gesamte Krankenhaus verschiedene Kennzahlen, wie Auslastung des Gerätes, Ruhezeiten, Reparaturzeiten, zurückgelegte Wege usw. ermitteln.

## 4 Wissenschaftliche Fragestellung

Die aus Business Intelligence Sicht interessanten Fragestellungen ergeben sich aus der Analyse dieser einzelnen Zeitreihen.

- (1) Es ist für das Krankenhaus interessant, zu analysieren, wie groß die Auslastung der einzelnen medizinischen Geräte ist. Darauf aufbauend kann man versuchen zu analysieren, worin die möglichen Unterschiede der Nutzungsgrade der einzelnen Stationen liegen. Dies bedeutet eine Klassifikation so durchzuführen, dass man unterscheiden kann, welche Eigenschaften der erfassten Daten sich auf eine hohe bzw. geringe Nutzung der Geräte zurückführen lassen.
- (2) Aus den Nutzungsstatistiken und den erkannten Abhängigkeiten für eine hohe bzw. geringe Nutzung der Geräte kann man versuchen, eine Vorhersage für den zukünftigen Bedarf an den medizinischen Geräten abzuleiten. Gerade diese Vorhersagen können ein Einsparpotenzial aus ökonomischer Sicht bedeuten, denn wenn diese Vorhersagen geringer als der derzeitige Gerätebestand ausfallen, reichen weniger Geräte für die gleiche medizinische Leistung ohne Qualitätseinbußen. Sicher sollte man dabei aber noch eine Art Puffer an Geräten einführen um z.B. Schwankungen nach oben im Bedarf abfangen zu können.

Um die erste beschriebene Fragestellung zu lösen, ermittelt man auf den vorhandenen Daten der Datenbank und den darauf folgenden Aufbereitungen der Log-Daten der einzelnen Geräte ein deskriptives Modell auf den Daten, um zwischen den Eigenschaften für die Nutzung und der Nichtnutzung unterscheiden zu können. Hierbei ist es interessant herauszufinden, ob es

1. überhaupt typische Eigenschaften für die Nutzung bzw. Nichtnutzung der Geräte gibt und
2. mit welchen Data Mining Methoden lassen diese sich am besten ermitteln bzw. die Daten in die beiden Gruppen am besten unterteilen. Eignet sich dazu z.B. besser eine Regressionsanalyse oder ein Clusteringalgorithmus oder Klassifikationsmodelle?

Für die zweite Fragestellung ist es von starkem Interesse, ob sich qualitativ hochwertige Vorhersagen über die Nutzung der einzelnen Geräte machen lassen. Dabei kann man versuchen zwischen den einzelnen Geräten, den Geräten die einer Station zugewiesen sind oder auch den Gerätegruppen des gesamten Krankenhauses zu unterscheiden. Die Vorhersagen in qualitativ hochwertiger Weise wären eine ideale Grundlage das Ressourcenmanagement des Krankenhauses für diese medizinischen Geräte zu unterstützen und gleichzeitig Kosten durch die Verringerung des gebundenen Kapitals in diese Geräte zu sparen.

## 5 Zusammenfassung

Mit den beschriebenen Methoden des Data Mining und der Beantwortung der aufgezeigten Fragestellungen lässt sich das Ressourcenmanagement in einem Krankenhaus durch die Computerunterstützung verbessern und vereinfachen. Durch die Data Mining Methoden lassen sich die Auslastungen der einzelnen Ressourcen besser analysieren und Vorhersagen über zukünftige Nutzungsgrade treffen, was eine bessere Planung für die Beschaffung und die Kapitalbindung bedeutet. Eine Verringerung des Gerätebestandes der in der Einführung genannten Infusionspumpen und -spritzen um z.B. 10% würde eine mögliche Ersparnis von ca. 55000 Euro bedeuten, was das mögliche Einsparpotential verdeutlicht. Die Nutzung der vorgeschlagenen Lösung läßt sich sicherlich auf andere mobile Geräte erweitern, egal ob technische Geräte oder mobiles Inventar, wie z.B. die Betten in einem Krankenhaus oder mobile Röntgengeräte. Dies verdeutlicht umso mehr die Optimierungsmöglichkeiten und Einsparmöglichkeiten speziell im Krankenhaus. Die Besonderheiten im Krankenhaus zur „normalen“ Analyse von Logistikprozessen liegt u.a. in den gesetzlich höheren Anforderungen im medizinischen Bereich und dem Zusammenwirken aus weniger fest strukturierten Prozessen und dem großen Anteil menschlicher Einflußfaktoren in diesem Bereich.

## 6 Literatur

Salfeld; Hohner & Wichels (2009). Modernes Krankenhaus Management, Konzepte und Lösungen, ISBN 978-3-540-87398-3, Springer Verlag, Seite 143

Pocsay, A. & Distler, O. (2009) Geschäftsprozessmanagement im Gesundheitswesen – Organisation und IT wachsen zusammen in Behrendt, König, Krystek : Zukunftsorientierter Wandel im Krankenhausmanagement Outsourcing, IT-Nutzenpotenziale, Kooperationsformen, Changemanagement, ISBN 978-3-642-00934-1, Springer Verlag, Seite 215-217

Mauro, C., Leimeister, J. M. & Krcmar, H. (2010) Serviceorientierte Integration medizinischer Geräte – ganzheitliche IT-Unterstützung klinischer Prozesse in Informatik-Spektrum April 2010, Springer Verlag

Odin, S. (2010) GEFMA Arbeitskreis Facility Management im Krankenhaus-Benchmarking, GEFMA eV.

Nävy (2006) Facility Management – Grundlagen, Computerunterstützung, System-einführung, Anwendungsbeispiele, ISBN 3-540-25164-2, 4.Auflage, Springer Verlag, Kapitel 2

Köchlin, K. (2004) Ist der Einsatz von Facility Management im Krankenhaus notwendig?, Technical Report, Technische FH Berlin