

**Entwicklung und Evaluierung eines Informationssystems
zur Unterstützung des Wissenschaft-Praxis-Dialogs im
Kontext der IT-Adoptions- und Diffusionsforschung im
Gesundheitswesen**

Inauguraldissertation
zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors
der Wirtschaftswissenschaften des Fachbereichs Wirtschaftswissenschaften
der Universität Osnabrück

Vorgelegt von
Jan-Patrick Weiß
Osnabrück, September 2021

Dekanin: Prof. Frank Westermann, Ph.D.

Referenten: Prof. Dr. Frank Teuteberg
Prof. Dr. Ursula Hübner

Datum der Disputation: 22.09.2021

Vorwort

Die vorliegende kumulative Dissertation wurde von mir in der Forschungsgruppe „Informatik im Gesundheitswesen“ an der Hochschule Osnabrück in Kooperation mit dem Fachgebiet „Unternehmensrechnung und Wirtschaftsinformatik“ der Universität Osnabrück angefertigt. Die Promotion wurde gefördert durch ein Stipendium der VolkswagenStiftung.

An erster Stelle gilt mein Dank meiner Betreuerin Frau Professorin Dr. Ursula Hübner, welche mir stets konstruktives Feedback gegeben hat. Herrn Professor Dr. Frank Teuteberg gilt mein Dank für die fachlichen Ratschläge aus dem Bereich der Wirtschaftsinformatik. Ganz besonderer Dank gilt meiner Betreuerin und meinem Betreuer dafür, dass sie mir die Möglichkeit zur Promotion gegeben und das Gelingen dieser interdisziplinären Arbeit unterstützt haben.

Darüber hinaus möchte ich mich vor allem bei meinen Kolleginnen und Kollegen der Hochschule Osnabrück für ein konstruktives und angenehmes Promotionsumfeld bedanken, namentlich Lisa Galler, Jörg Haßmann, Dr. Jan-David Liebe, Saskia Niemöller, Mareike Przysucha, Dr. Georg Schulte und Özlem Teckert. Besonderer Dank gebührt Dr. Jens Rauch für die Zusammenarbeit an der Forschungsinfrastruktur und die vielen grundlegenden Diskussionen. Bei Moritz Esdar, Jens Hüasers, Laura Naumann und Johannes Thye bedanke ich mich für die gute Zusammenarbeit bei diversen gemeinsamen Forschungsarbeiten und bei Nicole Egbert für die Unterstützung bei den vielen administrativen Angelegenheiten und Rückfragen. Professor Dr. Frank Thiesing, Jan van der Linde und Michael Tissen von der Fakultät Ingenieurwissenschaften und Informatik für die gemeinsamen Entwicklungsarbeiten am Benchmarking-Dashboard. Zudem danke ich Axel Jacob für den gedanklichen Austausch zur Promotion. Ich möchte mich auch bei Jens Schulte vom ZeMIT für das Setup und die Administration der Server bedanken. Außerordentlicher Dank gebührt schließlich meiner Familie und meinen Freundinnen und Freunden für die verständnisvolle Unterstützung.

Hinweise zum Aufbau des Dokuments

Die vorliegende kumulative Dissertation besteht aus zwei Teilen. Teil A beinhaltet die Einordnung und Diskussion aller in die Dissertation eingebrachten Forschungsbeiträge. Dazu wird zunächst einleitend zum Thema der Dissertation hingeführt und die Zielsetzung formuliert. Anschließend werden die ausgewählten Forschungsbeiträge in einen Ordnungsrahmen gebracht und eine Übersicht der verwendeten Forschungsmethoden gegeben. In der Ergebnisdarstellung werden die Forschungsbeiträge zusammengefasst, um anschließend in der Diskussion die Implikationen für Wissenschaft und Praxis zu erläutern, Limitationen darzustellen und zukünftige Forschungsbedarfe aufzuzeigen. Teil A schließt als eigenständiges Dokument mit einem Fazit und der Angabe aller genutzten Referenzen.

Teil B enthält alle Forschungsbeiträge des in Teil A vorgestellten Ordnungsrahmens. Die Zitationsstile der Forschungsbeiträge entsprechen jeweils den Vorgaben der Publikationsorgane, in denen die Forschungsbeiträge veröffentlicht wurden.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	VII
Tabellenverzeichnis	VIII
Abkürzungsverzeichnis.....	IX
Teil A: Dachbeitrag.....	X
1 Einleitung.....	1
1.1 Motivation	1
1.2 Zielsetzung und Aufbau der Arbeit	2
2 Forschungsdesign	3
2.1 Auswahl der Forschungsbeiträge	3
2.2 Ordnungsrahmen der Forschungsbeiträge.....	6
2.3 Einordnung der verwendeten Methoden	9
3 Zusammenfassung der Forschungsbeiträge	10
3.1 Konzeption eines Informationssystems zur Unterstützung des Wissenschaft-Praxis-Dialogs	10
3.2 Systemdesign im Kontext der IT-Adoptions- und Diffusionsforschungs Datengrundlage im Gesundheitswesen	12
3.3 Anwendungsfeld 1: Longitudinale Datenanalysen der IT- Diffusionsforschung im Gesundheitswesen	16
3.4 Anwendungsfeld 2: Einsatz der technischen Plattform zur Unterstützung des Benchmarkings und Entwicklungsperspektiven	18
4 Diskussion der Ergebnisse	24
4.1 Implikationen	24
4.1.1 Implikationen für die Wissenschaft.....	24
4.1.2 Implikationen für die Praxis	26
4.2 Limitationen	28

4.3	Ausblick	29
5	Fazit	30
6	Literaturverzeichnis.....	33
Teil B: Einzelbeiträge.....		XI
1	Improving health IT monitoring via an electronic system for the exchange between science and practice.....	XII
2	Implementing a data management platform for longitudinal health research	XIII
3	Entwicklung eines Datenmodells für ein umfassendes Forschungsdatenmanagement zur flexiblen Analyse longitudinaler Daten	XIV
4	Konsolidierte Datenmodellierung von Versorgungsdaten mit dem Entity- Attribute-Value-Modell und Data Vault.....	XV
5	Diffusion dynamics of electronic health records: A longitudinal observational study comparing data from hospitals in Germany and the United States	XVI
6	Diffusion Dynamics of Radiology IT – Systems in German Hospitals – A Bayesian Bass Model.....	XVII
7	IT-Benchmarking als Zusammenspiel von Wissenschaft und Praxis – ein Web-Portal zur Dissemination individueller Ergebnisse für Krankenhäuser	XIX

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Ordnungsrahmen der ausgewählten Forschungsbeiträge	6
Abb. 2: Forschungsplan mit Zuordnung der Forschungsbeiträge (FB) zu den Forschungsfragen (FF)	7
Abb. 3: Initialisierung des Informationssystems	11
Abb. 4: Longitudinale Analyse konsolidierter Daten zur IT-Diffusion in Krankenhäusern	13
Abb. 5: Systemdesign eines Informationssystems zur Unterstützung des Wissenschaft-Praxis-Dialogs	15
Abb. 6: Bass-Diffusionsmodelle für Deutschland (a) und die USA (b)	17
Abb. 7: Diffusionskurven a) RIS und b) PACS	18
Abb. 8: Erweiterte Kennzahlensystem-Hierarchie des WCS für den IT- Benchmark 2018	20
Abb. 9: Kennzahlendarstellung im Benchmarking-Dashboard	21
Abb. 10: Zufriedenheitswerte der Nutzerinnen- und Nutzerbefragung dargestellt als Boxplots	22
Abb. 11: Integration des Benchmarking-Dashboards in die Architektur der Forschungsinfrastruktur	23

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Übersicht aufgenommener Forschungsbeiträge.....	5
Tab. 2: Angewendete Methoden	9
Tab. 3: Metadaten zu Forschungsbeitrag 1	XII
Tab. 4: Metadaten zu Forschungsbeitrag 2	XIII
Tab. 5: Metadaten zu Forschungsbeitrag 3	XIV
Tab. 6: Metadaten zu Forschungsbeitrag 4	XV
Tab. 7: Metadaten zu Forschungsbeitrag 5	XVI
Tab. 8: Metadaten zu Forschungsbeitrag 6	XVIII
Tab. 9: Metadaten zu Forschungsbeitrag 7	XIX

Abkürzungsverzeichnis

AHA	American Hospital Association
AQ	Annahmequote
CIO	Chief Information Officer
BMG	Bundesministerium für Gesundheit
DRG	Diagnosis Related Groups (deutsch: Diagnosebezogenen Fallgruppen)
DV	Data-Vault
EAV	Entity-Attribute-Value
EPA	Elektronische Patientenakte
ETL	Extract, transform, load
GI	Gesellschaft für Informatik
GMDS	Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie
HITECH	Health Information Technology for Economic and Clinical Health
ILW	Informatik in den Lebenswissenschaften
KHZG	Krankenhauszukunftsgesetz
KIS	Krankenhausinformationssystem
MIBE	GMS Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie
IT	Informationstechnologie
JIF	Journal Impact Factor
MIE	Medical Informatics Europe
ONC	Office of the National Coordinator for Health Information Technology
PACS	Picture Archiving and Communication Systems
RIS	Radiologieinformationssystem
HHS	United States Department of Health and Human Services
VHB	Verband der Hochschullehrer für Betriebswirtschaft
WCS	Workflow Composite Score
WI	Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik
WKWI	Wissenschaftliche Kommission Wirtschaftsinformatik

Teil A: Dachbeitrag

1 Einleitung

1.1 Motivation

Durch die digitale Transformation des Gesundheitswesens können die Qualität der Patientenversorgung und die Leistungseffizienz hinsichtlich ökonomischer Zielgrößen verbessert werden (Atasoy et al. 2019; Mullins et al. 2020). Ansatzpunkte zur Messung der digitalen Transformation von Organisationen sind die Adoption und Diffusion von Informationstechnologien (IT) (Agarwal et al. 2010; Kapoor et al. 2019). Die Adoptions- und Diffusionsforschung im Gesundheitswesen misst und vergleicht die Auswirkungen, Kosten und Qualität von Informationssystemen und den damit verbundenen informationslogistischen Wertschöpfungsprozessen (Jones et al. 2014; Lin et al. 2019). Daraus ging wiederholt hervor, dass im Speziellen Krankenhäuser unter zunehmenden Wettbewerbsdruck die IT als einen entscheidenden Faktor für die Optimierung der Leistungserbringung erkannt haben und diese somit Teil des Diskurses des strategischen Managements geworden ist (Gholami et al. 2015; Savage et al. 2019). Die Digitalisierung der Krankenhäuser wird in einigen Ländern durch Gesetzesinitiativen unterstützt, mit dem Ziel durch Investitionsprogramme in Kombination mit IT-Reifegradmodellen als Evaluationsinstrument den Digitalisierungsfortschritt gezielt zu beschleunigen, zu steuern und zu überwachen. Prominente Beispiele sind der Health Information Technology for Economic and Clinical Health (HITECH) Act der USA (Adler-Milstein und Jha 2017), das Digital Maturity Assessment (DMA) in England (Johnston 2017) und der Zusammenschluss der Länder Dänemark, Finnland, Island, Norwegen, Schweden, Färöer, Grönland und Åland zum nordischen eHealth-Benchmarking (Nøhr et al. 2018). In Deutschland werden im Zeitraum 2021 bis 2023 mit der Verabschiedung des Krankenhauszukunftsgesetzes (KHZG) die Krankenhäuser bei der Digitalisierung mit insgesamt bis zu 4,3 Milliarden Euro durch Bund und Länder gefördert und durch eine Evaluation zum Digitalisierungsfortschritt begleitet (Deutscher Bundestag 2020).

Die genannten Digitalisierungsinitiativen werden von wissenschaftlichen Vertreterinnen und Vertretern der IT-Adoptions- und Diffusionsforschung mit langjährigen Erfahrungen im Bereich der Reifegradmessung im Gesundheitswesen bei der Entwicklung der Evaluationsinstrumente und Erhebung und Auswertung der Daten begleitet.

In der wissenschaftlichen Auswertung werden die daraus resultierenden Ergebnisse als Forschungsartikel für ein wissenschaftliches Publikum aufbereitet (Villumsen et al. 2020). So werden beispielsweise der Status Quo der digitalen Transformation einer bestimmten Population von Krankenhäusern (Abramson et al. 2012; Nakamura et al. 2010) oder die allgemeinen Rahmenbedingungen für die digitale Transformation (Jones et al. 2014) und den damit verbundenen Auswirkungen für die Gesamtheit der Krankenhäuser in einem Gesundheitssystem (Adler-Milstein et al. 2015; Adler-Milstein et al. 2017; Fontainha et al. 2014) untersucht. Darüber hinaus sollten die Ergebnisse ebenfalls im Hinblick auf die Praxis, sprich dem strategischen IT-Management im Krankenhaus, zielgruppenorientiert, das heißt individualisiert für die betreffende Organisation und kontextualisiert in der jeweiligen Referenzgruppe, disseminiert werden. Da der digitale Transformationsprozess im Kontext des Wettbewerbs häufig an einem Vergleich mit anderen Krankenhäusern bemessen wird, kann das Benchmarking (Jahn et al. 2015) als Methodik herangezogen werden, um die Ergebnisse von Studien anwendungsnahe und individuell für die Krankenhäuser aufzubereiten.

Es gibt zwar verschiedene Konzepte zur Förderung für einen solchen Dialog zwischen Wissenschaft und Praxis (Carlile und Rebentisch 2003; Liew 2007; Liyanage et al. 2009; Lomas 1993; Roux et al. 2006; Wehrens 2014), jedoch fehlt der praktischen Zusammenarbeit häufig ein geeignetes Austauschsystem, das valide und reliable Instrumente mit einer technischen Plattform kombiniert, um die Speicherung, Verarbeitung und Dissemination der Informationen zu unterstützen. Solche Feedback-Systeme sind im klinischen Kontext bereits bekannt als sogenannte „Lernende Gesundheitssysteme“, in denen neue Erkenntnisse für die Diagnostik, Therapie, Rehabilitation und Pflege gewonnen werden (Athey et al. 2013; Murphy et al. 2010). Im Bereich der IT-Adoptionsmessung fehlt es jedoch an einem System, welches das IT-Management und die Forschung kontinuierlich durch einen datengetriebenen Feedback-Zyklus verbindet und unterstützt.

1.2 Zielsetzung und Aufbau der Arbeit

Die vorliegende kumulative Dissertation verwendet Methoden und Ergebnisse der empirischen Sozialforschung, um wissenschaftliche Erkenntnisse der IT-Adoptionsforschung zu deutschen Krankenhäusern im Rahmen der konstruktionsorientierten Forschung in einem Informationssystem individuell für die spezifischen Krankenhäuser

zu kontextualisieren. Neben der anwendungsnahen Aufbereitung wissenschaftlicher Ergebnisse für die Praxis ist dieses Informationssystem im gleichen Maß relevant für die nötige Grundlage des Datenmanagements und der Datenanalyse zur Unterstützung der IT-Adoptions- und Diffusionsforschung, in der Daten über mehrere Jahre erhoben und longitudinal ausgewertet werden. Um dieses Ziel in der kumulativen Dissertation zu erreichen, sollen folgende Forschungsfragen (FF) beantwortet werden:

FF-1: Wie kann der datengetriebene Prozess der IT-Adoptions- und Diffusionsforschung gestaltet und technisch umgesetzt werden?

FF-2: Welche Handlungsempfehlungen ergeben sich aus einer longitudinalen Auswertung der IT-Diffusionsmessung?

FF-3: Welche Entwicklungsperspektiven ergeben sich aus dem Aufbau einer technischen Plattform zur Unterstützung des Wissenschaft-Praxis-Dialogs?

In Kapitel 2 werden die ausgewählten Forschungsbeiträge dargestellt und in einem Ordnungsrahmen inhaltlich zusammengeführt. Darüber hinaus werden die verwendeten Forschungsmethoden dargelegt. Anschließend werden in Kapitel 3 die Forschungsbeiträge – thematisch zusammengefasst – inhaltlich erläutert. Abschließend werden in Kapitel 4 die gewonnenen Erkenntnisse anhand von Implikationen für die Wissenschaft und die Praxis diskutiert und in Kapitel 5 ein abschließendes Fazit gezogen.

2 Forschungsdesign

2.1 Auswahl der Forschungsbeiträge

Innerhalb des Promotionszeitraums wurden insgesamt 11 Forschungsbeiträge veröffentlicht, von denen sieben¹ in dieser kumulativen Dissertation dargestellt werden. Tabelle 2-1 bietet eine übersichtliche Darstellung der Forschungsbeiträge in der Reihenfolge des Ordnungsrahmens mit Daten zu Autorenschaft, dem Publikationsorgan und Bewertung des Publikationsorgans. Das interdisziplinäre Promotionsthema ist in der

¹ Mit diesem Dachbeitrag wird das Informationssystem zum Wissenschaft-Praxis-Dialog mit den beiden Anwendungsfeldern der longitudinalen Datenanalyse in der IT-Diffusionsforschung und der Entwicklung einer technischen Plattform zum Benchmarking fokussiert, sodass die weiteren themenverwandten Forschungsbeiträge (Esdar et al. (2017b); Liebe et al. (2017); Thye et al. (2018); Weiß et al. (2018b)), die im Rahmen der Promotion entstanden sind, nicht in den Dachbeitrag mit aufgenommen wurden.

Wirtschaftsinformatik und in der Medizinischen Informatik einzuordnen. Die Informationen des Rankings für Journal- und Konferenzbeiträge aus dem Fachbereich der Wirtschaftsinformatik stammen aus dem VHB-JOURQUAL3 des Verbands der Hochschullehrer für Betriebswirtschaft (VHB), der WI-Orientierungsliste der Wissenschaftlichen Kommission Wirtschaftsinformatik (WKWI) (Heinzl et al. 2008), die berichtete Annahmequote (AQ) oder der 5-Year Impact Factor (JIF) des jeweiligen Journals. Im Bereich der Medizinischen Informatik wurde die Annahmequote bzw. der 5-Year Impact Factor oder das Global Ranking of Management- and Clinical-centered E-health Journals (Serenko et al. 2017) herangezogen. Die Forschungsbeiträge, die in Studies in Health Technology and Informatics veröffentlicht wurden, wurden jeweils auf den Jahrestagungen der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (GMDS) präsentiert, welche für die Medizinische Informatik den gleichen Stellenwert hat wie die Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik (WI) für die Wirtschaftsinformatik. Im Hinblick auf das Krankenhauszukunftsgesetzes der Bundesregierung (Deutscher Bundestag 2020) wurde Forschungsbeitrag 1 für die deutsche Fachgemeinschaft der Medizininformatik im Open-Access-E-Journal der GMS Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (MIBE) eingereicht. Die MIBE ist offizielles Organ der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (GMDS) und des Fachbereichs Informatik in den Lebenswissenschaften (ILW) der Gesellschaft für Informatik (GI).

#	Titel	Autoren	Publikationsorgan	Ranking
1	Improving health IT monitoring via an electronic system for the exchange between science and practice	Jan-Patrick Weiß Ursula Hübner Jens Rauch Johannes Thye Frank Teuteberg Jan van der Linde Frank Thiesing Jan-David Liebe	GMS Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (MIBE) 2021, Vol. 17(3) ISSN 1860-9171	N/A
2	Implementing a Data Management Platform for Longitudinal Health Research	Jan-Patrick Weiß Ursula Hübner Jens Rauch Jens Hüser Frank Teuteberg Moritz Esdar Jan-David Liebe	Studies in Health Technology and Informatics, Volume 243: German Medical Data Sciences: Visions and Bridges: Proceedings of the 62nd Annual Meeting of the German Association of Medical Informatics, Biometry and Epidemiology 2017	AQ ² : 54 %

² Aus dem Vorwort der Herausgeberinnen und Herausgeber Röhrig et al. (2017) „Two-hundred-and-forty contributions were submitted, among 77 full papers. These were reviewed in a two stage interdisciplinary peer-reviewing process: A total of 766 reviews, some of which were very comprehensive, were produced by 186 reviewers. 42 full papers are accepted for publication in this volume of Studies in Health Technology and Informatics.”

3	Entwicklung eines Datenmodells für ein umfassendes Forschungsdatenmanagement zur flexiblen Analyse longitudinaler Daten	Jan-Patrick Weiß Jens Rauch Jens Hüasers Jan-David Liebe Frank Teuteberg Ursula Hübner	INFORMATIK 2017	VHB: C WKWI: B
4	Konsolidierte Datenmodellierung von Versorgungsdaten mit dem Entity-Attribute-Value-Modell und Data Vault	Jens Rauch Jan-Patrick Weiß Frank Teuteberg Ursula Hübner	GMS Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (MIBE) 2017, Vol. 13(1), ISSN 1860-9171: Proceedings of the 62nd Annual Meeting of the German Association of Medical Informatics, Biometry and Epidemiology 2017	AQ ³ : 9 %
5	Diffusion Dynamics of Electronic Health Records: A Longitudinal Observational Study Comparing Data from Hospitals in Germany and the United States	Moritz Esdar Jens Hüasers Jan-Patrick Weiß Jens Rauch Ursula Hübner	International Journal of Medical Informatics Volume 131, November 2019, 103952	5-Y-IF (2019): 3,525 Serenko et al. 2017: A
6	Diffusion Dynamics of Radiology IT-Systems in German Hospitals – A Bayesian Bass Model	Jens Hüasers Moritz Esdar Jan-Patrick Weiß Ursula Hübner	Studies in Health Technology and Informatics, Volume 267: German Medical Data Sciences: Shaping Change – Creative Solutions for Innovative Medicine: Proceedings of the 64th Annual Meeting of the German Association of Medical Informatics, Biometry and Epidemiology 2019	AQ ⁴ : 55 %
7	IT-Benchmarking als Zusammenspiel von Wissenschaft und Praxis - ein Web-Portal zur Dissemination individueller Ergebnisse für Krankenhäuser	Jan-Patrick Weiß Johannes Thye Jens Rauch Michael Tissen Moritz Esdar Frank Teuteberg Ursula Hübner	Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2018: Data driven X - Turning Data into Value	VHB: D WKWI: C

Tab. 1: Übersicht aufgenommener Forschungsbeiträge

Die Arbeiten sind im Rahmen der Forschungsgruppe „Informatik im Gesundheitswesen“ unter der Leitung von Frau Professorin Dr. Ursula Hübner entstanden, die das Thema der Arbeit gestellt hat. Sie bauen auf den langjährigen Forschungsarbeiten zu IT-Adoption und -Diffusion im Gesundheitswesen auf, die in der Forschungsgruppe stattfinden. Professorin Dr. Ursula Hübner, mit Fokus auf den Fachbereich der Medi-

³ Selbstauskunft der Herausgeberinnen und Herausgeber Röhrig et al. (2017) „Es gab 11 Einreichungen zur Publikation in der MIBE, davon wurde eine zur Publikation angenommen.“

⁴ Aus dem Vorwort der Herausgeberinnen und Herausgeber Röhrig et al. (2019) „This year 263 contributions were submitted for the GMDS Annual Meeting, including four full papers for the MIBE and 69 for a publication in the GMDS series in Studies in Health Technologies and Informatics, as well as 192 abstracts. All submissions were reviewed in a two-stage peer review process. A total of 760, in some cases very extensive, reviews were carried out by 280 experts. In a meta-review, the preliminary results were communicated to the authors with information on the revision of the contributions. After the revision, a second, shortened metareview took place. A total of one contribution to publication in MIBE and 38 contributions to publication in the GMDS Series was accepted. A detailed presentation of the results of the peer review process is shown in Figure 1.“

zinischen Informatik und Professor Dr. Frank Teuteberg, mit Fokus auf den Fachbereich der Wirtschaftsinformatik haben die Forschungsbeiträge kritisch hinsichtlich ihres Inhaltes und ihrer Forschungsmethodik betreut. Im Bereich der empirischen Sozialforschung wurde zusammen mit Dr. Jan David Liebe, Moritz Esdar, Johannes Thye und Jens Hüser an der Konzeption, Umsetzung und Auswertung der quantitativen Befragungsinstrumente gearbeitet. Die Implementierungen im Rahmen der konstruktionsorientierten Forschung wurden von Dr. Jens Rauch, Michael Tissen, Jan van der Linde und Professor Dr. Frank Thiesing begleitet und durchgeführt.

2.2 Ordnungsrahmen der Forschungsbeiträge

Die Forschungsbeiträge wurden in dem in Abbildung 2-1 dargestellten Ordnungsrahmen durchgeführt. Die Reihenfolge der Forschungsbeiträge ist aufgrund der unterschiedlichen benötigten Ressourcen zur Aufbereitung der Ergebnisse und der Begutachtungszeiträume unabhängig von den Veröffentlichungsdaten. Der Ordnungsrahmen umfasst Forschungsbeiträge mit konstruktionsorientierten und empirischen Forschungsansätzen. Durch diese Dualität sollten im Rahmen der konstruktionsorientierten Forschung informationstechnologische Werkzeuge zur Unterstützung des Wissenstransfers zwischen Wissenschaft und Praxis entwickelt werden, die auf der einen Seite durch Fragestellungen der empirischen Sozialforschung rigoros überprüft und daraufhin verbessert werden und auf der anderen Seite wiederum selbst neue Daten für die Forschung liefern (Houy et al. 2014).

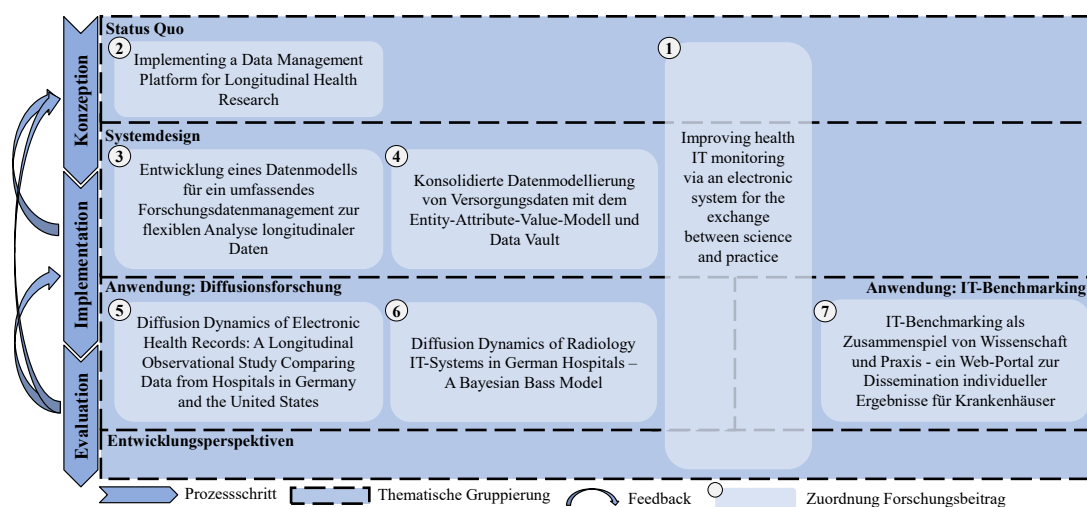


Abb. 1: Ordnungsrahmen der ausgewählten Forschungsbeiträge

(eigene Abbildung)

Forschungsbeitrag 1 (Weiß et al. 2021) beschreibt die Iterationen des in der kumulativen Dissertation entwickelten Informationssystems unter Einbeziehung der zugrundeliegenden Vorarbeiten und den daraus resultierenden Bedarfen zur Unterstützung des Wissenschaft-Praxis-Dialogs, das einerseits den Forschungsprozess unterstützt und andererseits die Ergebnisse für die Praxis in Form eines Benchmarks präsentiert. In Forschungsbeitrag 2 (Weiß et al. 2017a) wurde die Ausgangssituation der IT-Diffusionsforschung im Hinblick auf das Gesundheitswesen dargestellt und ein Bedarf, begründet durch die Diffusionstheorie von Rogers (2003), an longitudinalen Studien festgestellt. In einer prototypischen Umsetzung wurde anschließend überprüft, inwieweit IT-Werkzeuge den Forschungsprozess bei der longitudinalen Analyse unterstützen und verbessern können (Abbildung 2-2).

FF-1	Wie kann der datengetriebene Prozess der IT-Adoptions- und Diffusionsforschung gestaltet und technisch umgesetzt werden?
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prototypische Umsetzung von Open Source IT-Werkzeugen zur Unterstützung und Verbesserung des Forschungsprozesses vor dem Hintergrund langjähriger und kontinuierlicher Studien nach der Diffusionstheorie von Rogers (2003). (FB2) ▪ Entwicklung eines Datenmodells zur Konsolidierung mehrjähriger und unterschiedlich strukturierter Umfrage- und Versorgungsdaten mit dem Entity-Attribute-Value und Data Vault-Modell. (FB3, FB4) ▪ Entwicklung eines IT-Benchmarking Dashboards für Chief Information Officer (CIO) deutscher Krankenhäuser inklusive der Darstellung der Anwendersicht zur Zufriedenheit mit IT. (FB1, FB7)
FF-2	Welche Handlungsempfehlungen ergeben sich aus einer longitudinalen Auswertung der IT-Diffusionsmessung?
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Longitudinale Analyse der IT-Adoptionsraten am Beispiel der elektronischen Patientenakte (EPA) in Krankenhäusern als Vergleich zwischen Deutschland und den USA in den Jahren 2007 bis 2017 und Anwendung des Bass-Diffusionsmodells (Bass 1969), um den Diffusionsverlauf nach der Diffusionstheorie von Rogers (Rogers 2003) mathematisch zu beschreiben. (FB5) ▪ Longitudinale Analyse der Adoptionsraten von Radiologieinformationssystemen (RIS) und Picture Archiving and Communication Systems (PACS) in deutschen Krankenhäusern unter Verwendung des Bass-Diffusionsmodells in Kombination mit der bayesschen Statistik. (FB6)
FF-3	Welche Entwicklungsperspektiven ergeben sich aus dem Aufbau einer technischen Plattform zur Unterstützung des Wissenschaft-Praxis-Dialogs?
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zwischenevaluation der Indikatoren und Visualisierungen des IT-Benchmarking Dashboards in semi-formalen Workshop-Runden mit IT-Leitungen als Pretester. (FB7) ▪ Empirische Evaluation des IT-Benchmarking Dashboards anhand des Zwei-Faktoren-Modells nach Zhang und Dran (2000). (FB1)

Abb. 2: Forschungsplan mit Zuordnung der Forschungsbeiträge (FB) zu den Forschungsfragen (FF)
(eigene Abbildung)

Mit dem in den Forschungsbeiträgen 3 (Weiß et al. 2017b) und 4 (Rauch et al. 2017) implementierten Datenmanagement wurde die Grundlage geschaffen, um auf der einen Seite die IT-Adoptions- und Diffusionsforschung bei der Erhebung, Aufbereitung und Analyse der Daten aus der Praxis zu unterstützen und auf der anderen Seite die

Ergebnisse dieser Forschung anwendungsnah der Praxis präsentieren zu können. In diesen beiden Forschungsbeiträgen wurde ein grundlegendes Systemdesign konzipiert und implementiert, um die Primärdaten der empirischen Sozialforschung im Hinblick auf eine longitudinalen Analyse zu persistieren und zu historisieren (Weiß et al. 2017b) und mit verteilten und heterogenen Sekundärdaten aus der Gesundheitsversorgung zu konsolidieren (Rauch et al. 2017).

Basierend auf den Forschungsbeiträgen 2 und 3 wurde als eine erste Anwendung eine longitudinale Analyse zum Stand der Digitalisierung der Patientenakte in Krankenhäusern über die Jahre 2007 bis 2017 in Forschungsbeitrag 5 (Esdar et al. 2019) durchgeführt. In Forschungsbeitrag 6 (Hüsters et al. 2019) wurde in einer weiteren longitudinalen Auswertung die Übertragbarkeit auf andere Funktionsbereiche im Krankenhaus, in diesem Fall der Implementierungsgrad von Radiologieinformationssystemen gezeigt und zukünftige Forschungswege der IT-Diffusionsforschung mit Hinblick auf den Einsatz bayesscher Statistik betrachtet.

Hinsichtlich der Aufbereitung und Präsentation wissenschaftlicher Erkenntnisse für die Zielgruppe Krankenhäuser als Praxisvertreter, wurde auf Basis des in den Forschungsbeiträgen 2, 3 und 4 konzipierten Systemdesigns ein webbasiertes Dashboard in Forschungsbeitrag 7 (Weiß et al. 2018a) implementiert. Das entwickelte Web-Portal fungiert als Benchmark-Instrument im Kontext der IT-Adoption von Krankenhäusern und verwendet als zugrundeliegendes wissenschaftliches Konstrukt den validierten und auf Reliabilität überprüften Workflow Composite Score (WCS), der eine anwendungsnahe Operationalisierung als Kennzahl zur Darstellung des Digitalisierungsgrades bildet (Liebe et al. 2015). Der WCS wurde außerdem mit Forschungsbeitrag 7 hinsichtlich der Berechnungsvorschriften revidiert und um neue Items, der Anwenderinnen- und Anwendersicht durch eine Befragung zur Anwenderinnen- und Anwenderzufriedenheit und um einen neuen Prozess als Betrachtungsobjekt erweitert und in einem Kurzbenchmark als PDF evaluiert.

Forschungsbeitrag 1 führt abschließend die Erkenntnisse der vorherigen Forschungsbeiträge zusammen. Dazu wurden die Vorarbeiten des Forschungsbeitrags 7 vollständig implementiert und die Nutzung und Zufriedenheit der Teilnehmerinnen und Teilnehmer mit dem Benchmark-Instrument als webbasiertes Dashboard evaluiert. Auf

Basis der Evaluation wurden Entwicklungsperspektiven zur Ausgestaltung einer generalisierten Kooperation zum Austausch von Wissen und Erfahrungen zwischen Wissenschaft und Praxis aufgezeigt.

2.3 Einordnung der verwendeten Methoden

Für die kumulative Dissertation wurde ein Multi-Method-Ansatz (Florczak 2014; Onwuegbuzie und Leech 2005) als forschungsmethodische Vorgehensweise gewählt. Die Verwendung des Multi-Method-Ansatzes ermöglicht es, Ergebnisse der empirischen Sozialforschung im Rahmen der konstruktionsorientierten Forschung innerhalb eines Artefakts zu kontextualisieren und dadurch wiederum neue Daten zu gewinnen und innerhalb der empirischen Sozialforschung zu analysieren. Die Tabelle 2-2 zeigt, welche unterschiedlichen Methoden im jeweiligen Forschungsbeitrag zur systematischen Erarbeitung und Diskussion der Ergebnisse eingesetzt wurden.

Methoden	Forschungsbeitrag							Referenz
	1	2	3	4	5	6	7	
Literatursuche		X						(Moher et al. 2009)
Expertinnen- und Expertenworkshop	X		X	X			X	(Boland et al. 2014)
Quantitative Querschnittsbefragung	X						X	(MacKenzie und Podsakoff 2011)
Quantitative Längsschnittbefragung		X			X	X		(MacKenzie und Podsakoff 2011)
Bass-Diffusionmodell mit der Methode der kleinsten Quadrate und Bayessche Regressionsmodelle					X	X		(Bass 1969; Ramírez-Hassan und Montoya-Blandón 2020; Srinivasan und Mason 1986)
Empirische Evaluation nach dem Zwei-Faktoren-Modell	X							(Zhang und Dran 2000)
Design Science	X	X	X	X			X	(Dresch et al. 2015)

Tab. 2: Angewendete Methoden

In den Forschungsbeiträgen 1, 2, 3, 4 und 7 wird unter Verwendung des Design Science Ansatzes iterativ das Informationssystem zur Unterstützung des Wissenschaft-Praxis-Dialogs entwickelt und evaluiert. In Forschungsbeitrag 2 wurde über eine systematische Literatursuche der Status Quo der IT-Adoptions- und Diffusionsforschung erschlossen und die Ergebnisse zusammen mit den Erkenntnissen aus vergangenen (Hübner et al. 2012; Hübner et al. 2014) und zum damaligen Zeitpunkt in der Aktualisierung befindlichen Befragungsinstrumenten (Hübner et al. 2018) als Grundlage für

eine erste prototypische longitudinale Datenanalyse genutzt. Die Entwicklung des Informationssystems wurde begleitet durch regelmäßige Expertinnen- und Expertenworkshops, in denen das System präsentiert und diskutiert wurde. Die Revision und Erweiterung des Kennzahlensystems wurden in den Forschungsbeiträgen 1 und 7 beschrieben und erfolgte entlang des Rahmenwerks von MacKenzie und Podsakoff (2011) mit Hinblick auf die Operationalisierung neuer Befragungselemente. Die abschließende Evaluation mit Fokus auf den Umsetzungsgrad von Basis- und Leistungsfunktionen erfolgte in Forschungsbeitrag 1 nach dem Zwei-Faktoren-Modell nach Zhang und Dran (2000). Darüber hinaus wurden in Forschungsbeitrag 1 weitere Entwicklungsperspektiven zu einem System des Wissenstransfers zwischen Wissenschaft und Praxis mithilfe unterschiedlicher Konzepte wie beispielsweise die der Koproduktion von Wissen (Roux et al. 2006; Wehrens 2014) und unterschiedlichen Typen der Wissensdissemination (Gagnon 2011; Lomas 1993) aufgezeigt.

Die Forschungsbeiträge 5 und 6 sind in der empirischen Sozialforschung im Bereich der IT-Diffusionsforschung anzusiedeln. In diesen Forschungsbeiträgen werden mithilfe des Bass-Diffusionsmodells in einer longitudinalen Analyse mehrere Datensätze des letzten Jahrzehnts ausgewertet (Hübner et al. 2005; Hübner et al. 2008; Hübner et al. 2010; Hübner et al. 2012; Hübner et al. 2014; Hübner et al. 2018) und der Digitalisierungsgrad von Krankenhäusern mit statistischen Methoden (Bass 1969; Ramírez-Hassan und Montoya-Blandón 2020) analysiert.

3 Zusammenfassung der Forschungsbeiträge

3.1 Konzeption eines Informationssystems zur Unterstützung des Wissenschaft-Praxis-Dialogs

In Forschungsbeitrag 1 „Improving health IT monitoring via an electronic system for the exchange between science and practice“ wird der iterative Prozess beschrieben, mit dem das Informationssystem im Rahmen dieser Dissertation aufgebaut wurde (Abb. 3-1). Das Informationssystem soll die IT-Adoptions- und Diffusionsforschung beim Erheben, Konsolidieren, Persistieren und Analysieren der Daten unterstützen (Abschnitt 3.3) und die Grundlage für einen Wissenschaft-Praxis-Dialog in Form eines Dashboards zum Benchmarking von Krankenhäusern schaffen (Abschnitt 3.4).

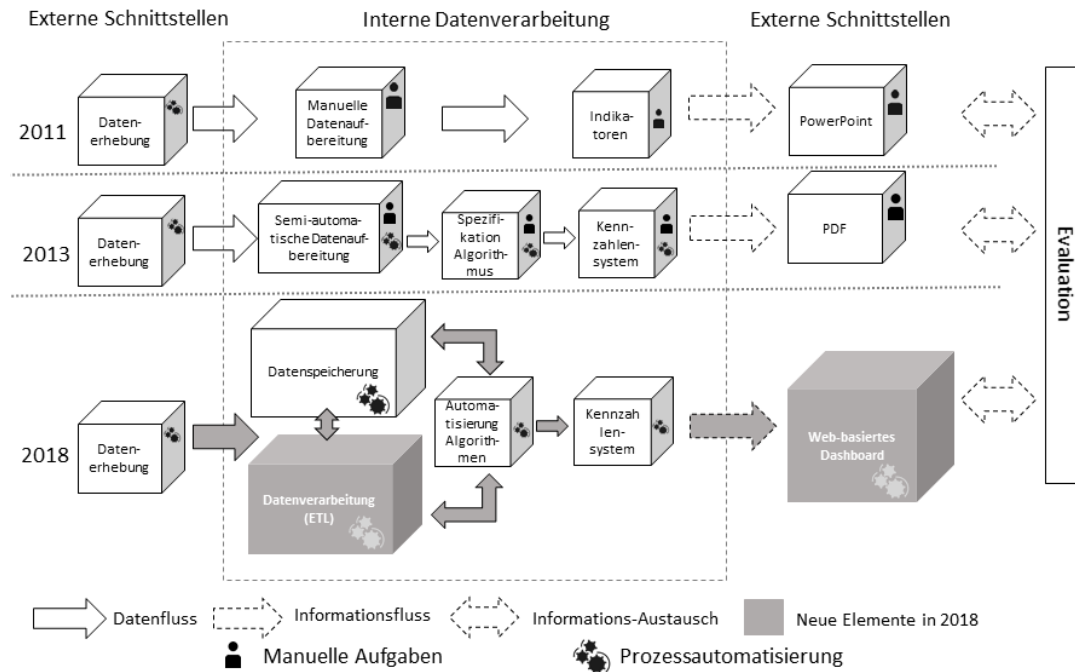


Abb. 3: Initialisierung des Informationssystems

(in Anlehnung an Weiß et al. (2021))

In einer ersten Pilotphase zur Bestimmung der Informationsbedarfe, wurde der Benchmark zunächst im Jahr 2011 mit 59 IT-Leitungen deutscher Krankenhäuser durchgeführt (Liebe et al. 2011). Der Benchmark wurde 2013 erneut durchgeführt und auf Basis des Feedbacks aus 2011, um das Kennzahlensystem Workflow Composite Score zur Messung der Digitalisierung klinischer Prozesse erweitert (Liebe et al. 2015). Die Erfahrungen und Ergebnisse der Evaluation des Benchmarks 2013 führten zu der Entwicklung eines Informationssystems, mit dem ein regelmäßiger, teil-automatisierter Benchmark durchgeführt werden soll. Das Kennzahlensystem, der im Jahr 2018 auf 197 Teilnehmerinnen und Teilnehmer angewachsenen Benchmarking-Runde, wurde um einen neuen Prozess, Zufriedenheitswerte durch eine Anwenderinnen- und Anwenderbefragung und die Länder Schweiz und Österreich erweitert, sodass die damit einhergehende gestiegene Komplexität von der Erhebung bis zur Darstellung der Ergebnisse informationstechnologisch unterstützt und die Grundlage für eine digitale Plattform zum Wissensaustausch geschaffen wurde.

3.2 Systemdesign im Kontext der IT-Adoptions- und Diffusionsforschung Datengrundlage im Gesundheitswesen

In der IT-Diffusionsforschung werden zur Datenerhebung für die IT-Reifegradmessung bei Gesundheitsorganisationen (z. B. Krankenhäusern) häufig quantitative Querschnittsstudien mittels strukturierter Befragungen durchgeführt (Everson et al. 2014; Häyrinen et al. 2008; Liebe et al. 2015; Park und Han 2017). Um jedoch die Entwicklung der IT-Diffusion im Sinne der Diffusionstheorie nach Rogers (2003) zu untersuchen, bedarf es longitudinaler Studien. In Forschungsbeitrag 2 „Implementing a Data Management Platform for Longitudinal Health Research“ (Weiß et al. 2017a) wird daher exemplarisch die Infrastruktur für longitudinale Datenanalysen aus diesem Feld realisiert.

Als Datenbasis wurde der IT-Report Gesundheitswesen (Hübner et al. 2012; Hübner et al. 2014; Hübner et al. 2018) gewählt. Der IT-Report Gesundheitswesen ist eine regelmäßig von der Forschungsgruppe Informatik im Gesundheitswesen der Hochschule Osnabrück durchgeführte Befragung leitender Personen in deutschen Krankenhäusern zur IT-Adoption. Durch die kontinuierliche Entwicklung neuer IT-Funktionen für Krankenhäuser ändern sich auch die Fragebogen-Items regelmäßig, sodass sich zum einen auf technischer Ebene neue Anforderungen an das Datenmanagement und die Datenanalyse ergeben. Zum anderen führt dieses auf fachlicher Ebene zu neuen wissenschaftlichen Fragestellungen, die sich wiederum auf die technische Ebene zur Datenanalyse auswirken (Kharrazi et al. 2018). Des Weiteren ändern sich über die Jahre die eingesetzten Befragungswerkzeuge (LimeSurvey, Unipark) und Formen der Datenarchivierung (Excel, SPSS). Die damit verbundenen heterogenen Quelldaten begründen ebenfalls jeweils neue Anforderungen an das Datenmanagement und die Datenanalyse. In diesem Forschungsbeitrag wurde prototypisch ein Datenmodell implementiert, mit dem Ziel, datengetrieben zunächst die Befragungsdaten und die damit verbundenen Metadaten integriert und analyseunabhängig bereitzustellen. Die Befragungsdaten der IT-Reports Gesundheitswesen 2011, 2013 und 2017 konnten in das entworfene Datenmodell transformiert werden und der Statistik-Software R im Rahmen einer ersten longitudinalen Analyse der IT-Adoptionsraten von sechs unterschiedlichen IT-Funktionsgruppen zugeführt werden (Abb. 3-2).

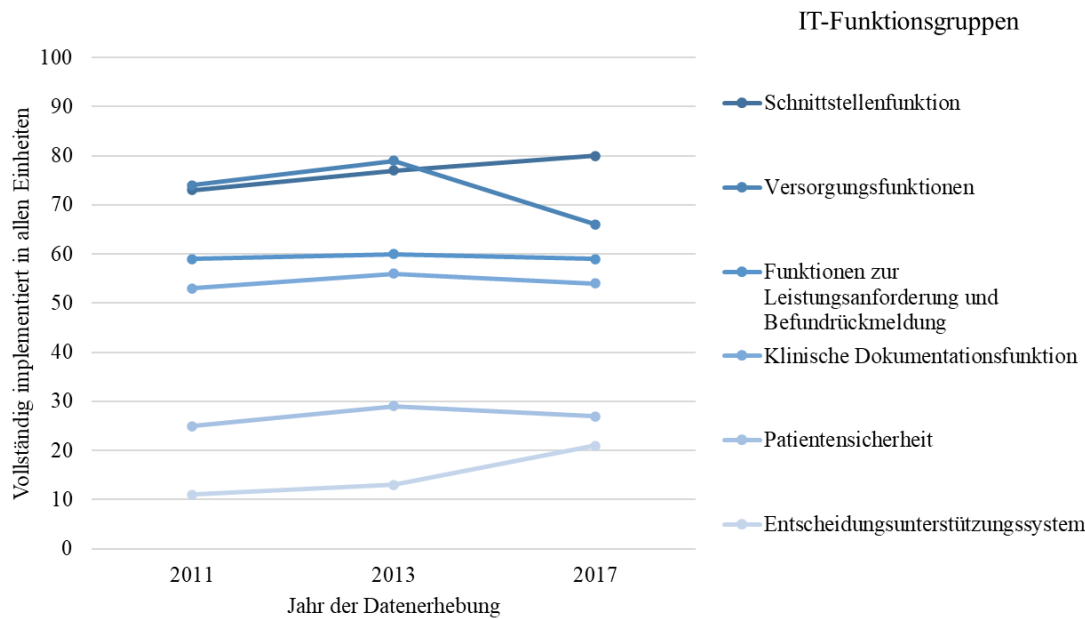


Abb. 4: Longitudinale Analyse konsolidierter Daten zur IT-Diffusion in Krankenhäusern
(in Anlehnung an Weiß et al. (2017a))

Durch die Konsolidierung der Daten kann beispielsweise die Umkodierung der Variablen im Analyseprozess automatisiert werden. Außerdem kann zur weiteren explorativen Analyse direkt extrahiert werden, welche Items kontinuierlich in den selektierten Zeiträumen betrachtet werden können. Diese Unterstützungsfunktion bereitet die Grundlage zu den Analysen für die Forschungsbeiträge 5 und 6.

Nach dem erfolgreichen Test einer longitudinalen Analyse in Forschungsbeitrag 2, wurde mit Forschungsbeitrag 3 und 4 das Systemdesign für ein umfassendes Forschungsdatenmanagement weiter definiert und um zusätzliche Datenquellen aus der Gesundheitsversorgung ergänzt (Abb. 3-3). Parallel dazu wurden die Erfahrungen, die während der empirischen Datenhebung der Forschungsbeiträge 5 und 6 gemacht wurden, laufend in die konstruktionsorientierte Forschung der Forschungsbeiträge 1, 3, 4 und 7 eingearbeitet. Darauf basierend konnten fünf Anforderungen an ein Forschungsdatenmanagement, das analyseunabhängig sowohl den Forschungsprozess selbst unterstützen als auch die Ergebnisse für die Praxis aufbereiten kann, abstrahiert werden:

- Das Datenmodell soll um zusätzliche Datenquellen erweiterbar sein, die Informationsobjekte beschreiben, ohne die bestehende Struktur des Datenmodells ändern zu müssen.

- Neue Schnittstellen sollen in das System integriert werden können, ohne die bestehende Struktur des Datenmodells ändern zu müssen.
- Das Datenmodell soll sowohl in Bezug auf das Hinzufügen weiterer Merkmale als auch hinsichtlich vereinzelter Merkmalsausprägungen skalieren.
- Zeitlich gesehen sollen Quer- und Längsschnittanalysen möglich sein. Dazu ist es essenziell, identische Informationsobjekte aufeinander abzubilden und die Veränderung von Merkmalsausprägungen zu historisieren.
- Das Datenmodell soll datengetrieben und nicht auswertungsgetrieben sein. Es soll insbesondere nicht zwischen abhängigen und unabhängigen Variablen unterscheiden oder Analysen auf eine Auswahl von Informationsobjekten (z. B. Teilnehmer oder Items einer Befragung) beschränken.

Normalisierte Relationale oder Dimensionale Datenmodelle können diese Anforderungen nicht hinlänglich erfüllen, weil Erweiterungen und Änderungen der Daten und Analyseanforderungen eine Anpassung der Datenstrukturen bedeuten (Bojicic et al. 2016). Mit Forschungsbeitrag 3 und 4 wurde daher das für die Befragungsdaten in Forschungsbeitrag 2 bereits getestete Data-Vault (DV) Modell (Gluchowski und Chameni 2016; Linstedt et al. 2009) um das Entity-Attribute-Value (EAV) Datenmodell zur Integration weiterer Daten der Gesundheitsversorgung erweitert. Das Konzept der Entitäten, Attribute und Werte des EAV Datenmodells wurde auf das DV Modell generalisiert übertragen, sodass alle Informationsobjekte als eigenständige Entitäten modelliert wurden. Durch diese lose Kopplung der Beziehungen können unterschiedliche Informationsobjekte zusammen integriert und historisiert werden und die Datenstrukturen müssen bei neuen Analyseanforderungen lediglich erweitert und nicht geändert werden (Bojicic et al. 2016).

In Abbildung 3-3 sind die unterschiedlichen Quelldaten, bestehend aus den Befragungsdaten als Primärdaten auf der einen Seite und die unterschiedlichen zu integrierenden Formate der Sekundärdaten – wie die Qualitätsberichte der Krankenhäuser, die demographischen Daten des statistischen Bundesamtes oder klinische Daten aus den Versorgungsprozessen kooperierender Krankenhäuser auf der anderen Seite - aufgeführt. Als Rohdaten werden die Quelldaten vollständig in der Quellschicht persistiert. Die Konsolidierung in dem kombinierten DV-EAV-Datenmodell findet in der Kernschicht des Data Warehouse statt. In der Analyseschicht werden die Daten für For-

schungsarbeiten wie der longitudinalen Analysen der Forschungsbeiträge 5 und 6 aggregiert oder Kennzahlen berechnet, um diese als anwendungsnahe Ergebnisse in Form von Berichten oder in individuell aufbereiteten Ergebnissen für kooperierende Organisationen, wie in den Forschungsbeiträge 1 und 7 beschrieben, darzustellen. Die zur Datenaufbereitung nötigen ETL-Prozesse (extract, transform, load) konnten mittels PDI- (pentaho data integration) und Python-Skripten, dargestellt in den Forschungsbeiträgen 2, 3 und 4, automatisiert werden. Dadurch konnte der Prozess zur Erhebung der Daten bis hin zur Dissemination der Ergebnisse für Wissenschaft und Praxis um manuelle Aufgaben reduziert werden, was die Fehleranfälligkeit senkt und die Bereitstellung der Ergebnisse automatisiert. Das Systemdesign aus Abbildung 3-3 wurde wie in den Forschungsbeiträgen 1, 2, 3, 4 und 7 beschrieben, mit Open Source Komponenten umgesetzt und iterativ weiter ausgebaut. Die lose Kopplung der Module erlaubt einen Austausch oder Erweiterung einzelner Softwarewerkzeuge, ohne die Datenstrukturen ändern zu müssen.

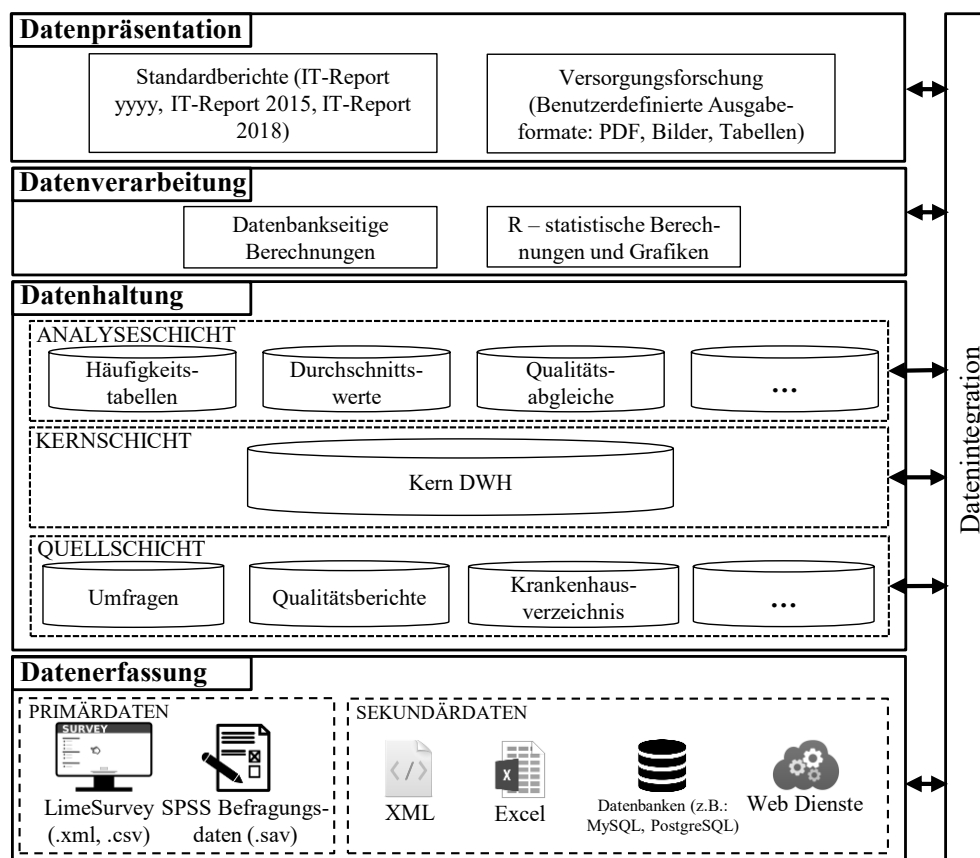


Abb. 5: Systemdesign eines Informationssystems zur Unterstützung des Wissenschaft-Praxis-Dialogs
(in Anlehnung an Weiß et al. (2017b))

3.3 Anwendungsfeld 1: Longitudinale Datenanalysen der IT-Diffusionsforschung im Gesundheitswesen

Neben der individuellen IT-Adoptionsmessung auf Organisationsebene wie in den Forschungsbeiträgen 1 und 7, beschreibt die Diffusionstheorie nach Rogers ein Längsschnittdesign im Bereich der Diffusionsmessung zur Analyse von Wachstums- und Sättigungsprozessen auf Populationsebene (Rogers 2003). Das Systemdesign der Forschungsbeiträge 2, 3 und 4 bereitet die informationstechnologischen Grundlagen zur Unterstützung der longitudinalen Datenanalyse für Forschungsbeitrag 5 „Diffusion Dynamics of Electronic Health Records: A Longitudinal Observational Study Comparing Data from Hospitals in Germany and the United States“.

In der IT-Adoptions- und Diffusionsforschung im Gesundheitswesen konnte der Einsatz einer elektronischen Patientenakte (EPA) im Krankenhaus mit Effizienz- und Qualitätssteigerung bei der Patientinnen- und Patientenversorgung verknüpft werden (Deckelbaum et al. 2009; Gilmer et al. 2012; Jones et al. 2014). Dementsprechend ist die Förderung der Adoption und Nutzung der EPA ein Hauptziel der Politik und der Gesundheitseinrichtungen (Evans 2016). Eine anerkannte und weit verbreitete Definition zur EPA ist die nach Jha et al. (Jha et al. 2009), welche den Umsetzungsgrad der EPA im Krankenhaus abhängig von 24 unterschiedlichen Kernfunktionalitäten eines Krankenhausinformationssystems, beschreibt. Als Datengrundlage wurde der IT-Report Gesundheitswesen der Veröffentlichungsjahre 2008, 2010, 2012, 2014 und 2018 verwendet, in dem IT-Verantwortliche deutscher Krankenhäuser auch zum Umsetzungsgrad der EPA befragt wurden (Hübner et al. 2008; Hübner et al. 2010; Hübner et al. 2012; Hübner et al. 2014; Hübner et al. 2018). Als internationales Vergleichsobjekt wurden Befragungsdaten der American Hospital Association (AHA) aus den USA herangezogen, deren Items nach den Vorgaben von Jha et al. (Jha et al. 2009) entwickelt wurden und die Jahre 2008 bis 2015 umfassen. Durch Abfragen an die Forschungsdatenbank konnten Items zu den Kernfunktionalitäten nach Jha et al. (Jha et al. 2009) selektiert und als identische Items entlang der Jahre 2007 bis 2017 extrahiert werden. Neben der Bestimmung und dem Vergleich der Adoptionsraten der beiden Länder, wurde das Bass-Diffusionsmodell (Bass 1969) angewendet, um den Diffusionsverlauf nach der Diffusionstheorie von Rogers (Rogers 2003) mathematisch zu beschreiben (Abb. 3-4).

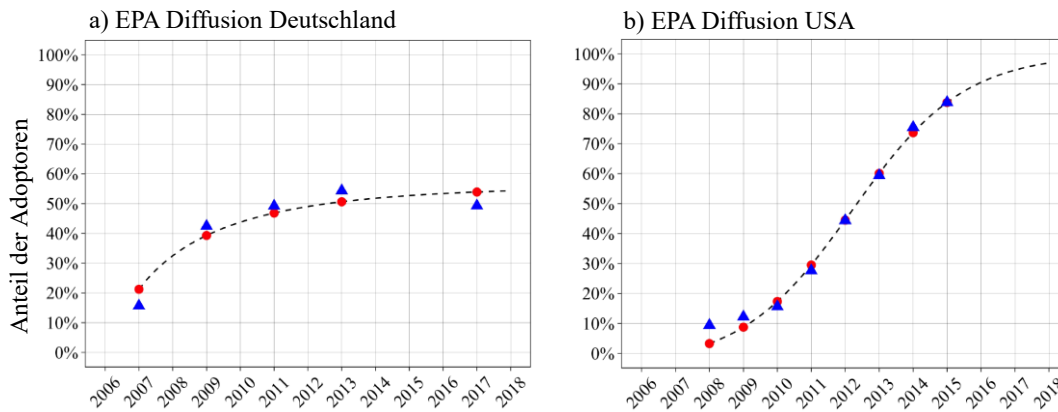


Abb. 6: Bass-Diffusionsmodelle für Deutschland (a) und die USA (b)

Blaue Dreiecke: beobachtete Daten; rote Kreise: prognostizierte Werte durch das Bass-Diffusionsmodell
(in Anlehnung an Esdar et al. (2019))

Im Vergleich zu den USA steigt die Verlaufskurve in Deutschland zunächst steil an und flacht bei 55 % ab. In den USA nimmt die Verlaufskurve hingegen einen, für die Diffusionstheorie nach Rogers (2003) typischen, sigmoidalen Diffusionsverlauf und nähert sich der 100 % im Jahre 2018 fast vollständig. Deutsche Krankenhäuser haben zwar in der Anfangsphase einen hohen Innovationseffekt bei der Adoption der EPA, ein Imitationseffekt, also die Diffusion über eine Nachahmung innerhalb der meisten Krankenhäuser, findet jedoch nur zögerlich statt. Im Gegensatz dazu führt die finanzielle Unterstützung durch den HITECH Act in den USA zu einem stetigen Anstieg der Diffusion der EPA, weil dadurch die finanziellen Barrieren als Schwelle für den Imitationseffekt einzusetzen sinkt (Adler-Milstein und Jha 2017).

Die Forschungsarbeiten aus Forschungsbeitrag 5 wurden mit dem Forschungsbeitrag 6 „Dynamics of Radiology IT-Systems in German Hospitals - A Bayesian Bass Model“ vertieft. Radiologieinformationssysteme (RIS) und Picture Archiving and Communication Systems (PACS) gehören zu den fortschrittlichsten IT-Systemen in Krankenhäusern (Baum und Baum 2014). Diese Systeme bereiten beispielsweise die Grundlage für zukünftige klinische Entscheidungsunterstützungsfunktionen aus dem Forschungsbereich der Künstlichen Intelligenz (Thrall et al. 2018). Im Rahmen einer longitudinalen Datenanalyse wurden daher die Adoptionsraten von RIS und PACS in deutschen Krankenhäusern ebenfalls auf Basis der Befragungsdaten des IT-Report Gesundheitswesens (Hübner et al. 2005; Hübner et al. 2008; Hübner et al. 2010; Hübner et al. 2012; Hübner et al. 2014; Hübner et al. 2018) untersucht (Abb. 3-5). Zur Vorhersage weiterer Adoptionsraten wurde das Bassmodell mit der bayesschen Statistik

kombiniert. Dadurch sollten ebenfalls zukünftige Forschungswege im Bereich der IT-Diffusionsforschung zur Verbesserung der Vorhersagemodelle aufgezeigt werden.

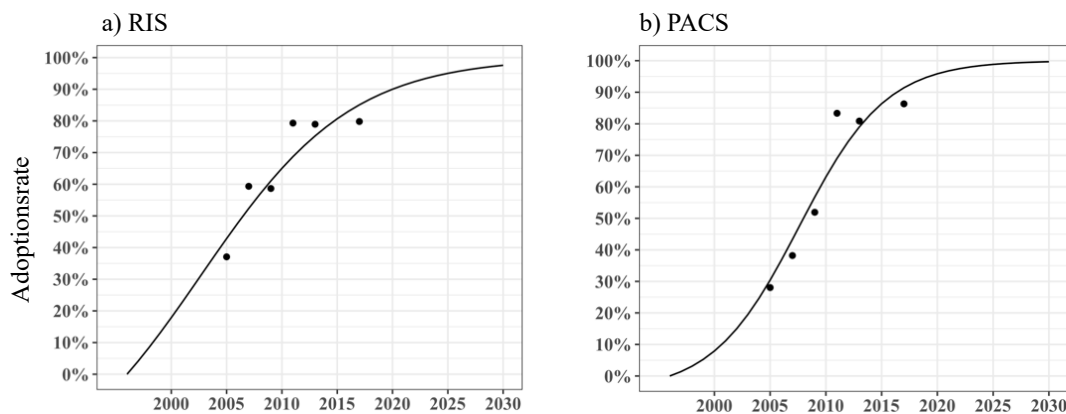


Abb. 7: Diffusionskurven a) RIS und b) PACS

(in Anlehnung an Hüsters et al. (2019))

Ähnlich zu der EPA haben auch die RIS zunächst einen hohen Innovationseffekt und flachen dann ab. Die Diffusionskurve der PACS impliziert hingegen zusätzlich einen höheren Imitationseffekt. Adoptionsraten von mindestens 90 % werden für beide Systeme ab dem Jahr 2020 prognostiziert. Ein bayesscher Ansatz der Datenmodellierung erlaubt es, a-priori vorhandenes Wissen über Modellparameter als Prior-Wahrscheinlichkeitsverteilung in die Analyse einfließen zu lassen. Die Daten dafür können beispielsweise aus Simulationen oder vergleichbaren Märkten abgeleitet werden, sodass eine stabile Datenmodellierung auch bei einer Datenbasis mit wenigen Beobachtungen durchgeführt werden kann (Ramírez-Hassan und Montoya-Blandón 2020).

3.4 Anwendungsfeld 2: Einsatz der technischen Plattform zur Unterstützung des Benchmarkings und Entwicklungsperspektiven

Die Forschungsbeiträge 1 „Improving health IT monitoring via an electronic system for the exchange between science and practice“ und Forschungsbeitrag 7 „IT-Benchmarking als Zusammenspiel von Wissenschaft und Praxis – ein Web-Portal zur Dissemination individueller Ergebnisse für Krankenhäuser“ beschäftigen sich damit, wie eine informationstechnologische Unterstützung des Wissenschaft-Praxis-Dialogs gestaltet und technisch umgesetzt werden kann. Forschungsbeitrag 7 revidiert und erweitert zunächst das Kennzahlensystem WCS (Liebe et al. 2015) und überführt es in ein

webbasiertes Dashboard. Darüber hinaus wird dieser Prototyp in einer semi-formalen Evaluation zur weiteren Entwicklung überprüft. Forschungsbeitrag 1 erweitert das Web-Portal um Kennzahlen der klinischen Nutzerinnen- und Nutzerbefragung (Hübner et al. 2020) und evaluiert den Regelbetrieb hinsichtlich der Benutzung und der Zufriedenheit mit dem Dashboard durch die Teilnehmerinnen und Teilnehmer. Abschließend werden im Hinblick auf die mit den Forschungsbeiträgen 2, 3 und 4 aufgebauten Forschungsinfrastruktur Entwicklungsperspektiven hin zu einem Austauschsystem für den Wissenstransfer zwischen Wissenschaft und Praxis aufgezeigt. Die Befragung IT-Report Gesundheitswesen 2018, welche die Grundlage für das IT-Benchmarking bildet, wurde an 1.224 IT-Verantwortliche deutscher Krankenhäuser (verantwortlich für 1.950 Institutionen) gesendet, von denen 224 Krankenhäuser an der Befragung und 197 am IT-Benchmarking 2018 teilnahmen. Darüber hinaus wurde eine Befragung unter klinischen Nutzerinnen und Nutzern durchgeführt, um die Zufriedenheit der Nutzer und Nutzerinnen mit den Systemen und Funktionen zu messen. Die Nutzerinnen- und Nutzerbefragung richtete sich an die medizinischen und pflegerischen Leiterinnen und Leiter von 1.951 deutschen Krankenhäusern, von denen 355 Krankenhäuser an der Befragung und 145 am IT-Benchmarking 2018 teilnahmen. Das in Forschungsbeitrag 7 entwickelte IT-Benchmarking-Dashboard bietet der Teilnehmerin oder dem Teilnehmer die Möglichkeit der individuellen Beurteilung der eigenen IT und einen Vergleich zu anderen Wettbewerberinnen und Wettbewerbern in der Referenzgruppe (z. B. Krankenhausgröße, Trägerschaft). Das Benchmarking nutzt das Kennzahlensystem WCS, welches entlang des theoretischen Konzepts der Informationslogistik (Bucher und Dinter 2008) und der „Diffusion of Innovation“ Theorie von Rogers (2003) modelliert wurde. Damit werden der Umsetzungsgrad von IT-Funktionen zur klinischen Prozessunterstützung gemessen, sodass der WCS ein Maß zur Messung des Digitalisierungsgrades klinischer Prozesse ist (Jha et al. 2009; Liebe et al. 2015). Das Konzept der Informationslogistik dient zur Ableitung von Qualitätskriterien und Anforderungen zur Kennzahlenbildung, welche das IT-Potenzial zur Unterstützung klinischer Prozesse messen sollen. Rogers' Diffusion of Innovation Theorie dient zur Einordnung der Benchmark-Teilnehmerinnen und -Teilnehmer hinsichtlich ihrer Innovationsfähigkeit und zur Segmentierung der Ergebniswerte des WCS bezogen auf die Position der Teilnehmerin oder des Teilnehmers im Verhältnis zu der Referenzgruppe. Für die Benchmark-Runde 2018 wurden die Items des gesamten

Konstrukts WCS auf Basis des Feedbacks aus der initialen Pilotphase 2013 erweitert (Esdar et al. 2017a), neu gewichtet und um den Aufnahmeprozess ergänzt (Abb. 3-6).

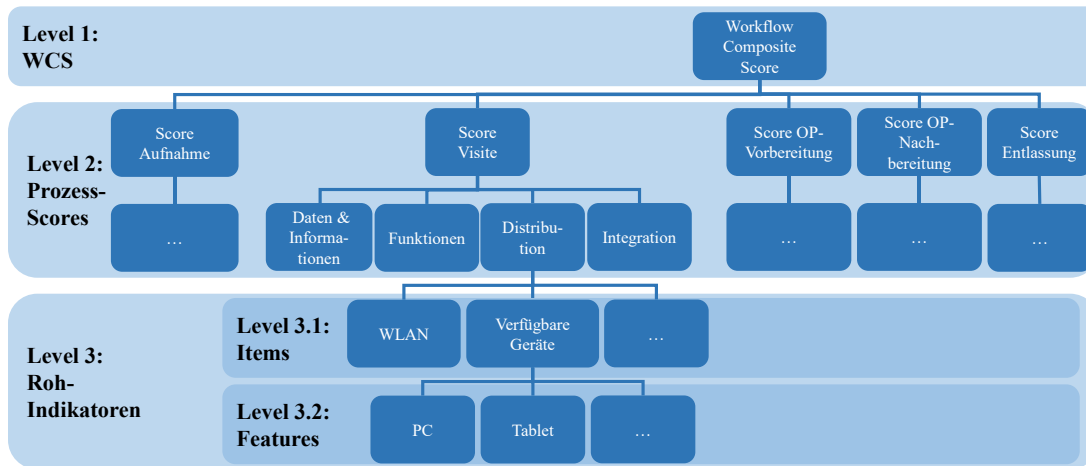


Abb. 8: Erweiterte Kennzahlensystem-Hierarchie des WCS für den IT-Benchmark 2018

(in Anlehnung an Weiß et al. (2018a))

In den Prozessen werden Spezifikationen zu einzelnen IT-Anwendungen (Funktion, Daten und Information) und allgemeine Angaben zur Infrastruktur und der Krankenhausinformationssystem-Architektur (Integration, Distribution) erfasst. Der individuelle Wert des Krankenhauses wird als roter Balken dargestellt (Abb. 3-6). Der Digitalisierungsgrad wird im Vergleich zu den Werten der jeweiligen Referenzgruppe nach der Diffusion of Innovation Theorie von Rogers in fünf Stufen klassifiziert (Abb. 3-7). Dieses kann beispielsweise dazu führen, dass die Kennzahl der Teilnehmerin oder des Teilnehmers absolut betrachtet im Mittelfeld liegt, jedoch im Verhältnis zu der Referenzgruppe im oberen Drittel. Eine hohe Punktzahl bedeutet, dass ein Krankenhaus bereits in vielen Prozessen durch IT unterstützt wird und die Interoperabilität der Systeme stark ausgeprägt ist.

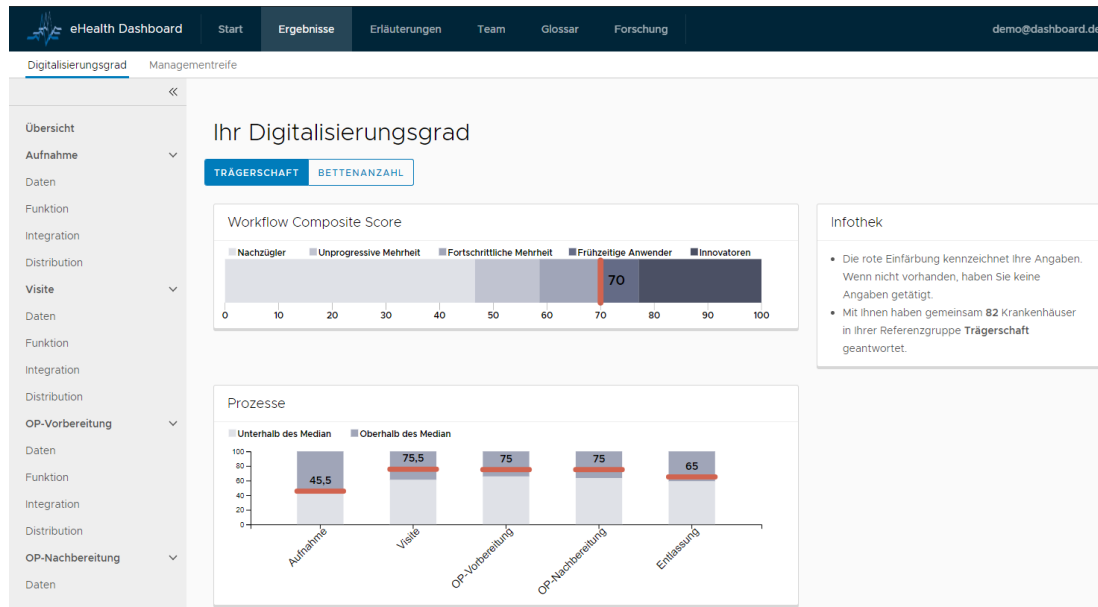


Abb. 9: Kennzahlendarstellung im Benchmarking-Dashboard

Durch die Darstellung der Prozess-Kennzahlen im Vergleich zum Median der jeweiligen Referenzgruppe wird je Krankenhaus direkt angezeigt, in welchem Prozess eine niedrigere IT-Unterstützung vorliegt. In den Prozessen kann weiter in die Deskriptoren navigiert werden, um nachzuvollziehen, wie der Prozesswert durch einzelne Werte in den Indikatoren zustande kommt. Auf Indikatorebene wird die eigene Ausprägung in Relation zu den relativen Häufigkeiten der Referenzgruppe gesetzt. Teilnehmerinnen und Teilnehmer können die für sie interessanten Werte auswählen, direkt mit einer Referenzgruppe vergleichen und über die hierarchische Gliederung Stärken und Schwächen auf den unterschiedlichen Ebenen identifizieren. Zusätzlich wurde der WCS in Anlehnung an das Information System Success Model von Delone und McLean (2003) erweitert, indem die Ergebnisse der Nutzerinnen- und Nutzerbefragung als Zufriedenheitswerte den gemessenen IT-Funktionen gegenübergestellt werden (Abb. 3-8).

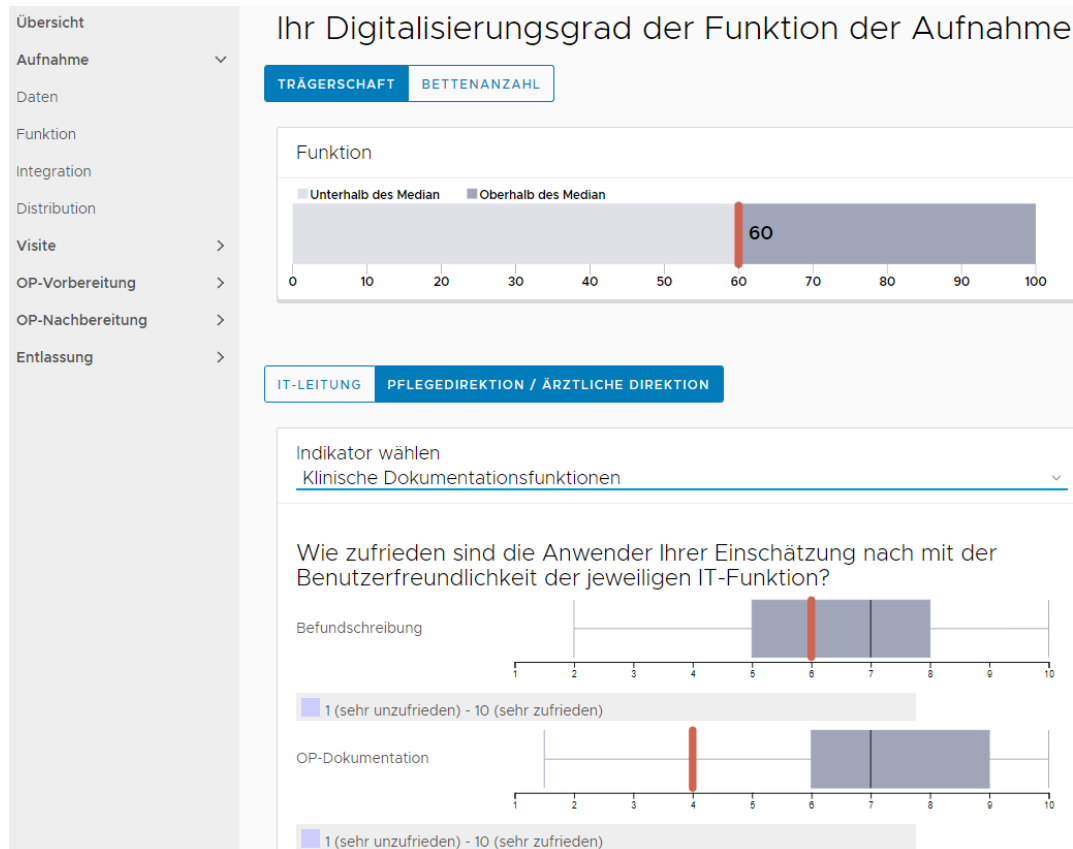


Abb. 10: Zufriedenheitswerte der Nutzerinnen- und Nutzerbefragung dargestellt als Boxplots

Das Dashboard konnte direkt in die aufgebaute Forschungsinfrastruktur integriert werden (Abb. 3-9). Die Daten wurden im JSON-Format innerhalb eines in Clojure geschriebenen Konnektors extrahiert und über eine RESTful-API zur Verfügung gestellt. In der API werden direkt alle Daten einer Teilnehmerin oder eines Teilnehmers übergeben, sodass diese auch offline bereitgestellt werden können. Die Visualisierungen wurden mit der Bibliothek D3.js modelliert, damit Diagrammarten wie beispielsweise Balkendiagramme um den individuellen Wert der Teilnehmerin oder des Teilnehmers ergänzt werden konnten. Das TypeScript-basierte Web-Framework Angular (Version 6) wurde verwendet, um diese neuen Diagramme auf den verschiedenen Ebenen des Webportals wiederzuverwenden. Keycloak wurde als Zugangs- und Identitätsmanagement implementiert. Sobald der Befragungszeitraum abgeschlossen ist, kann der Prozess aktiviert werden, mit dem die Daten im Data Warehouse konsolidiert werden und als Kennzahlen im Benchmarking-Dashboard zur Verfügung stehen. Die Daten stehen darüber hinaus ebenfalls instantan als Datengrundlage für Auswertungen bereit, um damit beispielsweise Analysen wie in den wissenschaftlichen Studien der Forschungsbeiträge 5 und 6 zu erstellen.

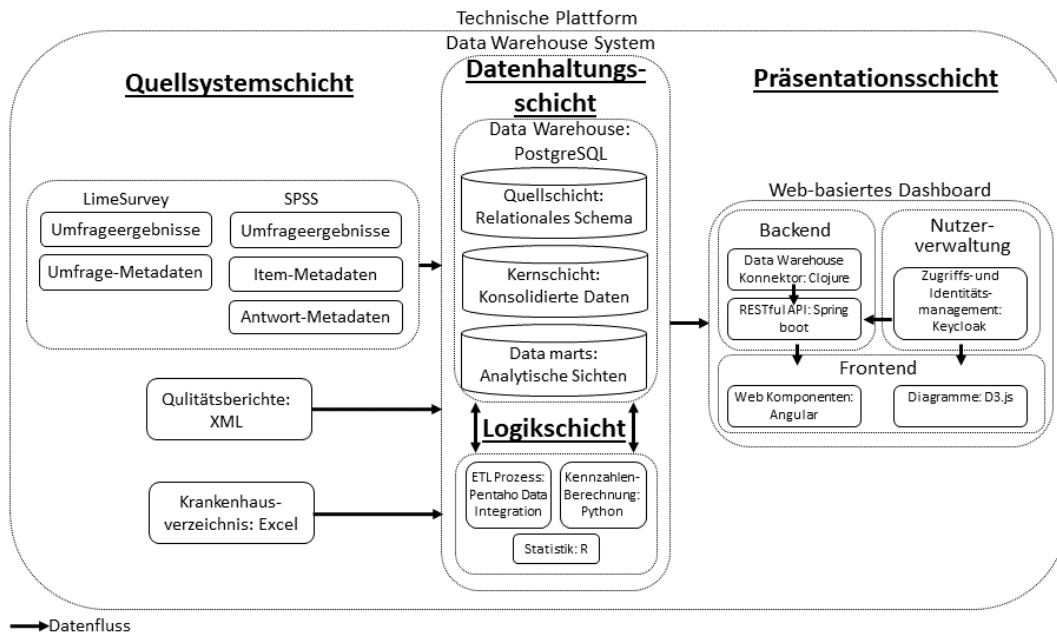


Abb. 11: Integration des Benchmarking-Dashboards in die Architektur der Forschungsinfrastruktur

(in Anlehnung an Weiß et al. (2021))

In einer semi-formalen Evaluation durch Workshops und einer quantitativen Evaluation hinsichtlich der Präsentation der Benchmark-Ergebnisse, wurde die erste prototypische Implementierung als „flexibles Instrument zur Darstellung der vielen Visualisierungen und Kennzahlen unterschiedlicher Ebenen“ bewertet und die Orientierung an dem Konzept der Informationslogistik und die Segmentierung nach Rogers Diffusion of Innovations wurden als „konzeptionell nachvollziehbar“ und als praxisbezogen eingestuft. Anschließend wurde mit Forschungsbeitrag 1 die Nützlichkeit und Zufriedenheit der Nutzerinnen und Nutzer mit dem Benchmarking-Dashboard nach dem Zwei-Faktoren-Modell von Zhang und Dran (2000) untersucht. Die Hygienefaktoren, also die impliziten Erwartungen an die Basisfunktionen des Benchmarking-Dashboards, die bei Nicht-Erfüllung zu hoher Unzufriedenheit bei den Nutzerinnen und Nutzern führen, erreichten einen Medianwert von 4 auf einer fünf-poligen Likert-Skala. Die Motivatoren, also die Faktoren, welche die Nutzerzufriedenheit durch Leistungsfunktionen steigern, erreichten einen Median von 3,5. Sowohl Hygienefaktoren als auch Motivatoren zeigten gute Werte mit weiteren Ausbaumöglichkeiten.

Hinsichtlich des Einsatzzwecks für das Benchmark wurde geantwortet, dass es insbesondere als Informationsquelle für die Kommunikation mit Kolleginnen und Kollegen und mit dem Krankenhausmanagement genutzt wurde. Die Benchmarking-Ergebnisse

wurden von den IT-Leitungen hauptsächlich für den Vergleich des Status Quo mit anderen Krankenhäusern, als Ausgangspunkt für die IT-Entwicklung und als Bewertung der eigenen IT-Reife verwendet. Hinsichtlich weiterer Ausbaumöglichkeiten wurden gezielte Erfahrungsberichte anderer Krankenhäuser, Kontakte zu sehr leistungsfähigen Krankenhäusern sowie eine Verbindung zu nationalen und internationalen Studienergebnissen gewünscht.

Abschließend zeigt Forschungsbeitrag 1 Entwicklungsperspektiven zum Ausbau des Wissenschaft-Praxis-Dialogs, welcher bis hier her prototypisch in Form des Benchmark-Dashboards mit den dahinterliegenden Befragungsaktivitäten und dem Aufbau einer Forschungsdateninfrastruktur umgesetzt wurde, hin zu einer technischen Plattform zur Unterstützung des Wissenstransfers. In einem System des Wissenstransfers sollten die Parteien, hier die Wissenschaft und das Krankenhaus-Management, nicht über Push- und Pull-Prinzipien interagieren, sondern in einem kollaborativen Prozess der Koproduktion das Wissen gemeinsam erarbeiten und austauschen (Roux et al. 2006).

4 Diskussion der Ergebnisse

4.1 Implikationen

4.1.1 Implikationen für die Wissenschaft

In Forschungsbeitrag 1 (Weiß et al. 2021) wurde gezeigt, dass im Bereich der IT-Adoptions- und Diffusionsforschung im gleichen Maße, wie es bereits im Bereich der klinischen Forschung der Fall ist (Athey et al. 2013; Murphy et al. 2010), Informationssysteme eingesetzt werden sollten, um damit den Austausch von neuen Erkenntnissen zwischen Wissenschaft und Praxis systematisiert durch IT zu unterstützen. Für die IT-Adoptions- und Diffusionsforschung, aber auch andere Forschungsdomänen folgt daraus, dass der jeweilige eigene empirische Forschungsprozess hinsichtlich der digitalen Transformation überprüft werden sollte, um auch dort wiederkehrende Aufgaben durch IT zu unterstützen und eine digitale Schnittstelle für die Kommunikation mit der Praxis zu schaffen. Die Forschungsbeiträge 2, 3 und 4 (Rauch et al. 2017; Weiß et al. 2017b; Weiß et al. 2017a) adressieren die Herausforderungen eines solchen Informationssystems als Forschungsinstrument zum Wissenschaft-Praxis-Dialog. Dabei

ergeben sich durch das Datenmanagement Nutzenpotenziale, wie die Unterstützung bei der Durchführung longitudinaler Studien und die Exploration neuer wissenschaftlicher Fragestellungen durch die Konsolidierung unterschiedlicher Datenquellen. Ein modernes Datenmanagement ist daher auch für den Forschungsbetrieb zu empfehlen, weil dadurch außerdem die Konsistenz und Datenqualität unterschiedlicher Datensätze aus mehreren Jahren sichergestellt werden kann und neuen Forscherinnen und Forschern der Zugang zur Gesamtheit der erhobenen Daten ermöglicht wird, wodurch weniger Arbeit in die Selektion und Aufbereitung der Daten geht, sondern die Analyse als Hauptbestandteil der Arbeit fokussiert werden kann. Der vorgestellte Ansatz abstrahiert die Quelldaten bei der Modellierung auf Informationsobjekte und kann somit auf beliebige Datenquellen in anderen Forschungsdomänen oder von der Praxis eingesetzt werden (FF-1, Abbildung 2-2).

In den Forschungsbeiträgen 5 und 6 (Esdar et al. 2019; Hüßers et al. 2019) wurde gezeigt, wie mit dem zuvor aufgebauten Informationssystem in einem ersten Anwendungsfeld die wissenschaftliche Methodik statistischer Auswertungen unterstützt werden kann. Mit einem integrierten Datenmanagement können gleiche Items über mehrere Jahre identifiziert und um weitere Daten (z. B. demographische Daten) aus anderen Datenquellen erweitert werden. Dabei ist die Verwendung von frei zugänglichen statistischen Programmiersprachen und die Veröffentlichung der darin entwickelten Skripte zu empfehlen, sodass die Forschungsergebnisse von anderen Wissenschaftlern reproduziert werden können (FF-1). Darüber hinaus wurde mit den Forschungsbeiträgen der methodische Nutzen von Längsschnittstudien verdeutlicht, welche bisher lediglich in geringer Anzahl von der IT-Adoptions- und Diffusionsforschung durchgeführt werden. Somit sollte für den Vergleich von Ländern ein Längsschnittdesign gewählt werden, weil Veränderungen je nach den Rahmenbedingungen und Gegebenheiten des jeweiligen Landes zeitlich versetzt und in unterschiedlichen Zeitintervallen sichtbar werden. Außerdem sollten neben den direkt gemessenen Werten, hier die Adoptionswerte, die Parameter des Modells, hier Innovatorinnen und Innovatoren und Imitatorinnen und Imitatoren, betrachtet werden, weil dadurch die unterschiedlichen Länder trotz Zeitversetzung und potenzieller Ungenauigkeiten in den Messungen verglichen werden können (FF-2). Die Arbeiten aus Forschungsbeitrag 5 wurden darüber hinaus in einer weiteren longitudinalen und internationalen Studie von den Autorinnen und Autoren Liang et al. für den Vergleich mit China verwendet (Liang et al. 2020).

Forschungsbeiträge 1 und 7 (Weiß et al. 2018a; Weiß et al. 2021) beschreiben die Implementation eines zweiten Anwendungsfeldes des Wissenschaft-Praxis-Dialogs des Informationssystems. Die durch das Informationssystem bereitgestellte Unterstützung zur Erhebung, Auswertung und Präsentation der Daten in Form eines Benchmarks zeigt beispielhaft, wie der regelmäßige Austausch zwischen Wissenschaft und Praxis und die damit einhergehende kontinuierliche Messung der IT-Adoption und Diffusion im Sinne der Diffusionstheorie nach Rogers (2003) systematisiert werden kann. Daraus ergibt sich die Handlungsempfehlung, dass die Ergebnisse wissenschaftlicher Modelle für die Praxis aufbereitet werden sollten, sodass die neuen Erkenntnisse in der Praxis evaluiert werden, um anschließend im Rahmen eines Feedback-Zyklus die Erfahrungen der Praxis wieder mit der Wissenschaft zu teilen und dadurch neue Daten zu liefern. Mit der Evaluation von Nützlichkeit und Zufriedenheit des präsentierten Dashboards nach dem Zwei-Faktoren-Modell von Zhang und Dran (2000) wurde festgestellt, dass für die Praxis die wissenschaftlichen Erkenntnisse in konkrete Handlungsempfehlungen übersetzt und Erfolgsmodelle anderer Organisationen als Best Practice in die Ergebnisdarstellung integriert werden sollten. Durch den Einsatz von Informationssystemen in der Wissenschaft können Schnittstellen zu der Praxis etabliert werden mit denen der Kontakt zu den Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmern über einzelne Projekte hinaus aufrechterhalten werden kann. Informationssysteme in der Wissenschaft sollten daher als Austauschplattformen etabliert werden, mit denen Netzwerke bestehend aus Wissenschaft und Praxis auch auf digitaler Ebene zum Zwecke der Koproduktion von Wissen aufgebaut und nachhaltig gepflegt werden können (FF-3).

4.1.2 Implikationen für die Praxis

Als digitale Plattform für einen Wissenschaft-Praxis-Dialog wurde mit den Forschungsbeiträgen 1 und 7 (Weiß et al. 2018a; Weiß et al. 2021) zur Messung des technischen Reifegrads der Krankenhaus-IT der WCS als individuell aufbereitete Spitzenkennzahl in einem webbasierten Dashboard zum Benchmarking für die IT-Leiterinnen und IT-Leiter der Krankenhäuser implementiert. Die Aufbereitung als eine individuelle Kennzahl ermöglicht es somit den IT-Leiterinnen und IT-Leitern, die Studienergebnisse im Bezug zur eigenen Situation zu kontextualisieren. Über das Dashboard erhalten IT-Leiter und IT-Leiterinnen eine, entlang der hierarchischen Struktur des Kennzahlensystems gegliederte, Übersicht zum Einsatz von IT-Funktionen und der

Verfügbarkeit elektronischer Informationen in ihren Einrichtungen. Innerhalb der unterschiedlichen Prozesse kann, im Gegensatz zu einem Bericht als statische PDF, frei navigiert und beispielsweise direkt auf Ebene der Indikatoren zwischen Vergleichsdaten der Träger- und Größenreferenzgruppe gewechselt werden. Daraus ergibt sich die Empfehlung für die IT-Reifegradmessung deutscher Krankenhäuser, dass neben aggregierten Ergebnissen zur Digitalisierung der IT den Krankenhäusern individuelle Werte bereitgestellt werden sollten, mit denen sie die Ergebnisse in Bezug zu der Referenzgruppe auf den unterschiedlichen Ebenen des Reifegradmodells (z. B. Prozess) kontextualisieren können (FF-3).

Über die Gesamtheit aller Krankenhäuser deutet die mit dieser Dissertation durchgeführte Benchmarking-Runde auf ein mittelmäßig ausgeprägtes Niveau der Digitalisierung deutscher Krankenhäuser hin (Hübner et al. 2019). Im Bereich der IT-Funktionen sind beispielsweise Basisanwendungen wie die Dokumentationsfunktionen oder die Befundrückmeldung umgesetzt, jedoch sind beispielsweise Entscheidungsunterstützungsfunktionen nicht in allen Bereichen integriert. Einige IT-Funktionen wie beispielsweise zur Unterstützung der Arzneimitteltherapie oder der klinischen Erinnerungsfunktionen sind in einigen Einrichtungen vollständig umgesetzt und in anderen gar nicht. Vor allem diese Basisanwendungen wie die Dokumentationsfunktionen sollten von den Krankenhäusern fokussiert werden, weil diese die Datengrundlage für Anwendungen aus dem Bereich der Künstlichen Intelligenz liefern, welche beispielsweise die Integration von Entscheidungsunterstützungsfunktionen maßgeblich beschleunigen und somit das digitale Erschließen der Daten in Krankenhäusern zu einem entscheidenden Wettbewerbsfaktor wird (FF-2).

An dieser Stelle können die Einrichtungen untereinander und zusammen mit der Wissenschaft voneinander lernen, indem beispielsweise, wie auch innerhalb des in dieser Dissertation vorgestellten Wissenschaft-Praxis-Dialogs, anhand von wissenschaftlichen Studien (Liebe et al. 2019; Naumann et al. 2019; Rauch et al. 2019; Sligo et al. 2017) und Erfahrungswissen aus dem Netzwerk von IT-Vertreterinnen und IT-Vertretern und Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler beispielsweise Barrieren bei der Implementation sichtbar gemacht und Lösungen aufgezeigt werden (FF-3).

Darüber hinaus ermöglicht das Dashboard, die Zufriedenheitswerte als Ergebnisse der Anwenderinnen- und der Anwenderbefragung zu den jeweiligen Indikatoren anzeigen

zulassen. Dadurch können etwaige Abweichungen zwischen den von den Anwenderinnen und Anwendern wahrgenommenen IT-Funktionen und den tatsächlich implementierten IT-Funktionen für die IT-Leitungen sichtbar gemacht werden, sodass beispielsweise eine bessere Kommunikation zwischen IT-Abteilung und den klinischen Anwenderinnen und Anwendern etabliert werden könnte (FF-3).

Innerhalb einer longitudinalen Analyse der Diffusion am Beispiel der elektronischen Patientenakte in Krankenhäusern als Vergleich zwischen Deutschland und den USA, konnte der Einfluss zweier unterschiedlicher politischer Strategien auf die IT-Adoption mit Forschungsbeitrag 5 (Esdar et al. 2019) aufgezeigt werden. In Deutschland ist der Wettbewerbsdruck in den letzten Jahren gestiegen und hinzu kommen finanzielle Belastungen nach der Einführung der diagnosebezogenen Fallgruppen (DRG). Im Vergleich dazu deuten die in den USA veranlassten finanziellen Unterstützungen und Implementationsvorschriften durch Gesetze wie den HITECH Act auf gesteigerte Adoptionsraten von IT-Systemen bedingt durch die finanzielle Förderung hin. Dieses zeigt aber nur, dass die Gesetzgebung die IT-Adoption fördern kann, jedoch nicht, ob die Adoption zu einer gesteigerten Wertschöpfung für die Prozesse in Krankenhäusern führt. Daher sollten neben reinen IT-Adoptionsraten weitere Zielgröße wie die der klinischen Behandlungsqualität, der Anwenderinnen- und Anwenderzufriedenheit und der Verbesserung der Interoperabilität definiert und verfolgt werden (FF-2).

4.2 Limitationen

Die in dieser Arbeit verwendeten Befragungsdaten setzen auf die freiwillige Teilnahme der IT-Leitungen, was zu einer Schweigeverzerrung und damit Unterschätzung des Digitalisierungsgrads führen kann. Dieses wurde vor allem in den Befragungen aus den Jahren 2007, 2009 und bei der Evaluation des Benchmarking-Dashboards festgestellt. In den USA wurden die Befragungen durch die AHA durchgeführt und von dem Office of the National Coordinator for Health Information Technology (ONC) unterstützt, sodass dort höhere Rücklaufquoten erzielt werden konnten. Darüber hinaus wurde bei beiden Befragungsinstrumenten die gleichen Basisvariablen zur Messung der EPA verwendet, dennoch kann sich der Funktionsumfang auf Detailebene zwischen Deutschland und den USA unterscheiden. So beinhalten beispielsweise die Befragungen aus den Jahren 2007 und 2009 noch keine Variablen zu klinischen Entscheidungsunterstützungsfunktionen.

In Forschungsbeitrag 2 wurde die Prototypisierung des Systems und eine erste longitudinale Auswertung aufgrund der Kürze des Beitragsformats fokussiert, sodass die Systematik der Literatursuche nicht vollständig berichtet wurde. Der implementierte Ansatz zur Datenmodellierung ist zwar auf jegliche Informationsobjekte übertragbar, jedoch sind die Implementierungen zu den Automatisierungen an die einzelnen, spezifischen Systematisierungen wie beispielsweise die des WCS gebunden, sodass diese, sobald sie geändert werden, auch die davon betroffenen ETL Aufgaben angepasst werden müssen.

4.3 Ausblick

Das mit dieser Dissertation entwickelte Informationssystem unterstützt bisher sowohl den datenintensiven Prozess longitudinaler Auswertungen als auch die Dissemination dieser rigorosen Forschungsarbeiten zielgruppenorientiert, das heißt individualisiert aufbereitet für die jeweilige Organisation, mit praktischer Relevanz in Form eines Benchmarking-Dashboards (Lomas 1993). Die Aktivität des passiven Wissensaustausches, bei dem die Ergebnisse zwar diffundiert werden, jedoch von der Zielgruppe selbstständig abgerufen werden müssen („Pull“-Prinzip, (Roux et al. 2006)) und die Aktivität des aktiven Wissensaustausches über die gezielte Dissemination der Ergebnisse innerhalb kooperierender Projektpartner („Push“-Prinzip, (Roux et al. 2006)) sollen in einer dritten Aktivität der „Implementation und Anwendung“ der wissenschaftlichen Erkenntnisse in der Praxis fortgeführt werden (Koproduktion von Wissen, (Lomas 1993; Roux et al. 2006)). Dieser systematische Austausch der wissenschaftlichen Erkenntnisse, der Erfahrungen aus der Praxis und der dabei identifizierten Best Practices und Handlungsempfehlungen erfolgte im Rahmen sogenannter Communities of Practice, in denen sich regelmäßig eine feste Konstellation von Projektpartnern eines Forschungsprojektes mit einem gemeinsamen Ziel trafen (Wenger 2018). Mit dem benutzerkonten-basierten Benchmarking-Dashboard wurde eine Plattform geschaffen, mit der zukünftig der Austausch von Erfahrungen und Wissen verstetigt werden soll. In einem ersten Schritt sollten die Erkenntnisse wissenschaftlicher Publikationen zu Handlungsempfehlungen in kurzen Übersichtsseiten dargestellt werden. Zusätzlich sollten diese Übersichtsseiten um anekdotische Evidenz durch Best Practice Berichte

aus der Praxis erweitert werden. Damit wird eine Wissensbasis expliziert, die in weiteren Phasen beispielsweise auf der Ebene einzelner Kennzahlen im Benchmarking-Dashboard als Hinweise zur Optimierung integriert werden könnten.

Außerdem könnte das Informationssystem weiter automatisiert werden, indem die Befragungsitems, welche sich auf die Inventarisierung eines Systems in einer Versorgungseinrichtung beziehen, direkt über eine Anwendungsschnittstelle, insofern die Versorgungseinrichtung eine solche bereitstellen kann, abgerufen werden. Außerdem könnten die im Dashboard angezeigten Referenzgruppen in weitere, wie beispielsweise die der Universitätskliniken, unterteilt werden.

Das in dieser Dissertation vorgestellte Informationssystem adressiert bereits in der aktuellen Form mit den aufgeführten Implikationen für Wissenschaft und Praxis in weiten Teilen die Anforderungen der GMDS (GMDS 2020) zur erfolgreichen Umsetzung des im Krankenhauszukunftsgesetz (KHZG) skizzierten Vorhabens (Deutscher Bundestag 2020) zur Entwicklung eines Evaluationsmodells zur Messung des Reifegrads deutscher Krankenhäuser hinsichtlich der Digitalisierung. Die geforderte „Skalierbarkeit durch langfristige technische und organisatorische Institutionalisierung“ und „zielführender Wissenschaft-Praxis Dialog durch Konsortienbildung“ sind mit dem in dieser Dissertation vorgestellten Informationssystem von Anfang an bereits inhärent bei der Konzeption angestrebt worden. Hinsichtlich der Anforderungen bezüglich der Fähigkeit zur Erweiterung des Reifegradmodells und der Integration weiterer Interessensgruppen konnte das System um den Prozess der Aufnahme erweitert und die Sicht der Anwenderinnen und Anwender integriert werden, sodass eine KHZG konforme Weiterentwicklung möglich wäre.

5 Fazit

In dem vorliegenden Dachbeitrag wurden die Forschungsarbeiten zur Entwicklung und Evaluierung eines Informationssystems zur Unterstützung des Wissenschaft-Praxis-Dialogs im Kontext der IT-Adoptions- und Diffusionsforschung im Gesundheitswesen zusammengefasst. Anhand von zwei Anwendungsfeldern wurde die Dissemination von Forschungsarbeiten unterstützt durch das Informationssystem sowohl als wissenschaftliche Studien als auch in Form eines Benchmarks für die Praxis erläutert.

In Forschungsbeitrag 2 (Weiß et al. 2017a) wurden in einer ersten prototypischen Umsetzung IT-Werkzeuge zur Verarbeitung der IT-Report Gesundheitswesen 2011, 2013 und 2017 Daten und für eine erste longitudinale Analyse der IT-Adoptionsraten von sechs unterschiedlichen IT-Funktionsgruppen mit der Programmiersprache R gezeigt. Mit den Forschungsbeiträgen 3 (Weiß et al. 2017b) und 4 (Rauch et al. 2017) wurden das Datenschema zur Datenintegration weiterentwickelt, sodass es neben den heterogenen und sich über die Zeit semantisch verändernden Primärdaten der empirischen Sozialforschung mit weiteren Sekundärdaten aus der Gesundheitsversorgung konsolidiert werden kann. Die Forschungsbeiträge konzipieren und implementieren die Datenerhebung, Datenaufbereitung und Datenbereitstellung innerhalb des Informationssystems als Grundlage für die beiden Anwendungsfelder.

Im ersten Anwendungsfeld wurden mit Forschungsbeitrag 5 (Esdar et al. 2019) das aufgebaute Informationssystem genutzt und in einer longitudinalen Analyse der Betrachtungszeitraum bis zurück auf das Jahr 2007 ausgedehnt. Durch einen internationalen Vergleich mit den USA wurden die schneller zunehmenden IT-Adoptionsraten durch staatliche finanzielle Unterstützungen aufgezeigt. Als weitere zukünftige Forschungswege in der IT-Diffusionsforschung wurde in Forschungsbeitrag 6 (Hüsers et al. 2019) der Einsatz bayesscher Statistik genutzt.

In einem zweiten Anwendungsfeld wurden die Ergebnisse wissenschaftlicher Studien zielgruppenorientiert der Praxis in Form eines Kennzahlenmodells zur IT-Adoption in einem Benchmark präsentiert. In Forschungsbeitrag 7 (Weiß et al. 2018a) wird dazu das entwickelte webbasierte Benchmarking-Dashboard dargestellt, mit dem gleichzeitig das zugrunde liegende Kennzahlenmodell des WCS um Daten zur Anwenderinnen- und Anwenderzufriedenheit und den Prozess der Aufnahme erweitert wurde. Abschließend wurden in Forschungsbeitrag 1 (Weiß et al. 2021) die unterschiedlichen Iterationen des Informationssystems zusammengefasst und mit dem Ergebnis evaluiert, dass zusätzlich zu den Kennzahlenmodellen weitere Informationen wie beispielsweise wissenschaftliche Studien und Erfahrungsberichte anderer Krankenhäuser integriert werden sollten. Abschließend wurde gezeigt, dass das Informationssystem gemeinsam mit der Praxis entstanden ist und eine Schnittstelle zwischen Praxis und Wissenschaft geschaffen wurde, die über die begrenzte Laufzeit eines Forschungsprojekts hinaus fortgeführt werden kann. Für folgende Arbeiten kann dieses Informationssystem

tem als Grundlage genutzt werden, um die Kommunikations- und Koordinationsstrukturen für einen Austausch zwischen Wissenschaft und Praxis weiter auszubauen, bei dem die Praxis durch die anwendungsnahe Präsentation wissenschaftlicher Erkenntnisse und die Wissenschaft durch den kontinuierlichen Zugang zu Daten und der Reflexion neuer Erkenntnisse zu Erfahrungen aus der Praxis profitieren.

6 Literaturverzeichnis

- Abramson, E. L., McGinnis, S., Edwards, A., Maniccia, D. M., Moore, J. und Kaushal, R. 2012. „Electronic health record adoption and health information exchange among hospitals in New York State“, *Journal of Evaluation in Clinical Practice* (18:6), S. 1156-1162 (doi: 10.1111/j.1365-2753.2011.01755.x).
- Adler-Milstein, J., DesRoches, C. M., Kralovec, P., Foster, G., Worzala, C., Charles, D., Searcy, T. und Jha, A. K. 2015. „Electronic Health Record Adoption In US Hospitals: Progress Continues, But Challenges Persist“, *Health Affairs (Project Hope)* (34:12), S. 2174-2180 (doi: 10.1377/hlthaff.2015.0992).
- Adler-Milstein, J., Holmgren, A. J., Kralovec, P., Worzala, C., Searcy, T. und Patel, V. 2017. „Electronic health record adoption in US hospitals: the emergence of a digital "advanced use" divide“, *Journal of the American Medical Informatics Association : JAMIA* (24:6), S. 1142-1148 (doi: 10.1093/jamia/ocx080.).
- Adler-Milstein, J. und Jha, A. K. 2017. „HITECH Act Drove Large Gains In Hospital Electronic Health Record Adoption“, *Health Affairs (Project Hope)* (36:8), S. 1416-1422 (doi: 10.1377/hlthaff.2016.1651).
- Agarwal, R., Gao, G., DesRoches, C. und Jha, A. K. 2010. „Research Commentary —The Digital Transformation of Healthcare: Current Status and the Road Ahead“, *Information Systems Research* (21:4), S. 796-809 (doi: 10.1287/isre.1100.0327).
- Atasoy, H., Greenwood, B. N. und McCullough, J. S. 2019. „The Digitization of Patient Care: A Review of the Effects of Electronic Health Records on Health Care Quality and Utilization“, *Annual review of Public Health* (40), S. 487-500 (doi: 10.1146/annurev-publhealth-040218-044206).
- Athey, B. D., Braxenthaler, M., Haas, M. und Guo, Y. 2013. „tranSMART: An Open Source and Community-Driven Informatics and Data Sharing Platform for Clinical and Translational Research“, *AMIA Joint Summits on Translational Science proceedings. AMIA Joint Summits on Translational Science* (2013), S. 6-8.
- Bass, F. M. 1969. „A New Product Growth for Model Consumer Durables“, *Management Science* (15:5), S. 215-227 (doi: 10.1287/mnsc.15.5.215).

- Baum, R. A. und Baum, S. 2014. „Interventional radiology: a half century of innovation“, *Radiology* (273:2 Suppl), S75-91 (doi: 10.1148/radiol.14140534).
- Bojicic, I., Marjanovic, Z., Turajlic, N., Petrovic, M., Vuckovic, M. und Jovanovic, V. 2016. „A comparative analysis of data warehouse data models“, in *6th International Conference on Computers Communications and Control (ICCCC)*, Oradea, Romania. 10.05.2016 - 14.05.2016, IEEE, S. 151-159.
- Boland, M. R., Rusanov, A., So, Y., Lopez-Jimenez, C., Busacca, L., Steinman, R. C., Bakken, S., Bigger, J. T. und Weng, C. 2014. „From expert-derived user needs to user-perceived ease of use and usefulness: a two-phase mixed-methods evaluation framework“, *Journal of Biomedical Informatics* (52), S. 141-150 (doi: 10.1016/j.jbi.2013.12.004).
- Bucher, T. und Dinter, B. 2008. „Process Orientation of Information Logistics An Empirical Analysis to Assess Benefits, Design Factors, and Realization Approaches“, in *Proceedings of the 41st Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS 2008)*, Waikoloa, HI, USA. 07.01.2008 - 10.01.2008, IEEE, S. 392.
- Carlile, P. R. und Rebitisch, E. S. 2003. „Into the Black Box: The Knowledge Transformation Cycle“, *Management Science* (49:9), S. 1180-1195 (doi: 10.1287/mnsc.49.9.1180.16564).
- Deckelbaum, D. L., Feinstein, A. J., Schulman, C. I., Augenstein, J. S., Murtha, M. F., Livingstone, A. S. und McKenney, M. G. 2009. „Electronic medical records and mortality in trauma patients“, *The Journal of Trauma* (67:3), S. 634-636 (doi: 10.1097/TA.0b013e3181a0fbce).
- Delone, W. H. und McLean, E. R. 2003. „The DeLone and McLean Model of Information Systems Success: A Ten-Year Update“, *Journal of Management Information Systems* (19:4), S. 9-30 (doi: 10.1080/07421222.2003.11045748).
- Deutscher Bundestag 2020. *Gesetz für ein Zukunftsprogramm Krankenhäuser (Krankenhauszukunftsgesetz – KHZG)*.
http://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBI&jumpTo=bgbl120s2208.pdf. Zugriff am 10. November 2020.
- Dresch, A., Lacerda, D. P. und Antunes Júnior, J. A. 2015. *Design science research: A method for science and technology advancement*, Cham, s.l.: Springer International Publishing.

- Esdar, M., Hübner, U., Liebe, J.-D., Hüasers, J. und Thye, J. 2017a. „Understanding latent structures of clinical information logistics: A bottom-up approach for model building and validating the workflow composite score“, *International Journal of Medical Informatics* (97), S. 210-220 (doi: 10.1016/j.ijmedinf.2016.10.011).
- Esdar, M., Hüasers, J., Weiß, J.-P., Rauch, J. und Hübner, U. 2019. „Diffusion Dynamics of Electronic Health Records: A Longitudinal Observational Study Comparing Data from Hospitals in Germany and the United States“, *International Journal of Medical Informatics* (131), S. 103952 (doi: 10.1016/j.ijmedinf.2019.103952).
- Esdar, M., Liebe, J.-D., Weiß, J.-P. und Hübner, U. 2017b. „Exploring Innovation Capabilities of Hospital CIOs: An Empirical Assessment“, *Studies in Health Technology and Informatics* (235), S. 383-387 (doi: 10.3233/978-1-61499-753-5-383).
- Evans, R. S. 2016. „Electronic Health Records: Then, Now, and in the Future“, *Yearbook of Medical Informatics* (Suppl 1), S48-61 (doi: 10.15265/IYS-2016-s006).
- Everson, J., Lee, S.-Y. D. und Friedman, C. P. 2014. „Reliability and validity of the American Hospital Association's national longitudinal survey of health information technology adoption“, *Journal of the American Medical Informatics Association : JAMIA* (21:e2), e257-63 (doi: 10.1136/amiajnl-2013-002449).
- Florczak, K. L. 2014. „Purists need not apply: the case for pragmatism in mixed methods research“, *Nursing Science Quarterly* (27:4), S. 278-282 (doi: 10.1177/0894318414546419).
- Fontainha, E., Martins, J. T. und Vasconcelos, A. C. 2014. „Exploring the Determinants of PAS, EDMS, and PACS Adoption in European Hospitals“, *Procedia Technology* (16), S. 1502-1509 (doi: 10.1016/j.protcy.2014.10.171).
- Gagnon, M. L. 2011. „Moving knowledge to action through dissemination and exchange“, *Journal of Clinical Epidemiology* (64:1), S. 25-31 (doi: 10.1016/j.jclinepi.2009.08.013).
- Gholami, R., Añón Higón, D. und Emrouznejad, A. 2015. „Hospital performance: Efficiency or quality? Can we have both with IT?“, *Expert Systems with Applications* (42:12), S. 5390-5400 (doi: 10.1016/j.eswa.2014.12.019).

- Gilmer, T. P., O'Connor, P. J., Sperl-Hillen, J. M., Rush, W. A., Johnson, P. E., Amundson, G. H., Asche, S. E. und Ekstrom, H. L. 2012. „Cost-effectiveness of an electronic medical record based clinical decision support system“, *Health Services Research* (47:6), S. 2137-2158 (doi: 10.1111/j.1475-6773.2012.01427.x).
- Gluchowski, P. und Chamoni, P. 2016. *Analytische Informationssysteme*, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- GMDS 2020. *Stellungnahme der GMDS zur Ausgestaltung von § 14b des Krankenhauszukunftsgesetzes (KHZG): „Evaluierung des Reifegrades der Krankenhäuser hinsichtlich der Digitalisierung“*. https://www.gmds.de/fileadmin/user_upload/Publikationen/Stellungnahmen/20201007_Stellungnahme_GMDS_KHZG__14b.pdf. Zugriff am 25. November 2020.
- Häyrinen, K., Saranto, K. und Nykänen, P. 2008. „Definition, structure, content, use and impacts of electronic health records: a review of the research literature“, *International Journal of Medical Informatics* (77:5), S. 291-304 (doi: 10.1016/j.ijmedinf.2007.09.001.).
- Heinzl, A., Schoder, D. und Frank, U. 2008. „WI-Orientierungslisten: WI-Journaliste 2008 sowie WI-Liste der Konferenzen, Proceedings und Lecture Notes 2008“, *WIRTSCHAFTSINFORMATIK* (50:2), S. 155-163 (doi: 10.1365/s11576-008-0040-2).
- Houy, C., Frank, J., Niesen, T., Fettke, P. und Loos, P. 2014. „Zur Verwendung von Theorien in der Wirtschaftsinformatik: eine quantitative Literaturanalyse“. *Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik (IWi) im Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) (IWi-Heft)*, Prof. Dr. Peter Loos (Hg.), Saarland.
- Hübner, U., Esdar, M., Hüasers, J., Liebe, J.-D., Naumann, L., Thye, J. und Weiß, J.-P. 2020. *IT-Report Gesundheitswesen: Wie reif ist die Gesundheits-IT aus Anwenderperspektive? Eine Befragung ärztlicher und pflegerischer Krankenhaus-Direktoren*innen in Deutschland, Österreich und der Schweiz*, Hochschule Osnabrück.
- Hübner, U., Esdar, M., Hüasers, J., Liebe, J.-D., Rauch, J., Thye, J. und Weiß, J.-P. 2018. *IT-Report Gesundheitswesen: Schwerpunkt: Wie reif ist die IT in deutschen Krankenhäusern?* Schriftenreihe des Niedersächsischen Ministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr.

- Hübner, U., Liebe, J.-D., Egbert, N. und Frey, A. 2012. *IT-Report Gesundheitswesen: Schwerpunkt: IT im Krankenhaus*, Schriftenreihe des Niedersächsischen Ministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr.
- Hübner, U., Liebe, J.-D., Esdar, M., Hüasers, J., Rauch, J., Thye, J. und Weiß, J.-P. 2019. „Stand der Digitalisierung und des Technologieeinsatzes in deutschen Krankenhäusern“, in *Krankenhaus-Report 2019*, J. Klauber, M. Geraedts, J. Friedrich und J. Wasem (Hg.), Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 33-48.
- Hübner, U., Liebe, J.-D., Straede, M.-C. und Thye, J. 2014. *IT-Report Gesundheitswesen: Schwerpunkt: IT-Unterstützung klinischer Prozesse*, Schriftenreihe des Niedersächsischen Ministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr.
- Hübner, U., Sellemann, B., Egbert, N., Liebe, J.-D., Flemming, D. und Frey, A. 2010. *IT-Report Gesundheitswesen: Schwerpunkt: Vernetzte Versorgung*, Schriftenreihe des Niedersächsischen Ministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr.
- Hübner, U., Sellemann, B., Flemming, D., Genz, M. und Frey, A. 2008. *IT-Report Gesundheitswesen: Schwerpunkt: eBusiness, Schwerpunkt Pflegeinformationssysteme*, Schriftenreihe des Niedersächsischen Ministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr.
- Hübner, U., Sellemann, B. und Frey, A. 2005. *IT-Report Gesundheitswesen*, Schriftenreihe des Niedersächsischen Ministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr.
- Hüasers, J., Esdar, M., Weiß, J.-P. und Hübner, U. 2019. „Diffusion Dynamics of Radiology IT - Systems in German Hospitals - A Bayesian Bass Model“, *Studies in Health Technology and Informatics* (267), S. 11-19 (doi: 10.3233/SHTI190799).
- Jahn, F., Baltschukat, K., Buddrus, U., Günther, U., Kutscha, A., Liebe, J.-D., Lowitsch, V., Schlegel, H. und Winter, A. 2015. „Benchmarking von Krankenhausinformationssystemen – eine vergleichende Analyse deutschsprachiger Benchmarkingcluster“, *GMS Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (MIBE)* (11:1) (doi: 10.3205/mibe000160).
- Jha, A. K., DesRoches, C. M., Campbell, E. G., Donelan, K., Rao, S. R., Ferris, T. G., Shields, A., Rosenbaum, S. und Blumenthal, D. 2009. „Use of electronic health records in U.S. hospitals“, *The New England Journal of Medicine* (360:16), S. 1628-1638 (doi: 10.1056/NEJMs0900592).

- Johnston, D. S. 2017. „Digital maturity: are we ready to use technology in the NHS?“, *Future Healthcare Journal* (4:3), S. 189-192 (doi: 10.7861/futurehosp.4-3-189).
- Jones, S. S., Rudin, R. S., Perry, T. und Shekelle, P. G. 2014. „Health information technology: an updated systematic review with a focus on meaningful use“, *Annals of Internal Medicine* (160:1), S. 48-54 (doi: 10.7326/M13-1531).
- Kapoor, A., Kamis, A., Spil, T. und Bozan, K. 2019. „Introduction to the Minitrack on IT Adoption, Diffusion and Evaluation in Healthcare“, in *Proceedings of the 52nd Hawaii International Conference on System Sciences*, T. Bui (Hg.), Hawaii International Conference on System Sciences.
- Kharrazi, H., Gonzalez, C. P., Lowe, K. B., Huerta, T. R. und Ford, E. W. 2018. „Forecasting the Maturation of Electronic Health Record Functions Among US Hospitals: Retrospective Analysis and Predictive Model“, *Journal of Medical Internet Research* (20:8), e10458 (doi: 10.2196/10458).
- Liang, J., Li, Y., Zhang, Z., Shen, D., Xu, J., Yu, G., Dai, S., Ge, F. und Lei, J. 2020. „Evaluating the Applications of Health Information Technologies in China During the Past 11 Years: Consecutive Survey Data Analysis“, *JMIR Medical Informatics* (8:2), e17006 (doi: 10.2196/17006).
- Liebe, J. D., Hübner, U., Straede, M. C. und Thye, J. 2015. „Developing a Workflow Composite Score to Measure Clinical Information Logistics. A Top-down Approach“, *Methods of Information in Medicine* (54:5), S. 424-433 (doi: 10.3414/ME14-02-0025).
- Liebe, J.-D., Egbert, N., Frey, A. und Hübner, U. 2011. „Characteristics of german hospitals Adopting health IT systems – Results from an empirical study“, *Studies in Health Technology and Informatics* (169), S. 335-338 (doi: 10.3233/978-1-60750-806-9-335).
- Liebe, J.-D., Esdar, M., Rauch, J. und Hübner, U. 2019. „It Needs More Than Just User Participation: Combining Perspectives of Clinical Leaders and Chief Information Officers on Determinants of Hospitals' IT Innovativeness“, *Studies in Health Technology and Informatics* (264), S. 1258-1262 (doi: 10.3233/SHTI190428).

- Liebe, J.-D., Thomas, O., Jahn, F., Kücherer, C., Esdar, M., Weiß, J.-P., Hüsters, J. und Hübner, U. 2017. „Zwischen Schattendasein, Governance und Entrepreneurship-Eine empirische Bestandsaufnahme zum Professionalisierungsgrad des IT-Managements in deutschen Krankenhäusern“, in *Towards Thought Leadership in Digital Transformation: Tagungsband der 13. Internationalen Tagung für Wirtschaftsinformatik in St. Gallen - WI 2017*, J. M. Leimeister und W. Brenner (Hg.), St. Gallen, S. 559-573.
- Liew, A. 2007. „Understanding data, information, knowledge and their inter-relationships“, *Journal of Knowledge Management Practice* (8:2), S. 1-16.
- Lin, Y.-K., Lin, M. und Chen, H. 2019. „Do Electronic Health Records Affect Quality of Care? Evidence from the HITECH Act“, *Information Systems Research* (30:1), S. 306-318 (doi: 10.1287/isre.2018.0813).
- Linstedt, D., Graziano, K. und Hultgren, H. 2009. *The new business supermodel: The business of data vault data modeling : DW2.0 TM compliant, 2nd generation data warehouse architecture*.
- Liyanage, C., Elhag, T., Ballal, T. und Li, Q. 2009. „Knowledge communication and translation – a knowledge transfer model“, *Journal of Knowledge Management* (13:3), S. 118-131 (doi: 10.1108/13673270910962914).
- Lomas, J. 1993. „Diffusion, Dissemination, and Implementation: Who Should Do What?“, *Annals of the New York Academy of Sciences* (703:1 Doing More Go), S. 226-237 (doi: 10.1111/j.1749-6632.1993.tb26351.x).
- MacKenzie und Podsakoff 2011. „Construct Measurement and Validation Procedures in MIS and Behavioral Research: Integrating New and Existing Techniques“, *MIS Quarterly* (35:2), S. 293 (doi: 10.2307/23044045).
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J. und Altman, D. G. 2009. „Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement“, *PLoS medicine* (6:7), e1000097 (doi: 10.1371/journal.pmed.1000097).
- Mullins, A., O'Donnell, R., Mousa, M., Rankin, D., Ben-Meir, M., Boyd-Skinner, C. und Skouteris, H. 2020. „Health Outcomes and Healthcare Efficiencies Associated with the Use of Electronic Health Records in Hospital Emergency Departments: a Systematic Review“, *Journal of Medical Systems* (44:12), S. 200 (doi: 10.1007/s10916-020-01660-0).

- Murphy, S. N., Weber, G., Mendis, M., Gainer, V., Chueh, H. C., Churchill, S. und Kohane, I. 2010. „Serving the enterprise and beyond with informatics for integrating biology and the bedside (i2b2)“, *Journal of the American Medical Informatics Association : JAMIA* (17:2), S. 124-130 (doi: 10.1136/jamia.2009.000893).
- Nakamura, M. M., Ferris, T. G., DesRoches, C. M. und Jha, A. K. 2010. „Electronic health record adoption by children's hospitals in the United States“, *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine* (164:12), S. 1145-1151 (doi: 10.1001/archpediatrics.2010.234).
- Naumann, L., Esdar, M., Ammenwerth, E., Baumberger, D. und Hübner, U. 2019. „Same Goals, Yet Different Outcomes: Analysing the Current State of eHealth Adoption and Policies in Austria, Germany, and Switzerland Using a Mixed Methods Approach“, *Studies in Health Technology and Informatics* (264), S. 1012-1016 (doi: 10.3233/SHTI190377).
- Nøhr, C., Koch, S., Vimarlund, V., Gilstad, H., Faxvaag, A., Hardardottir, G. A., Andreassen, H. K., Kangas, M., Reponen, J. und Bertelsen, P. 2018. „Monitoring and Benchmarking eHealth in the Nordic Countries“, *Studies in Health Technology and Informatics* (247), S. 86-90 (doi: 10.3233/978-1-61499-852-5-86).
- Onwuegbuzie, A. J. und Leech, N. L. 2005. „On Becoming a Pragmatic Researcher: The Importance of Combining Quantitative and Qualitative Research Methodologies“, *International Journal of Social Research Methodology* (8:5), S. 375-387 (doi: 10.1080/13645570500402447).
- Park, Y.-T. und Han, D. 2017. „Current Status of Electronic Medical Record Systems in Hospitals and Clinics in Korea“, *Healthcare Informatics Research* (23:3), S. 189-198 (doi: 10.4258/hir.2017.23.3.189).
- Ramírez-Hassan, A. und Montoya-Blandón, S. 2020. „Forecasting from others' experience: Bayesian estimation of the generalized Bass model“, *International Journal of Forecasting* (36:2), S. 442-465 (doi: 10.1016/j.ijforecast.2019.05.016).
- Rauch, J., Denter, M. und Hübner, U. 2019. „Use of Emergency Departments by Frail Elderly Patients: Temporal Patterns and Case Complexity“, *Studies in Health Technology and Informatics* (267), S. 215-223 (doi: 10.3233/SHTI190830).

- Rauch, J., Weiß, J.-P., Teuteberg, F. und Hübner, U. 2017. „Konsolidierte Datenmodellierung von Versorgungsdaten mit dem Entity-Attribute-Value-Modell und Data Vault“, *GMS Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (MIBE)* (13:1) (doi: 10.3205/mibe000170).
- Rogers, E. M. 2003. *Diffusion of innovations*, New York, London, Toronto, Sydney: Free Press.
- Röhrig, R., Binder, H., Prokosch, H.-U., Sax, U., Schmidtman, I., Stolpe, S. und Zapf, A. (Hg.) 2019. *Studies in Health Technology and Informatics, Volume 267: German Medical Data Sciences: Shaping Change – Creative Solutions for Innovative Medicine: Proceedings of the 64th Annual Meeting of the German Association of Medical Informatics, Biometry and Epidemiology 2019*, [Place of publication not identified]: IOS Press.
- Röhrig, R., Rimmer, A., Binder, H. und Sax, U. (Hg.) 2017. *Studies in Health Technology and Informatics, Volume 243: German medical data science: Visions and bridges: Proceedings of the 62nd Annual Meeting of the German Association of Medical Informatics, Biometry and Epidemiology (gmds e.V.) 2017 in Oldenburg (Oldenburg) - GMDS 2017*.
- Roux, D. J., Rogers, K. H., Biggs, H. C., Ashton, P. J. und Sergeant, A. 2006. „Bridging the Science–Management Divide: Moving from Unidirectional Knowledge Transfer to Knowledge Interfacing and Sharing“, *Ecology and Society* (11:1) (doi: 10.5751/ES-01643-110104).
- Savage, L., Gaynor, M. und Adler-Milstein, J. 2019. „Digital health data and information sharing: A new frontier for health care competition?“, *Antitrust Law Journal* (82:2), S. 593-621.
- Serenko, A., Dohan, M. S. und Tan, J. 2017. „Global Ranking of Management- and Clinical-Centered eHealth Journals“, *Communications of the Association for Information Systems* (41), S. 198-215 (doi: 10.17705/1CAIS.04109).
- Sligo, J., Gauld, R., Roberts, V. und Villa, L. 2017. „A literature review for large-scale health information system project planning, implementation and evaluation“, *International Journal of Medical Informatics* (97), S. 86-97 (doi: 10.1016/j.ijmedinf.2016.09.007).

- Srinivasan, V. und Mason, C. H. 1986. „Technical Note—Nonlinear Least Squares Estimation of New Product Diffusion Models“, *Marketing Science* (5:2), S. 169-178 (doi: 10.1287/mksc.5.2.169).
- Thrall, J. H., Li, X., Li, Q., Cruz, C., Do, S., Dreyer, K. und Brink, J. 2018. „Artificial Intelligence and Machine Learning in Radiology: Opportunities, Challenges, Pitfalls, and Criteria for Success“, *Journal of the American College of Radiology : JACR* (15:3 Pt B), S. 504-508 (doi: 10.1016/j.jacr.2017.12.026).
- Thye, J., Hübner, U., Weiß, J.-P., Teuteberg, F., Hüsers, J., Liebe, J.-D. und Babitsch, B. 2018. „Hospital CEOs Need Health IT Knowledge and Trust in CIOs: Insights from a Qualitative Study“, *Studies in Health Technology and Informatics* (248), S. 40-46 (doi: 10.3233/978-1-61499-858-7-40).
- Villumsen, S., Adler-Milstein, J. und Nøhr, C. 2020. „National monitoring and evaluation of eHealth: a scoping review“, *JAMIA Open* (doi: 10.1093/jamiaopen/ooz071).
- Wehrens, R. 2014. „Beyond two communities - from research utilization and knowledge translation to co-production?“, *Public Health* (128:6), S. 545-551 (doi: 10.1016/j.puhe.2014.02.004).
- Weiß, J.-P., Hübner, U., Rauch, J., Hüsers, J., Teuteberg, F., Esdar, M. und Liebe, J.-D. 2017a. „Implementing a Data Management Platform for Longitudinal Health Research“, *Studies in Health Technology and Informatics* (243), S. 85-89 (doi: 10.3233/978-1-61499-808-2-85).
- Weiß, J.-P., Hübner, U., Rauch, J., Thye, J., Teuteberg, F., van der Linde, J., Thiesing, F. und Liebe, J. 2021. „Improving health IT monitoring via an electronic system for the exchange between science and practice“, *GMS Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (MIBE)* (17:3) (doi: 10.3205/mibe000225).
- Weiß, J.-P., Rauch, J., Hüsers, J., Liebe, J.-D., Teuteberg, F. und Hübner, U. 2017b. „Entwicklung eines Datenmodells für ein umfassendes Forschungsdatenmanagement zur flexiblen Analyse longitudinaler Daten“, in *Informatik 2017 - Bände I-III: Tagung vom 25.-29. September 2017 in Chemnitz*, M. Eibl und M. Gaedke (Hg.), Bonn: Gesellschaft für Informatik.
- Weiß, J.-P., Thye, J., Rauch, J., Tissen, M., Esdar, M., Teuteberg, F. und Hübner, U. 2018a. „IT-Benchmarking als Zusammenspiel von Wissenschaft und Praxis-ein

-
- Web-Portal zur Dissemination individueller Ergebnisse für Krankenhäuser“, in *Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2018: Data driven X - Turning Data into Value* : Leuphana Universität Lüneburg, 6.-9. März 2018, P. Drews, B. Funk, P. Niemeyer und L. Xie (Hg.), Lüneburg: Leuphana Universität Lüneburg Institut für Wirtschaftsinformatik, S. 659-670.
- Weiß, J.-P., Welzel, T., Hartmann, B. J., Hübner, U. und Teuteberg, F. 2018b. „Towards Designing a Secure Exchange Platform for Diabetes Monitoring and Therapy“, *Studies in Health Technology and Informatics* (248), S. 239-246 (doi: 10.3233/978-1-61499-858-7-239).
- Wenger, E. 2018. *Communities of practice: Learning, meaning, and identity*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Zhang, P. und Dran, G. M. von 2000. „Satisfiers and dissatisfiers: A two-factor model for website design and evaluation“, *Journal of the American Society for Information Science* (51:14), S. 1253-1268 (doi: 10.1002/1097-4571(2000)9999:9999%3C:AID-ASII039%3E3.0.CO;2-O).

Teil B: Einzelbeiträge

1 Improving health IT monitoring via an electronic system for the exchange between science and practice

Titel	Improving health IT monitoring via an electronic system for the exchange between science and practice
Autoren	Jan-Patrick Weiß Ursula Hübner Jens Rauch Johannes Thye Frank Teuteberg Jan van der Linde Frank Thiesing Jan-David Liebe
Publikationsorgan	GMS Medizinische Informatik, Bio-metrie und Epidemiologie (MIBE) 2021, Vol. 17(3) ISSN 1860-9171
Ranking	N/A
Bibliographische Informationen	Weiß JP, Hübner U, Rauch J, Thye J, Teuteberg F, Van der Linde J, Thiesing F, Liebe JD. Improving health IT monitoring via an electronic system for the exchange between science and practice. GMS Med Inform Biom Epidemiol. 2021;17(3):Doc11. DOI: 10.3205/mibe000225, URN: urn:nbn:de:0183-mibe0002253
Identifikation	DOI: 10.3205/mibe000225 URN: urn:nbn:de:0183-mibe0002253
Link	https://www.egms.de/static/en/journals/mibe/2021-17/mibe000225.shtml
Copyright	©2021 Weiß et al. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 License. See license information at http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/ .
<p>Abstract: Health information technology (IT) is a decisive factor for hospitals in optimizing the provision of healthcare services and many countries are interested in understanding, monitoring, and benchmarking the mechanisms of digital transformation on the national level. Part of this effort is the use of science-based maturity models to measure the level of digitization of healthcare institutions. The results of the maturity measurement are finally disseminated through science-practice dialogue concepts. The aim of this study is to develop and evaluate a technical platform to support this science-practice dialogue in the context of nationwide health IT monitoring in hospitals. Here users, the Chief Information Officer (CIO) in hospitals, provide data on the status of health IT in their institutions through a structured self-assessment on the platform. The data is analyzed and processed with scientific instruments, i.e. (1) according to scientifically established procedures of quantitative methodology and (2) in the context of current scientific findings and research questions. The individual findings are presented to the user on a dashboard. The platform comprises the six components data capturing, indicators and scores, algorithms, storage, data-compiling pipeline and dashboard. All of them were developed pursuing the design science methodology. The evaluation of the platform revealed that it supports CIOs in IT strategic management. Usability tests showed that the platform increases user satisfaction. Within this study we could show how a science-practice dialogue to generate practical implications in the context of a nationwide health IT monitoring can be technically implemented.</p>	

Tab. 3: Metadaten zu Forschungsbeitrag 1

2 Implementing a data management platform for longitudinal health research

Titel	Implementing a data management platform for longitudinal health research
Autoren	Jan-Patrick Weiß Ursula Hübner Jens Rauch Jens Hüasers Frank Teuteberg Moritz Esdar Jan-David Liebe
Publikationsorgan	Studies in Health Technology and Informatics, Volume 243: German Medical Data Sciences: Visions and Bridges, Proceedings of the 62nd Annual Meeting of the German Association of Medical Informatics, Biometry and Epidemiology 2017
Ranking	AQ ⁵ : 54 %
Bibliographische Informationen	Weiß JP, Hübner U, Rauch J, Hüasers J, Teuteberg F, Esdar M, Liebe JD. Implementing a Data Management Platform for Longitudinal Health Research. Stud Health Technol Inform. 2017;243:85-89. PMID: 28883176.
Identifikation	DOI: 10.3233/978-1-61499-808-2-85 PMID: 28883176
Link	http://ebooks.iospress.nl/publication/47512
Copyright	© 2017 German Association for Medical Informatics, Biometry and Epidemiology (gmds) e.V. and IOS Press. This article is published online with Open Access by IOS Press and distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License 4.0 (CC BY-NC 4.0).
<p>Abstract: Health IT adoption research is rooted in Rogers' Diffusion of Innovation theory, which is based on longitudinal analyses. However, many studies in this field use cross-sectional designs. The aim of this study therefore was to design and implement a system to (i) consolidate survey data sets originating from different years (ii) integrate additional secondary data and (iii) query and statistically analyse these longitudinal data. Our system design comprises a 5-tier-architecture that embraces tiers for data capture, data representation, logics, presentation and integration. In order to historicize data properly and to separate data storage from data analytics a data vault schema was implemented. This approach allows the flexible integration of heterogeneous data sets and the selection of comparable items. Data analysis is prepared by compiling data in data marts and performed by R and related tools. IT Report Healthcare data from 2011, 2013 and 2017 could be loaded, analysed and combined with secondary longitudinal data.</p>	

Tab. 4: Metadaten zu Forschungsbeitrag 2

⁵ Aus dem Vorwort der Herausgeberinnen und Herausgeber Röhrig et al. (2017) „Two-hundred-and-forty contributions were submitted, among 77 full papers. These were reviewed in a two stage interdisciplinary peer-reviewing process: A total of 766 reviews, some of which were very comprehensive, were produced by 186 reviewers. 42 full papers are accepted for publication in this volume of Studies in Health Technology and Informatics.”

3 Entwicklung eines Datenmodells für ein umfassendes Forschungsdatenmanagement zur flexiblen Analyse longitudinaler Daten

Titel	Entwicklung eines Datenmodells für ein umfassendes Forschungsdatenmanagement zur flexiblen Analyse longitudinaler Daten
Autoren	Jan-Patrick Weiß Jens Rauch Jens Hüasers Jan-David Liebe Frank Teuteberg Ursula Hübner
Publikationsorgan	INFORMATIK 2017
Ranking	VHB: C WKWI: B
Bibliographische Informationen	Weiß, J.-P., Rauch, J., Hüasers, J., Liebe, J.-D., Teuteberg, F. & Hübner, U., (2017). Entwicklung eines Datenmodells für ein umfassendes Forschungsdatenmanagement zur flexiblen Analyse longitudinaler Daten. In: Eibl, M. & Gaedke, M. (Hrsg.), INFORMATIK 2017. Gesellschaft für Informatik, Bonn. (S. 1357-1368). DOI: 10.18420/in2017_136.
Identifikation	DOI: 10.18420/in2017_136
Link	https://dl.gi.de/handle/20.500.12116/3899
Copyright	© 2016 Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), Attribution-Non Commercial 3.0 Unported (CC BY-NC 3.0)
<p>Zusammenfassung: Forschungsdatenbanken dienen als gemeinsame Datenbasis für heterogene Datensätze unterschiedlicher Wissenschaftler, um neue Forschungsansätze, Ideen oder Fragestellungen im Forschungsprozess zu identifizieren und zu analysieren. Klassische Datenmodellierungs-Ansätze wie das dimensionale Modell oder das Entity-Attribute-Value (EAV) Modell erweisen sich entweder als unflexibel hinsichtlich neuer Anforderungen und der Erweiterung um neue Datenquellen oder erschweren longitudinale Analysen. In diesem Artikel wird ein grundlegendes Systemdesign für sich häufig ändernder Forschungsdaten vorgestellt und als erster Meilenstein die Implementation des Datenmodells fokussiert. Das EAV-Modell wurde hierzu um das Data-Vault-Modell erweitert. Dieser kombinierte Ansatz ermöglicht die Historisierung beliebiger Merkmalsausprägungen und die Erweiterung um neue Merkmale aus weiteren Datenquellen.</p>	

Tab. 5: Metadaten zu Forschungsbeitrag 3

4 Konsolidierte Datenmodellierung von Versorgungsdaten mit dem Entity-Attribute-Value-Modell und Data Vault

Titel	Konsolidierte Datenmodellierung von Versorgungsdaten mit dem Entity-Attribute-Value-Modell und Data Vault
Autoren	Jens Rauch Jan-Patrick Weiß Frank Teuteberg Ursula Hübner
Publikationsorgan	GMS Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie 2017, Vol. 13(1), ISSN 1860-9171, Proceedings of the 62nd Annual Meeting of the German Association of Medical Informatics, Biometry and Epidemiology 2017
Ranking	AQ ⁶ : 10 %
Bibliographische Informationen	Rauch J, Weiss JP, Teuteberg F, Hübner U. Konsolidierte Datenmodellierung von Versorgungsdaten mit dem Entity-Attribute-Value-Modell und Data Vault. GMS Med Inform Biom Epidemiol 2017; 13(1):Doc03 (20170829)
Identifikation	DOI: 10.3205/mibe000170 urn:nbn:de:0183-mibe0001706
Link	https://www.egms.de/static/de/journals/mibe/2017-13/mibe000170.shtml
Copyright	© 2017 GMS Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie, Deutsche Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie e.V.
<p>Zusammenfassung: Für die Versorgungsforschung ist wichtig, dass verteilte und heterogene Daten so integriert werden, dass sie offen für neue Analyse-Anforderungen und leicht um neue Datenquellen erweiterbar sind. Für die Integration von Versorgungsdaten werden bislang hauptsächlich Data-Warehouses eingesetzt, die Daten dimensional oder als Entity-Attribute-Value-Struktur (EAV) modellieren. Diese Datenmodelle sind jedoch entweder unflexibel oder weisen ein zu geringes Maß an Datenorganisation auf, was longitudinale Analysen erschwert. Wir haben den EAV-Ansatz um die Data-Vault-Modellierung ergänzt und damit die Datenstrukturen der Krankenhaus-Qualitätsberichte des Gemeinsamen Bundesausschusses (G-BA) modelliert sowie die Daten der Jahre 2011 bis 2015 integriert. Dies ermöglicht eine Historisierung der Metadaten für Merkmale, insbesondere der Qualitätsindikatoren, sowie ein hohes Maß an Erweiterbarkeit gegenüber neuen heterogenen Datenquellen. Der vorgeschlagene Ansatz erlaubt es, den Abstraktionsgrad für die zu modellierenden Entitäten frei zu wählen, so dass auch ein vollständig generisches EAV-Modell mit historisierten Metadaten erstellt werden kann.</p>	

Tab. 6: Metadaten zu Forschungsbeitrag 4

⁶ der Herausgeberinnen und Herausgeber Röhrig et al. (2017) „Es gab 11 Einreichungen zur Publikation in der MIBE, davon wurde eine zur Publikation angenommen.“

5 Diffusion dynamics of electronic health records: A longitudinal observational study comparing data from hospitals in Germany and the United States

Titel	Diffusion dynamics of electronic health records: A longitudinal observational study comparing data from hospitals in Germany and the United States
Autoren	Moritz Esdar Jens Hüser Jan-Patrick Weiß Jens Rauch Ursula Hübner
Publikationsorgan	International Journal of Medical Informatics Volume 131, November 2019, 103952
Ranking	5-Y-IF (2018): 3,146 Serenko et al. 2017: A
Bibliographische Informationen	Esdar M, Hüser J, Weiß JP, Rauch J, Hübner U. Diffusion dynamics of electronic health records: A longitudinal observational study comparing data from hospitals in Germany and the United States. Int J Med Inf. 2019;130: doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2019.103952.
Identifikation	DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2019.103952
Link	https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1386505619302199
Copyright	© 2019 Elsevier B.V. All rights reserved.
<p>Abstract: Background: While aiming for the same goal of building a national eHealth Infrastructure, Germany and the United States pursued different strategic approaches – particularly regarding the role of promoting the adoption and usage of hospital Electronic Health Records (EHR). Objective: To measure and model the diffusion dynamics of EHRs in German hospital care and to contrast the results with the developments in the US. Materials and methods: All acute care hospitals that were members of the German statutory health system were surveyed during the period 2007–2017 for EHR adoption. Bass models were computed based on the German data and the corresponding data of the American Hospital Association (AHA) from non-federal hospitals in order to model and explain the diffusion of innovation. Results: While the diffusion dynamics observed in the US resembled the typical s-shaped curve with high imitation effects ($q = 0.583$) but with a relatively low innovation effect ($p = 0.025$), EHR diffusion in Germany stagnated with adoption rates of approx. 50% (imitation effect $q = -0.544$) despite a higher innovation effect ($p = 0.303$). Discussion: These findings correlate with different governmental strategies in the US and Germany of financially supporting EHR adoption. Imitation only seems to work if there are financial incentives, e.g. those of the HITECH Act in the US. They are lacking in Germany, where the government left health IT adoption strategies solely to the free market and the consensus among all of the stakeholders. Conclusion: Bass diffusion models proved to be useful for distinguishing the diffusion dynamics in German and US non-federal hospitals. When applying the Bass model, the imitation parameter needs a broader interpretation beyond the network effects, including driving forces such as incentives and regulations, as was demonstrated by this study</p>	

Tab. 7: Metadaten zu Forschungsbeitrag 5

6 Diffusion Dynamics of Radiology IT – Systems in German Hospitals – A Bayesian Bass Model

Titel	Diffusion Dynamics of Radiology IT – Systems in German Hospitals – A Bayesian Bass Model
Autoren	Moritz Esdar Jens Hüser Jan-Patrick Weiß Ursula Hübner
Publikationsorgan	Studies in Health Technology and Informatics, Volume 267: German Medical Data Sciences: Shaping Change – Creative Solutions for Innovative Medicine: Proceedings of the 64th Annual Meeting of the German Association of Medical Informatics, Biometry and Epidemiology 2019
Ranking	AQ7: 55 %
Bibliographische Informationen	Hüser J, Esdar M, Weiß JP, Hübner U. Diffusion Dynamics of Radiology IT - Systems in German Hospitals - A Bayesian Bass Model. Stud Health Technol Inform. 2019 Sep 3;267:11-19. doi: 10.3233/SHTI190799. PMID: 31483249.
Identifikation	DOI: 10.3233/SHTI190799 PMID: 31483249
Link	http://ebooks.iospress.nl/publication/52739
Copyright	© 2019 The authors and IOS Press. This article is published online with Open Access by IOS Press and distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License 4.0 (CC BY-NC 4.0).

⁷ Aus dem Vorwort der Herausgeberinnen und Herausgeber Röhrig et al. (2019) „This year 263 contributions were submitted for the GMDS Annual Meeting, including four full papers for the MIBE and 69 for a publication in the GMDS series in Studies in Health Technologies and Informatics, as well as 192 abstracts. All submissions were reviewed in a two-stage peer review process. A total of 760, in some cases very extensive, reviews were carried out by 280 experts. In a meta-review, the preliminary results were communicated to the authors with information on the revision of the contributions. After the revision, a second, shortened metareview took place. A total of one contribution to publication in MIBE and 38 contributions to publication in the GMDS Series was accepted. A detailed presentation of the results of the peer review process is shown in Figure 1.”

Abstract: Radiology has a reputation for having a high affinity to innovation – particularly with regard to information technologies. Designed for supporting the peculiarities of radiological diagnostic workflows, Radiology Information Systems (RIS) and Picture Archiving and Communication Systems (PACS) developed into widely used information systems in hospitals and form the basis for advancing the field towards automated image diagnostics. RIS and PACS can thus serve as meaningful indicators of how quickly IT innovations diffuse in secondary care settings – an issue that requires increased attention in research and health policy in the light of increasingly fast innovation cycles. We therefore conducted a retrospective longitudinal observational study to research the diffusion dynamics of RIS and PACS in German hospitals between 2005 and 2017. Based upon data points collected within the “IT Report Healthcare” and building on Rogers’ Diffusion of Innovation (DOI) theory, we applied a novel methodological technique by fitting Bayesian Bass Diffusion Models on past adoption rates. The Bass models showed acceptable goodness of fit to the data and the results indicated similar growth rates of RIS and PACS implementations and suggest that market saturation is almost reached. Adoption rates of PACS showed a slightly higher coefficient of imitation ($q = 0.25$) compared to RIS ($q = 0.11$). However, the diffusion process expands over approximately two decades for both systems which points at the need for further research into how innovation diffusion can be accelerated effectively. Furthermore, the Bayesian approach to Bass modelling showed to have several advantages over the classical frequentists approaches and should encourage adoption and diffusion research to adapt similar techniques.

Tab. 8: Metadaten zu Forschungsbeitrag 6

7 IT-Benchmarking als Zusammenspiel von Wissenschaft und Praxis – ein Web-Portal zur Dissemination individueller Ergebnisse für Krankenhäuser

Titel	IT-Benchmarking als Zusammenspiel von Wissenschaft und Praxis – ein Web-Portal zur Dissemination individueller Ergebnisse für Krankenhäuser
Autoren	Jan-Patrick Weiß Johannes Thye Jens Rauch Michael Tissen Moritz Esdar Frank Teuteberg Ursula Hübner
Publikationsorgan	Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2018: Data driven X - Turning Data into Value
Ranking	VHB: D WKWI: C
Bibliographische Informationen	Weiß JP, Thye J, Rauch J, Tissen M, Esdar M, Teuteberg F, Hübner U. IT-Benchmarking als Zusammenspiel von Wissenschaft und Praxis - ein Web-Portal zur Dissemination individueller Ergebnisse für Krankenhäuser. In: Drews P, Funk B, Niemeyer P, Xie L (Hrsg.): Data driven X - Turning Data into Value; Proceedings der Multikonferenz der Wirtschaftsinformatik (MKWI 2018), Lüneburg, 2018, S. 659-670.
Identifikation	ISBN 978-3-935786-72-0
Link	https://mkwi2018.leuphana.de/wp-content/uploads/MKWI_45.pdf
Copyright	-/-
<p>Zusammenfassung: Die Verbreitung von Informationstechnologien (IT) im Gesundheitswesen sowie deren Einflussgrößen sind Betrachtungsobjekt der Adoptions- und Diffusionsforschung. Neues Wissen aus diesen Studien wird dabei häufig als summative Umfrage-ergebnisse disseminiert. Mit dem in diesem Beitrag vorgestellten Web-Portal werden die individuellen Umfrageergebnisse im Vergleich zu einer Referenzgruppe präsentiert. Das erfolgt in flexibler Form unter Verwendung von reliablen und validen Kennzahlen der IT-Prozessunterstützung, die in einer hierarchischen Struktur angeordnet sind. Es werden die Entwicklung des Web-Portals als Benchmarking Instrument, seine Anwendung und eine initiale Evaluation vorgestellt. Es zeigte sich, dass das Web-Portal anhand aktueller Benchmarking-Ergebnisse von 197 Krankenhäusern einsetzbar ist, seine Anwendung als nützlich und die Indikatoren als verständlich eingeschätzt werden.</p>	

Tab. 9: Metadaten zu Forschungsbeitrag 7