

# KRANKENHÄUSER KÖNNEN IT INNOVATIONEN STEUERN – VALIDIERTE ERGEBNISSE EINER REGRESSIONSANALYSE

Liebe JD<sup>1</sup>, Egbert N<sup>1</sup>, Hübner U<sup>1</sup>

## **Kurzfassung**

*Über einfache und multiple Regressionsverfahren konnten die vier wesentlichen Einflussfaktoren auf die IT Adoption in deutschen Krankenhäusern 1.) Kooperation mit IT Herstellern, 2.) Krankenhausgröße, 3.) die Existenz einer zentralen IT Abteilung und 4.) die Trägerschaft, sowie der fünfte Faktor IT Strategie identifiziert und validiert werden. Im Gegensatz zu den festen Faktoren Krankenhausgröße und Trägerschaft haben Krankenhäuser einen Einfluss auf die Existenz einer IT Abteilung und IT Strategie sowie auf die Zusammenarbeit mit dem IT Hersteller.*

## **Abstract**

*The following four impact factors on IT adoption in German hospitals 1.) cooperation with IT vendor, 2.) hospital size, 3.) IT department and 4.) ownership plus the fifth factor IT strategy could be identified and validated with simple and multiple regression analysis. In contrast to the given factors hospital size and ownership existence of an IT department and an IT strategy as well as cooperation with the main IT vendor can be influenced and governed by the hospital itself.*

**Keywords - IT Adoption, IT Innovation, Regressionsanalysen, Validierung**

## **1. Einleitung**

Mit Blick auf die Zukunft forderte das Institut für Medizin (IOM) bereits 2001 eine Gesundheitsversorgung, die sowohl sicherer, patientenzentrierter, effektiver, effizienter als auch gerechter und zeitnaher zugänglich ist [7]. Seither konnte in verschiedenen Studien nachgewiesen werden, wie innovative IT Anwendungen zur Erreichung dieser Vision beitragen. So ermöglichen EPA-Systeme einen schnellen Zugang zu umfassenden Patientendaten [19], IT Funktionen zur klinischen Entscheidungsunterstützung erlauben die Integration evidenzbasierter Medizin in die Praxis [16] und wiederum andere IT Anwendungen gestatten die frühzeitige Erkennung klinisch unerwünschter Ereignisse [5]. Obwohl innovative IT Lösungen also als Wegbereiter einer vielfältig optimierten Versorgung genutzt werden könnten, schreitet deren Verbreitung im Gesundheitswesen langsamer voran als erwartet [4,14]. So finden auf Herstellerseite neu entwickelte und in den Markt getragene IT Lösungen nicht zwangsweise Anwendung in der medizinischen und pflegerischen Praxis [21]. Diese Umstände deuten darauf hin, dass die zukünftige Gesundheitsversorgung neben innovativen IT Herstellern (Technology Push) auch IT innovative Anwender (Market Pull) benötigt, welche neue IT Lösungen nachfragen, adoptieren und in ihrem Arbeitsumfeld integrieren. Der Weg von der Entwicklung neuer IT Anwendungen hin zur routinierten Nutzung wird in der

---

<sup>1</sup> Forschungsgruppe Informatik im Gesundheitswesen, Hochschule Osnabrück

Literatur anhand verschiedener Adoptionsmodelle beschrieben und erforscht [15]. Auf Seiten des Adopters beginnt der Adoptionsprozess mit der initiativen Auseinandersetzung mit neuen IT Lösungen (Initiationsphase), woraufhin eine Entscheidung für oder gegen die Anschaffung der Technologie erfolgt (Adoptionsphase). Erst nach der Anschaffung erfolgt die routinierte Nutzung durch die Anwender (Routinisierung) [9]. Wie ein von uns durchgeführtes Review der internationalen IT Adoptionsforschung zeigt, wird dieser Adoptionsprozess auf der Ebene des Individuums (Mikroebene), der Ebene der Organisation (Mesoebene) und der Länderebene (Makroebene) untersucht. Der Prozess wird von internen und externen Faktoren beeinflusst und andererseits durch institutions- und technologiebezogene Merkmale der Adopter geprägt. Ein Großteil der Studien fokussiert die Mesoebene und dabei interne Faktoren wie die Krankenhausgröße (Anzahl der Betten [11]), den Krankenhaustyp (Hochschulkrankenhaus vs. kein Hochschulkrankenhaus [10]), die Trägerschaft (privat vs. nicht-privat [20]), den Krankenhausstatus (Verbund- vs. Einzelkrankenhaus [18]), die geografische Lage (städtisch vs. ländlich [6]), das IT Budget [8], das Vorhandensein einer IT Strategie [3] und das IT Personal [1]. Dabei wirken einige der Faktoren auf den Wechsel von der Initiations- zur Adoptionsphase, andere beeinflussen eher den Übergang von der Adoptionsphase zur Routinisierung [9]. Trotz der intensiven wissenschaftlichen Auseinandersetzung verbleiben Unsicherheiten darüber, warum Einrichtungen in der Gesundheitsbranche vergleichsweise langsam IT adoptieren und neue IT Lösungen nicht immer von der Praxis angenommen werden. Viele der untersuchten Einflussfaktoren werden kontrovers diskutiert, andere lediglich in einer Studie genannt. Weiterhin können Interaktionen zwischen den Faktoren nicht ausgeschlossen werden und schließlich scheinen manche Faktoren einen selektiven Effekt zu besitzen, sodass sie lediglich auf die Adoption bestimmter IT Systeme wirken.

Um herauszufinden, welche Faktoren die Adoption von IT Innovationen durch deutsche Krankenhäuser beeinflussen, wurde in einer von uns jüngst veröffentlichten Studie eine multiple Regressionsanalyse mit den in der Literatur gefundenen Faktoren durchgeführt [17]. Die Untersuchung kommt zu dem Ergebnis, dass die intensive Zusammenarbeit mit IT Herstellern, die Krankenhausgröße, die Existenz einer zentralen IT Abteilung und die öffentliche, freigemeinnützige Trägerschaft einen signifikanten Einfluss auf die IT Adoption haben. Da Regressionsverfahren anfällig für Fehlspezifikationen sind [22], soll das errechnete Modell in dieser Arbeit auf Basis eines aktuellen Datensatzes validiert werden (erstes Ziel). Denn erst nachdem die Faktoren repliziert werden konnten, kann in einem nächsten Schritt die inhaltliche Interpretation der Ergebnisse erfolgen. Somit besteht das zweite Ziel dieser Arbeit darin, die Faktoren zu interpretieren, sollte sich das Modell tatsächlich validieren lassen.

## 2. Methode

Zur Validierung der Modellgüte wurde das vorab berechnete Regressionsmodell (Grundmodell) [17] mit einem neu berechneten Regressionsmodell (Vergleichsmodell) abgeglichen.

Für die Berechnung des Grundmodells wurde eine Auswahl an Faktoren aus der Literatur basierend auf 108 internationalen Studien abgeleitet, die mit hoher Wahrscheinlichkeit einen Einfluss auf die Adoption von IT Innovationen besitzen. Folgende Prädiktoren aus der Literatur, die über die Variablen des *IT-Report Gesundheitswesen 2010* [14] operationalisiert werden konnten, gingen in eine schrittweise multiple Regressionsanalyse (SPSS 18.0) ein: *IT Strategie, IT Entscheidungsfindung, IT Abteilung, Kooperation mit IT Hersteller, Verbundstatus, Krankenhausgröße, geografische Lage, Trägerschaft und IT Budget* (Abb. 1). Nichtlineare Variablen wurden logarithmiert. Nominale und ordinale Merkmale wurden als Dummy-Variablen kodiert. Zusätzlich zu den oben genannten Variablen wurden verschiedene Interaktionsvariablen eingeschlossen. Die Adoption von IT Innovationen wurde gemessen über die Anzahl der

Subsysteme des Krankenhausinformationssystems (KIS). Der zugrundeliegende Datensatz stammt von 126 deutschen Krankenhäusern und war das Ergebnis einer postalischen Umfrage, die alle 2061 deutschen Krankenhäuser eingeschlossen hat (Rücklaufquote 6,12%). Die teilnehmenden Krankenhäuser repräsentierten alle in der Population vorkommenden Krankenhausgrößen, Trägerschaften sowie geografischen Lagen [14].

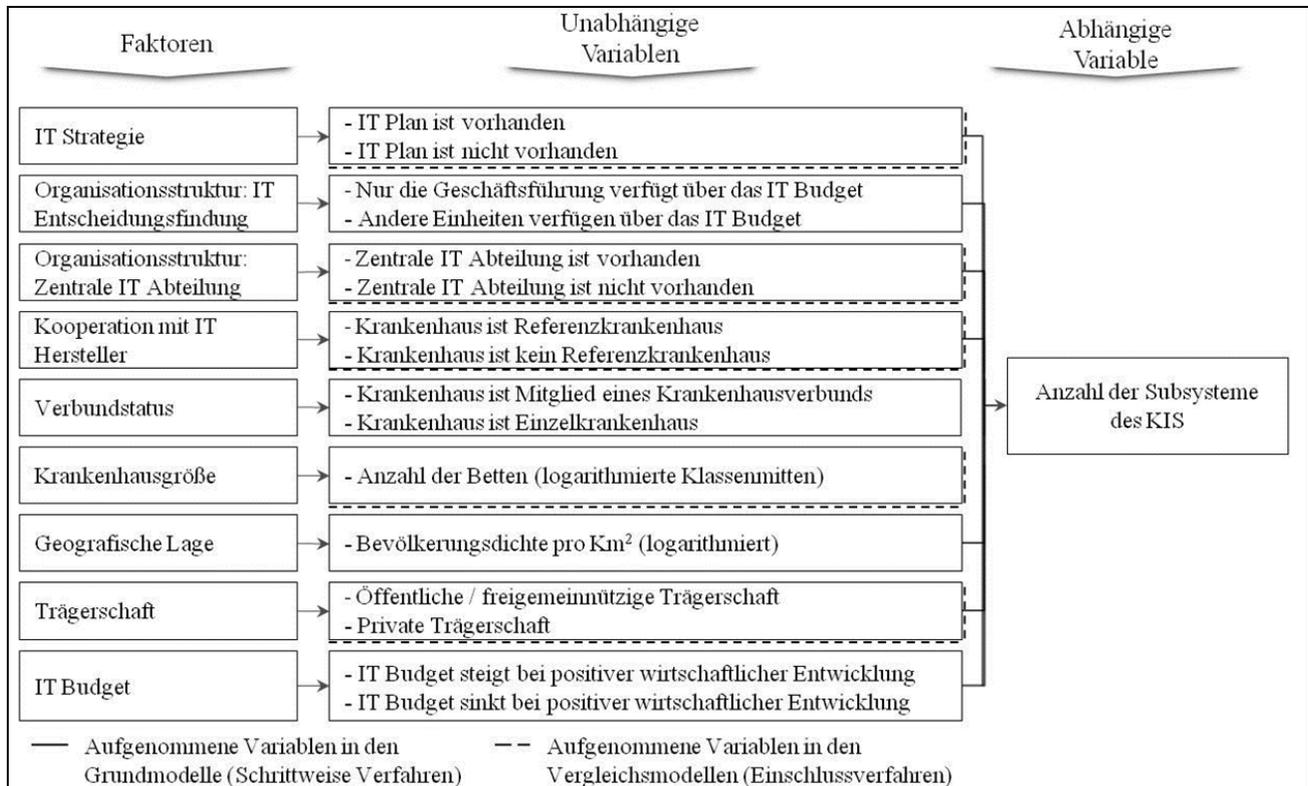


Abbildung 1: Forschungsdesign zur Berechnung des Grund- und Vergleichsmodells

Für die Berechnung des Vergleichsmodells wurden die in dem Grundmodell als signifikant verbliebenen Faktoren *Krankenhausgröße*, *Trägerschaft*, *IT Abteilung* und *Kooperation mit IT Hersteller* (Abbildung 1) auf Basis der Variablen des *IT-Report Gesundheitswesen 2012* [13] nachgebildet und über ein Einschlussverfahren (SPSS 18.0) als Prädiktoren in das Regressionsmodell aufgenommen. Da der Faktor *IT Strategie* in einer einfachen Regression den Datensatz aus 2010 [14] einen signifikanten Einfluss auf die Anzahl der Subsysteme im KIS besaß, wurde er ebenfalls in das Vergleichsmodell eingeschlossen. Der zugrundeliegende Datensatz stammt von 193 deutschen Krankenhäusern und war das Ergebnis einer Online-Umfrage, welche sich an 1368 IT-Leiter richtete, die insgesamt für 1807 Krankenhäuser zuständig sind. Die teilnehmenden Krankenhäuser (Rücklaufquote 14,1%) repräsentierten alle in der Population vorkommenden Krankenhausgrößen, Trägerschaften und geografischen Lagen in Deutschland [13].

Zur Prüfung der Modellannahmen wurden die Residuen des Grund- und des Vergleichsmodells auf die Annahme der Normalverteilung und auf Homoskedastizität überprüft.

### 3. Ergebnisse

Über das schrittweise Regressionsverfahren konnten in den Grundmodellen vier Faktoren mit einem signifikanten Beitrag identifiziert werden. Dies waren: 1.) *Krankenhausgröße* 2.) *IT Abteilung* 3.) *Trägerschaft* und 4.) *Kooperation mit IT Hersteller*. Diese Variablen waren konsistent bedeutsam

für die Erklärung der Varianz der Adoption aller KIS Module (Tab. 1). In einer einfachen Regression lieferte zusätzlich der Faktor *IT Strategie* (Gesamt:  $R^2=0,227$ ;  $\beta=0,476$ ;  $p<0,001$  und Klinisch:  $R^2=0,200$ ;  $\beta=0,344$ ;  $p<0,001$ ) einen bedeutsamen Beitrag. In dem Vergleichsmodell zeigten die vier Faktoren der Grundmodelle einschließlich des Faktors der einfachen Regression einen signifikanten Einfluss auf die Varianz der Gesamtanzahl aller KIS Module (Tabelle 1).

**Tabelle 1: Beta-Koeffizienten und Signifikanzniveaus der Prädiktoren (\*\*\*  $p < 0,01$ ; \*\*  $p < 0,05$ ; \* $p < 0,1$ ) der Modelle der multiplen Regression (+ IT Plan war nur in einfacher Regression signifikant)**

<i>IT-Report</i>	<i>Krankenhausgröße</i>	<i>IT Abteilung</i>	<i>Trägerschaft (privat)</i>	<i>Referenzkrankenhaus</i>	<i>IT Plan</i>
2010	0,450***	0,169***	-0,258***	0,184**	0,096 <sup>+</sup>
2012	0,223***	0,188**	-0,222***	0,146**	0,188***

Das Grundmodell erklärte 59% und das Vergleichsmodell 32% der Varianz der IT Adoption (Tabelle 2 – adjustiertes  $r^2$ ). Die Residuen waren in beiden Modellen normalverteilt und homoskedast.

**Tabelle 2: Bestimmtheitsmaße und ANOVA F Statistik für das Regressionsmodell 2010 (schrittweise Regression) und 2012 (Einschlussverfahren)**

<i>IT-Report</i>	$R^2$	<i>adjustiertes <math>r^2</math></i>	$F$	<i>Sig.</i>
2010	0,611	0,592	31,449	0,000
2012	0,346	0,322	14,341	0,000

#### 4. Diskussion

Erstes Ziel dieser Arbeit war es, das errechnete Grundmodell auf Basis eines aktuellen Datensatzes zu validieren. Wie der Modellvergleich zeigt, können die Ergebnisse repliziert werden. So verbleiben die eingeschlossenen Variablen als signifikante Prädiktoren in dem Vergleichsmodell bestehen. Im Hinblick auf die Modellgüte verringert sich allerdings die erklärte Varianz um die Hälfte. Wie auch das Grundmodell ist das Vergleichsmodell signifikant. Damit ist die Grundlage für eine inhaltliche Interpretation der Befunde bezüglich der IT Adoption geschaffen.

Das validierte Grundmodell enthält Faktoren, die auch in der Literatur als wesentlich diskutiert werden. Der positive Einfluss der Krankenhausgröße lässt sich einerseits mit einer vermutlich höheren Aufgabenkomplexität erklären, welche wiederum den Bedarf an geeigneter IT steigert [18]. Auch besitzen große Krankenhäuser zumeist geeignete finanzielle und personelle Ressourcen, um in neue IT Anwendungen zu investieren und diese weiterhin zu pflegen [6,20]. Schließlich können aufgrund hoher Fallzahlen Skaleneffekte wie Fixkostendegression ermöglicht werden, was die Investitionsbereitschaft hinsichtlich neuer IT Anwendungen steigert [1,18]. Der positive Einfluss der öffentlichen und freigemeinnützigen Trägerschaft kann mit einer vergleichsweise geringeren Priorisierung von Kosten-Nutzen Aspekten bei Investitionsentscheidungen zusammenhängen [8,11]. Auch kann die Investitionsbereitschaft öffentlich und freigemeinnützig geführter Krankenhäuser steuerrechtlich begründet sein. So müssen Überschüsse bei diesen oftmals reinvestiert werden, wohingegen sie bei privaten Krankenhäusern unter Umständen als Rendite abgeschöpft werden [11]. Die Zusammenarbeit mit IT Hersteller kann sich aufgrund der vergleichsweise besseren Abstimmung der IT Anwendungen mit den Bedürfnissen der Endanwender positiv auf die IT Adoption auswirken. So kann durch eine intensive Zusammenarbeit zwischen IT Herstellern eine optimale Anpassung zwischen Nutzer, Prozessen und IT ermöglicht

werden [2]. Der positive Einfluss einer vorhandenen IT Strategie auf die IT Adoption lässt vermuten, dass sich IT Investitionen gegenüber anderen Investitionen besser durchsetzen lassen, sobald sie in Form eines Planes verabschiedet sind. IT Strategien können die Investition in IT Innovationen ermöglichen, indem sie neben kurzfristigen Kosten-Nutzen Erwägungen auch eine langfristige Wertsteigerung berücksichtigen [19]. Das Vorhandensein einer IT Abteilung wirkt sich eventuell dadurch positiv auf die IT Adoption aus, weil sie als institutionalisierter „Backbone“ die Durchsetzung von IT Adoptionsprojekten unterstützen kann. Schließlich sind die Mitarbeiter der IT Abteilung auch Kommunikationsschnittstellen zwischen Herstellern und Anwendern insbesondere dann, wenn es um technische Fragen geht.

Bei der Betrachtung der Ergebnisse sollte für Praktiker, d.h. für Anwender aus der Medizin und Pflege, für Krankenhausmanager, für IT-Leiter sowie für IT Hersteller die Frage im Vordergrund stehen, welche der Einflussfaktoren im Sinne einer IT innovativen Gesundheitsversorgung manipulierbar sind. Sowohl die Krankenhausgröße, als auch die Trägerschaft erscheinen als feste Charakteristika nicht unmittelbar beeinflussbar. Die anderen Faktoren *IT Strategie*, *Kooperation mit dem IT Hersteller* und *IT Abteilung* jedoch sind veränderbar und es liegt in der Hand der Akteure dies zu steuern.

## 5. Limitationen und weitere Ansätze

Obwohl die eingeschlossenen Prädiktoren signifikant bleiben, erklären sie gegenüber dem Grundmodell lediglich die Hälfte der Varianz der Kriteriumsvariable *Anzahl der Subsysteme des KIS*. Diese Befunde lassen darauf schließen, dass die Auswahl potenzieller Einflussfaktoren hinsichtlich weiterer Variablen, die nicht in das Grundmodell einfließen konnten, angepasst werden muss, wie z.B. der Status eines Krankenhauses als Universitätsklinik bzw. Akademisches Lehrkrankenhaus.

Zusätzlich muss die Operationalisierung von IT Innovation optimiert werden, um die Aussagekraft der Ergebnisse zu erhöhen. Hierfür gibt es verschiedene Ansätze. So könnte zum Einen der EPA-Status als Kriteriumsvariable untersucht werden. Ein anderer Ansatz wäre die Operationalisierung in Anlehnung an das HIMSS-Modell für die Adoption des Electronic Medical Records [12]. Die betrachteten Einflussfaktoren beziehen sich auf den Beginn des IT Adoptionsprozesses, insbesondere auf den Übergang von der Initiations- zur Adoptionsphase. Die Betrachtung dieses Prozessabschnitts ist deshalb bedeutsam, weil hier erst die Voraussetzung für den nächsten Schritt, die routinierte Nutzung neuer IT Anwendungen, geschaffen wird. Für eine umfassendere Betrachtung könnten zukünftige Forschungsansätze untersuchen, inwiefern die Routinisierung neuer IT Lösungen als Kriterium operationalisiert werden kann, um die hier entscheidenden Einflussfaktoren zu identifizieren.

## 6. Schlussfolgerung

IT Innovation kann offensichtlich nur stattfinden, wenn Hersteller und Krankenhäuser kooperieren und diese Zusammenarbeit im Sinne einer Referenzkundenbeziehung pflegen. Auch müssen die Krankenhäuser hinreichend gut auf diese Kooperation vorbereitet sein, indem sie einerseits ein geplantes Vorgehen in Form einer IT Strategie und andererseits die notwendige technische Kompetenz in Form einer IT Abteilung mit einbringen. Darüber ist IT Innovation steuerbar. Denn Innovation bedeutet nicht nur eine Idee zu besitzen und diese zu einer Lösung zu entwickeln, sondern vielmehr diese zur Anwendung zu bringen. Nur gelebte IT kann sich dann zum Wegbereiter eines verbesserten Gesundheitswesens - so wie es das IOM forderte - entwickeln.

## 7. Danksagung

Wir danken dem Land Niedersachsen und der Europäischen Union für die finanzielle Unterstützung der Arbeiten über das Drittmittelprojekt HITADO.

## 8. Literatur

- [1] Amarasingham R, Diener-West M, Plantinga L, Cunningham AC, Gaskin DJ, Powe NR. Hospital characteristics associated with highly automated and usable clinical information system in Texas, United States. *BMC Medical Informatics and Decision Making*. 2008;(8)39.
- [2] Ammenwerth E, Carola Iller C, Mahler C. IT-adoption and the interaction of task, technology and individuals: a fit framework and a case study. *BMC Med Inform Decis Mak*. 2006(6)3.
- [3] Ash JS, Gorman PN, Seshadri V, Hersh WR. Computerized physician order entry in U.S. hospitals: results of a 2002 survey. *J Am Med Inform Assoc*. 2004;11:95–99.
- [4] Ball MJ. Hospital information systems: perspectives on problems and prospects, 1979 and 2002. *Int J Med Inf*. 2003;69,83-89.
- [5] Bates D, Evans R, Murff H, Stetson P, Pizziferri L, Hripcsak G. Detecting adverse events using information technology. *J Am Med Inform Assoc*. 2003;10(2):115-128.
- [6] Burke D, Wang B, Wan T, Diana M. Exploring hospitals' adoption of information technology. *J Med Syst*. 2002;26(4):349-55.
- [7] Corrigan J, Kohn L, Donaldson M, Maguire S, Pike K. *Crossing the Quality Chasm: A New Health System for the 21st Century*. National Academy Press. Washington, DC. 2001.
- [8] Cutler DM, Feldman NE, Horwitz JR. U.S. Adoption of Computerized Physician Order Entry Systems. *Health Affairs*. 2005;24:1654-1663.
- [9] Fichman, R, Kemerer, C. The Illusory Diffusion of Innovation: An Examination of Assimilation Gaps', *Information System Research*. 1999;10(3):255-75.
- [10] Fonkych K, Taylor R. *The state and pattern of health information technology adoption*, Rand Corporation, Santa Monica, 2005.
- [11] Hikmet N, Bhattacharjee A, Menachemi N, Kayhan VO, Brooks RG. The role of organizational factors in the adoption of healthcare information technology in Florida hospitals. *Health CareManage Sci*. 2008;11:1-9.
- [12] HIMSS Analytics [Homepage on the Internet]. U.S. EMR Adoption Model SM Trends. Available from: [http://www.himssanalytics.org/docs/HA\\_EMRAM\\_Overview\\_Eng%20011812.pdf](http://www.himssanalytics.org/docs/HA_EMRAM_Overview_Eng%20011812.pdf)
- [13] Hübner U, Liebe JD, Egbert N, Frey A. *IT-Report Gesundheitswesen – Schwerpunkt IT im Krankenhaus*, Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr, Hannover, 2012.
- [14] Hübner U, Sellemann B, Egbert N, Liebe JD, Flemming D, Frey A. *IT-Report Gesundheitswesen -Schwerpunkt Vernetzte Versorgung*, Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr, Hannover, 2010.
- [15] Kamal, M. IT Innovation Adoption in the Government Sector: Identifying the Critical Success Factors. *J Enterprise Information Management*. 2006;19(2):192-222.
- [16] Kuperman G, Gibson R. Computer Physician Order Entry: Benefits, Costs, and Issues. *Ann Intern Med* 2003;139:31–39.
- [17] Liebe JD, Nicole E, Frey A, Hübner U. Characteristics of German hospitals adopting health IT systems – results from an empirical study. *Stud Health Technol Inform*. 2011;149:335-338.

- [18] McCullough JS. The Adoption of Hospital Information Systems. *Health Economics* 2007;17:649-664.
- [19] Menachemi N, Brooks R. Reviewing the Benefits and Costs of Electronic Health Records and Associated Patient Safety Technologies. *J Med Syst.* 2006;30:159–168.
- [20] Parente S, Van Horn R. Hospitals Investment in Information Technology: Does Governance make a Difference? *Health Care Finance Review* 2006;28(2):31-43.
- [21] Wager K, Wickham Lee F, Glaser J. *Managing healthcare information systems - A practical approach for health care executives.* 1st edition, Jossey-Bass, San Francisco, 2005. p. 528.
- [22] Urban D und Meyerl J. *Regressionsanalyse: Theorie, Technik und Anwendung.* Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, GW Fachverlage GmbH, 2006.

### **Corresponding Author**

Jan-David Liebe

Hochschule Osnabrück - Fakultät für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften,

Forschungsgruppe Informatik im Gesundheitswesen

Sedanstr. 1

D-49076 Osnabrück

Email: [j.liebe@hs-osnabrueck.de](mailto:j.liebe@hs-osnabrueck.de)