

# Smart-Object Netze zur automatisierten Erfassung strategischer und operativer Produktivitätswerte im Krankenhaus

Dr. Alexander Pflaum, Ulli Münch, Helena Preiß, Fritz Meier

Fraunhofer-Arbeitsgruppe für Supply Chain Services SCS

Zentrum für Intelligente Objekte ZIO

Dr. Mack Straße 81

90762 Fürth

[alexander.pflaum; ulli.muench; helena.preiss; fritz.meier]@scs.fraunhofer

**Abstract:** Seit Jahren befindet sich das Gesundheitswesen verstärkt im Wandel. Die Wettbewerbssituation von Krankenhäusern verschärft sich zunehmend und strategische und operative Wirtschaftsziele rücken in den Vordergrund. Betriebswirtschaftliche Konzepte wie die Balanced Scorecard sind im Bereich der Produktivitätsmessung entscheidende Instrumente, deren Potenziale allerdings erst durch eine qualitativ hochwertige Datenbasis voll zum Tragen kommen. Folgender Beitrag stellt den Einsatz von Smart-Object Netzen vor, welche auf einer operativen Ebene zu einer kontinuierlichen Datenerhebung genutzt werden können. Diese Datenbasis kann für die automatisierte Auswertung der Produktivität in Krankenhäusern herangezogen werden kann.

## 1 Balanced Scorecard als Steuerungs- und Kontrollinstrument

Der Strategiebegriff ist unabhängig vom diskutierten Kontext schwierig zu definieren und kann unterschiedliche Verständnisse beschreiben [Mi87]. Strategie ist eine abstrakte, nicht-greifbare Idee, die es fallweise zu interpretieren gilt [Mi87]. Dies gilt besonders für Krankenhäuser und andere Gesundheitseinrichtungen, die nicht auf die Erfahrungen eines etablierten Strategiebildungsprozesses zurückgreifen können und so keine verifizierten Strategieinstrumente besitzen.

Dennoch gilt auch für Krankenhäuser, dass aus einer Strategie Ziele für die Organisation abgeleitet werden, deren Erfüllung überwacht werden muss. Diese Überwachung gestaltet sich häufig schwierig, da entweder die Informationsbasis ungenügend oder der Erreichungsgrad der strategischen Ziele nicht ausreichend messbar ist, da traditionelle, finanzbasierte Kennzahlensysteme nicht mehr aussagekräftig genug sind [CHL04]. An dieser Stelle setzt die Balanced Scorecard ein. Diese ist ein mehrdimensionales Kennzahlensystem, das der zukunftsorientierten Unternehmenssteuerung dient [EH01] und vornehmlich zum strategischen Controlling und zur Überprüfung von strategischen Erfolgen eingesetzt wird [Gm99]. Erstmalig von Kaplan und Norton veröffentlicht [KN92], dient die Balanced Scorecard auch der Konkretisierung der abstrakten strategischen Ziele auf der operativen Ebene [KN92].

Ursprünglich hatte sie vier Perspektiven: finanzielle, Kunden-, Mitarbeiter- und Prozessperspektive [KN92]. Diese vier Ebenen können um andere geeignete Perspektiven, z.B. der Qualität, erweitert oder ersetzt werden [FG98]. Dennoch sollten sich auch Krankenhäuser bewusst sein, dass letztendlich alle strategischen Ziele auf die Finanzperspektive ausgerichtet sind [Bi00].

Generell hat sich die Anwendung der Balanced Scorecard auch im Krankenhaus bewährt [He02] und es wurden bereits verschiedene Kennzahlensysteme gebildet, publiziert und beispielhaft erhoben [EH01]. Aussagen darüber, mit welchen Mitteln die strategischen Ziele erreicht wurden und welchen Beitrag die einzelnen Einheiten einer Organisationsstruktur dazu beigetragen haben, können allerdings nur durch Betrachtungen auf einer operativen Ebene getroffen werden. Nur dort ist eine Produktivität real messbar, da es nur hier zum Patienten- bzw. Kundenkontakt und damit zu Qualitätserfahrungen kommt. Wenn hier positive Entwicklungen messbar gemacht werden können, werden diese Verbesserungen durch die Aggregation der Balanced Scorecard-Werte vom operativen auch auf einem strategischen Level sichtbar. Einen Ansatz, was Produktivität im Krankenhaus bedeutet und wie eine geeignete Erfassung der Messgrößen geschehen kann, bilden die nächsten Kapitel.

## **2 Dienstleistungsproduktivität im Krankenhaus**

Produktivität wird in der Produktion als das quantitative Verhältnis von Output zu Input in einer bestimmten Zeitperiode definiert und gibt eine Aussage darüber, ob eine Aktivität sowohl effektiv als auch effizient war [JJ04]. Diese Definition ist für den Dienstleistungsbereich allerdings nicht ausreichend und muss aufgeweitet werden [RP05]. Neben der Betrachtung der ein- und ausgehenden Güterströme, spielt der Qualitätsgedanke eine entscheidende Rolle [GO04]. Somit kann Dienstleistungsproduktivität als das Verhältnis der Quantität und Qualität des Outputs zur Quantität und Qualität des Inputs interpretiert werden, wobei die quantitativen Faktoren mit denen aus dem Produktionsbereich vergleichbar sind [RP05]. Beantwortet werden müssen nun die Fragen nach der Qualität in der Dienstleistungsproduktivität und die Messung derer.

Grundsätzlich leitet sich aus dem produktionstheoretischen Produktivitätsbegriff eine Messung in Mengen oder Werten ab [Hö05]. Diese Erfassung von quantitativen Größen ist für eine Aussage über eine Dienstleistungsproduktivität nicht ausreichend, da die Qualitätskomponente nicht beachtet werden kann [Gu98]. Dennoch wird in der Praxis entweder auf traditionelle physikalische Werte zurückgegriffen oder diese mit finanziellen Aussagen angereichert [GO04]. Der Qualitätsaspekt kann so nur unzureichend abgebildet werden. Eine fallweise und subjektive Erweiterung des Produktivitätsbegriffs bei einer einzelnen Dienstleistung um Qualitätsaspekte wird nötig [RP05].

Ein erster Schritt dazu kann die Anwendung der vorgestellten Balanced Scorecard in der Produktivitätsbetrachtung sein [Gu98]. Durch die Disaggregation von der strategischen auf eine operative Ebene können die Qualitätsaspekte dort erfasst und durch geeignete Kennzahlen messbar gemacht werden, wo der Kunde sie erfährt.

Dabei kann durch die Interaktionen mit vielen unterschiedlichen Kunden eine Vielzahl von einzelnen Werten anfallen. Dies geschieht im Krankenhaus z.B. bei Supportprozessen wie dem Asset Management oder der Patientenlogistik. Beim Ersteren werden Geräte für unterschiedliche Patienten verwendet, wechseln ihr zuständiges Personal oder verlassen ihre zugeordnete Abteilung. Hier ist eine manuelle Erfassung der Eingangsgrößen für operative Qualitätskennzahlen, wie z.B. dem Auslastungsgrad oder der Suchzeit, nicht mehr möglich. Hier kann der Einsatz moderner Technologien Lösungsansätze bieten.

Technologien werden meist als Unterstützung zur Dienstleistungserstellung gesehen [RM95]. Ihr Einfluss auf die Produktivität ist umstritten. Es wird sowohl von positiven [Gu98] als auch von negativen [RM95] Auswirkungen berichtet. Neben der direkten Einflussnahme durch die veränderte Leistungserbringung, können Technologien auch zur Berechnung der Dienstleistungsproduktivität dienen. Ziel ist es, die automatische Erfassung der benötigten Werte und dadurch eine Messung der Produktivität im operativen, täglichen Geschäft möglich zu machen. Ein Ansatz zur Umsetzung dieser Überlegungen auf Basis eines Smart-Object Netzes wird im nächsten Abschnitt gegeben.

### **3 Einsatz von Smart-Object Netzen im Krankenhaus**

#### **3.1 Definition von Smart-Object Netzen**

Bei einem Smart-Object Netz handelt es sich um ein drahtloses Sensornetzwerk, das über eine Integrationsplattform, siehe Abbildung 1, an die bestehende IT-Landschaft angebunden ist [Ak02]. Ein drahtloses Sensornetzwerk besteht aus fest installierten Gateways, Anker und mobilen Knoten [Ro05]. Die mobilen Knoten beinhalten einen Mikroprozessor, einen Speicher, eine Funkschnittstelle und eine eigene Stromversorgung und stellen über Sensoren Dienste, wie z.B. Lokalisierung oder Temperaturdokumentation und -überwachung, zur Verfügung. Zusätzlich verfügt es über Aktoren, wie Buzzer oder LEDs, um ein direktes Feedback zu ermöglichen.

Die im Folgenden verbaute Funkschnittstelle kann die erhobenen Informationen über das eingesetzte Kommunikationsprotokoll s-net<sup>tm</sup> [Fr10], welches ad-hoc Vernetzung und eine energieeffiziente Multi-Hop Kommunikation [KW07] bereitstellt, übermitteln. Der flexible Aufbau des s-net<sup>tm</sup> Protokolls ermöglicht es, andere Protokolle zu integrieren und kann auf verschiedenen Smart-Object Plattformen eingesetzt werden [Fr10].

#### **3.2 Einsatz von Smart-Object Netzen in Krankenhäusern**

Um die Messung von operativen Qualitätskennzahlen über eine Vielzahl von Einzelwerten hinweg zu unterstützen, wurde im Projekt Opal-Health<sup>1</sup> ein Smart-Object Netz eingesetzt. Hier werden mobile medizinische Geräte und Blutprodukte mit

---

<sup>1</sup> Gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie BMWi im Rahmen von SimoBIT.

Sensorknoten ausgestattet, um eine aktive Lokalisierung zu realisieren und um den Temperaturverlauf von Blutkonserven transparent darzustellen [Se09a][Me10]. Im Projekt OlogPat<sup>2</sup> werden die Smart-Object Netze für die Optimierung der Patientenflüsse im Krankenhaus eingesetzt. Dabei wird die aktive Lokalisierung für die Prozesssteuerung, unter Berücksichtigung medizinischer Aspekte, herangezogen, um Behandlungsschritte zu koordinieren und planungsrelevante Daten zu erheben [Se09b]. Der Nutzen von Smart-Object Netzen im klinischen Umfeld über die Kennzählerhebung hinaus wird in [Se09a][Me10][Vi09] dargelegt.

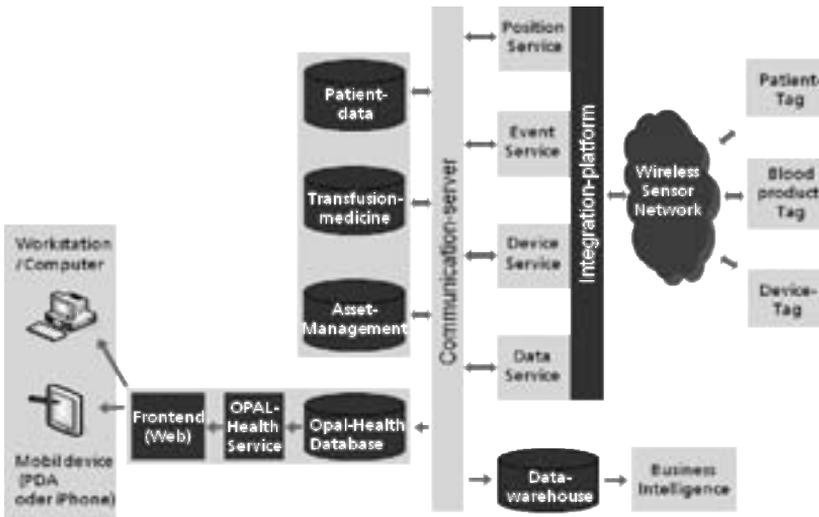


Abbildung 1: Data-Warehouse System im Opal-Health Projekt

Um strategische Ziele mit Hilfe von Kennzahlen messen zu können, muss die Datenerhebung effektiv sein und in einer hohen Qualität, d.h. aktuell, vollständig, relevant, inhärent und fehlerfrei, vorliegen [Ro08]. Hier setzen Smart-Object Netze an. Diese können für die Erhebung einer validen Datenbasis ohne manuelles Eingreifen, mit einer erhöhten Frequenz und Genauigkeit, kostengünstig eingesetzt werden.

### 3.3 Aufbau einer Informationsbasis zur Messung der Dienstleistungsproduktivität

Zusätzlich zur Unterstützung der Prozesssteuerung [Se09a][Me10], kann durch den Einsatz von Smart-Object Netzen ein Soll/Ist-Kennzahlenvergleich automatisiert durchgeführt werden. Hierfür werden, wie in Abbildung 1 gezeigt, die Smart-Object Daten mit den relevanten Informationssystemen im Krankenhaus verschmolzen. Auswertungen können so über einen längeren Zeitraum hinweg durchgeführt werden.

<sup>2</sup> Gefördert durch die Bayerische Staatsregierung.

Durch die kontinuierliche Erhebung der Positionsdaten, z. B. von mobilen Geräten, können über die vorher definierten Kennzahlen der Balanced Scorecard Produktivitätswerte automatisch erfasst und berechnet werden. Im Projekt Opal-Health werden die Positionen der mobilen Geräte durch die Smart-Objects erhoben und im Krankenhausinformationssystem hinterlegt. Auswertungen über die erhobenen Daten geben Aufschluss über den Auslastungsgrad der Gerätetypen über einen längeren Zeitraum hinweg. Durch die kontinuierliche Erhebung der Positionsdaten können Abweichungen vom vorher definierten Auslastungs-Soll-Wert identifiziert und somit ein verbessertes Vorgehen bei der Gerätebeschaffung und der Ressourcenzuteilung definiert werden. Da sich Dienstleistungsproduktivität im Krankenhaus auch durch Qualität manifestiert, wird im Projekt OlogPat die Patientenlogistik, die begleitende und nichtbegleitende Bewegungen von Patienten, optimiert. Durch den Einsatz von Smart Objects wird die zielgerichtete Steuerung und Koordination der Patientenströme unterstützt. Die Bewegungen von Patienten werden in einem definierten Bereich erhoben und mit den Plandaten des vorhandenen Informationssystems verglichen. Dadurch kann auf Abweichungen zwischen Plandaten, wie z.B. Terminierung von Behandlungen, und dem Ist-Zustand reagiert werden. Ziel ist es, die Dienstleistungsqualität im Krankenhaus durch Reduzierung der Wartezeiten und Aufenthaltsdauer und durch die Bildung von geeigneten Behandlungsketten zu erhöhen. Mit Hilfe von Smart-Object Netzen kann dadurch nicht nur die gefühlte Qualität für den Patienten gesteigert werden, sondern auch die Abläufe in den Supportprozessen effizienter gestaltet werden.

## 5. Fazit

Durch den Einsatz von Smart-Object Netzen wird eine Basis geschaffen, um die Transparenz von Prozessen zu steigern. Im nächsten Schritt können mit dieser verbesserten Datenbasis, Produktivitätskennzahlenvergleiche auf einer strategischen Ebene durchgeführt werden und damit die Grundlage für Verbesserungsmaßnahmen im betriebswirtschaftlichen und qualitativ-pflegerischen Bereich bilden. Wie gezeigt wurde, kann durch Smart-Object Netze im Krankenhaus die Produktivität in den Supportprozessen Gerätemanagement und Patientenlogistik gesteigert und gleichzeitig überwacht werden. Die Messung der Produktivität auf der operativen Ebene und die automatisierte Erhebung einer Balanced Scorecard zum Controlling geben den Krankenhausmanagern eine Entscheidungshilfe an die Hand, wie zukünftige Strategien für ihre Kliniken aussehen könnten.

## Literaturverzeichnis

- [Ak02] Akyildiz, I. F. et.al.: Wireless sensor networks: a survey. In: Computer Networks, 2002; S. 393-422.
- [Bi00] Bicker, T. et.al.: Unternehmerische Nachhaltigkeit umsetzen: Welchen Beitrag kann die Balanced Scorecard dazu leisten? In: Ökologisches Wirtschaften, 2000; S. 28-30.
- [CHL04] Carsten, A.; Hankeln, C.; Lohmann, R.: Entwicklung und Implementierung von Strategien im Krankenhaus mit Hilfe einer Balanced Scorecard. Sonderdruck. In: Journal für Anästhesie und Intensivbehandlung, 2004; S. 97-104.

- [EH01] Einwag, M.; Häusler, E.: Die Steuerung von Krankenhäusern über Balanced Scorecard. Was verbirgt sich hinter dem Konzept? In: führen und wirtschaften im Krankenhaus, 2001; S. 20-21.
- [FG98] Fink, C.; Grundler, C.: Strategieimplementierung im turbulenten Umfeld - Steuerung der Firma Fischerwerke mit der Balanced Scorecard. In: Controlling, 1998; S. 226-235.
- [Fr10] Fraunhofer Institut für Integrierte Schaltungen: Slotted Mac Protocol Stack, <http://www.iis.fraunhofer.de/EN/bf/ec/dk/sn/lsg/index.jsp>, 2010.
- [Gm99] Gmür, M.: Strategisches Management für Nonprofit-Organisationen. In (Klimecki, R. Hrsg.): Management Forschung und Praxis, Universität Konstanz, Nummer 28, 1999.
- [GO04] Grönroos, C.; Ojasalo, K.: Service productivity. Towards a conceptualization of the transformation of inputs into economic results in services. In: Journal of Business Research, 2004; S. 414-423.
- [Gu98] Gummesson, E.: Productivity, quality and relationship marketing in service operations. In: International Journal of Contemporary Hospitality Management, 1998; S. 4-15.
- [He02] Heberer, M. et.al.: Welche Kennzahlen braucht die Spitalführung? Konzept und Anwendung der Balanced Scorecard. In: Schweizerische Ärztezeitung, 2002; S. 425-434.
- [Hö05] Höck, M.: Dienstleistungsmanagement aus produktionswirtschaftlicher Sicht. Dissertation, Dt. Universitäts-Verlag, Wiesbaden, 2005.
- [JJ04] Johnston, R.; Jones, P.: Service productivity. Towards understanding the relationship between operational and customer productivity. In: International Journal of Productivity and Performance Management, 2004; S. 201-213.
- [KN92] Kaplan, R. S.; Norton, D. R.: The Balanced Scorecard - Measures that Drive Performance. In: Harvard Business Review, 1992; S. 71-79.
- [KW07] Karl, H.; Willig, A.: Protocols and Architectures for Wireless Sensor Networks, Wiley, Weinheim, 2007.
- [Mi87] Mintzberg, H.: The strategy concept I: Five Ps for strategy. In: California Management Review, 1987; S. 11 - 24.
- [Me10] Meier, F. et.al.: Deployment of a wireless sensor network to support and optimize logistical processes in a clinical environment. In: 7.th European Conference on Wireless Sensor Networks, Springer Verlag, Coimbra, 2010.
- [RM95] Reichwald, R.; Möslein, K.: Wertschöpfung und Produktivität von Dienstleistungen? Innovationsstrategien für die Standortsicherung. Arbeitsbericht des Lehrstuhls für Allgemeine und Industrielle Betriebswirtschaftslehre der Technischen Universität München. Technische Universität München (Hrsg.), München, 1995.
- [Ro05] Roth, J.: Mobile Computing: Grundlagen, Technik, Konzepte. Dpunkt-Verlag, Heidelberg, 2005.
- [Ro08] Rohweder J. et.al: Informationsqualität - Definitionen, Dimensionen und Begriffe. In (Hildebrand, K. et.al. Hrsg.): Daten- und Informationsqualität - Auf dem Weg zur Information Excellence, Vieweg+Teubner Verlag, 2008; S.25-45.
- [RP05] Rutkauskas, J.; Paulaviciene, E.: Concept of Productivity in Service Sector. In: Engineering Economics, 2005; S. 29-34.
- [Se09a] Sedlmayr, M. et.al.: Towards a Smart Object Network for Clinical Services. In: AMIA Annual Symp., San Francisco, 2009; S. 578-582.
- [Se09b] Seitz, M. et.al.: Anforderungen an die Ausgestaltung einer Smart-Object basierten Dienstleistung zur Optimierung der Patientenlogistik im Krankenhaus. In: 54. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie e.V. (GMDs), Essen, 2009; S. 309-310.
- [Vi09] Vilamovska, A. M. et.al: Study on the requirements and options for RFID application in healthcare, RAND Corporation, 2009.