

**Key Pousttchi  
Hannes Schlieter  
Alexander Gleiß  
(Hrsg.)**

# **Digitale Innovationen im Gesundheitsmarkt**

**MÄRKTE  
GESCHÄFTSMODELLE  
TECHNOLOGIEN**





**Fachgruppe Mobilität und Mobile Informationssysteme**  
Gesellschaft für Informatik e.V.



**Fachgruppe Digital Health**  
Gesellschaft für Informatik e.V.

Key Pousttchi  
Hannes Schlieter  
Alexander Gleiß  
(Hrsg.)

**Digitale Innovationen im Gesundheitsmarkt 2019:  
Märkte, Geschäftsmodelle, Technologien**

Tagungsband des Workshops  
am 27.05.2019 in Potsdam

**Prof. Dr. Key Pousttchi**

**Alexander Gleiß**

Universität Potsdam

Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik und Digitalisierung

**Dr. Hannes Schlieter**

Technische Universität Dresden

Professur für Wirtschaftsinformatik, insb. Systementwicklung

**[https://doi.org/10.30844/TB\\_2019\\_3190](https://doi.org/10.30844/TB_2019_3190)**

**ISBN 978-3-95545-319-0**

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliographie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Veröffentlicht im GITO Verlag 2019

© **GITO mbH Verlag Berlin 2019**

GITO mbH Verlag

für Industrielle Informationstechnik und Organisation

Kaiserdamm 23

14059 Berlin

Tel.: +49.(0)30.41 93 83 64

Fax: +49.(0)30.41 93 83 67

E-Mail: [service@gito.de](mailto:service@gito.de)

Internet: [www.gito.de](http://www.gito.de)





## Vorwort

Die zunehmende Verwendung digitaler Technologien in Wirtschaft und Gesellschaft führt branchenübergreifend zu neuen Strukturen, teilweise entstehen komplett neue bzw. verschwinden ganze Branchen. Ebenso gewinnt auch in der Gesundheitswirtschaft die Digitalisierung zunehmend an Bedeutung. Unweigerlich zieht die Ubiquität der Digitalisierung auch eine Veränderung der Erwartungshaltung und des Verhaltens aller Beteiligten nach sich. *Digital Health* ist kein einmaliges Phänomen. Es umfasst viel mehr den gesamten Transformationsprozess, welcher die Art und Weise der Gesundheitsversorgung und Auffassung von Gesundheit nachhaltig verändern wird. Dies schlägt sich natürlich auch in der Breite der Fragestellungen der Forschungsagenda nieder. Im Zentrum der Untersuchung steht weiterhin die Gesundheit des Bürgers, welche nun durch den sinnvollen Einsatz digitaler Technologien verbessert und ökonomisch aufgestellt wird. Um diese Digitale Transformation erfolgreich zu gestalten, müssen sich alle beteiligten Akteure (wie z. B. Gesundheitsversorger, -produzenten und -dienstleister) in allen Dimensionen der Digitalen Transformation neu ausrichten: Leistungserstellung, Leistungsangebot und Kundeninteraktion (vgl. Abb. 1).<sup>1</sup>

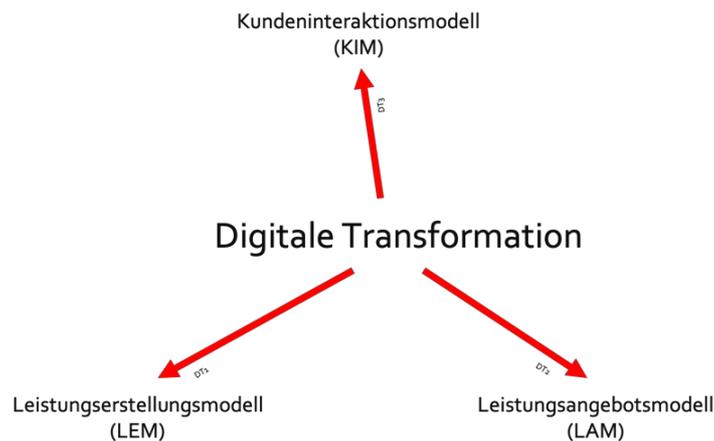


Abb. 1: Dimensionen der Digitalen Transformation

Digitale Technologien ermöglichen zum einen neue Formen der *Leistungserstellung*. So werden in der Medizintechnik bereits Geometriefreiheit und Flexibilität der additiven Fertigung genutzt, um maßgeschneiderte Orthesen, Prothesen oder Organe herzustellen. Pharmaproduzenten vertrauen in ihren Fabriken zunehmend auf cyberphysische Produktionssysteme, in denen Prozessautomatisierung, Fernsteuerung und die Verfügbarkeit von Echtzeitinformationen Hand in Hand gehen.

<sup>1</sup> Pousttchi, K. (2017): Digitale Transformation. In: Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik. GITO, Berlin 2017. Online verfügbar: <http://www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de/lexikon/technologien-methoden/Informatik--Grundlagen/digitalisierung/digitale-transformation>

Auch in der Gesundheitsversorgung bedingen digitale Technologien oft neue Prozesse und Arbeitsroutinen, welche nicht zuletzt vor dem Hintergrund des steigenden Fachkräftemangels und der demografischen Lage verstärkt thematisiert werden. Gleichzeitig impliziert die Digitale Transformation häufig auch eine Anpassung des bestehenden *Leistungsangebots*, d. h. neue Produkte, Services und Geschäftsmodelle. Die ständige Verfügbarkeit und die positive Nutzungsresonanz mit den Diensten von Apple, Google und Facebook verändert auch die Art und Weise, wie Unternehmen die Kundeninteraktion gestalten müssen. Auch die technologischen und zum Teil juristischen Fortschritte in der Telemedizin werden die Arzt-Patienten-Beziehung zukünftig massiv beeinflussen. Doch auch andere Akteure der Gesundheitswirtschaft werden ihre Distributions- und Kommunikationsstrategien neu ausrichten müssen.

Digital Health verspricht in vielen Bereich der Gesundheitswirtschaft Innovationen. Immer mehr technologische Lösungen drängen mit unterschiedlichen Ambitionen aktuell in den Markt, welche bspw. die Verbesserung der Versorgungsqualität, Entlastung und Unterstützung der Mitarbeiter oder Einbeziehung des Patienten adressieren. Das Technologiespektrum sowie die Einsatzmöglichkeiten sind dabei vielfältig (vgl. Abb. 2) und reichen von der Prävention über die Diagnose bis hin zur Therapie und Nachsorge.

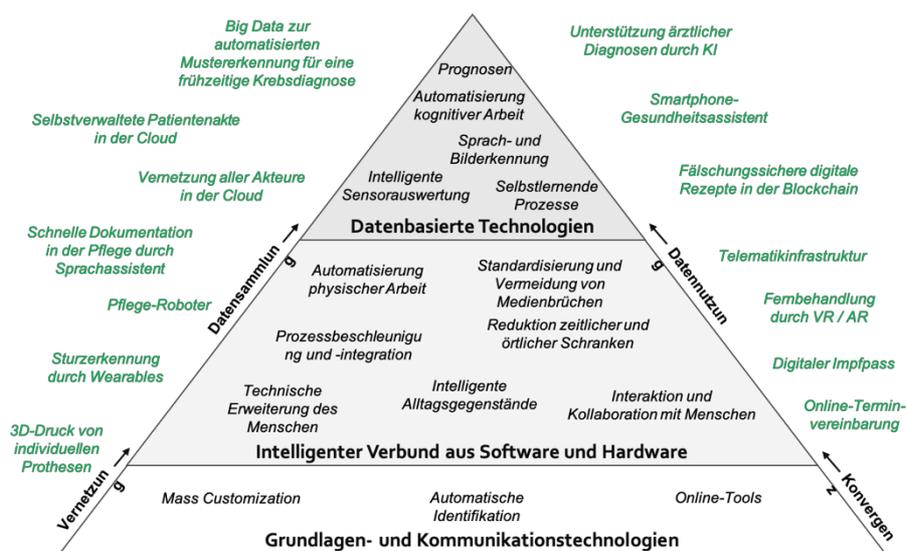


Abb. 2: Technologiepyramide Digital Health (eigene Darstellung)

Diese Vielzahl an neuen Technologien und Lösungen verändert folglich auch die Strukturen in der Gesundheitswirtschaft. Produktionsprozesse werden komplexer und Ressourcen primär für das Kerngeschäft eingesetzt. Es erfolgt eine stärkere Modularisierung und Spezialisierung, Netzwerke bilden sich heraus – Aus Wertschöpfungsketten entstehen ganze Wertschöpfungsnetze, der Patient wird zum Kunden. Die Digitale Transformation sollte somit einerseits als Chance begriffen werden:

zur Optimierung der eigenen Abläufe, zur Gestaltung innovativer Angebote oder zur individuellen Berücksichtigung von Kundenanforderungen. Einen kleinen Ausblick dessen, welche Innovationen im Gesundheitsmarkt von morgen Beachtung finden könnten, liefert dieser Tagungsband des Workshops "Digitale Innovationen im Gesundheitsmarkt: Märkte, Geschäftsmodelle, Technologien".

Die meisten Beiträge stellen hierbei das klassische Zusammenspiel von Mensch, Aufgabe und Technik in den Vordergrund. So stellt Schaller die prototypische Entwicklung einer sensorgesteuerten Smart-Health-Anwendung dar. Diese soll das Monitoring des Pulses bei Blutdruckabfall mithilfe piezoelektrischer Sensoren und somit eine einfache, nichtinvasive Möglichkeit der Diagnoseunterstützung ermöglichen. Schedler et al. zeigen Möglichkeiten auf, mittels numerischer Simulationstechniken prognostische Prädiktoren radiologisch nicht sichtbarer und/oder diagnostizierbarer Organverletzungen aufzudecken. Haufschild et al. präsentieren ihren aktuellen Stand bei der Entwicklung eines sensorbasierten Aktivitätsmanagementassistenten für die individualisierte Betreuung von Menschen mit Demenz. Ein Bluetooth-fähige Smartwatch soll hierbei Aktivität und Standort des Patienten erkennen und analysieren, um auf dieser Grundlage eine passende Intervention zuzulassen. Weiß et al. hingegen erforschen, welche Gelingensbedingungen die Implementierung und Nutzung digitaler Anwendungen in Bildungseinrichtungen des Gesundheits- und Pflegebereiches zur Förderung digitaler Kompetenzen unterstützen. Dies betrachten die Forscher im Rahmen des Forschungsprojekts hierfür aus verschiedenen Perspektiven. Gißke und Gand erarbeiten eine domänenspezifische Erweiterung der Modellierungssprache Business Process Model and Notation (BPMN) zur Darstellung klinischer Pfade am Beispiel virtueller Coaches für Rehabilitationspatienten nach ihrer Entlassung ins häusliche Umfeld. Kaczmarek et al. gehen der für Kliniken strategisch wichtigen Frage nach, wie sich digitale Innovationen in bestehende Krankenhaussysteme integrieren lassen, indem sie die verschiedenen Interoperabilitätsaspekte auf unterschiedlichen Betrachtungsebenen analysieren. Interoperabilität von Gesundheitsanwendungen ist auch das Wesen der Problembetrachtung des Beitrages von Stegemann und Gersch. Sie untersuchen derzeit, ob mangelnde Interoperabilität in den meisten Fällen vielmehr ökonomischer denn technischer Natur ist. Eine ebenso ökonomische Betrachtung nimmt Kohlhagen vor, der die Aktivitäten von Google, Amazon, Facebook, Apple, Microsoft im Gesundheitsmarkt systematisch zusammenfasst und kategorisiert.

Wir möchten uns bei den zahlreichen Autorinnen und Autoren dieses Bandes bedanken, die viele interessante und spannende Themen aus praxisnaher und theoretischer Wissenschaft in diesen Band eingebracht haben.

Potsdam, 27.05.2019

Key Pousttchi, Hannes Schlieter, Alexander Gleiß

## **Tagungsleitung**

Tagungsleitung: Prof. Dr. Key Pousttchi, Universität Potsdam  
Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik und Digitalisierung  
Dr. Hannes Schlieter, Universität Dresden  
Professur für Wirtschaftsinformatik, insb. Systementwicklung

Organisationsleitung: Alexander Gleiß, Universität Potsdam  
Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik und Digitalisierung

## **Organisationsteam**

Alexander Gleiß	Universität Potsdam
Jan Philipp Sachs	Hasso-Plattner-Institut
Marco Kohlhagen	Universität Potsdam
Christina Baum	Universität Potsdam
Selest Tschirner	Universität Potsdam



## Inhaltsverzeichnis

<b>Smart Health – Ein Anwendungsorientiertes Fallbeispiel für Design Science Research</b> .....	1
Melanie Schaller	
<b>Simulierte Prädiktoren der Organfunktionsstörungen bei Unfallverletzten</b> .....	10
Olaf Schedler, Stefan Koch und Claus König	
<b>SAMi – sensorbasierter Aktivitätsmanagementassistent für die individualisierte Betreuung von Menschen mit Demenz</b> .....	19
Martin Haufschild, Sebastian Bader und Thomas Kirste	
<b>Der digitale Wandel und seine Auswirkungen auf die berufliche Aus- und Weiterbildung im Gesundheits- und Pflegebereich</b> .....	24
Veronika Weiß, Julia Neumann, Michael Herzog, Frank Bünning und Astrid Seltrecht	
<b>Modelling Clinical Pathways as a Basis for Personalized Rehabilitation Scenarios</b> .....	30
Carola Gißke and Kai Gand	
<b>Wie lassen sich Digitale Innovationen in bestehende Krankenhausinformationssysteme integrieren?</b> .....	36
Stefanie Kaczmarek und Martin Benedict	
<b>Interoperabilität – technische oder doch vielmehr ökonomische Herausforderung?!</b> .....	41
Lars Stegemann und Martin Gersch	
<b>Aktivitäten von Google, Apple, Facebook, Amazon und Microsoft im Gesundheitsmarkt</b> .....	48
Marco Kohlhausen	



## Smart Health – Ein Anwendungsorientiertes Fallbeispiel für Design Science Research

Melanie Schaller<sup>1</sup>

**Abstract:** Die Methodik des Design Science Research (DSR, zu Deutsch der gestaltungsorientierten und problemzentrierten Forschung) verbreitet sich in der Wirtschaftsinformatik international zunehmend. Die steigende Bedeutung und Akzeptanz des Ansatzes sind durch seine Praxisnähe und zunehmend größere Zahl ausgearbeiteter Beispiele begründet, die ein schematisches Vorgehen erleichtern sowie ein vergleichbares Evaluierungsinstrumentarium liefern. Der vorliegende Beitrag verfolgt das Ziel, DSR-Erfahrungen anhand eines Praxisbeispiels mit der Forschungsgemeinschaft zu teilen und damit den Fundus an Beispielen der Wirtschaftsinformatik im Bereich Smart Health zu ergänzen.

**Keywords:** Design Science Research, DSR, Smart Health, Anwendung, Sensorik

### 1 Hintergrund

Das Ziel der gestaltungsorientierten Forschung oder der Gestaltungswissenschaft (engl. Design Science Research, DSR) im Bereich der Wirtschaftsinformatik ist die Schaffung und Evaluierung von Artefakten der Informationstechnologie, um identifizierte organisatorische Probleme zu lösen. Als Design oder Gestaltungsobjekt wird die bewusste Organisation von Ressourcen zur Zielerreichung verstanden. Das oberste Ziel der Gestaltungswissenschaft ist damit die Steigerung der Effizienz [Bi06].

Als wichtigste Vertreter der Gestaltungswissenschaft werden gemeinhin Hevner und Peffers verstanden. Hevner [He04] stellte ein Rahmenwerk aus Richtlinien für die Durchführung und Evaluierung der Gestaltungswissenschaft in der Informationsverarbeitung auf, das mittlerweile international Verwendung findet. Die von ihm vorgeschlagenen Leitsätze dienen zusammen mit dem von Peffers [Pe07] angegebenen Durchführungsprozess gestaltungsorientierter, problemzentrierter Forschung (engl. DSR) als Grundlagen der DSR-Forschung.

---

<sup>1</sup> Melanie Schaller promoviert derzeit in Wirtschaftsinformatik an der Bayer. Julius-Maximilians-Universität Würzburg. Sie ist Leiterin für Forschung und Entwicklung im Bereich Medizintechnik und Structural Health Monitoring bei der iNDTact GmbH in Würzburg. Ihre Forschungsschwerpunkte liegen auf den Themen Medizintechnik, Künstliche Intelligenz, Sensorik und sensorbasierter Verkehrs- und Lastensteuerung. Kontaktdaten: schaller@indtact.de, (0931) 29997330.

Beide demonstrieren die Funktionsweise des methodischen Ansatzes anhand von Fallbeispielen, um die Umsetzbarkeit der Vorgehensweise zu belegen und das Verständnis für DSR zu erhöhen. Als Beispiele werden von beiden Vertretern abgeschlossene und bereits veröffentlichte Forschungsprojekte herangezogen und in Kurzdarstellung evaluiert. Es liegen auch detailliertere Fallbeispiele aus der Wirtschaftsinformatik vor, die das gestaltungswissenschaftliche Verständnis schärfen und durch die Länge der Ausarbeitung weniger Interpretationsspielraum lassen [Ho14].

Das Ziel des vorliegenden Beitrags ist es, zwei zusätzliche Felder der gestaltungsorientierten Forschung in einem Kurzbeitrag zu erschließen und zu ergänzen. Dazu zählen zum einen die beispielhafte praxisnahe Entwicklung und Evaluierung eines informationstechnischen Prototyps und zum anderen die Ergänzung eines DSR-Fallbeispiels im Bereich Smart Health.

## **2 DSR-Fallbeispiel "Entwicklung einer sensorgesteuerten Smart Health Anwendung"**

Forschungsgegenstand des vorgestellten Fallbeispiels ist der Entwurf eines prototypischen Sensorsystems zur hämodynamischen Aufzeichnung der menschlichen Pulsfrequenz. Ausschlaggebend für die Entwicklung eines prototypischen Artefaktes war die Veröffentlichung einer Studie des Children's Hospital in Stanford [Ha16][Ho16], welche nachwies, dass die derzeit auf dem Markt als Goldstandard definierten Pulsoxymeter bei einer Sättigung unter 85 % keine indikativen Messwerte mehr liefern. Damit wurde der entsprechende Bedarf identifiziert, an alternativen Messsystemen zu arbeiten. Im vorliegenden Smart-Health-Fallbeispiel wird demnach der problemzentrierte Einstiegspunkt gewählt.

### **2.1 Problemidentifikation und Motivation**

#### *Problemidentifikation*

Zur Überwachung des Zustands von Patienten werden vorrangig Parameter wie die Pulsfrequenz benötigt. Um diese und die Sauerstoffsättigung zu überwachen, gilt die Pulsoxymetrie weltweit als nichtinvasives Standardverfahren. Die erstmalige Nutzung gelang 1972 dem Japaner Takuo Aoyagi, der sich als erster die Tatsache, dass oxygeniertes und desoxygeniertes Hämoglobin unterschiedliche Färbungen aufweisen zu Nutze machte, indem er das unterschiedliche Absorptionsverhalten des Lichtes heranzog und daraus das Verhältnis zwischen maximalem Wert der Lichtintensität und dem minimalen Wert errechnete [Ho16].

Im Bereich der Pulsmessung kann das Pulsoxymeter als optisches Verfahren nur in leicht durchbluteten, peripheren Körperarealen eingesetzt werden, z.B. an der Fingerkuppe. Bei Patienten mit unzureichender peripherer Durchblutung ist es jedoch schwierig, wenn nicht unmöglich, Messungen durchzuführen. Dazu zählt v.a. die schlechte Durchblutung in

peripheren Körperteilen, wie sie während der Vasokonstriktion, bei niedrigem Blutdruck oder in einer kalten Untersuchungsumgebung resultiert. Unter diesen Umständen ist die Messung mit einem Pulsoxymeter unzuverlässig. Überdies können auch während lang andauernden Operationen am Herzen sowie vaskulären und neuronalen Operationen derartige Messungenauigkeiten auftreten, was die adäquate Überwachung von Patienten erschwert. Diese Messungenauigkeit tritt also gerade in Fällen auf, in denen eigentlich die Messung an sich den höchsten klinischen Nutzen hätte [Yo06].

#### *Motivation*

Piezelektrische Sensoren, die die Pulsation detektieren und damit physiologische Änderungen wahrnehmen, bergen ein großes Potential zur Entwicklung smarter, flexibler, sensorgesteuerter Systeme zur Gesundheitsüberwachung. Sie bieten eine einfache, nichtinvasive Möglichkeit für Krankheitsdiagnosen und zur Gesundheitsbewertung [Wa17]. In Kliniken werden derzeit zur Überwachung der Vitalparameter (z.B. Pulsfrequenz) hauptsächlich optische Verfahren, wie das Pulsoxymeter oder das PPG, eingesetzt. Dazu gibt es eigene Richtlinien und Verordnungen der EU, ebenso wie für die Auswertung der Pulskurven mittels EKG. Der Einsatz von Piezosensoren zur Pulsmessung ist in der Medizin hingegen wenig verbreitet. Es gibt hierzu daher auch seitens der EU oder des Bundes keine expliziten Richtlinien, Leitlinien oder Verordnungen.

Dessen ungeachtet gibt es einige Grundlagenwerke zum Druck in Arterien und vereinzelte Studien unter Verwendung von Piezosensoren zur Pulsmessung. Eines der bedeutendsten Publikationen zur Druckwellenausbreitung in arteriellen Gefäßen hat Eberhard Engelen [En16] geschrieben. Als einer der ersten deutschen Physiologen, die sich ausführlich mit der Mechanik des Pulses auseinandergesetzt haben, gilt zudem Karl von Vierordt, der 1885 ein Buch zur Lehre des Arterienpulses [Vi85] veröffentlichte und damit den Weg für weiterführende Untersuchungen geebnet hat. Es gibt zudem neuere Kurzzeitstudien zum Einsatz von piezelektrischen Sensoren für die kardiovaskuläre Pulsation [Yo06] sowie zur Herzratenermittlung mit Ballistokardiogramm [Pa12] bzw. zur piezelektrischen Herzratenüberwachung [Mi13] und zur nichtinvasiven kardiovaskulären Überwachung mittels Ballistokardiogramm [Ki16]. Für die Messung verschiedener Parameter der arteriellen Pulsation ist das Verfahren aussichtsreich, als Methode zur Ermittlung der Sauerstoffsättigung aber zum derzeitigen Stand der Technik noch ungeeignet.

Der Entwurf eines prototypischen Artefaktes zur Messung der Pulswelle mittels piezelektrischer Sensoren, dient dazu, die Genauigkeit einer Pulsmessung anhand der Verformung der Arterie zu messen. Der große Vorteil der Messmethode liegt in der Unabhängigkeit von peripheren Lagen, da die Verformung der Arterie auch an zentraleren Orten gemessen werden kann. Die in der Pulsoxymetrie und in anderen optischen Verfahren bedingte Abhängigkeit der Messgenauigkeit von Lagepunkten ist nicht zu erwarten. Durch eine genauere Messauswertung auch in Fällen des Blutdruckabfalls in peripheren Regionen des Körpers kann eine solide Entscheidungsgrundlage für Mediziner geliefert werden.

## 2.2 Beschreibung der Zielstellung

Problembeschreibungen ab. Durch eine ungenaue Messung des Pulses mithilfe der Standardverfahren wird den behandelnden Ärzten eine solide Entscheidungsgrundlage für die Diagnostik entzogen. Dies birgt Risiken sowohl für die Ärzte als auch für die Patienten.

Anhand dieser Risiken wurden folgende Zielstellungen identifiziert:

1. Schaffung einer solideren Datengrundlage für die Diagnostik
2. Steigerung der Effizienz der Behandlungen
3. Vermeidung klinischer Fehlentscheidungen durch höhere Messgenauigkeit
4. Indirekte Verbesserung der Lebensqualität der Patienten
5. Entwurf eines Alternativsystems zum Monitoring des Pulses bei Blutdruckabfall in peripheren Lagen (z.B. bei längeren Operationen)

Bei der Analyse des Marktes wurde kein zertifiziertes Werkzeug gefunden, das besser abschneidet, als der 'Goldstandard' Pulsoxymeter. Daher ist es erklärtes Ziel, einen sensorbasierten Prototyp zu entwickeln, der die oben erwähnten Zielstellungen erfüllt. In der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik hat sich die von March und Smith vorgeschlagene Artefakttypisierung weitläufig etabliert. Dabei wird in Konstrukte, Modelle, Methoden und Instanzen [MS95] unterschieden. Unter den Begriff der Instanz werden Umsetzungen von Konstrukten, Modellen und Methoden verstanden. Demnach handelt es sich bei dem vorliegenden Artefakt um eine Instanz.

## 2.3 Entwurf und Entwicklung

Im ersten Deduktionsschritt wurde als plausibler Vorschlag ein prototypisches Messsystem entwickelt. Dieser Prototyp basiert auf einem zweiachsigen, multifunktionalen, passiven Piezosensor auf einer CFK-Platte in Größe eines Daumennagels, der mittels FT1-Kabel an ein Ethernet-Modul mit integriertem Analog-Digital-Wandler angeschlossen ist. Für die flexiblen Messeinsätze wurde er mit einer Power Core 13000 Batterie mit 46,8 Wh ausgestattet. Zur besseren Kopplung des Sensors wurde bei Messungen Ultraschallgel als Unterlage aufgetragen und der Sensor darin eingebettet, um Unebenheiten bei der Auflage des Sensors auszugleichen und eine möglichst gleichbleibend definierte Anlegespannung zu erzeugen sowie dadurch möglichst vergleichbare Messbedingungen zu schaffen.



Abb.1: Aufbau eines prototypischen Artefaktes

Für die Messungen selbst wurden die klassischen drei Gütekriterien für die Qualität quantitativer, wissenschaftlicher Datenauswertungen herangezogen. Dazu zählen die *Validität*, die *Reliabilität* und die *Objektivität* der Datenerhebungen und -auswertungen [F110]. Die Validität, also Gültigkeit der Daten, wurde dadurch sichergestellt, dass Personen unterschiedlichen Geschlechts, unterschiedlichen Alters und unterschiedlicher Gesundheitszustände sowie unterschiedlicher pathophysiologischer Merkmale (Gewicht, Körpergröße, BMI [Fi00]) gemessen wurden. Mit Reliabilität ist an dieser Stelle die Reproduzierbarkeit der Daten gemeint. Sie wird durch den Einsatz des gleichen Sensors für alle Messungen an den jeweils gleichen Lagepunkten am Handgelenk der Testpersonen gewährleistet und durch Verwendung eines Ultraschallgels beim Testaufbau zur Kopplung bei gleichbleibendem Anpressdruck. Die Objektivität der Daten ist bei der Aufzeichnung von Pulsdaten naturgemäß gegeben, da diese nicht subjektiv bewertet werden.

## 2.4 Demonstration

Im zweiten Schritt der Demonstration wurden mehrere Messungen nach den oben erwähnten Gütekriterien mit den Prototypen durchgeführt. Über die Messungen konnte nachgewiesen werden, dass der entworfene Prototyp dazu in der Lage ist:

1. Pulskurven von unterschiedlichen Personengruppen aufzuzeichnen,
2. für kontinuierliche Dauermonitorings eingesetzt zu werden,
3. die Daten in Echtzeit aufzuzeichnen und auszuwerten sowie
4. im Vergleich zu optischen Verfahren durch den Wegfall der Lichtquelle nachts angenehmer getragen zu werden.

## 2.5 Evaluation und Schlussfolgerung (zu English Conclusion gem. DSR-Cycle)

Eine Möglichkeit der Evaluation von Artefakten besteht nach Hevner et al. darin, einen Vergleich zwischen dem Nutzen anderer Artefakte und dem des entworfenen Artefaktes anzustellen, wenn diese das gleiche Problem lösen. Eine vergleichende Evaluation mit dem Pulsoxymeter wurde daher vollzogen.

In den durchgeführten Messungen wurden jeweils zeitgleich die Messungen des Pulses erfasst und mit den Messwerten des Piezosensors abgeglichen. Problematisch ist dabei, dass das Pulsoxymeter standardmäßig die gerundeten Werte angibt (z.B. Puls von 78), während die Messungen mit dem Piezosensor auf 6 Nachkommastellen (z.B. Puls von 78,947683) gerundet angegeben wurden. Der entstehende Rundungsfehler ist für den Abgleich der Abweichungen daher als Fehlerfaktor zu berücksichtigen. Unabhängig von den nicht näher zu bestimmenden Rundungsfehlern kam es insgesamt über alle Messungen hinweg zu einer Abweichung zwischen beiden Anzeigen um 0,76% im Mittelwert. Angesichts der Rundungsfehler könnte die Abweichung aber auch noch geringer sein. Welcher der beiden Messwerte der genauere ist lässt sich nicht sagen, da auch das Pulsoxymeter als Goldstandard nicht mit 100% Genauigkeit misst und kein besseres Referenzmessgerät auf dem Markt verfügbar war.

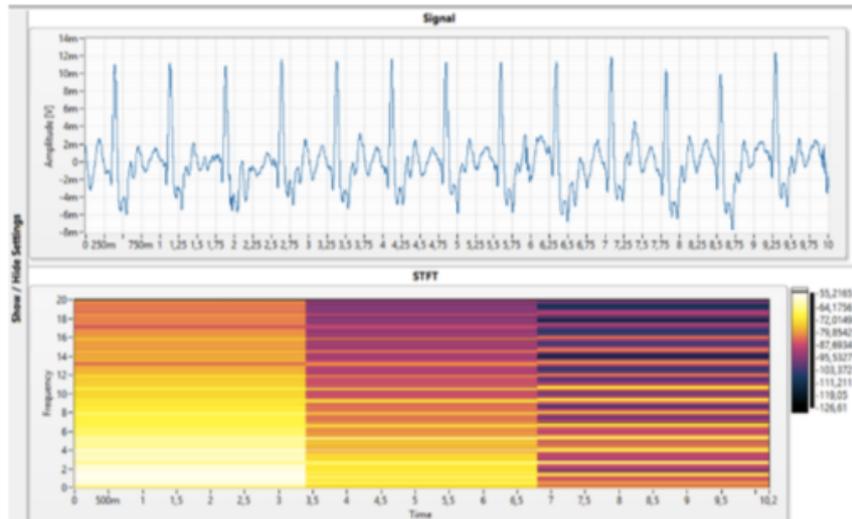


Abb 2: Beispiel einer gemessenen Pulskurve

In der Zielstellung wurde definiert, dass bei Abfall des Blutdrucks in den peripheren Lagen des Körpers die Piezosensorenmessung stichhaltigere Ergebnisse als Diagnosegrundlage liefern könnte, da die Messpunkte auch an nicht-peripheren Lagen definiert werden können. Dies war bis dato noch nicht ausreichend zu evaluieren, da hierzu Probanden benötigt werden, die sich beispielsweise in einer Operation befinden und dadurch einen Blutdruckabfall in den peripheren Regionen des Körpers aufweisen. Nachgewiesen werden konnte aber durch den Messaufbau an verschiedenen Lagepunkten (Handgelenk, Hals, Oberarm), dass der Piezosensor an sämtlichen dieser Messpunkte gleichwertige Pulswerte messen konnte.

### 2.6 Kommunikation der ersten Ergebnisse

Aufbauend auf der Evaluierung der Messungen wurden in dem vorliegenden Beitrag die Zwischenergebnisse zusammengestellt und auf diese Weise durch deren Publikation der wissenschaftlichen Gemeinschaft frühzeitig zur Diskussion bereitgestellt.

Die Zwischenergebnisse der Messungen wurden auch in Form eines Fachvortrags beim Workshop "DIG 2019 – Digitale Innovationen im Gesundheitsmarkt: Märkte, Geschäftsmodelle, Technologien." am HPI vorgestellt.

## 3 Kritische Diskussion

Die ausführliche Beschreibung des DSR-Fallbeispiels zur Entwicklung einer Smart Health Anwendung zeigt, dass der DSR-Prozess nach Peffers und die Richtlinie von Hevner erfolgreich in die Praxis umgesetzt werden können. Anhand des ersten Prozessdurchlaufs kann nun der Design Science Research Cycle unter Verwendung der Zwischenergebnisse wiederholt werden:

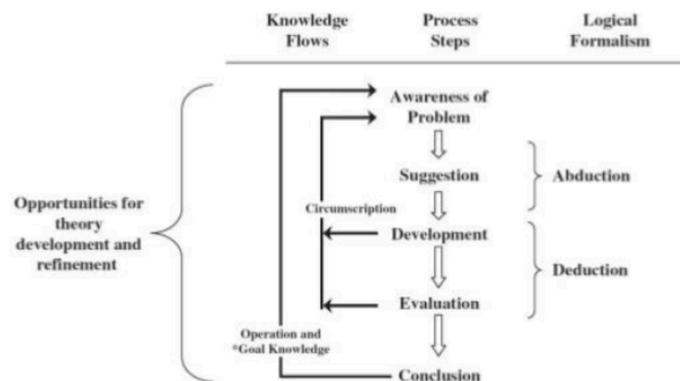


Abb. 3: Design Science Research Cycle [KV08]

Die Zusammenfassung der Ergebnisse hat gezeigt, dass der Einsatz der Piezosensoren zur Pulsmessung vergleichbare Messergebnisse zum Goldstandard liefern kann. Da in Probandenmessungen außerhalb von Kliniken nicht alle Konstellationen gemessen werden können, in denen sich der Mehrwert der Sensorik zeigen müsste, sollten präklinische Studien zur Messung z.B. während längerer Operationen gemacht werden. Reale Situationen mit Blutdruckabfall sind außerhalb des Klinikums nicht nachzustellen.

Durch die Messungen an unterschiedlichen Lagepunkten ergab sich auch die Möglichkeit zur Messung an der Stirn durch die Stirnplatte der Schädelknochen hindurch. Dabei zeigte sich, dass die Pulswerte auch an derartigen Stellen plausible Werte lieferten. Dies mag darin begründet liegen, dass die Schichtdicke der Knochen ungleich der optischen Verfahren für die Piezosensoren eine untergeordnete Rolle spielen. Auch in diesem Bereich ergeben sich also künftige Zielstellungen, die wieder in den DSR-Cycle eingespielt werden können.

#### Literaturverzeichnis

- [Bi06] Bichler, M.: Design Science in information systems research, in: *Wirtschaftsinformatik* 48 (2): 133, 2006.
- [En16] Engelen, E.: *Analyse der Druckwellenausbreitung in arteriellen Gefäßen mit Methoden der Netzwerktheorie*, Shaker Verlag, 2016.
- [Fi00] Filipovsky et al.: Reproducibility of radial pulse wave analysis in healthy subjects, in: *J Hypertens* 18: pp. 1033 – 1040, 2000.
- [Fl10] Flick, U.: Gütekriterien qualitativer Forschung, in: Mey, G. et al. (eds): *Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie*, VS Verlag für Sozialwissenschaften, pp. 395 – 407, 2010.
- [Ha16] Harris, BU et al.: Accuracy of Pulse Oximeters Intended for Hypoxemic Pediatric Patients, in: *Pediatr Crit Care Med* 17 (4), pp. 315 – 320, 2016.
- [He04] Hevner, A.R. et al.: Design Science in Information Systems Research. in: *Management Information Systems Quarterly*. 28 (1), pp. 75 – 105, 2004.
- [Ho14] Hofmann, M. et al.: Entwicklung eines Software-Prototyps zur automatischen Erstellung nutzerspezifischer ETL-Dokumentation: Ein detailliertes Fallbeispiel für gestaltungsorientierte, problemzentrierte Forschung. in: *CEUR-WS,1049* (2), pp. 1 – 14, 2014.
- [Ho16] Hoppen T.: Pulsoxymeter messen unter 85 % immer noch sehr ungenau, in: *Pädiatrie: Kinder- und Jugendmedizin hautnah*, 28 (5), p. 14, 2016.
- [Ki16] Kim, C.-S. et al.: Ballistocardiogram: Mechanism and Potential for Unobtrusive Cardiovascular Health Monitoring. *Sci. Rep.* 6, 31297; doi: 10.1038/srep31297, 2016.

- [KV08] Kuechler, W. & Vaishnavi, V.: On theory development in design science research: anatomy of a research project. in: *European Journal of Information Systems*, 17 (5), pp. 489 – 504, 2008.
- [MS95] March, S. & Smith, G.: Design and Natural Science Research on Information Technology. in: *Decision Support Systems*, 15 (4), pp. 251 – 266, 1995.
- [Mi13] Mizuno, N. et al: An Adaptive Filtering Technique for Driver’s Heart Rate Monitoring through Vibration Signal by Seat-Embedded Piezoelectric Sensors, in: 11<sup>th</sup> IFAC International Workshop on Adaptation and Learning in Control and Signal Processing, July, Caen: pp. 647 – 652, 2013.
- [Pa12] Parak, J.: Heart Rate Detection from Ballistocardiogram, Poster, Prague, May 17: pp. 1 – 5, 2012.
- [Pe07] Peffers, K. et al.: A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. in: *Journal of Management Information Systems*, 24 (3), pp. 45 – 77, 2007.
- [Vi55] Vierordt, K.: Die Lehre vom Arterienpuls in gesunden und kranken Zuständen, begründet auf eine neue Methode der bildlichen Darstellung des menschlichen Pulses. Braunschweig: Vieweg und Sohn, 1855.
- [Wa17] Wang, X. et al: Flexible Sensing Electronics for Wearable / Attachable Health Monitoring, in: *Advanced Science News* 13: pp. 1 – 19, 2017.
- [Yo06] Yong, J. et al.: Pulse transit time based on piezoelectric technique at the radial artery, in: *Journal of Clinical Monitoring and Computing*, 20, p. 185, 2006.

## Simulierte Prädiktoren der Organfunktionsstörungen bei Unfallverletzten

Olaf Schedler<sup>1</sup>, Stefan Koch<sup>2</sup> und Claus König<sup>3</sup>

**Abstract:** Nach dem Überleben eines Verkehrsunfalls versterben insgesamt noch 16,9% im weiteren Klinikverlauf. Prognostisch wertvoll waren dabei auch die Variablen des Quickwert und des Base Excess (BE), welche maßgeblich von der Organfunktion der Leber abhängig sind. Finite-Element-Methoden (kurz FEM) sind in der Produktentwicklung etablierte digitale Entwicklungswerkzeuge, die in eine numerisch lösbare Form gebracht wurden, um Organpakete und ihre Dynamik zu untersuchen. Die Lösungen der Analysen (z. B. Verformungen) erreichen bei Kenntnis der Einwirkungsgrößen eine beachtliche Voraussagequalität. Ziel des Projektes ist es, mittels numerischer Simulationstechniken eine detaillierte Unfallanalytik durchzuführen und prognostische Prädiktoren radiologisch nicht sichtbarer und/oder diagnostizierbarer Verletzungen herauszufinden, um die Mortalität von Unfallverletzten nach überlebtem Verkehrsunfall zu reduzieren.

**Keywords:** Prognose von Organfunktionsstörungen, Finite-Element-Methoden, Unfallanalytik, Simulationstechniken, Digital Health

### 1 Einleitung

Ein wesentlicher Schwerpunkt in der Unfallforschung besteht darin, die Ursachen der Unfälle zu analysieren und den Energiebetrag des Unfallereignisses auf den menschlichen Körper abzuschätzen. Die übertragende Unfallenergie (Energy equivalent speed – EES) korreliert mit der Häufigkeit und der Schwere der Verletzung (ISS). Bei dem primär Getöteten lag die Unfallenergie oberhalb der biomechanischen Stabilität der Organe oder der Organverbände, so dass der Tod am Unfallort eingetreten ist. Unverzichtbar ist daher die Analyse der Unfallenergie, welche auf die Überlebenden bzw. Verletzten im Rahmen des Unfallgeschehens übertragen wurde, um eine Prädiktion oder Häufigkeit und Ausprägung der Organschäden vorzunehmen. Nach dem Überleben eines Verkehrsunfalls versterben insgesamt noch 16,9% im weiteren Klinikverlauf. 49,3% aller verstorbenen Patienten verstarben innerhalb der ersten 24h. Weitere 15,6% verstarben zwischen 24 und 72h nach Traumata, 35,1% starben nach 72h und später. Prognostisch wertvoll waren dabei die Variablen: Reanimation am Unfallort, schwere Mehrfachverletzungen (ISS  $\geq$  24), Quickwert (TZW), Base Excess (BE), Abbreviated Injury Scale (AIS) des Beckens = 5, Massentransfusion  $\geq$  10 EK, AIS Kopf  $\geq$  3 und Blutdruck am Unfallort  $<$  90 mmHg. Das mittlere Alter betrug  $40,1 \pm 19,9$  Jahre. 72,4% der Verletzten waren männlich. Der mittlere ISS betrug  $24,1 \pm 14,7$ . Für die Rettungsmedizin ist die Korrelation zwischen

---

<sup>1</sup> Helios-Klinikum Bad Saarow, Zentrale Notaufnahme und Rettungsmedizin, Pieskower Straße 33, 15526 Bad Saarow

<sup>2</sup> Helios-Klinikum Bad Saarow, Institut für Pathologie, Pieskower Straße 33, 15526 Bad Saarow

<sup>3</sup> BTU Cottbus-Senftenberg, Fakultät 6, Fachgebiet Baumechanik und Numerische Methoden, Konrad-Wachsmann-Allee 2, 03046 Cottbus

mechanischer Einwirkung (EES) und medizinischem Befund (AIS, TZW, BE), insbesondere in Bezug auf den Abdomen, von herausragender Bedeutung. Betrachtet man die Prognoseparameter Blutgerinnung (Quick) und die metabolischen Komponenten (BE), liegt nahe, dass Einflussfaktoren der inneren Organe vorliegen müssen, welche innerhalb der ersten 24h durch eine Ganzkörper-Computertomographie nicht erkennbar gewesen sind. Auch die Massivtransfusion stellt einen schweren Eingriff in die Homöostase intrinsischer Parameter dar.

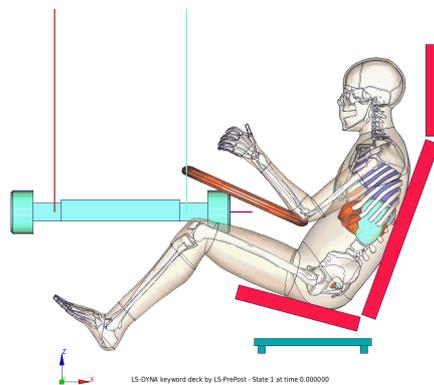


Abb. 1: THUMS (reduzierte Darstellung) im Standardpendelversuch mit adaptiertem Lkw-Lenkrad.

Simulationsmethoden, z. B. die Finite-Element-Methode, sind in der Produktentwicklung etablierte Entwicklungswerkzeuge. Sie basieren auf physikalischen Prinzipien, die in eine numerisch lösbare Form gebracht wurden. Die Lösungen der Analysen (z. B. Verformungen) erreichen bei Kenntnis der Einwirkungsgrößen eine beachtliche Voraussagequalität. Das von TOYOTA entwickelte Total Human Model for Safety (THUMS®) repräsentiert die anatomische Geometrie und die biomechanischen Eigenschaften des menschlichen Körpers. Sein Haupteinsatzgebiet ist u. a. die Simulation der Kinematik des menschlichen Körpers sowie die Beurteilung von Spannungs- und Dehnungsverteilungen. Mit der Verbesserung der Modellstruktur (z. B. Modell Version 4.0) sind weiterführende Analysen, wie z. B. die Beurteilung von Verletzungsmechanismen denkbar, sofern eine geeignete mathematische Beschreibung des stofflichen Verhaltens vorliegt.

Ziel des Projektes ist es, mittels numerischer Simulationstechniken eine detaillierte Unfallanalytik durchzuführen und prognostische Prädiktoren radiologisch nicht sichtbarer und/oder diagnostizierbarer Verletzungen herauszufinden, um die Mortalität von Unfallverletzten nach überlebtem Verkehrsunfall zu reduzieren. Dabei ist die Korrelation zwischen mechanischer Einwirkung und medizinischem Befund, insbesondere in Bezug auf die Organe, von herausragender Bedeutung.

## 2 Material und Methoden

Bedingt durch Größe und Anordnung im Abdomen ist die Leber im Fall eines Frontalaufpralls ein besonders gefährdetes Organ. Bei einem Standardpendelversuch ( $E_{kin}=100\text{ Nm}$ ) mit adaptiertem Lenkradkranz (Abb. 1) werden nach eigenen Analysen ca. 25% der kinetischen Energie als Deformationsenergie in die Leber des Menschmodells übertragen. Aus diesem Grund wird dem Organ in dieser Studie eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet.

## 3 Versuchsaufbau

Die Kenntnis des Materialverhaltens ausgewählter Parenchym-Exponate ist eine notwendige Voraussetzung für die nachfolgende rechnerische Simulation. Bei den durchgeführten Versuchen handelt es sich um einaxiale Zug- und Druckversuche unterschiedlicher Probenformen. Für die Druckversuche werden **4 Versuchsproben**, für die Zugversuche **5 Versuchsproben** angefertigt. Alle Versuche laufen mit einer Geschwindigkeit von 50 mm/min in einer universellen Prüfmaschine. (810 Material Test System der Fa. MTS Systems GmbH, Berlin). Bei zukünftigen Versuchen ist eine maximale Geschwindigkeit von ca. 860 mm/min wählbar. Geeignete Sensoren erfassen die aktuelle Kraft und die Bewegung (Verschiebung) der oberen Spannvorrichtung.

Für die Druckversuche werden Quader mit einer Kantenlänge von ca. 20 mm angefertigt. Eine Verwendung der Quader für die Zugversuche ist derzeit aus technischen Gründen nicht möglich, da keine geeigneten Klebstoffe verfügbar sind. Alternativ zur Klebung wird eine Proben-Geometrie gewählt, wie sie im Maschinenbau unter der Bezeichnung ‚Flachzugproben‘ Anwendung findet. Als Probenhalterung kommen Uterusfasszangen aus der Tiermedizin zum Einsatz (Abb. 2a).

Die Herstellung der Zugproben erfolgt in zwei Schritten:

1. Zuschnitt einer rechteckigen Scheibe von ca. 6 mm Dicke. Zur Gewährleistung einer konstanten Probendicke sind als Abstandhalter zwei auf einem Holzbrett befestigte Alu-Rundprofile angeordnet. Die Schnitte erfolgen mit einer Autopsie-Klinge.
2. Die Herstellung möglichst gleicher Zugproben-Geometrien erfordert eine Schablone, in diesem Fall aus Plexiglas. Mit einem Skalpell wird die ‚Flachzugprobe‘ aus der unter 1. gewonnenen ‚Leberscheibe‘ herausgeschnitten

## 4 Versuchsdurchführung

Die Temperatur in der Versuchshalle der FMPA liegt bei ca. 20°C. Während der Versuche befinden sich die Proben im Kühlbehälter. Nach jedem einzelnen Versuch wird das Exponat zur weiteren histologischen Untersuchung in Formaldehyd gelagert.

## 5 Versuchsreihe 1: Zugversuche an Flachzugproben

Aus versuchstechnischen Gründen sind die Zangen in die obere und untere Spannbacke der Prüfmaschine eingehängt. Die untere Zange (Gewicht ca. 180 g  $\pm$  1,79 N) belastet somit die Probe zusätzlich. Dieser Sachverhalt ist bei der Ermittlung des Spannungs-Dehnungsverhaltens der Probe zu berücksichtigen. Nach den Zugversuchen werden die Proben für die nachfolgende histologische Untersuchung eingekürzt. Der Abdruck der Zange (links und rechts) ist deutlich zu erkennen.



Abb. 2a, b: Versuchsaufbau Zugversuch und aufgeschnittenes Probenmaterial (nach dem Versuch)

## 6 Versuchsreihe 2: Druckversuche an Würfelproben

Bedingt durch die glatte Oberfläche des Stahlprofils (blau) weichen die Proben bei den Versuchen D1 und D2 horizontal aus. Bei den Proben D3 und D4 werden die Ober- und Unterseiten auf saugfähigem Papier gelagert. Dieses nimmt die Feuchtigkeit auf und verhindert das Gleiten. Bessere Resultate erzielt für weitere Versuche, anstelle des Papieres, ein kleines Sperrholzplättchen. Es weist in der Kontaktzone zur Probe die nötige Rauigkeit auf und absorbiert in ausreichendem Maße die Feuchtigkeit.

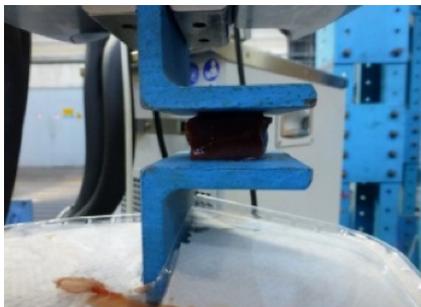


Abb. 3a, b: Versuchsaufbau Druckversuch und Probenmaterial (nach dem Versuch)

## 7 Simulationsmodelle

Die Vorauslegung sowie Validierung der Versuche erfolgen durch die Modellierung der Probengeometrien, inkl. der im Versuch gewählten Lasteintragung. Die Berechnungen werden mit dem FEM-Programm LS-DYNA® der Fa. Livermore Software Technology Corporation (LSTC), California USA, durchgeführt. Für die visuelle Verarbeitung der berechneten Daten steht das Programm ANIMATOR® der Fa. GNS mbH aus Braunschweig zur Verfügung. Da das Lebergewebe im Allgemeinen als inkompressibel angenommen werden kann, wird für beide Modelle das Material \*MAT 181 (\*MAT\_SIMPLIFIED\_RUBBER/FOAM) gewählt. Die Option WITH\_FAILURE gestattet auch die Berücksichtigung des Materialversagens. Die Kraft-Weg-Kennlinie des jeweiligen Versuches (grüne Punkte) wird als Polygonzug abgebildet und dem Programm mittels Load-Curve-Befehl (\*DEFINE\_CURVE) mitgeteilt.

Das Modell des Zugversuches besteht aus 9750 Knoten und 7550 Volumenelementen (Solids) (Abb. 4a). Sowohl die Quetschwirkung der Zangen als auch die Längsbewegung sind im Modell berücksichtigt. Zur Bestimmung des zeitabhängigen Kraftniveaus wird mittig in der Probe eine CROSS\_SECTION definiert (nicht sichtbar). Das FEM-Modell des Druckversuches wird aus 11040 Knoten und 9614 Volumenelementen aufgebaut (Abb. 4b). Für die Lastaufbringung werden zwei starre Wände (Rigid Wall) gewählt, eine davon beweglich ( $v=50$  mm/min) definiert.



Abb. 4a: FEM-Modell des Zugversuches



Abb. 4b: FEM-Modell des Druckversuches

## 8 Versuchs-, Labor- und Simulationsergebnisse

### 8.1 Kurzbewertungen der Versuchs- und Simulationsergebnisse

#### Zugversuche:

Die in Abbildung 5a,b dargestellten grünen Punkte geben den Verlauf des Kraft-Weg-Verhaltens des Parenchyms, somit auch die Steifigkeit des Gewebes wieder. Bei einer Kraft von ca. 12 N und eines Gesamtweges von ca. 17 mm kommt es zum Versagen der Probe und somit zum Kraftabfall. Die Steigung der Kraft-Weg-Funktion verläuft annähernd linear. Der Kurvenverlauf des Versuches wird durch einen Polygonzug (LOAD CURVE) nachgezeichnet und mit weiteren Probenabmessungen dem LS-DYNA® zur Verfügung gestellt. Abbildung. 5a zeigt eine gute Übereinstimmung von gemessenen und gerechneten Kraft-Weg-Größen. Auch das Versagen des Zellgewebes wird ausreichend genau wiedergegeben. Die Ursache für den negativen Kurvenauschlag (bei X-Verschiebung = 18 mm) ist die im mittleren Teil des Modells platzierte Cross-Section. Sie zeichnet das elastische Nachschwingen der Probe nach dem Versagen auf.

#### Druckversuche:

Das Kraftniveau (Druckkraft) liegt deutlich über dem Niveau der Zugversuche (Faktor 10). Die Kurve verläuft im Versuch deutlich nicht linear (Abb. 5b). Im Bereich von 80 N bricht das Kraftniveau leicht ein, um sich dann weiter zu steigern. Bei ca. 80 N könnten erste Zellversetzungen bzw. -zerstörungen vermutet werden. Ein endgültiger Lastabfall ist bei ca. 120 N festzustellen. Anschließend erfolgt ein Absenken des Kraftniveaus auf ca. 100 N. Auch bei dem Druckversuch wird der Kurvenverlauf des Versuches durch einen Polygonzug nachgezeichnet und mit weiteren geometrischen Abmessungen dem Programm LS-DYNA® zur Verfügung gestellt. Die Übereinstimmung zwischen den gemessenen und den gerechneten Größen ist sehr zufriedenstellend. Das Versagen ist in diesem Fall nicht wiedergegeben.

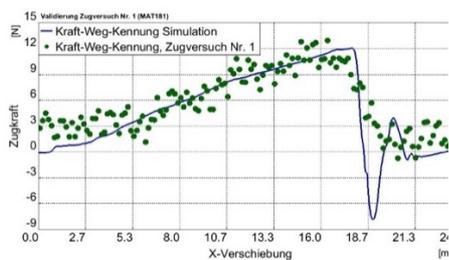


Abb. 5a: Vergleich Versuch-Simulation – Zugversuch 1

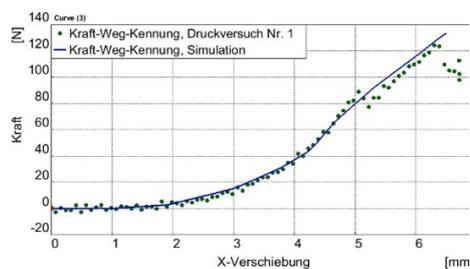


Abb. 5b: Vergleich Versuch-Simulation – Druckversuch 1

## 8.2 Kurzbewertung der Laborergebnisse

Nach der Durchführung der Versuche wertet das Institut für Pathologie des Helios Klinikums die Proben histologisch aus. Da alle Proben bis zum Maximalwert der Zug- bzw. Druckkraft beansprucht werden, sind die histologischen Ergebnisse dem Bruch zuzuordnen. Es gibt demnach eine eindeutige Korrelation zwischen dem Versagenszustand und einem zu erwartenden histologischen Befund.

	Referenz	Zugversuch 1	Druckversuch 1
Fläche weiß	6226	23258	17799
Fläche gesamt.	119047	112134	136133
Flächenquotient	0,0523	0,2074	0,1307

Tab. 1: Flächenanteilsänderungen unter Zug und Druck

Die Ergebnisse der Morphometrie zeigen, dass sich im Rahmen der Energiebeitragseinwirkungen auf das Organsystem (Zug/Druck) keine signifikante Änderung in der Anzahl der Zellkerne zeigt. Damit ist das Kriterium der Strukturkonstanz erfüllt. Unter Zug- und Druckbelastungen ändern sich signifikant die Anzahl der extrazellulären und extravaskulären Hohlräume und der Flächenanteil der periportal Felder (weiße Flächen im Sichtfenster). In einem ersten Auswertungsschritt werden die Summe der periportal Felder (Abb.6b, c) und die Gesamtfläche der jeweiligen Sichtfenster durch Integration erfasst und gegenübergestellt (Tabelle 1). Hierbei dient die unbelastete Probe mit einem Flächenquotienten von  $f_0=0,0523$  als Referenz (Abb. 6a). Beim Zugversuch Nr. 1 steigt diese Größe um das ca. 4,0-fache auf  $f_0=0,2074$ , beim Druckversuch beträgt sie mit  $f_0=0,1307$  das 2,5-fache des Referenzwertes.

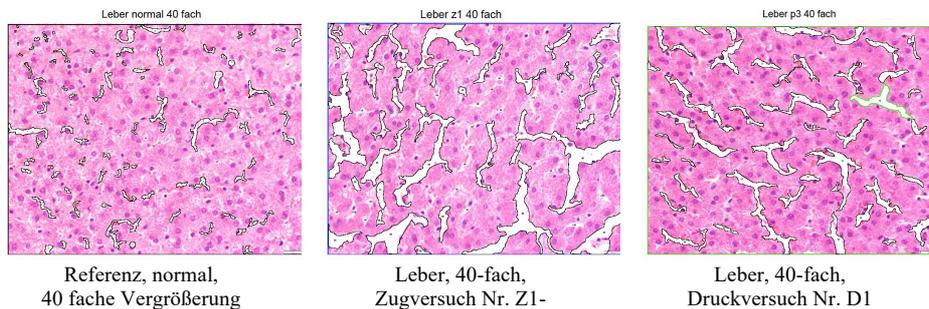


Abb. 6a, b, c: Morphologische Untersuchungen  
(Referenzprobe links, Zugversuch mittig, Druckversuch rechts)

### 8.3 Implementierung der Laborergebnisse in den numerischen Analyseprozess

Die aus den histologischen Untersuchungen gewonnenen Daten bilden die Grundlage für den weiteren rechnerischen Analyseprozess, der mittels diverser Programme sequentiell durchgeführt wird. Die Simulation des Pendelversuches erfolgt mit dem FEM-Programm LS-DYNA®; die visuelle Darstellung mit ANIMATOR® (Abb. 7a). Die morphologischen Veränderungen werden über eine TCL-TK Schnittstelle im ANIMATOR für jedes ausgewählte Element in Abhängigkeit der Zeit berechnet und als Funktionswert farblich ausgegeben. Der Wertebereich entspricht den Laborergebnissen.

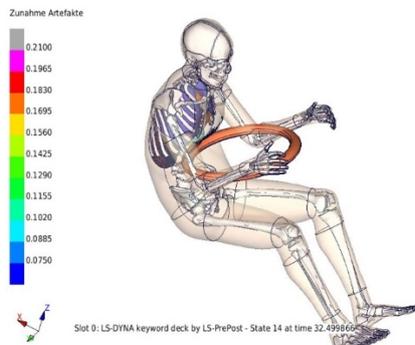


Abb. 7a: Intrusion des Lenkrades in den Abdomen des Menschmodells (THUMS®) bei  $T=32,5$  ms

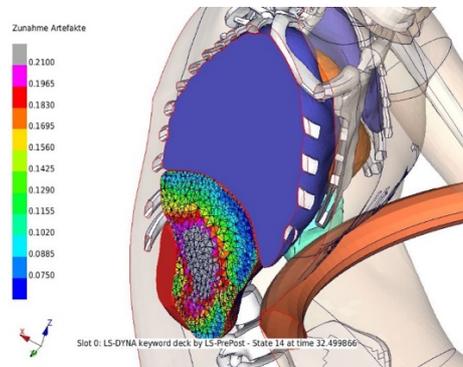


Abb. 7b: Intrusion – Schnittbild und vergrößerte Darstellung

## 9 Zusammenfassung

Das vorliegende Projekt stellt erste Ergebnisse dar, welche eine histologisch morphometrische Korrelation der Organfunktionsstörungen besitzen und somit als kalkulierbare medizinische Determinanten aus der FEM-Simulation genutzt werden können. Die Analyse verdeutlicht, welche energetischen Komponenten durch die mechanische Einwirkung des Versuchspendels in die Leber eingetragen werden und geben somit Hinweise für eine Funktionseinschränkung. Informationen dieser Art und Intensität sind selbst mit einem modernen 128 Zeiler Spektral-CT derzeit nicht zu erreichen. Die in Abb. 7b ausgewiesenen Bereiche hoher Flächenfraktion (grau dargestellt) werden durch die Erfahrungswerte der medizinischen Fachleute bestätigt.

Literaturverzeichnis

- [An10] Andrew R., Kemper, A. R., Santago, A. C., Stitzel, J. D., Sparks J. L. & Duma, S. M.: Biomechanical Response of Human Liver in tensile loading, *Ann Adv Automot Med.* 2010;54:15-26.
- [Do15] Doerfel, S.: Generierung von Grundlagen für die Simulation von Weichgewebeverletzungen, Dissertation, Medizinische Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München, München, 2015.
- [KKS18] Koch, S., König, C. & Schedler, O.: Simulierte Prädiktoren der Mortalität bei Unfallverletzten, Workshop zum Forschungskonzept der Fakultät für Gesundheitswissenschaften, BTU Cottbus-Senftenberg, Potsdam, Oktober 2018
- [KKS19] Koch, S., König, C. & Schedler, O.: Unfallforschung auf mikroskopischer Ebene, Helios Klinikum Bad Saarow, AINS Kolloquium, Februar 2019.
- [MCD17] Marchesseau, S., Chatelin, S. & Delingette, H.: Nonlinear Biomechanical Model of the Liver, HAL Id: hal-01536406, 2017.
- [Sa13] Sato, F., Yamamoto, Y., Ito, D., Antona-Makoshi, J., Ejima, S., Kamiji, K. & Yasuki: T.: Hyper-viscoelastic Response of Perfused Liver under Dynamic Compression and Estimation of Tissue Strain Thresholds with a Liver Finite Element Model, IRCOBI Conference, Göteborg, 2013.
- [Um13] Umale, S., Deck, C., Bourdet, N., Diana, M., Soler, L. & Willinger, R.: Modeling and Validation of the Human Liver and Kidney Models, IRCOBI Conference, Göteborg, 2013.
- [UL13] Untaroiu, C.D. & Lu, Y.-C.: Material characterization of liver parenchyma using specimen-specific finite element models, *J. Mech. Beh. Biomed. Mat.*, 26, 11-22, 2013.
- [ULA13] Untaroiu, C.D., Lu, Y.-C. & Andrew, R.: Modeling the Biomechanical and Injury Response of Human Liver Parenchyma under Tensile Loading, IRCOBI Conference, Göteborg, 2013.

## **SAMi – sensorbasierter Aktivitätsmanagementassistent für die individualisierte Betreuung von Menschen mit Demenz**

Martin Haufschild<sup>1</sup>, Sebastian Bader<sup>1</sup> und Thomas Kirste<sup>1</sup>

**Abstract:** Wir stellen das SAMi-Projekt vor, dessen Ziel die Entwicklung eines Assistenzsystems ist, das Menschen mit Demenz (MmD) in stationären Pflegeeinrichtungen bei der räumlichen und zeitlichen Orientierung hilft. Das Assistenzsystem nutzt die Sensoren und die Ein-/Ausgabemöglichkeiten einer handelsüblichen Smartwatch zur Aktivitäts- und Situationserkennung. Bluetooth Low Energy Sender unterstützen die Ortsbestimmung. Das Modell zur situationsgerechten Auswahl der optimalen Interventionen/Aktionen für den MmD verwendet den probabilistischen Ansatz der partiell beobachtbaren MARKOV-Entscheidungsprozesse, der Sensorrauschen und Zustandsunsicherheit berücksichtigt. Ziel ist es, eine subsidiäre Assistenz zu bestimmen in Abhängigkeit des Gebäudeplans der Pflegeeinrichtung, des Tagesplans des MmD, seiner kognitiven Charakteristik bzgl. Desorientierung und seiner physischen Einschränkungen bzgl. der Mobilität, um unter diesen Voraussetzungen nur tatsächlich notwendige Interventionen in das Verhalten des MmD einzuleiten, auch im Hinblick darauf seine verbliebene kognitive Leistungsfähigkeit weiter zu erhalten und zu stimulieren.

**Keywords:** POMDP, BLE-Standorterkennung, menschliche Aktivitätserkennung, probabilistische Inferenz, Bayessches Filtern

### **1 Einleitung**

Die Zahl der Menschen, bei denen eine Demenzerkrankung diagnostiziert wird, steigt von Jahr zu Jahr. Von den Pflegebedürftigen, die in einem Pflegeheim behandelt werden, leiden fast 69% an Demenz. Eines der Hauptprobleme im Umgang mit Menschen mit Demenz (MmD) ist die (temporäre) Desorientierung, vor allem in neuen Umgebungen wie Pflegeheimen oder Krankenhäusern. Auch sind in der Pflege von MmD individuelle Besonderheiten zu beachten, wie ein oft verschobenes Tag-/Nachtverhalten und ein erhöhter Bewegungsdrang. Erste Studien dazu haben gezeigt, dass ein IT-basiertes Assistenzsystem in der institutionellen Versorgung von Menschen mit Demenz einsetzbar ist und Pflegeabläufe durch die Entlastung von Routineaufgaben effizienter und attraktiver machen kann [A113]. Ein solcher *Aktivitätsmanagementassistent* könnte z. B. einen MmD rechtzeitig an geplante Aktivitäten erinnern oder ihn durch Hinweise auch bei der räumlichen Orientierung in der Einrichtung unterstützen ("Indoor-Navigation").

---

<sup>1</sup> Universität Rostock, Institut Visual and Analytic Computing, Lehrstuhl Mobile Multimediale Informationssysteme, Albert-Einstein-Straße 22, 18059 Rostock, {first.last}@uni-rostock.de

Die Herausforderungen für die Realisierung eines solchen Aktivitätsmanagement-assistenten sind vielfältig und reichen von einer bedarfsgerechten Gestaltung der Nutzerschnittstellen bis hin zur Integration in bestehende Pflegeplanungssysteme. Ziel des SAMi-Projektes<sup>6</sup> – ein Verbundprojekt mit Partnern aus Wirtschaft und Forschung – ist die Entwicklung eines solchen intelligenten Assistenten. Der SAMi-Assistent soll über Sensoren die Situation des MmD erfassen, eine situationsgerechte Intervention auswählen und diese über eine geeignete Benutzerschnittstelle präsentieren. Auf der technischen Ebene folgt SAMi dem Prinzip der *situationsadaptiven Assistenz* [Ki01] [Yo17], die Strategie der Interventionsauswahl verfolgt das Leitbild der *subsidiären Assistenz* [SBK17]. Gemäß diesem Leitbild erfolgen Interventionen erst dann, wenn die unterstützte Person nicht mehr selbständig in der Lage ist, das jeweilige Handlungsziel zu erreichen.

Wir konzentrieren uns hier auf folgende Aspekte von SAMi:

1. Aktivitätserkennung und Lokalisierung (Standorterkennung) des MmD
2. Interaktion zwischen MmD und System
3. Auswahl passender Interventionen

Um einen MmD in einer stationären Einrichtung zu unterstützen, muss das System in der Lage sein, die Aktivität und den Standort des MmD zu erkennen, zu analysieren und auf dieser Grundlage eine passende Intervention auszuwählen. Hierfür wird in SAMi eine Smart-Watch genutzt, die sowohl die Sensorplattform für Aktivitätserkennung bereitstellt als auch den Interaktionskanal zwischen System und MmD. Auf dieser Basis ist auch eine identifizierende Lokalisierung durch die zusätzliche Verwendung von Bluetooth Low Energy (BLE) Beacons umsetzbar, die an verschiedenen Orten der stationären Einrichtung angebracht werden.

Für die Interaktion muss auf die individuellen Besonderheiten des MmD geachtet werden, wie eine evtl. verminderte Hör- oder Sehleistung. SAMi zielt daher auf die situations- und nutzergerechte Kombination unterschiedlicher Interaktionsmodalitäten, wie akustische Ein- und Ausgaben, Vibrationssignale und optische Ein- und Ausgaben.

---

<sup>6</sup> <https://www.mmis.informatik.uni-rostock.de/research/projects/sami/>

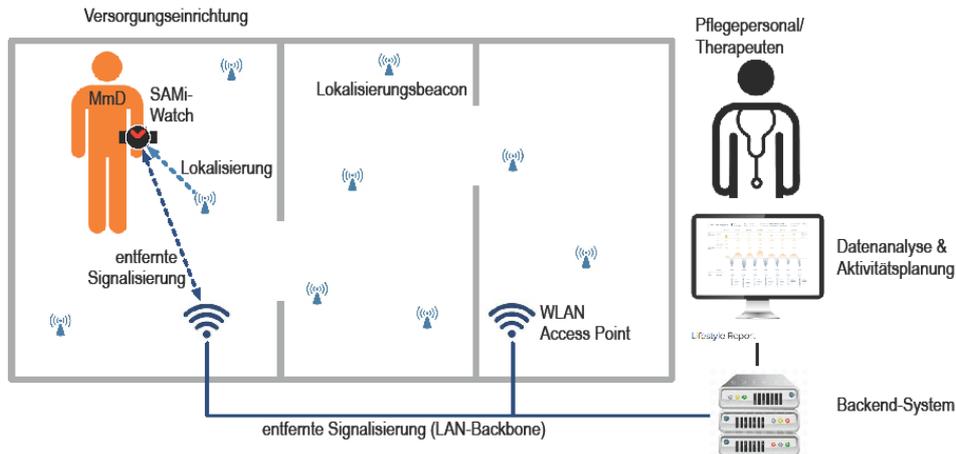


Abb. 2: SAMi-Systemkonzept. Die über eine Smart-Watch gemessenen Daten wie Signalstärken der Beacons sowie Beschleunigungs- (Akzelerometer) und Drehraten-Messungen (Gyroskop) in drei Achsen werden an ein Backend-System übertragen, welches den wahrscheinlichsten Standort, die Aktivität des MmD, den aktuellen Pflegeplan, und die zuletzt erteilten Interventionen für das Pflegepersonal darstellt.

## 2 Technischer Ansatz

Zur Situationserkennung werden zwei Sensorsysteme eingesetzt: (i) Für die Lokalisierung wird Bluetooth Low Energy (BLE) Lokalisierung in Verbindung mit Fingerprinting auf Basis der Beacon-Signalstärken verwendet. Beacon-basierte BLE Lokalisierung verbindet den Vorteil eines sehr geringen Energieverbrauchs mit günstigen Kosten für die Beacons und einer vergleichsweise hohen Standortgenauigkeit von durchschnittlich 1 bis 3 Metern. (ii) zur Aktivitätserkennung werden primär die Beschleunigungs-, Drehraten- und Pulsdaten der Smart-Watch verwendet. Optional können weitere Sensoren der Smart-Watch (Mikrofon, Umgebungshelligkeit) hinzugezogen werden.

Um auf Basis dieser Sensoren die Situation zu bestimmen, müssen zwei Quellen von Unsicherheit adressiert werden: Die erste Herausforderung ist die Behandlung des Sensorrauschens: Messungen des gleichen Phänomens (etwa des Aufenthaltsortes) zu unterschiedlichen Zeiten sind mit unterschiedlichen Messfehlern behaftet. Die zweite Herausforderung ist, dass die kritische Variable "Desorientierung" eines MmD nicht direkt beobachtet werden kann, sondern lediglich das daraus resultierende Verhalten, aus dem allein mit probabilistischen Methoden auf den zugrundeliegenden kognitiven Zustand geschlossen werden kann. Gemäß dem Prinzip der subsidiären Assistenz sollen Interventionen zur Orientierung jedoch nur dann gegeben werden, wenn ein MmD sich in einem Zustand der Desorientierung befindet. Diese Unsicherheit muss im Modell berücksichtigt werden.

Um dieses Problem der Auswahl der optimalen Intervention unter Unsicherheit zu adressieren wird in SAMi die Methodik der partiell beobachtbaren MARKOV-Entscheidungsprozesse (engl. POMDP) genutzt, die bereits bei der Unterstützung einfacher Alltagshandlungen erfolgreich eingesetzt wurde (vgl. COACH [Mi08]). Diese Methodik wird in SAMi verwendet, um räumliche Orientierung und Orientierung im Tagesprogramm (ähnlich des "Planning and Execution Assistant and Trainer" [Le97]) bereitzustellen.

Der Beobachtungsraum des POMDP besteht aus den Sensorwerten der Beacons, um daraus den Standort abzuleiten, und den aus den Smart-Watch-Sensoren (vor allem Akzelerometer, Gyroskop) abgeleiteten Aktivitäten, wie bspw. gehen, stehen, sitzen und liegen. Ein POMDP kann Sensorrauschen durch ein probabilistisches Beobachtungsmodell berücksichtigen und Zustandsunsicherheit durch probabilistische Zustandsübergänge. Das aktuelle Wissen des POMDP über den vorliegenden Zustand des MmD wird dabei nicht als ein Element einer endlichen Zustandsmenge beschrieben, sondern als Wahrscheinlichkeitsverteilung über die Menge der möglichen Zustände; diese Verteilung wird üblicherweise als *Belief State* bezeichnet. Ziel eines POMDP ist, gegeben einen Belief State, diejenige Intervention auszuwählen, die den größten erwarteten Nutzen für einen definierten Zeithorizont liefert. Kosten bzw. Nutzen einzelner Interaktionen werden durch eine Nutzenfunktion (*Utility-Funktion*) definiert.

Auf Basis des aktuellen Belief States und der Utility-Funktion wird durch das POMDP die beste Intervention für die aktuelle Situation des MmD gewählt. Dabei werden auch rekursiv die zukünftigen Folgekosten der möglichen Konsequenzen einer Intervention gemäß ihrer Eintrittswahrscheinlichkeit berücksichtigt. So ist es möglich, einen Kompromiss zwischen aktuellem und zukünftigem Nutzen zu finden – etwa Orientierungsassistenz jetzt zu bieten (, obwohl sie aus subsidiärer Sicht nicht zwingend erforderlich ist) um eine zukünftig mögliche gefährliche Situation zu vermeiden. Interventionen wären z. B. Navigationshinweise für den MmD über die Smart-Watch als Text, Bild, Vibration oder Audiosignal (leichtgewichtige Interventionen) oder auch die Benachrichtigungen einer Pflegekraft (schwergewichtige Intervention).

Das Prinzip der subsidiären Assistenz manifestiert sich im POMDP-Ansatz in der Utility-Funktion, die der Interventionsauswahl zugrunde liegt. Neben den Kostenfaktoren wie Zeitaufwand für Pflegekräfte oder Gefährdung des MmD müssen in diese Funktion daher auch Faktoren wie Selbstbestimmtheit und kognitive Stimulation einfließen. So wäre eine Warnung über lediglich den falschen Weg aus Sicht der subsidiären Assistenz besser als eine Schritt-für-Schritt-Anleitung für den richtigen Weg, solange ersteres genauso zielführend ist und zur eigenständigen Handlung animiert wie letzteres. Dies soll die kognitive Leistungsfähigkeit des MmD bewahren. Daraus folgt, dass auch hier ein Kompromiss gefunden werden muss, in diesem Fall zwischen dem Erhalt kognitiver Funktion und der schnellen Hilfe bei möglicher Desorientierung. Dieser Kompromiss manifestiert sich in der konkreten numerischen Auswahl der Kosten/Nutzen-Bewertung für einzelne Interventionen/Aktionen.

### 3 Nächste Schritte

Ein wichtiges Ziel ist, die Realität im Modell adäquat abzubilden. Eine Minimalforderung besteht darin, dass zumindest die drei grundlegenden Interventionsklassen: "keine Intervention", "Hinweis über die Smart-Watch" (leichtgewichtige Intervention) und "Pfleger benachrichtigen" (schwergewichtige Intervention) auch tatsächlich alle zum Einsatz kommen. A priori lässt sich dies einer Utility-Funktion nicht unmittelbar ansehen. Daher kommen hier Simulationsstudien zur Wirkung unterschiedlicher Parametrisierungen zu Einsatz. Zusätzlich werden im Rahmen einer aktuellen Feldstudie empirische Daten zum Navigations- und Orientierungsverhalten von MmD und den resultierenden Sensorsignalen erhoben. Dies ist Grundlage für die Konstruktion adäquater Sensor- und Systemmodelle.

### 4 Danksagung

Das Verbundprojekt SAMi wird durch den Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE, Förderkennzeichen TBI-V-1-103-VBW-035) und dem Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Gesundheit des Landes Mecklenburg-Vorpommern gefördert.

#### Literaturverzeichnis

- [Al13] Aloulou, H., Mokhtari, M., Tiberghien, T., Biswas, J., Phua, C., Lin, J.H.K. & Yap, P.: Deployment of assistive living technology in a nursing home environment: methods and lessons learned. *BMC Medical Informatics and Decision Making* 13(1) (Apr 2013).
- [Ho10] Hoey, J., Poupart, P., von Bertoldi, A., Craig, T., Boutilier, C. & Mihailidis, A.: Automated handwashing assistance for persons with dementia using video and a partially observable Markov decision process. *Computer Vision and Image Understanding* 114(5), 503-519 (May 2010).
- [Ki01] Kirste, T. Situation-Aware Mobile Assistance. In R. Earnshaw, R. Guedj, A. van Dam, & J. Vince (Eds.), *Frontiers of Human-Centred Computing, Online Communities and Virtual Environments* (pp. 99–115). London Berlin Heidelberg: Springer-Verlag (2001).
- [Le97] Levinson, R.: The planning and execution assistant and trainer (PEAT). *The Journal of Head Trauma Rehabilitation* 12(2), 85-91 (Apr 1997)
- [Mi08] Mihailidis, A., Boger, J.N., Craig, T. & Hoey, J.: The COACH prompting system to assist older adults with dementia through handwashing: An efficacy study. *BMC Geriatrics* 8(1) (Nov 2008).
- [SBK17] Schröder, M., Bader, S., & Kirste, T.: Subsidiäre Assistenzsysteme für Menschen mit Demenz, ihre Angehörigen und Pflegekräfte. In M. A. Pfannstiel, S. Krammer, & W. Swoboda (Eds.), *Digitale Transformation von Dienstleistungen im Gesundheitswesen III* (pp. 137–149) (2017).
- [Yo17] Yordanova, K., Koldrack, P., Heine, C., Henkel, R., Martin, M., Teipel, S., & Kirste, T.: Situation Model for Situation-Aware Assistance of Dementia Patients in Outdoor Mobility. *Journal of Alzheimer's Disease*, 60(4), 1461–1476 (2017)

## Der digitale Wandel und seine Auswirkungen auf die berufliche Aus- und Weiterbildung im Gesundheits- und Pflegebereich

### Das Digital Medical Care Projekt (DiMediCa)

Veronika Weiß<sup>1</sup>, Julia Neumann<sup>2</sup>, Michael Herzog<sup>3</sup>, Frank Bünning<sup>4</sup> und Astrid Seltrecht<sup>5</sup>

**Abstract:** Das Verbundprojekt Digital Medical Care (DiMediCa) erforscht, unter welchen Bedingungen die Implementierung und Nutzung digitaler Anwendungen in Bildungsinstitutionen des Gesundheits- und Pflegebereichs gelingt. Die Einführung digitaler Anwendungen ist mit vielschichtigen Herausforderungen verbunden und erfordert bereits vor der Entwicklung die Untersuchung von Grundsatzfragen und Gelingensbedingungen. So besteht die Notwendigkeit, die soziologische, kulturelle und strukturelle Perspektive in der beruflichen Aus- und Weiterbildung zu erforschen. Aus den gewonnenen Daten werden auf Grundlage des gewählten Mixed-Methods-Ansatzes Handlungsempfehlungen abgeleitet und in Form von Gestaltungsrichtlinien publiziert.

**Keywords:** Digitale Bildung, Digitale Kompetenz, Gender und Technik, Gesundheit- und Pflege, Berufliche Ausbildung

## 1 Chancen und Herausforderungen der Digitalisierung

Unter dem Begriff *digitaler Wandel* werden Veränderungsprozesse zusammengefasst, die durch "die elektronische Speicherung, Vernetzung und Verarbeitung von Informationen" [Da17] ermöglicht wurden. Dieser Umbruch durchdringt alle Gesellschaftsbereiche: Im Bildungsbereich kann Digitalisierung ganzheitliches, kreatives, situatives und produktives Lehren und Lernen in organisierten, kooperativen und kollaborativen Bildungsprozessen unterstützen [Ar15].

---

<sup>1</sup> Forschungsgruppe SPiRIT, Hochschule Magdeburg-Stendal, Fachbereich Wirtschaft, Breitscheidstr. 2, 39114 Magdeburg, veronika.weiss@h2.de

<sup>2</sup> Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Humanwissenschaften, Institut für Berufs- und Betriebspädagogik (IBBP), Zschokkestr. 32, 39104, Magdeburg, julia.neumann@ovgu.de

<sup>3</sup> Forschungsgruppe SPiRIT, Hochschule Magdeburg-Stendal, Fachbereich Wirtschaft, Breitscheidstr. 2, 39114 Magdeburg, michael.herzog@h2.de

<sup>4</sup> Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Humanwissenschaften, Institut für Berufs- und Betriebspädagogik (IBBP), Zschokkestr. 32, 39104, Magdeburg, frank.buenning@ovgu.de

<sup>5</sup> Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Humanwissenschaften, Institut für Berufs- und Betriebspädagogik (IBBP), Zschokkestr. 32, 39104, Magdeburg, astrid.seltrecht@ovgu.de

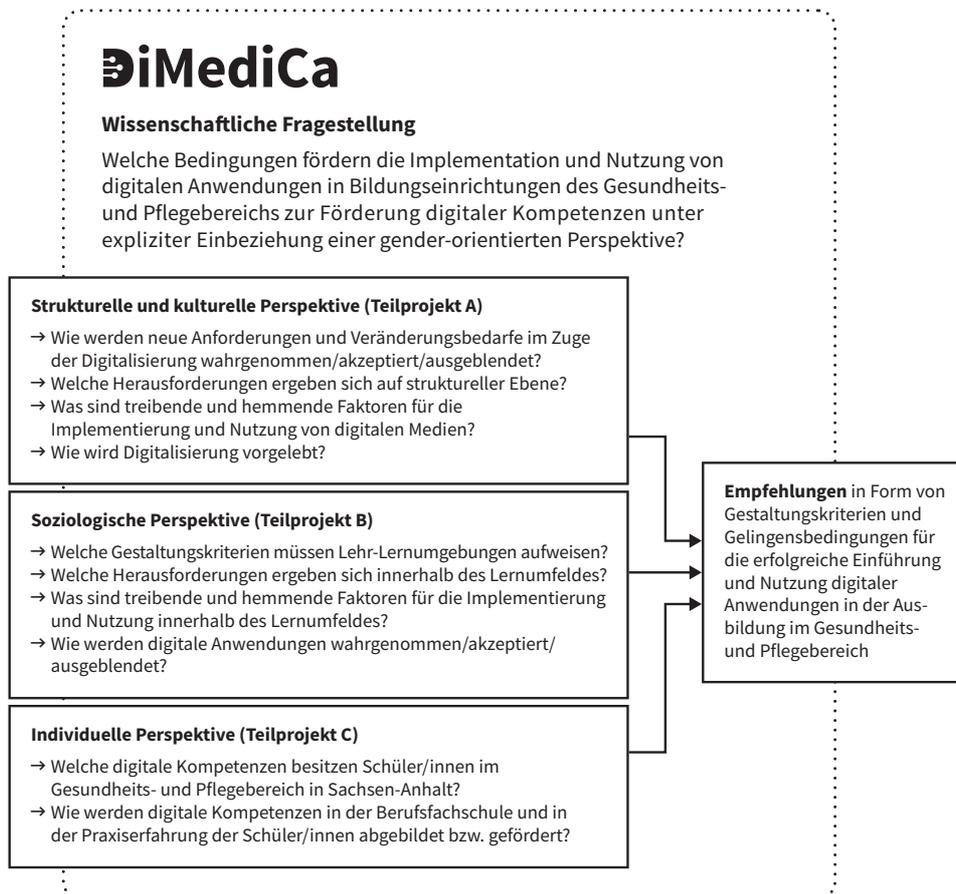


Abb. 1: Wissenschaftliche Fragestellung des Verbundprojekts und seiner Teilprojekte

Im Bereich der Gesundheits- und Pflegeberufe wird die digitale Transformation mit zahlreichen Hoffnungen verknüpft. So soll durch digitale Technologien eine zumindest anteilige Antwort auf die Herausforderungen einer alternden Gesellschaft und der damit einhergehenden steigenden Zahl von Pflegebedürftigen bei gleichzeitigem Mangel an Fachkräften gefunden werden [Da17]. Zum anderen wird im vermehrten Einsatz von digitalen Technologien eine Möglichkeit gesehen, die Qualität der gesundheitlichen und pflegerischen Versorgung auf einem hohen Niveau zu halten und gleichzeitig die Kosten zu senken [Da17]. Dabei weist der Gesundheits- und Pflegebereich noch einen geringen digitalen Durchdringungsgrad auf – unter anderem aufgrund der Bedeutung der zwischenmenschlichen Fürsorgearbeit zwischen PflegerInnen und PatientInnen, durch die

der Fokus traditionell auf der sozialen Interaktion gesehen wird [Da17]. Gleichwohl halten zunehmend digitale Technologien in Form von IT-gestützten Dokumentationssystemen, mobilen Endgeräten, Sensortechnik, vernetzten Hilfs- und Monitoringsystemen oder Robotik Einzug [Da17]. Infolgedessen gewinnt die Vermittlung des Umgangs mit digitalen Medien und Arbeitsmethoden im Kontext der Aus- und Weiterbildung im Gesundheitswesen zunehmend an Bedeutung [Da17]. Eine grundlegende Beschreibung zu einem solchen Vorgehen gibt es noch nicht. Zwar existieren Studien zu einzelnen Anwendungen [Lu17] [Si15] und Implementationsversuche hauseigener Konzepte zur Einbindung digitaler Anwendungen in der Ausbildung [Pr16], eine Zusammenfassung ist jedoch nicht abzusehen [Da17]. Dabei zeigt sich bereits, dass eine alltagstaugliche digitale Kompetenz den Ansprüchen vernetzter Monitoringsysteme und hauseigener Soft- und Hardware zur Steuerung von z.B. Robotik nicht gerecht wird [Da17] [Si15].

Der Pflegebereich ist durch einen hohen Anteil an weiblichen Auszubildenden geprägt. So waren 2016 von 63.200 Auszubildenden, die eine Ausbildung in einem Pflegeberuf begannen, insgesamt 49.200 (78%) weiblich [St18]. Durch diesen geschlechterspezifischen Schwerpunkt in Ausbildung und Beruf ist bei der Ausarbeitung der Gelingensbedingungen darauf zu achten, inwieweit existierende Digitalisierungsprozesse die Anwendung neuer Formate hinsichtlich einer Genderstereotypisierung beeinflussen [Ba14]. In den MINT-Fächern wird durch systemtheoretische Analyse technikorientierter Fachkultur eine systemische Exklusion (junger) Frauen durch die stark maskuline Besetzung des Begriffs und daraus folgender realgesellschaftlicher Implikationen aufgezeigt [Ih16]. Bedingt durch den genannten hohen Anteil weiblicher Pflegekräfte kann eine genderspezifische Betrachtung somit als Voraussetzung für eine gelingende Implementierung digitaler Anwendungen in der beruflichen Ausbildung im Gesundheits- und Pflegebereich angesehen werden.

## **2 Inhalte, Ziele und Methoden des Verbundprojekts**

An diesen Forschungsschwerpunkten setzt das Verbundprojekt DiMediCa an und untersucht die Voraussetzungen für einen erfolgreichen Einsatz digitaler Systeme im Gesundheits- und Pflegebereich unter Berücksichtigung einer genderspezifischen Perspektive. Das Projekt ist eine Kooperation der Otto-von-Guericke-Universität (OvGU) Magdeburg und der Hochschule Magdeburg-Stendal und setzt sich aus drei Teilprojekten zusammen, welche die verschiedenen Ebenen der Thematik betrachten (s. Abb. 1).

### **2.1 Teilprojekt A – Untersuchung der strukturellen und kulturellen Perspektive**

Teilprojekt A untersucht, wie die Implementierung digitaler Anwendungen in Aus- und Weiterbildungsinstitutionen im Gesundheits- und Pflegebereich forciert werden kann. Im Rahmen von Interviews sowie eines Fragebogens werden sowohl der Ist-Stand als auch Bedarfe, Einstellungen, Chancen und Herausforderungen bezüglich digitaler Anwendungen auf struktureller sowie kultureller Ebene erfasst. Die erhobenen Daten dienen zum einen dazu, die Wahrnehmung, Akzeptanz sowie Perspektiven und Risiken bezüglich der Nutzung und des Einsatzes digitaler Medien in der Aus- und Weiterbildung zu erfassen. Zum anderen bilden sie die Grundlage der zu entwickelnden Handlungsempfehlungen zur bestmöglichen Integration digitaler Medien in der Aus- und Weiterbildung im Gesundheits- und Pflegebereich, welche in einem internationalen Vergleich auf ihre Übertragbarkeit geprüft werden.

### **2.2 Teilprojekt B – Untersuchung der soziologischen Perspektive**

Teilprojekt B widmet sich der soziologischen Perspektive der beruflichen Ausbildung im Gesundheits- und Pflegebereich und erforscht die Beziehung zwischen den institutionellen Lernprozessen und dem Lernen im sozialen Umfeld im Hinblick auf digitale Anwendungen. Mithilfe eines Mixed-Methods-Designs werden wahrgenommene und tatsächliche Hürden zum Einsatz digitaler Systeme im Lern- und Berufsumfeld erfasst. Die Theoriearbeit in Form einer Dokumenten- und Sekundäranalyse der Forschungsfrage bildet die Grundlage des methodischen Untersuchungsplans sowie der Entwicklung und Erprobung eines Erhebungsinstruments zur Durchführung problem-zentrierter Interviews. Mit den Ergebnissen wird eine Strategie zum Einsatz digitaler Medien und IKT in der beruflichen Ausbildung entwickelt, die eine optimale, gendersensible Gestaltung von virtuellen und realen Lehr-Lernorten ermöglichen soll.

### **2.3 Teilprojekt C – Untersuchung der individuellen Perspektive**

Teilprojekt C untersucht die individuelle Perspektive unter Berücksichtigung gendersensibler Digitalisierungsprozesse. Ausgangspunkt der Betrachtung bildet eine Dokumenten- und Sekundäranalyse hinsichtlich der existierenden Rahmenbedingungen. Mittels eines Self-Assessment-Tools wird die digitale Kompetenz von Auszubildenden im Gesundheits- und Pflegebereich erhoben. Durch eine Erweiterung des Tools sollen zudem Einstellungen zu digitalen Technologien in Bezug auf Gender-Aspekte erfasst werden. In einem nächsten Schritt sollen Möglichkeiten zur Förderung der Digitalen Kompetenz der Auszubildenden entwickelt werden.

### 3 Ausblick

Das Verbundprojekt DiMediCa versteht sich als Forschungsprojekt zur Generierung und Verbreitung von Erkenntnissen und Wissen zu Grundsatzfragen, Voraussetzungen und Veränderungsprozessen der Digitalisierung im Bildungsbereich des Gesundheits- und Pflegebereiches. Das Projekt setzt den Fokus auf Untersuchungen zu vorhandenen Grundkompetenzen der Lernenden, zur Gestaltung der Lehre und zu aktuellen Bedarfen und Entwicklungen. Dabei wird untersucht, wie weit diese Bereiche bereits aufeinander abgestimmt sind und ob Optimierungsprozesse, die durch die digitale Transformation ermöglicht werden, erkannt und genutzt werden. Durch die Forschung wird der aktuelle Stand in der Ausbildung im Gesundheits- und Pflegebereich erfasst, Potenziale sowie Anforderungen an Institute, AusbilderInnen und Auszubildende benannt und schließlich in Form von Empfehlungen als Gestaltungskriterien und Gelingensbedingungen für die erfolgreiche Einführung und Nutzung digitaler Anwendungen in der beruflichen Ausbildung im Gesundheits- und Pflegebereich veröffentlicht. Die Ergebnisse werden zudem auf ihre Übertragbarkeit überprüft.

Das Projekt fördert das Verständnis digitalisierter Bildungsprozesse und trägt mit Handlungsempfehlungen zu deren Entwicklung bei. Damit kann es einen Ausgangspunkt für die nachhaltige Ausbildung von qualifiziertem Personal bilden und Weiterentwicklungen und Innovationen im Gesundheits- und Pflegebereich ermöglichen.

#### Literaturverzeichnis

- [Ar15] Arnold, P., Kilian, L., Thillosen, A. & Zimmer, G.: Handbuch E-Learning Lernen und Lehren mit digitalen Medien, Bielefeld, 2015.
- [Ba14] Bath, C.: Searching for Methodology. Feminist technology design in computer science. In W. Ernst & I. Horwarth (Eds.), Gender in Science and Technology Interdisciplinary approaches (pp. 57–78). Bielefeld: transcript, 2014.
- [Da17] Daum, M.: Digitalisierung und Technisierung der Pflege in Deutschland. Aktuelle Trends und ihre Folgewirkungen auf Arbeitsorganisation, Beschäftigung und Qualifizierung. DAA-Stiftung Bildung und Beruf, Hamburg, 2017.
- [Ih16] Ihsen, S.: Wandel und Widerstand. Zur Entwicklung einer genderorientierten Technikkultur. In U. Kemof, B. Wrede (Hrsg.), Gender-Effekte. Wie Frauen die Technik von morgen gestalten (Band 19, 5-20). Bielefeld: Interdisziplinäres Zentrum für Geschlechterforschung, 2016.
- [Lu17] Lutze, M.: Digitalisierung: Wo steht die Pflege, Heilberufe – Das Pflegemagazin 69:S.45-47 <https://doi.org/10.1007/s00058-017-2914-4>, 2017.
- [Pr16] Pricewaterhouse Coopers (PwC): Weiterentwicklung der eHealth-Strategie. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Gesundheit. PricewaterhouseCoopers (PwC). Berlin SB, Statistisches Bundesamt (2017): Pflegestatistik 2015. Wiesbaden, 2016.

- [Si15] Sieger, M., Goertze, L., Wolpert, A., & Rustemeier-Holtwick, A. (Hrsg.): Digital Lernen – Evidenzbasiert Pflegen: Neue Medien in der Fortbildung von Pflegefachkräften. Berlin: Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-44298-2> ISBN, 2015.
- [St18] Statistisches Bundesamt (Destatis), Pressemitteilung Nr. 23 vom 5. Juni 2018, online unter: [https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/Zahl-der-Woche/2018/PD18\\_23\\_p002.html](https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/Zahl-der-Woche/2018/PD18_23_p002.html) (1.7.2019, 18:05 Uhr).

## Modelling Clinical Pathways as a Basis for Personalized Rehabilitation Scenarios

Carola Gißke<sup>1</sup> and Kai Gand<sup>2</sup>

**Abstract:** In this article, an approach for the domain-specific extension of the standardised Business Process Model and Notation (BPMN) for the representation of clinical pathways in the context of a virtual coaching scenario for personalised home rehabilitation is outlined. As the research is still in progress, the approach presented comprises the first steps of a domain analysis and conceptual modelling of the domain context as a baseline for the necessary language extension.

**Keywords:** Virtual Coaching, eHealth, Conceptual Modelling, Clinical Pathways, Ontology

### 1 Introduction

For patients in need of rehabilitation treatments, the continuity of care from the professional treatment into the home environment is crucial to ensure the patients' quality of life. Home-based rehabilitation programmes are a special form of treatments that could be effectively supported by Virtual Coaching (VC) programmes compensating the absence of formal caregivers [Pa09]. VC programmes enable patient support through a variety of electronic media, guidance and monitoring technologies. For example, Virtual Coaches could help users to define and preserve a fitness program, suggest problem-solving skills training or advise patients with specific medical conditions [Di10]. In this way, the caregiver could keep track of the patient's rehabilitation process from afar and intervene if necessary. The EU-funded project *vCare* aims to develop an intelligent virtual coaching solution that is able to provide personalised coaching activities in order to support the patient in adhering to a care plan on one side and improving risk behaviour and awareness on the other and, thereby, enhance the quality of life. The solution will be designed for four pathologies in the cardiovascular and neurological domain. By means of contextualization of data generated by activity monitoring and tracking technologies as well as machine learning algorithms, the patient receives feedback and personalised recommendations, whereas the attending physician receives feedback about the patient's therapy progress.

---

<sup>1</sup> Technische Universität Dresden, Faculty of Business and Economics, Chair of Wirtschaftsinformatik, esp. Systems Development, 01062 Dresden, {carola.gisske | kai.gand}@tu-dresden.de

<sup>2</sup> Technische Universität Dresden, Faculty of Business and Economics, Chair of Wirtschaftsinformatik, esp. Systems Development, 01062 Dresden, {carola.gisske | kai.gand}@tu-dresden.de

In order to realize such a multidisciplinary coaching setting, a reorganization of the care processes and setting up of distinct *clinical pathways* have to be accompanied by all parties of the multidisciplinary team to be successful. In general, clinical pathways are specific, standardized descriptions of clinical processes for defined combinations of symptoms that are adapted to clinical conditions [De06]. Clinical pathways support the translation of the rather prosaically described, generic recommendations of clinical practice guidelines into a more applicable representation in terms of a conceptual model [PV10]. Thus, pathways enable formal process interpretation and workflow support in order to enhance decision management [GR11]. Adaptability (while runtime) as a feature of a dynamic pathway system requires consensus among the stakeholders to allow the choice of the adequate procedures [BSE12]. In consequence, the aim for the project is to adapt the concept of clinical pathways as a basis for describing a personalized rehabilitation program within a multidisciplinary setting.

## 2 Domain-specific Modelling of Clinical Pathways

Integrated clinical pathways are grounded on the personalized care plans that are provided by the caregiver concerning the needs of the patient and the kinds of therapy. In turn, it is needed to adequately and formally describe the pathway as a mode of conceptual modelling. Prior to the actual modelling of the pathway, it is important to gain an overview and understanding of the domain knowledge to be modelled. Ontologies are useful tools for presenting domain concepts and their relations in a structured way [HS06]. As a reference point for the development of an ontology for rehabilitation care plans, the ontology of clinical pathways by Braun et al. [Br14] was taken. This model (Fig. 1) presents the main concepts, properties and relations of the clinical domain context.

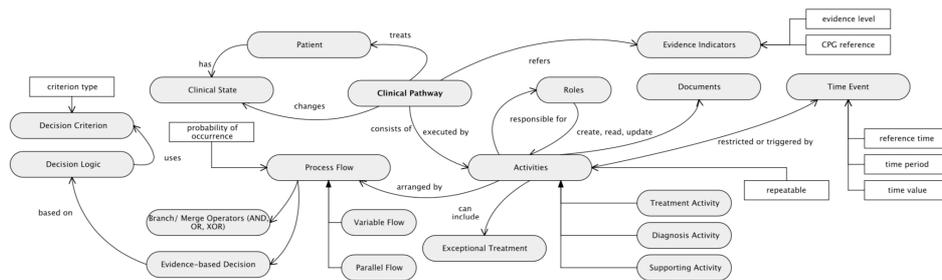


Fig. 1: Ontology of clinical pathways [Br14] as a basis for rehabilitation pathways

It facilitates the collection of the relevant information that needs to be represented in a pathway for rehabilitation purposes in a structured way. Within the vCare project, the necessary medical knowledge for the ontology was gathered together with medical experts in the field by means of workshops and interviews. As a result, an ontology was created

giving an overview of the main concepts involved in the rehabilitation domain and valid for both cardiovascular and neurological diseases, the roles involved and the interconnection between them (see Fig. 2). The overall medical knowledge was collected for each ontology concept, i.e. which rehabilitation activities should be performed, their chronological terms, mandatory goals and limits and the underlying decision logic a physician would apply. This ontology in turn gathers all the information relevant for the modelling of pathways from the medical point of view on the one hand and to feed the machine learning algorithms with adequate and evident information on the other.

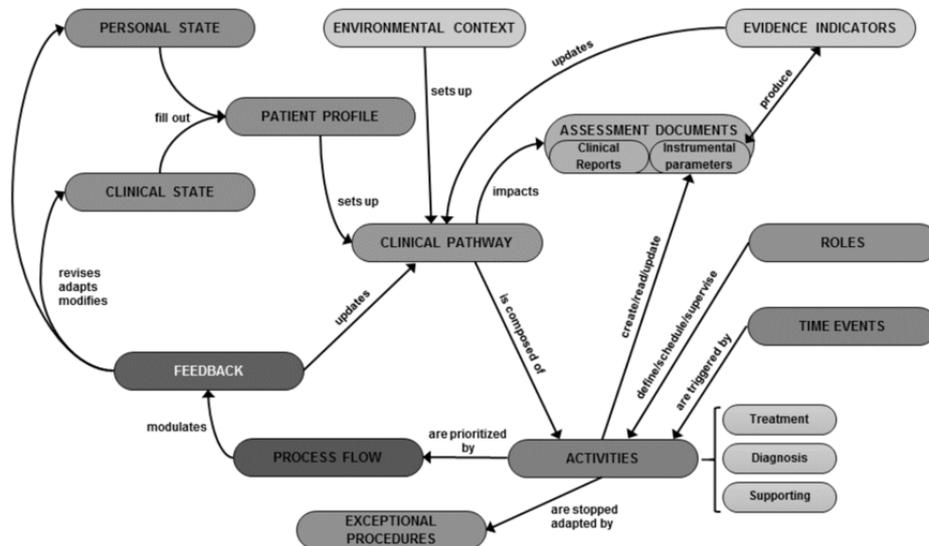


Fig. 2: The vCare ontology from a medical point of view

Based on the medical information, requirements for the modelling language and the semantics of each concept can be derived. In particular, the possibility to illustrate the medical concepts, e.g., different types of activities and evidence indicators, a variable process flow, time events and exceptional procedures are needed. These requirements were then transferred into a class model (Fig. 3). Similarly to the ontology, all concepts with their respective attributes and relations are being modelled. Thereby, it builds the baseline for the derivation and evaluation of a suitable modelling language.

As a next step, a suitable modelling language needs to be chosen that meets the outlined requirements. Next to the possibilities to reuse an existing language and the creation of a new one, we argue to choose the middle course. This means to reuse a standard modelling language but to adapt the existing modelling concepts and add new ones in order to be

fitting for the medical domain and the representation of pathways. As a standard language, the Business Process Model and Notation (BPMN) was chosen, since it is broadly accepted in research and industry [Ki14]. In addition to that, the BPMN meta model includes the specification "Extension by Addition" for the structured and light-weighted definition of language extensions and furthermore, offers a promising workflow support.

The presented approach is similar to the work by Braun et al., who customized the BPMN extension method by Stroppi et al. [SCV11] by adding a domain analysis and equivalence check in order to clarify the degree of extension of each missing concept and, therefore, determining whether a domain-specific concept is semantically equivalent to a BPMN construct or not. This ensures that solely necessary extension elements are created and the BPMN concepts are being used to the best possible extent [Br14]. Since the temporal perspective is of crucial importance for clinical guidelines and, in turn, for clinical pathways as well, the literature base on the representation of time constraints in business process models will be considered for the language extension, especially the work by Cheikhrouhou et al. on the temporal perspective in business modelling [Ch15].

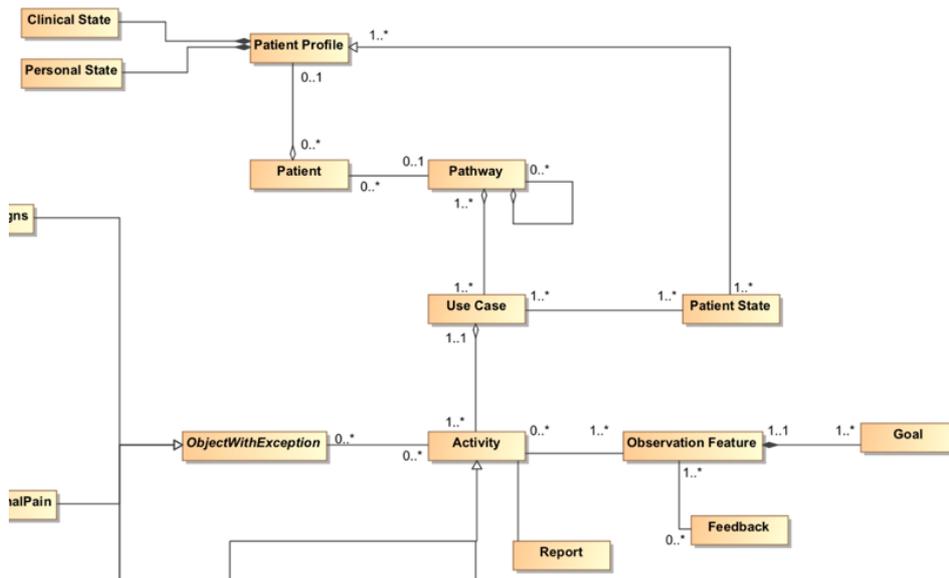


Fig. 3: Extract of the conceptual data model for rehabilitation pathways

### 3 Further Actions and Discussion

After the identification of the extension concepts, a conceptual domain model of the extension (CDME) can be modelled, which comprises the extension elements as well as their dependencies to standard BPMN elements. Based on the CDME model, the abstract syntax of the extension can be derived, which is solely the formal description of the elements, their attributes and interconnections to each other and coherent with the BPMN specification. These steps are consistent with the method proposed by Stroppi et al. [SCV11] in order to ensure the validity of the BPMN extension. As a final step, the concrete syntax can be defined which is the graphical representation of the defined extension concepts.

Since the presented approach is still in progress and the language extension is not finalized, the extension could not be deployed in practice, yet. After the application within the project context, a validation regarding the applicability of the chosen modelling language and the adaption can be conducted.

### 4 Acknowledgement

This work was supported by the European Union (H2020) within the vCare project (grant agreement No. 769807).

#### References

- [Br14] Braun, R., Schlieter, H., Burwitz, M. & Esswein, W.: Bpmn4cp: Design and implementation of a bpmn extension for clinical pathways. In (Zheng, H.J., eds.): Proc. of the International Conference on Bioinformatics and Biomedicine (BIBM), Belfast, pp. 9–16, 2014.
- [BSE12] Burwitz, M., Schlieter, H., Esswein, W.: Agility in medical treatment processes – A model-based approach. In (Sinz, E.J., eds.): Proc. Modellierung 2012, Gesellschaft für Informatik e.V., Bonn, pp. 267–279, 2012.
- [Ch15] Cheikhrouhou, S., Kallel, S., Guermouche, N. & Jmaiel, M.: The temporal perspective in business process modeling: a survey and research challenges. *Service Oriented Computing and Applications* 9/15, 75–85, 2015.
- [De06] De Bleser, L., Depreitere, R., De Waele, K., Vanhaecht, K., Vlayen, J. & Sermeus, W.: Defining Pathways. *Journal of Nursing Management* 14/06, pp. 553–563, 2006.
- [Di10] Ding D., Liu H.-Y., Cooper, R., Cooper, R.A., Smailagic, A. & Siewiorek, D.: Virtual coach technology for supporting self-care. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America* 21/10, pp. 179-194, 2010.

- [GR11] Gooch, P., Roudsari, A.: Computerization of workflows, guidelines, and care pathways: a review of implementation challenges for process-oriented health information systems. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 18/11, pp. 738–748, 2011.
- [HS06] Happel, H. J. & Seedorf, S.: Applications of ontologies in software engineering. In: *Proc. of Workshop on Semantic Web Enabled Software Engineering on the ISWC*, pp. 5–9, 2006.
- [Ki14] Kirchner, K., Malessa, C., Scheuerlein, H. & Settmacher, U.: Experience from collaborative modelling of clinical pathways. In (Hess, M.; Schlieter, H. (eds.)): *Modellierung im Gesundheitswesen: Tagungsband des Workshops im Rahmen des Modellierung, ICB Research Report*, pp. 13–24, 2014.
- [PV10] Panella, M. & Vanhaecht, K.: Is there still need for confusion about pathways?. *International Journal of Care Coordination*, 14/10, pp. 1–3, 2010.
- [Pa09] Parker, S.G., Oliver, P., Pennington, M., Bond, J., Jagger, C. & Enderby, P.M.: Rehabilitation of older patients: day hospital compared with rehabilitation at home. A randomised controlled trial. *Health technology assessment*, 13/09, 2009.
- [SCV11] Stroppi, L.J.R., Chiotti, O. & Villarreal, P.D.: Extending BPMN 2.0: Method and Tool Support. In (Dijkman R., Hofstetter J., Koehler J. (eds.)): *Business Process Model and Notation. BPMN 2011. Lecture Notes in Business Information Processing*, pp. 59–73, 2011.

## Wie lassen sich Digitale Innovationen in bestehende Krankenhausinformationssysteme integrieren?

### Eine interoperabilitätsspezifische Perspektive

Stefanie Kaczmarek<sup>1</sup>, Martin Benedict<sup>2</sup>

**Abstract:** Häufig sind Digitale Innovationsprojekte im Gesundheitswesen durch eine unbefriedigende Translation von Projektergebnissen in die Regelversorgung gekennzeichnet. Eine mögliche Ursache hierfür sind Interoperabilitätsprobleme bei der Integration von Digitalen Innovationen in bestehende Krankenhausinformationssysteme. Vor dem Hintergrund dieser kritischen Integrationsaufgabe ist das Ziel des Beitrags, einen systematischen Vergleich verschiedener Interoperabilitätsaspekte auf unterschiedlichen Betrachtungsebenen zu leisten. Um die bestehenden Interoperabilitätsaspekte zusammenzufassen wurde ein Scoping Review durchgeführt. Als Ergebnis der Analyse wurden sieben Konzepte identifiziert, die Interoperabilität im Kontext des Gesundheitswesens charakterisieren. In weiteren Forschungsschritten gilt es die identifizierten Interoperabilitätsaspekte hinsichtlich ihrer Relevanz für Digitale Innovationen zu untersuchen.

**Keywords:** Digitale Innovationen, Krankenhausinformationssysteme, Interoperabilität

## 1 Einleitung

Die digitale Transformation des Gesundheitswesens hat das Potenzial die Zukunft der medizinischen Versorgung nachhaltig zu verändern. Um dieses Potenzial auszuschöpfen, ergibt sich laut *Forbes* im Wesentlichen für vier Felder Handlungsbedarf. Dazu gehören (1) die zunehmende Einbindung des Patienten in dessen Gesundheitsmanagement, (2) die verbesserte Versorgung durch Telemedizin, (3) der stärkere Einbezug von Künstlicher Intelligenz und Cloud-Computing in herkömmliche Dienstleistungen sowie (4) die gesteigerte Interoperabilität von Gesundheitsinformationssystemen [Ka17].

Seit 2018 engagiert sich die EU-Kommission verstärkt für Fortschritte bei der *"Digital Transformation of Health and Care in the Digital Single Market"* und hat zahlreiche Initiativen gefördert, die auf eine Zusammenarbeit zwischen Forschung und Praxis zur Entwicklung Digitaler Innovationen (DI) abzielen. Häufig sind diese durch eine unbefriedigende Translation von Projektergebnissen in die Regelversorgung gekennzeichnet [AKT15]. Als eine Ursache werden Interoperabilitätsprobleme bei der Integration von DI in bestehende Krankenhausinformationssysteme (KIS) genannt. Dabei wird an die Interoperabilität von KIS nicht mehr nur die Forderung gestellt,

---

<sup>1</sup> TU Dresden, Professur für Wirtschaftsinformatik, insb. Systementwicklung, Helmholtzstraße 10, 01069 Dresden, stefanie.kaczmarek@tu-dresden.de

<sup>2</sup> TU Dresden, Professur für Wirtschaftsinformatik, insb. Systementwicklung, Helmholtzstraße 10, 01069 Dresden, martin.benedict@tu-dresden.de

Informationsaustausche für bestehende Prozesse zu gewährleisten, sondern auch DI in einfacher Weise integrieren zu können. Eine unzureichende Integration kann ihrerseits zu Einbußen der wahrgenommenen Nützlichkeit für den Anwender von DI führen. Unter Umständen werden dadurch innovative Lösungen vom Anwender abgelehnt [Mu11].

Vor dem Hintergrund der kritischen Integrationsaufgabe von DI in bestehende KIS ist das Ziel dieses Artikels, eine Analyse der verschiedenen Interoperabilitätsaspekte auf unterschiedlichen Betrachtungsebenen vorzunehmen. Im Kontext der Wirtschafts- und Medizininformatik sind Interoperabilitätsframeworks ein vielfach verwendetes Konzept zur Systematisierung heterogener Sichtweisen. Um in weiteren Forschungsschritten die Relevanz verschiedener Interoperabilitätsaspekte für DI im Gesundheitswesen zu bewerten, wird im Zuge dieser Ausarbeitung zunächst ein Beitrag in Form eines systematischen Vergleichs der Interoperabilitätsaspekte geleistet. Adressiert wird dies in der vorliegenden Arbeit durch folgende Forschungsfrage:

*Welche interoperabilitätsspezifischen Frameworks im Kontext des Gesundheitswesens existieren in der Literatur und welche Sichten decken sie ab?*

## 2 Methode

Um die bestehenden Interoperabilitätsaspekte zusammenzufassen wird ein Scoping Review nach ARKSEY & O'MALLEY (2005) durchgeführt [AO05]. Während im ersten Kapitel die Forschungsfrage identifiziert wurde, folgt an dieser Stelle die Identifikation relevanter Beiträge. Für einen umfassenden Überblick über Art und Umfang des Forschungsfelds wird eine Suchstrategie verfolgt, die ein breites Spektrum an verschiedenen Quellen abdeckt. Neben der Suche nach relevanten Beiträgen in der elektronischen Datenbank *Scopus* ( $n = 65$ ), fließen weitere Beiträge durch die händische Suche anhand von Referenzlisten ( $n = 4$ ) sowie grauer Literatur ( $n = 1$ ) in die Betrachtung mit ein. Dabei wurde der Suchbegriff *"interoperability framework\*" OR "interoperability architectur\*" OR "interoperability model\*" AND "healthcare"* in Titel, Abriss und den Schlüsselwörtern verwendet. Die Auswahl der Beiträge wurde durch die ausschließliche Berücksichtigung englischsprachiger Texte begrenzt. Insgesamt konnten 70 Beiträge identifiziert werden. Nach der Untersuchung von Titeln und Abrissen auf Relevanz wurden 11 Beiträge ausgeschlossen; auf 11 weitere Beiträge kann nicht zugegriffen werden. Das Screening der Volltexte der verbliebenen 48 Beiträge führte zum Ausschluss von 26 Beiträgen. In die Analyse der verschiedenen Interoperabilitätsaspekte fließen letztendlich 22 Beiträge ein. Die Systematisierung der Frameworks erfolgt anhand der interoperabilitätsspezifischen Sichten, deren Adressaten und Zielstellungen. Basis für die Systematisierung der Adressaten ist der von MATTHES (2011) vorgeschlagene Ansatz zur Gruppierung von Rahmenwerken [Ma11].

### 3 Ergebnisse

Insgesamt sind fünf interoperabilitätsspezifische Frameworks im Kontext des Gesundheitswesens identifizierbar. Während das aktuellste Framework im Jahr 2017 publiziert wurde, findet das Älteste seit ca. 20 Jahren Anwendung. Je nach Framework variiert die Anzahl der Sichten zwischen drei und sechs. Der Grund hierfür liegt in der Weiterentwicklung bestehender Grundmodelle. Da Interoperabilität vielseitig ist, wuchs der Bedarf an weiteren Werkzeugen, die die Implementierung auf allen Ebenen unterstützen können [Eh15]. Tabelle 1 visualisiert die identifizierten Interoperabilitätsframeworks einschließlich ihrer verschiedenen interoperabilitätsspezifischen Sichten sowie deren Adressaten und Zielstellungen.

Artikel	Interoperabilitätsframework	Interoperabilitätsspezifische Sichten	Adressaten	Zielstellung
[Eu17]	new European Interoperability Framework (new EIF)	legal, organizational, semantic, technical	Regierungsvertreter und Behörden	Orientierungshilfe für die öffentliche Verwaltung, Förderung der grenz-/sektorübergreifenden Interoperabilität
[Eh15]	Refined eHealth EIF (ReEIF)	legal and regulatory, policy, care process, information, application, IT infrastructure	Regierungsvertreter und Behörden	Interoperabilität und Standardisierungsherausforderungen managen, gemeinsame Sprache für Problemanalyse
[Na09]	National Institutes of Health (NIH) Enterprise Architecture Framework	business, information, technology	Management	gemeinsamer Plan zur IT-Unterstützung, effiziente Geschäftsprozesse und Informationszugang schaffen
[Ne05]	eHealth/NEHTA Interoperability Framework	organizational, information, technical	Management	gemeinsamer Werkzeugkasten, um Kompatibilität zu gewährleisten
[DI00]	Healthcare Information Framework (HIF)	healthcare application, healthcare middleware, healthcare bitways	Techniker und Entwickler	Hinweise auf Aspekte, die bei der Auswahl von Modellierungsmethoden zu beachten sind

Tab. 1: Überblick über interoperabilitätsspezifische Aspekte

Zwischen den einzelnen Frameworks sind Gemeinsamkeiten, aber auch Unterschiede zu erkennen. Beispielsweise ist in einzelnen Frameworks eine explizite Weiterentwicklung bestehender Ansätze zu erkennen. So geht das ReEIF aus dem new EIF hervor. Die Sichten *policy and care process* (bzw. *application* und *IT infrastructure*) des ReEIFs sind der Sicht *organizational* (bzw. *technical*) im new EIF nachempfunden. Nach der eingehenden Analyse der fünf interoperabilitätsspezifischen Frameworks konnten sieben wesentliche Konzepte identifiziert werden, die Interoperabilität im Kontext des Gesundheitswesens charakterisieren. Diese sieben Konzepte werden im Folgenden kurz dargestellt.

Die *rechtliche und regulatorische Interoperabilität* adressiert die Einhaltung von Gesetzesvorschriften, Verordnungen, Richtlinien und Normen. So können beispielsweise Datenschutz, wettbewerbswidrige Aspekte und andere rechtliche Hindernisse die Interoperabilität von Systemen beeinträchtigen [Eu17], [Eh15], [Na09], [Ne05]. Die *politische Interoperabilität* stützt sich auf Verträge und Vereinbarungen zwischen den beteiligten Projektpartnern. Darüber hinaus sind Vision, Strategie, Zweck, Ziel und Wert der Zusammenarbeit sowie Commitment und Vertrauen elementare Interoperabilitätsaspekte [Eu17], [Eh15], [Ne05]. Die *organisatorische Interoperabilität* steht für Governance-Strukturen, etablierte Organisationsstandards, geregelte Verantwortlichkeiten und das Engagement aller Anspruchsgruppen. Die Basis dafür bilden Vertrauen, Eigenverantwortung und Unabhängigkeit von der Führung [Eu17], [Eh15], [Ne05]. Die *prozessuale Interoperabilität* zielt auf die Angleichung von Geschäftsprozessen bzw. Standardvorgehensmodellen, wie etwa integrierte Versorgungspfade und Workflows ab. Für koordiniert ablaufende Geschäftsprozesse bedarf allerdings eines einheitlichen Verständnisses über (Unternehmens-)Aktivitäten [Eu17], [Eh15], [Ne05], [DI00]. Die *informatrische Interoperabilität* deckt sowohl semantische als auch syntaktische Aspekte der Interoperabilität ab. Während sich die semantische Interoperabilität auf die Bedeutung der Datenelemente und deren Beziehungen bezieht und dabei auch die Entwicklung eines gemeinsamen Vokabulars für die Beschreibung des Datenaustauschs berücksichtigt, zielt die syntaktische Interoperabilität auf die Erläuterung der exakten Grammatik/Formate ab [Eu17], [Eh15], [Na09], [Ne05]. Die *Interoperabilität von Anwendungen* berücksichtigt einerseits den Import und Export von Daten. Andererseits spielen technische Spezifikationen wie beispielsweise Kommunikationsstandards und die Integration sowie Informationsverarbeitung eine bedeutende Rolle bei der Interoperabilität zwischen Anwendungen [Eu17], [Eh15], [Na09], [DI00]. Die Interoperabilität von IT-Infrastruktur umfasst Standards und Protokolle [Eu17], [Ne05].

#### 4 Fazit und Ausblick

Nachdem in dieser Arbeit aufgezeigt wurde, welche interoperabilitätsspezifischen Frameworks im Kontext des Gesundheitswesens existieren und über welche Sichten diese verfügen, sollen im nächsten Schritt die identifizierten Interoperabilitätsaspekte hinsichtlich ihrer Relevanz für DI untersucht werden, um kritische Aspekte der Integration von DI in bestehende KIS zu untersuchen. Darüber hinaus können diese Ergebnisse als

Grundlage zur Systematisierung von Enablern und Barrieren im Kontext von KIS, die die Integration von DI beeinflussen, dienen. Durch eine solche Systematisierung können Enabler und Barrieren für DI auf strukturierte Art und Weise über den Projektlebenszyklus hinweg festgehalten werden. Schlussendlich soll ein Framework entwickelt werden, das neue DI-Projektpartner aus Forschung und Praxis bei der Integration ihrer DI-Projekte in bestehende Versorgungseinrichtungen und -netzwerke unterstützt, indem es zu vermeidende Barrieren aufzeigt und damit Enabler benennt, welche den Erfolg eines Projektes befördern können.

#### Literaturverzeichnis

- [AKT15] Andreassen, H.K., Kjekshus, L.E. & Tjora, A.: Survival of the project: A case study of ICT innovation in health care. *Social Science and Medicine*, 132, S. 62-69, 2015.
- [AM05] Arksey, H. & O'Malley, L.: Scoping Studies: Towards a Methodological Framework. *International Journal of Social Research Methodology*, 8(1), S. 19-32, 2005.
- [Eh15] EHealth Network: Refined eHealth European Interoperability Framework. [https://ec.europa.eu/health/sites/health/files/ehealth/docs/ev\\_20151123\\_co03\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/health/sites/health/files/ehealth/docs/ev_20151123_co03_en.pdf), Stand 2015.
- [Eu17] European Commission: New European Interoperability Framework – Promoting seamless services and data flows for European public administrations. [https://ec.europa.eu/isa2/sites/isa/files/eif\\_brochure\\_final.pdf](https://ec.europa.eu/isa2/sites/isa/files/eif_brochure_final.pdf), Stand 2017.
- [DI00] Deutsches Institut für Normung e. V.: DIN V ENV 12443:2000-01: Medizinische Informatik – Rahmenkonzept für Informationen im Gesundheitswesen. <https://www.beuth.de/de/vornorm/din-v-env-12443/29604387>, Stand 2000.
- [Ka17] Kaindl A.: 4 forces that will impact the future of healthcare digitalization. <https://www.forbes.com/sites/siemenshealthineers/2017/02/21/4-forces-that-will-impact-the-futureof-healthcare-digitalization/#7c3a6977485e>, Stand 2017.
- [Ma11] Matthes, D.: *Enterprise Architecture Frameworks Kompendium*. Springer Verlag, Berlin/Heidelberg, 2011.
- [Mu11] Murray et al.: Why is it difficult to implement e-health initiatives? A qualitative study. *Implementation Science*, 6(6), S. 367-472, 2011.
- [Na09] National Institutes of Health: NIH Enterprise Architecture Framework. [https://ocio.nih.gov/PM/PMC/presentations/Documents/2011/Update\\_on\\_Enterprise\\_Architecture.pdf#search=interoperability](https://ocio.nih.gov/PM/PMC/presentations/Documents/2011/Update_on_Enterprise_Architecture.pdf#search=interoperability), Stand 2009.
- [Ne05] Nehta: Towards an Interoperability Framework – Version 1.8. [http://www.providersedge.com/ehdocs/ehr\\_articles/Towards\\_an\\_Interoperability\\_Framework.pdf](http://www.providersedge.com/ehdocs/ehr_articles/Towards_an_Interoperability_Framework.pdf), Stand 200

## Interoperabilität – technische oder doch vielmehr ökonomische Herausforderung?!

### Workshop Digitale Innovationen im Gesundheitsmarkt – Märkte, Geschäftsmodelle, Technologien

Lars Stegemann<sup>1</sup>, Martin Gersch<sup>2</sup>

**Abstract:** Interoperabilität ist ein seit längerem adressiertes Phänomen, das in der Literatur zumeist als Ursache für eine als unzureichend empfundene Digitalisierung und Vernetzung im Gesundheitswesen diskutiert wird. Hierbei werden insbesondere technische und organisatorische Aspekte aus Sicht diverser beteiligter Stakeholder betont, um eine hinreichende Interoperabilität zu befördern. Jeweils aktuelle Standortbestimmungen verweisen zumeist auf die Verfügbarkeit internationaler Branchenstandards (u.a. DICOM, HL7 oder FHIR) und offener Schnittstellen. Hierdurch seien u.a. eine einfache Adaption sowie diverse Anwendungsvorteile gewährleistet. Der vorliegende Beitrag vermutet neben technischen vor allem ökonomische Herausforderungen als Ursachen einer unzureichenden Interoperabilität. Neben bestehenden Anreizen durch etablierte Geschäftsmodelle und einer im Zeitverlauf asymmetrischen Verteilung relevanter Kosten-Nutzen-Effekte aus Sicht einzelner Akteure, werden im Rahmen einer systematischen Literaturrecherche sowie eigener Projekterfahrungen weitere erkennbare ökonomische Aspekte identifiziert.

**Keywords:** Interoperability, Healthcare, Economic Dimensions, Systematic Literature Review

## 1 Einleitung

Neue Anwendungen und Technologien verbreiten sich im Gesundheitswesen langsamer als in vielen anderen Branchen [LA16], [GW19]. Gründe dafür sind u.a. politische, rechtliche, infrastrukturelle und regulatorische Faktoren [AJM13], [Th18], [No01]. Weitere Schwierigkeiten der Digitalisierung bestehen bezüglich der Harmonisierung vielfältiger Interessen unterschiedlicher Akteure im Gesundheitswesen [LA16], [No01]. Dabei werden der Digitalisierung des Gesundheitswesens große Chancen zugesprochen, u.a. Kostensenkung, Zeitersparnis, Qualitätsverbesserung sowie ein insgesamt verbesserter Zugang zur medizinischen Versorgung [Dü13], [YCC19]. Diverse Studien belegen, dass insbesondere Deutschland als Industrienation im Vergleich zu anderen Staaten großen Nachholbedarf hat, die informationstechnischen Möglichkeiten vollumfänglich zu nutzen [Th18]. Im Hinblick auf den aktuellen Stand der Digitalisierung und Vernetzung im deutschen Gesundheitswesen wird in der Literatur oft eine mangelnde Interoperabilität diskutiert [No01], [TD17], [KWG13], [GR11]. Um diese zu erreichen,

---

<sup>1</sup> Lars Stegemann, Freie Universität Berlin, Fachbereich Wirtschaftswissenschaft, Department Wirtschaftsinformatik, Garystr. 21, 14195 Berlin, lars.stegemann@fu-berlin.de

<sup>2</sup> Univ.-Prof. Dr. Martin Gersch, Freie Universität Berlin, Fachbereich Wirtschaftswissenschaft, Department Wirtschaftsinformatik, Garystr. 21, 14195 Berlin, martin.gersch@fu-berlin.de

werden u.a. die Verwendung von Standards und der Einsatz von offenen Schnittstellen gefordert. Hierdurch können Daten zwischen den verschiedenen Systemen der Akteure ausgetauscht und möglichst friktionsfrei weiter genutzt werden [BL18]. Eine Vereinbarung offener Schnittstellen würde den Prozess der digitalen Transformation deutlich vereinfachen, beschleunigen und gleichzeitig die Kosten für den digitalen Wandel reduzieren [MMK15]. In der Literatur wird Interoperabilität im Gesundheitswesen seit Jahrzehnten diskutiert. Dabei zeigen sich die regulatorischen Vorgaben und Maßnahmen hinsichtlich Interoperabilität von Nation zu Nation als sehr verschieden. In den USA und Dänemark beispielsweise gibt es klarere Vorgaben, wohingegen in Deutschland die Verwendung von Standards bisher nur empfohlen wird [Gr11]. Auf technischer Ebene existieren je nach Anwendungsfall verschiedene Standards, die einen einheitlichen Datenaustausch ermöglichen (z.B. [HL7] oder [DICOM]). In der Literatur wird aktuell der als leicht adaptierbar geltende Fast Healthcare Interoperability Resources (FHIR) Standard diskutiert [La14]. Um in Deutschland mehr Transparenz für technische und semantische Standards zu erzielen und eine einfachere Wiederverwendung entwickelter Lösungen zu unterstützen, gründete die Gesellschaft für Telematikanwendungen der Gesundheitskarte (gematik) das Informationsportal [vesta.de](http://vesta.de). Trotz der zunehmenden Verfügbarkeit notwendiger technischer Standards sowie auf ihnen basierender Anwendungen und wiederholter Forderungen diverser Expertinnen und Experten ist allerdings weiterhin keine Entwicklung hin zu einer verbesserten Interoperabilität zu beobachten. Als eine aktuelle Reaktion hierauf beauftragte z.B. das Bundesministerium für Gesundheit (BMG), nach der Übernahme der gematik im 1. Quartal 2019, die Kassenärztliche Bundesvereinigung (KBV) mit dem Thema der Interoperabilität, um für die elektronische Patientenakte (ePA) klare und ggf. auch verbindliche Vorgaben zu entwickeln.

Bei Analyse der Debatte um Interoperabilität im Gesundheitswesen stellt sich die Frage, ob es sich hierbei tatsächlich um eine technische oder nicht doch vielmehr um eine ökonomische Herausforderung handelt.

**Forschungsfrage:**

*Welche ökonomischen Interoperabilitäts Herausforderungen zeigen sich im Gesundheitswesen und wie können diese charakterisiert werden?*

## **2 Konzeptueller Hintergrund zu Interoperabilität**

Um ein Verständnis von Interoperabilität zu vermitteln, gibt es verschiedene Konzeptualisierungen, Definitionen und Vorgehensmodelle für Interoperabilität. Eine stark verbreitete Definition stammt von der IEEE [IE98] und definiert Interoperabilität wie folgt "The ability of two or more systems or components to exchange [data/] information and to use the [data/] information that has been exchanged." [IE98]. Bei Übertragung der IEEE [IE98] Definition auf die Tab. 1 und deren verschiedenen Ebene von Interoperabilität fällt auf, dass die IEEE [IE98] nicht zwischen Information, Daten oder Wissen unterscheidet. Abhängig vom Kontext unterscheiden wir nach Krcmar [Kh19] sowie der

Konzeptualisierung in Tab. 1 zwischen einem Daten- und Informationsaustausch. Nach der Darstellung in Tab. 1 kann der Datenaustausch auf der Ebene der strukturellen Ebene und der Austausch von Informationen der syntaktischen Ebene zugeordnet werden.

<b>Ebene</b>	<b>Aufgabe</b>	<b>Typische Standards</b>
Organisatorische Ebene/ pragmatische Ebene	Systemübergreifende <b>Prozesse, Rollen, Berechtigungen (Wissensaustausch auf Geschäftskonzeptniveau)</b>	Gibt es wenige, z.B. ITIL (ISO 20000), ISO 9001, ISO 27000 (ISMS)
Semantische Ebene	Einheitliches <b>Verständnis der Informationseinheiten (Wissensaustausch auf IT-Konzeptniveau in computeranalysierbarer Form)</b>	<b>Klassifikationssysteme:</b> ICD 9/10, <b>Referenzmodelle:</b> CDA, HL7 (RIM), FHIR <b>Terminologien:</b> SNOMED CT, IDMP LIONIC  <i>Protokolle des ISO/OSI-Modells Ebene 7</i>
Syntaktische Ebene	Informationseinheiten in den Daten erkennen ( <b>Informationsaustausch</b> )	XML, CSV, HL7, DICOM, FHIR  <i>Protokolle des ISO/OSI-Modells Ebene 5-7</i>
Strukturelle Ebene	<b>Datenaustausch</b>	<i>Einfache EDI, Protokolle des ISO/OSI-Modells Ebene 1-7</i>
Technische Ebene	<b>Bit Übertragungsschicht, technisch plug &amp; play</b>	<i>Technische Schnittstellen und Standards, Protokolle des ISO/OSI 1-3</i>

Tab. 1: Ebenen der Interoperabilität in Anlehnung an [Bb08], [BG10], [BO18], [OS16]

Interoperabilität auf den höheren Ebenen kann dadurch charakterisiert werden, dass die ausgetauschte Informationseinheiten einheitlich verstanden werden und ein erster Wissensaustausch stattfindet. Auf der semantischen Ebene findet dieser auf IT-Konzeptniveau statt. Wenn dadurch systemübergreifend Prozesse ausgelöst werden, wäre der Austausch (Wissensaustausch) auf der organisatorischer/pragmatischer Ebene zuzuordnen. In Abgrenzung zu Interoperabilität, verstehen wir Kompatibilität nach der Definition der IEEE [IE98] "[t]he ability of two or more systems or components to perform their required functions while sharing the same hardware or software environment." als

Grundlage um einen Datenaustausch zu erreichen. Dies kann insbesondere den unteren Ebenen der technischen und strukturellen Ebene zugeordnet werden (siehe Tab. 1). In der Literatur zu Interoperabilität im Gesundheitswesen werden primäre die syntaktische und semantische Ebene diskutiert. Die Tab. 1 zeigt hierzu eine Auswahl typischer Standards im Gesundheitswesen. Standards der syntaktischen Ebene folgen einem Datenformat, das von beiden Informationssystemen unterstützt und verstanden wird [KSM10]. Ein Beispiel hierzu wäre die Übertragung von Labordaten\-informationen aus einem Laborinformationssystem (LIS) in ein Krankenhaus-informationssystem (KIS) mithilfe der HL7 Schnittstelle. Die semantische Ebene ist dadurch charakterisiert, dass die ausgetauschten Informationen einheitlich verstanden werden und für klinische Entscheidungen komplexer Zusammenhänge genutzt werden kann. Voraussetzungen hierfür sind Terminologien und Ontologien (z.B. LOINC, SNOMED-CT), die ein einheitliches Verständnis der ausgetauschten Informationen ermöglichen [KSM10]. Wichtig ist hierbei die Berücksichtigung des Kontexts [KSM10]. Beispielsweise ist bei der Betrachtung des Blutdrucks entscheidend, ob die Messung im Ruhezustand oder bei körperlicher Betätigung wie Sport erfolgte. Ohne diese Information kann keine eindeutige Einschätzung getroffen werden.

Interoperabilität auf der semantischen Ebene flächendeckend zu erzielen ist eines der großen Herausforderungen im Gesundheitswesen [Sp07]. Besonders im Hinblick auf den Einsatz von Technologien wie künstliche Intelligenz und Big-Data zur Entscheidungs- und Diagnoseunterstützung ist Interoperabilität auf der semantischen Ebene eine entscheidende Voraussetzung [TL19]. Dabei ist Interoperabilität nicht nur ein nationales, sondern auch internationales Thema. Daher hat die Europäische Kommission dem Thema Interoperabilität einen Leitrahmen gegeben. In dem European Interoperability Framework (EIF) werden Akzente gesetzt, die bei der Planung und Durchführung von IT-Projekten u.a. im Gesundheitswesen hinsichtlich Interoperabilität zu berücksichtigen sind [EC19a], [EC19b].

Die in diesem Kapitel vorgestellten Konzeptualisierungen geben einen kurzen Überblick über zum Thema Interoperabilität. Der Fokus der Diskussionen aus der Literatur liegt hierbei primär auf den technischen Ausprägungen.

### **3 Methodischer Ansatz und Ausblick**

Um die Forschungsfrage zu klären, wird eine systematische Literaturrecherche nach vom Brocke et al. (2009) durchgeführt und hierauf aufbauend ein Verständnis hinsichtlich der ökonomischen Implikationen von Interoperabilität entwickelt. Hierzu werden zunächst in der Literatur diskutierte Probleme und Herausforderungen von Interoperabilität identifiziert. In der Analyse der 330 Treffer aus den Datenbanken AIS, Web of Science und EBSCO (Academic Search Ultimate, Business Source Premier, EconLit, MEDLINE) werden relevante Dimensionen von Interoperabilität abgeleitet. Als Grundlage zur Systematisierung der technischen Aspekte von Interoperabilität liefert u.a. die beschriebenen Konzeptualisierungen der Tab. 1 eine gute Grundlage, für die Einschätzung der

beschreiben Aspekte. Erste Analysen zeigen, dass Interoperabilität je nach dominierenden Geschäftsmodellen befördert oder behindert wird. Nicht für jeden beteiligten Stakeholder stehen resultierenden Kosten (auf der Mikro-Ebene) hinreichend attraktive Nutzeneffekte (auf der Mikro-, Meso-, und Makro-Ebene) gegenüber. Zudem erschweren bekannte IT-Paradoxien eine belastbare ökonomische Abwägung aus Sicht einzelner Stakeholder. Zusätzlich kommt es auch zeitlich zu einer schiefen Verteilung von Kosten und Nutzen zwischen den beteiligten Akteuren. Hieraus können Positionen des Abwartens bzw. der gegenseitigen Aufforderung zur Investition oder sogar des versteckten Widerstandes resultieren, die die insgesamt erforderlichen Diffusionsprozesse zur Erreichung einer kritischen Masse immer wieder frühzeitig blockieren [GS17], [Ka17], [VGS17]. Weiterhin sind Pfadabhängigkeiten, durch selbstverstärkende Mechanismen bis hin zu Netzwerkeffekten [SSK09], [Sy12] weitere ökonomische Herausforderungen der Interoperabilität.

Das Ziel des Beitrages besteht darin, neben den in der Literatur ausführlich diskutierten technischen Herausforderungen von Interoperabilität, einen Beitrag im Hinblick auf ökonomische Implikationen von Interoperabilität und deren Bedeutung zu leisten. Anhand der identifizierten ökonomischen Aspekte könnten in weiteren Forschungsvorhaben z.B. Best-Practice Ansätze analysiert sowie mögliche, ggf. auch stakeholder-differenzierende Lösungsoptionen, u.a. in Form von Geschäftsmodellen, Anreizsystemen, Vorgehensmodellen oder Gestaltungsprinzipien, entwickelt werden.

#### Literaturverzeichnis

- [AJM13] Alkrajji, A., Jackson, T., & Murray, I.: Health data standards and adoption process Preliminary findings of a qualitative study in Saudi Arabia, *Campus – Wide Information Systems*, vol. 28, no. 5, pp. 345–359, 2013.
- [BG10] Benson, T. & Grieve, G.: *Principles of Health Interoperability – SNOMED CT, HL7 and FHIR*. Springer International Publishing, Cham, 2010.
- [Bb08] Blobel, B.: Introduction into Advanced eHealth – The Personal Health Challenge. In (Blobel B., Pharow P., Nerlich M.): *E-Health: Combining Health Telematics, Telemedicine, Biomedical Engineering and Bio-informatics to the Edge – Global Experts Summit Textbook, Series Studies in Health Technology and Informatics*. 134 IOS Press, Amsterdam, 3-14, 2008.
- [BL18] Buhalisa, D. & Leungb, R.: Smart hospitality – Interconnectivity and interoperability towards an ecosystem. *International Journal of Hospitality Management*, 71, 41–50, 2018.
- [BO18] Blobel B. & Oemig F.: Solving the Modeling Dilemma as a Foundation for Interoperability. *EJBI*, no. 14, pp. 3–12, 2018.
- [Dü13] Dünnebeil, S., Krcmar, H., Sunyeav, A. & Leimeister, J. M.: Modular Architecture of Value-Added Applications for German Healthcare Telematics. *Business & Information Systems Engineering*: 5 (1), 3-16, 2013.

- [EC19a] European Commission, eHealth Network: Refined eHealth European Interoperability Framework. Zugriff: [https://ec.europa.eu/health/sites/health/files/ehealth/docs/ev\\_20151123\\_co03\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/health/sites/health/files/ehealth/docs/ev_20151123_co03_en.pdf). Abruf: 04.07.2019.
- [EC19b] European Commission: Europäischer Interoperabilitätsrahmen – Umsetzungsstrategie. Zugriff: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:52017DC0134&from=EN> Abruf: 04.07.2019.
- [GW19] Gersch, M. & Wessel, L.: E-Health und Health-IT. In (Gronau, N. et al. Hrsg.): Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik. 11. Auflage, GITO, Berlin, Zugriff: <http://www.encyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de> Abruf: 22.4.2019.
- [Gr11] Gray, B. H., Bowden, T., Johansen, I. & Koch, S.: Electronic health records: an international perspective on "meaningful use," Issue Brief (Commonw Fund), vol. 28, pp. 1–18, 2011.
- [GR11] Gersch, M. & Rüsike, T.: Diffusionshemmnisse innovativer E-Health Anwendungen im deutschen Gesundheitswesen, Arbeitsbericht, Berlin, 2011.
- [GS17] Gersch, M. & Sydow, J.: Der Innovationsfonds aus Sicht der Innovationsforschung. In (Amelung, V. et al.) Innovationsfonds: Impulse für das deutsche Gesundheitssystem. MWV, Berlin, 58-65, 2017.
- [IE98] IEEE Standards Board: IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology, 1998.
- [Ka17] Kastrup, M., Tittmann, B., Schwatzki, T., Gersch, M., Vogt, C., Rosentahl, M., Rosseau, S. & Spies, C.: Transition from in-hospital ventilation to home ventilation: process description and quality indicators, German Medical Science (GMS), 15, 2017.
- [Kh19] Kremer, H.: Information. In: (Gronau, N. et al. Hrsg.): Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik. 11. ed., GITO publisher, Berlin, Germany, Zugriff: <http://www.encyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de>. Abruf: 04.07.2019.
- [KSM10] Kadry, B., Sanderson, I. C. & Macario, A.: "Challenges that limit meaningful use of health information technology," Current Opinion in Anesthesiology, vol. 23, no. 2, pp. 184–192, 2010.
- [KWG13] Kops, C., Wessel, L. & Gersch, M.: Innovation Barricades in German Health Care: Balancing Resource-based and Institutional Perspectives, in: 29th EGOS Colloquium 2013, July 4-6 2013, Montreal (Canada), 2013.
- [La14] Lamprinakos, G. C., A. S. Mousas, A. P. Kapsalis, D. I. Kaklamani, I. S. Venieris, A. D. Boufis, P. D. Karmiris and S. G. Mantzouratos (eds.): Using FHIR to develop a healthcare mobile application. 2014 4th International Conference on Wireless Mobile Communication and Healthcare – Transforming Healthcare Through Innovations in Mobile and Wireless Technologies (MOBIHEALTH), 132-135, 2014.
- [LA16] Lim, S. Y. & Anderson, E. G.: Institutional Barriers against Innovation Diffusion – From the Perspective of Digital Health Startups, 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), 2016.
- [MMK15] Mandl, K. D., Mandel, J. C. & Kohane, I. S.: Driving Innovation in Health Systems through an Apps-Based Information Economy, Cell Systems, 1(1), 8-13, 2015.

- [No01] Nohl-Deryk, P., Brinkmann, J. K., Gerlach, F. M., Schreyögg, J. & Achelrod, D.: Hürden bei der Digitalisierung der Medizin in Deutschland – eine Expertenbefragung: Barriers to Digitalisation of Healthcare in Germany: A Survey of Experts Hintergrund Ergebnisse. *Das Gesundheitswesen* 2018, 80 (11), 939-945, 2018.
- [OS16] Oemig, F. & Snelick, R.: *Healthcare Interoperability Standards Compliance Handbook – Conformance and Testing of Healthcare Data Exchange Standards*. Springer International Publishing, Cham, 2016.
- [Sp07] Sprivulis, P., Walker, J., Johnston, D., Pan, E.; Adler-Milstein, J., Middleton, B. & Bates, D. W.: The economic benefits of health information exchange interoperability for Australia,” *Australian Health Review*, vol. 31, no. 4, pp. 531–539, 2007.
- [SSK09] Sydow, J., Schreyögg, G. & Koch, J.: Organizational Path Dependence: Opening the Black Box, *Academy of Management Review*, vol. 34, no. 4, pp. 689–709, 2009.
- [Sy12] Sydow, J., Windeler, A., Müller-Seitz, G., Lange, K.: Path Constitution Analysis: A Methodology for Understanding Path Dependence and Path Creation, *BuR – Business Research*, no. 5, pp. 155–176, 2012.
- [Th18] Thiel, R., Deimel, L., Schmidtman, D., Piesche, K., Hüsing, T., Rennoch, J., Stroetmann, V., Stroetmann: #SmartHealthSystems: Digitalisierungsstrategien im internationalen Vergleich, 1. Auflage Bertelsmann Stiftung, 2018, Zugriff: <https://www.bertelsmann-stiftung.de/de/publikationen/publikation/did/smarthealthsystems/> Abruf: 24.04.2019.
- [TL19] Thun, S. & Lehne, M.: Interoperabilität – Voraussetzung für Künstliche Intelligenz und Big Data in der Medizin. *E-Health-Com*. Zugriff: <https://e-health-com.de/details-news/interoperabilitaet-voraussetzung-fuer-kuenstliche-intelligenz-und-big-data-in-der-medizin/>, Abruf: 22.05.2019, 2013.
- [TD17] Thun, S. & Dewenter, H.: Syntaktische und semantische Interoperabilität. In (Müller-Mielitz, S. & Lux T) *E-Health-Ökonomie*. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, 669-682, 2017.
- [YCC19] Yang, C., Chou, T.-C. & Chen, Y.-H.: Bridging Digital boundary in Healthcare Systems – An Interoperability Enactment Perspective. *Computer Standards & Interfaces* 62, 43-52, 2019.
- [Vbr09] Vom Brocke, J., Simons, A., Niehaves, B., Riemer, K., Plattlauf, R., Cleven, A., Plattfaut, R. & Cleven, A.: Reconstructing the Giant: On the Importance of Rigour in Documenting the Literature Search Process. *ECIS 2009*, 3226–3238, 2009.
- [VGS17] Vogt, C., Gersch. M. & Spies, C.: E-Health und die digitale Transformation des deutschen Gesundheitswesens: Kooperative Ressourcen- und Kompetenzentwicklung als Teil einer (De-) Spezifizierungsstrategie in frühen Marktphasen. 10. Konferenz Strategisches Kompetenzmanagement (SKM). Berlin, Germany, 2017.

## Aktivitäten von Google, Apple, Facebook, Amazon und Microsoft im Gesundheitsmarkt

Marco Kohlhausen<sup>1</sup>

**Abstract:** Die Studie liefert eine Übersicht der verschiedenen Aktivitäten von Google, Apple, Amazon, Microsoft und Facebook im Gesundheitswesen. Im Zuge der Digitalisierung des Gesundheitswesens eröffnen sich nicht nur neue Möglichkeiten für die Entwicklung innovativer Produkte, Services und Geschäftsmodelle, sondern es entstehen auch gänzlich neue Marktsegmente. Die großen Tech-Konzerne haben dieses Potenzial längst erkannt und versuchen sich mit verschiedenen Aktivitäten und Angeboten im Gesundheitsmarkt strategisch zu positionieren. Dabei machen sie sich ihre vorhandenen Stärken und Strukturen zunutze. Zur systematischen Verortung der verschiedenen Aktivitäten wurde dieser Gesundheitsmarkt in acht Bereiche untergliedert: Informations- und Kommunikationstechnik (IKT), Leistungserbringer, Medizintechnik, Biotech- und Pharma, Kostenträger und Regulierung, Verkehr, Mobilität und Logistik (VML), Handel sowie Wissenschaft und Bildung. Der Beitrag liefert eine Übersicht der verschiedenen Aktivitäten von Google, Apple, Amazon, Microsoft und Facebook im Gesundheitswesen und gibt erste Einblicke in die Auseinandersetzung der Literatur mit diesem Thema.

**Keywords:** Digital Health, Plattformökonomie, Google, Apple, Amazon, Facebook, Microsoft

### 1 Einleitung

Die Digitalisierung verändert nicht nur das Leben des Einzelnen, sondern beeinflusst die gesamte Gesellschaft. In der Wirtschaft entwickelt sich eine erfolgreiche Digitale Transformation zunehmend zu einem zentralen Wettbewerbsfaktor. Dies trifft auch auf die Gesundheitswirtschaft zu [Ag10], [Fi11]. Für den Einfluss digitaler Technologien auf das Gesundheitswesen hat sich der Begriff Digital Health etabliert. Digital Health besitzt hierbei das Potential, das Gesundheitswesen in verschiedenen Bereichen nachhaltig zu verändern [Mu16]: Sei es durch Anwendungsbereiche wie mHealth [Me16], Telemedizin oder Electronic Health Records (EHR) [AUD17], neuer Technologien oder Konzepte wie Machine Learning und medical IoT [LL18] oder einer steigenden Health Literacy durch den vermehrten Zugang zu Informationen. Die Unternehmen der Gesundheitswirtschaft werden sich auf diese massiven Veränderungen einstellen müssen: bei der Leistungserstellung an sich, beim Leistungsangebot und bei der Gestaltung der Kundeninteraktion.

Gleichzeitig sind Veränderungen der Gesundheitswirtschaft durch den Eintritt branchenfremder Wettbewerber zu beobachten und infolge des Konvergenzpotenzials der Digitalisierung auch weiter zu erwarten. Insbesondere die großen Plattformunternehmen Google, Apple, Amazon, Microsoft und Facebook haben den Gesundheitsmarkt für sich

---

<sup>1</sup> Universität Potsdam, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik und Digitalisierung August-Bebel-Str. 89, 14482 Potsdam, marco.kohlhausen@uni-potsdam.de

entdeckt und engagieren sich bereits vielfältig. Sie verfügen aufgrund ihrer gefestigten wirtschaftlichen und technologischen Stärken einerseits über das Potenzial, die Digitalisierung des Gesundheitswesens voranzutreiben und die medizinische Behandlung zu verbessern. Andererseits stellen sie jedoch auch eine Bedrohung für die bestehende Ordnung der Gesundheitswirtschaft dar.

## **2 Methodik**

Für eine umfassende Betrachtung der Aktivitäten von Google, Apple, Facebook, Amazon und Microsoft im Gesundheitswesen ist neben der Erhebung des Stands der Praxis ebenfalls eine genaue Auseinandersetzung mit der Literatur vonnöten. Hierzu wird eine systematische Literaturrecherche zum Auftreten der fünf Player im Gesundheitswesen durchgeführt. Begonnen wurde diesbezüglich mit den relevanten Journals der Wirtschaftsinformatik (A und B). Für die Erhebung des Stands der Praxis wurden verschiedene Sekundärquellen (Artikel, Geschäftsberichte, Fachzeitsungen, etc.) durchsucht.

## **3 Erste Einblicke in die Literatur**

Zusätzlich zu der bereits erwähnten Literaturrecherche in den A und B Journals der Wirtschaftsinformatik, wurde eine Abstract/Title-Suche in den Datenbanken AiSel, ACM.DL durchgeführt, um einen erweiterten ersten Eindruck über die Thematisierung in der Literatur zu erhalten. In den somit identifizierten Artikeln konnten insgesamt 72 Erwähnungen von Google, Apple, Facebook, Amazon und Microsoft zu Aktivitäten im Gesundheitsmarkt festgestellt werden. Die Abbildung 1 gibt einen Überblick, wie oft die einzelnen Unternehmen erwähnt wurden und in welchem thematischen Zusammenhang dies geschah. Hierbei ist als erstes deutlich zu erkennen, dass Google in der Literatur am präsentesten ist und Amazon am wenigsten in Erscheinung tritt.

In Verbindung mit Google wird in der Literatur unter anderem die Suche nach medizinischen Informationen oder gesundheitlichen Fragen mittels der Google Suchmaschine thematisiert [Mc18], [Pa14], [Yi17], [Gu09]. In Bezug auf Electronic Health Records (EHR) und Personal Health Records (PHR), wird Google zumeist in Kombination mit Microsoft genannt. Dies bezieht sich auf die elektronische Gesundheitsakten Google Health und Microsofts HealthVault [LSH11], [NC10]. Google Health wurde allerdings 2012 eingestellt. Gemeinsam mit Amazon wird Google zudem in Verbindung mit dem Einsatz von Drohnen im Gesundheitswesen erwähnt [SS17]. Apples Auftreten ist in den meisten Fällen auf dessen Health-App [FA16], bzw. Frameworks [By17] oder Wearables (Apple Watch) [Ch17], [AA16] zurückzuführen. Facebooks Erwähnungen beziehen sich unter anderem auf die Möglichkeiten über das Soziale Netzwerk Gesundheitsinformationen zu beschaffen [LC18] oder Studienteilnehmer zu identifizieren [EA16].

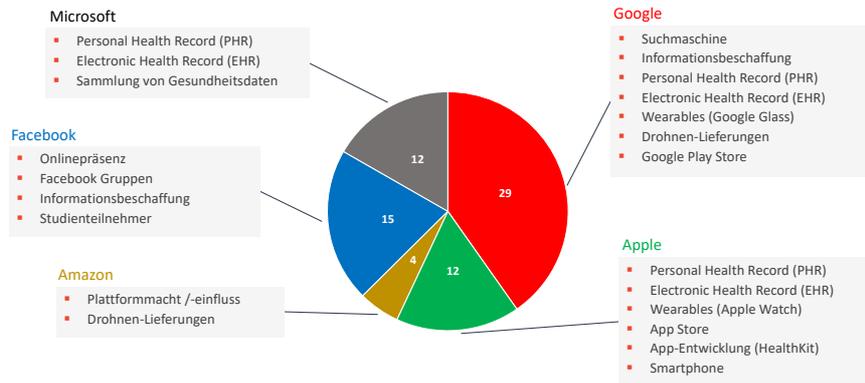


Abb. 1: Literatur zu Google, Apple, Facebook, Amazon und Microsoft im Gesundheitswesen

#### 4 Identifizierte Aktivitäten

Für eine detaillierte Einordnung der von Google, Apple, Facebook, Amazon und Microsoft bestehenden und geplanten Aktivitäten und Vorhaben wurde der Gesundheitsmarkt in acht Bereiche untergliedert: Informations- und Kommunikationstechnik (IKT), Leistungserbringer, Medizintechnik, Biotech und Pharma, Kostenträger, Verkehr/Mobilität/Logistik (VML), Handel sowie Wissenschaft und Bildung. Die Abbildung 2 gibt eine Übersicht der identifizierten Aktivitäten und zeigt zudem auf, in welchen Bereichen diese vorwiegend einzuordnen sind.

Die Aktivitäten in diesen Bereichen können sich über ein besonders breites Feld verteilen und vielfältige Ausmaße annehmen. Im Folgenden werden die verschiedenen Aktivitäten entlang der acht Bereich näher vorgestellt.

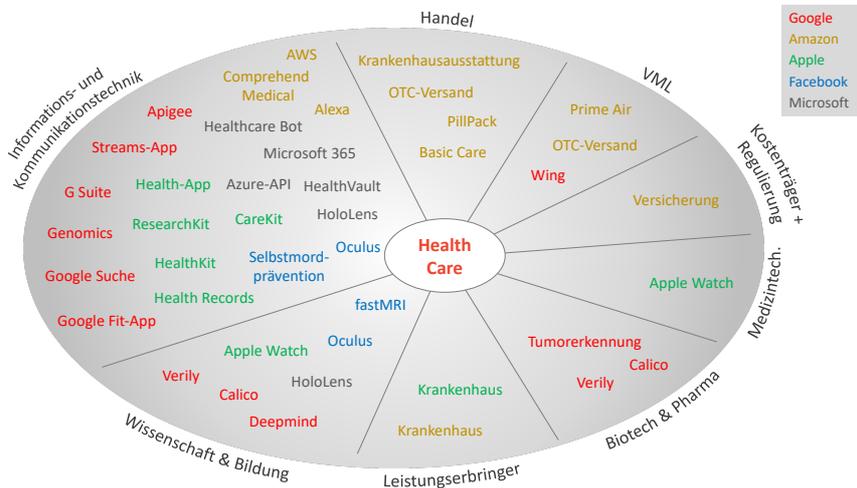


Abb. 2: Übersicht der Aktivitäten im Gesundheitsmarkt

#### 4.1 Informations- und Kommunikationstechnik

Im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnik sind die meisten Aktivitäten vorzufinden. Dies ist aufgrund der Herkunft der fünf Player allerdings nicht weiter verwunderlich. Dementsprechend werden bereits vorliegende Stärken und Marktpositionen genutzt, um sich darauf aufbauen in den Gesundheitsmarkt auszubreiten. Beispiele hierfür sind die hauseigenen Betriebssysteme iOS und Android von Apple und Google, das umfassende Cloud-Angebot von Google, Amazon und Microsoft, der Smart Speaker Alexa von Amazon, sowie verschiedene Wearables.

Mit der Google Fit-App von Google und der Health-App von Apple werden dem Nutzer zwei Apps für das Smartphone bereitgestellt, die als Personal-Health-Record fungieren und Gesundheitsdaten des Nutzers sammeln und aufbereiten. Während die Google Fit-App beim Tracking von Aktivitäten (mittels Sensoren des Smartphones oder Wearables) unterstützt und eine gesündere Lebensweise fördern soll, ermöglicht Apple dem Nutzer zusätzlich mit der Health-App, Gesundheitsdaten von Drittanbietern zu importieren. Im Jahr 2018 erweiterte Apple in den USA die Health-App zudem um Health Records. Diese Funktion erlaubt es den Nutzern ihre eigens erhobenen Daten durch solche von Arztpraxen, Krankenhäuser oder anderen Institutionen (z.B. Labordaten) in der Health-App zu ergänzen. Die Gesundheitsdaten können zudem für Dritte (z.B. Ärzte) freigegeben werden. Im Jahr 2008 startete Google mit der Plattform Google Health eine elektronische Patientenakte, die zur zentrierten Sammlung von Gesundheitsdaten dienen sollte, 2012 allerdings aufgrund eines zu geringen Kundenaufkommens eingestellt wurde. Microsoft startete 2007 die elektronische Patientenakte HealthVault, die nun allerdings laut

Ankündigung Microsofts im November 2019 ebenfalls eingestellt. Weiterhin bieten Apples Open-Source-Frameworks HealthKit, ResearchKit und CareKit Forschern und Entwicklern eine Umgebung für die Programmierung von Gesundheits-Apps. Das HealthKit ermöglicht den FHIR-kompatiblen Austausch von Daten zwischen der Health-App und Drittanbietern. Das ResearchKit bietet vorgefertigte Komponenten um bei der Registrierung von Teilnehmern und Durchführung von Studien zu unterstützen, um somit Daten zu Forschungszwecken sammeln zu können. Das CareKit ermöglicht die Programmierung von Apps zum unterstützenden Umgang mit Krankheiten (z.B. Dokumentation von Symptomen).

Für verschiedene Gesundheitseinrichtungen wie Krankenhäuser bietet Google seine Cloud- und Groupware-Lösung G-Suite an. Diese vereint verschiedene Software Tools und soll unter anderem die Kollaboration, Datenhaltung und Verarbeitung sowie das Patientenerlebnis effizienter und angenehmer gestalten. Seitens Microsofts wird diesbezüglich die, weit verbreitete und diverse Services kombinierende, Bürokomplettlösung Microsoft 365 angeboten.

Mit der Azure-API für FHIR stellt Microsoft für sein Cloud-Angebot einen Service bereit, der es im Gesundheitswesen agierenden Unternehmen ermöglicht, ihre Gesundheitsdaten in Microsofts Cloud (Azure) zu halten und mittels des FHIR-Standards unterbrechungsfrei zwischen verschiedenen Systemen auszutauschen. Für diese Zwecke kaufte Google im Jahr 2016 für 625 Millionen US-Dollar das Management-Unternehmen Apigee. Dieses befasst sich mit der Entwicklung von Programmierschnittstellen (APIs) und entwickelt mitunter FHIR-kompatible Schnittstellen speziell für den Gesundheitsmarkt.

Comprehend Medical ist ein Cloud-Service, der speziell über das AWS-Angebot von Amazon vertrieben wird. Dieser macht es möglich, unstrukturierte Daten wie handgeschriebene Notizen, Fallakten oder Testresultate mithilfe von Natural Language Processing (NLP) zu strukturieren und nach bestimmten Informationen zu durchsuchen. Die von der Google-Schwester Deepmind entwickelte und nun in Google integrierte Streams-App dient der Unterstützung des medizinischen Personals sowie Ärzten. Adressiert es aktuell die schnelle Erkennung und Behandlung von Nierenversagen, so soll es zukünftig zu einem weltweit einsetzbarem KI-Assistenten für Ärzte und medizinisches Personal erweitert werden.

Zur Unterstützung der Kundeninteraktion liefert Microsoft mit dem Healthcare Bot einen auf Künstlicher Intelligenz beruhenden Chatbot. Mit Zugriff auf umfangreiche medizinische Informationen und der Fähigkeit zur Erfassung und Einordnung verschiedener Symptome kann der Healthcare Bot beispielsweise bereits wichtige Informationen sammeln, verarbeiten und an medizinisches Fachpersonal weitergeben, bevor der Kunde in direktem Kontakt mit diesem tritt. Amazon versucht zudem ebenfalls ihren Sprachassistenten Alexa um verschiedene gesundheitsbezogene Funktionen zu erweitern. So wurde bereits gemeinsam mit dem Boston Children's Hospital eine Funktion integriert, mit der Eltern via Alexa gesundheitliche Fragen an das ärztliche Personal übermitteln können. Durch die Partnerschaft mit dem Unternehmen Livongo Health können Patienten über Alexa ihren Blutzuckerspiegel erfragen.

Auf seiner Social-Network-Plattform startete Facebook 2017 ein Suizidpräventionsprogramm, das mithilfe einer Künstlichen Intelligenz jegliche Posts des sozialen Netzwerks durchsucht und auf suizidale Gedanken hin untersucht. Auffällige Nutzer sollen markiert und in Kontakt mit geeigneten Helfern gebracht werden.

#### **4.2 Wissenschaft und Bildung**

Mit den drei Schwesterunternehmen Calico, Verily Life Science und Deepmind sticht Google im Bereich der Wissenschaft besonders hervor. Verily Life Science ist als Forschungsunternehmen im Bereich der Biowissenschaften verankert und arbeitet an einer Vielzahl von Projekten, die von Sensoren in smarten Kontaktlinsen, über Bioelektronik und Gesundheitsplattformen bis hin zu sich selbst stabilisierendem Besteck für Parkinsonpatienten reichen. Das Biotechunternehmen Calico ist eines von Googles ambitioniertesten Vorhaben mit dem Ziel, das menschliche Altern zu verlangsamen bzw. aufzuhalten. Projekte dieser Art werden von Google aufgrund ihrer besonders langfristigen Zielsetzung als Moonshots bezeichnet. Mit Übernahme des Start-ups Deepmind im Jahr 2014 für geschätzte 400 Millionen US-Dollar verstärkte Google zudem seine Expertise im Bereich der Künstlichen Intelligenz. Unter anderem arbeitet Deepmind daran, Tumore auf medizinischen Bildaufnahmen mittels trainierter Algorithmen schneller und genauer zu identifizieren als Ärzte. Auch Facebook beteiligt sich mit seiner eigenen Forschungseinrichtung Facebook AI Research (FAIR) an der Forschung im Gesundheitswesen. Mit dem im Bereich der Künstlichen Intelligenz angesiedelten Forschungsprojekts fastMRI wird in Kooperation mit der School of Medicine der New York University (NYU) an der Verbesserung von Magnetresonanztomografien (MRT) gearbeitet. In dem 2018 initiierten Projekt sollen zunächst mithilfe eines umfassenden Datensatzes an Knie-, Gehirn- und Leber-MRT Künstliche Neuronale Netze mit dem Ziel trainiert werden, den Scanprozess um das Zehnfache zu beschleunigen. Hierbei sollen bewusst weniger Daten erfasst werden und stattdessen von der Künstlichen Intelligenz Ergänzungen vorgenommen werden.

Mit der Microsofts Augmented- Reality-Brille HoloLens und Facebooks Virtual-Reality-Brillen Oculus bieten beide Unternehmen vielversprechende Geräte für die Bildung an. Auf der Konferenz der Healthcare Information and Management Systems Society (HIMSS) 2018 stellte Microsoft bereits eine Vielzahl möglicher Einsatzmöglichkeiten für die Nutzung der HoloLens im Bereich des Gesundheitswesens vor. Beispiele sind etwa Echtzeit-Ultraschallsimulationen in verschiedenen Körperteilen, Geburtenvorbereitungen mittels lernender 3D-Hologramme, virtuelles Training von Herzoperationen oder der Umgang mit virtuellen Patienten. Facebook lässt dagegen in einer Partnerschaft mit dem Children's Hospital Los Angeles (CHLA) Medizinstudenten und das ärztliche Personal in nachgestellten kritischen Trainingsszenarien trainieren.

### **4.3 Handel**

Im Bereich Handel nutzt Amazon seine Marktherrschaft und weitet diese systematisch aus. So erweiterte Amazon mit der 2015 in den USA (Ende 2016 in Deutschland) gestarteten B2B-Plattform Amazon Business seine Aktivitäten im E-Commerce-Bereich um Geschäftskunden. Die B2B-Plattform weist ein breites Angebot an Gesundheitsprodukten auf und besitzt laut der vom Marktforschungsunternehmen research tools durchgeführten "Studie eVisibility Medizintechnik 2017" die größte Präsenz eines Onlineshops im Bereich der Medizintechnik [Re17].

Nachdem Amazon im B2C-Bereich bereits als Handelsplattform für verschiedene OTC-Arzneimittel in den USA diente, führte es dort 2017 die hauseigene OTC-Marke Basic Care ein. Diese wird von dem weltgrößten OTC-Hersteller Perrigo (Mutterkonzern des in Deutschland bekannten Herstellers Omega) produziert und umfasst eine Produktpalette von 60 Arzneimitteln, die vom einfachen Haarwuchsmittel bis hin zu schmerzlindernden Produkten reichen. Einen weiteren bedeutenden Schritt in das Arzneimittelgeschäft machte Amazon mit dem Kauf der Online-Versandapotheke PillPack. Die Start-up-Versandapotheke spezialisierte sich auf die individualisierte Arzneimittelverblisterung, die in der Regel auf einen Monat ausgelegt ist.

### **4.4 Leistungserbringer**

Im Bereich der Leistungserbringung fallen sowohl Apple als auch Amazon durch die Eröffnung, bzw. die Planung eigener Krankenhäuser auf. Um seine eigenen Mitarbeiter und deren Familien ärztlich zu versorgen, errichtete Apple im Jahr 2018 bereits zwei medizinische Einrichtungen in direkter Nähe der Firmenzentrale. Die eigenen Kliniken entstammen dabei dem eigens dafür von Apple gegründetem Unternehmen AC Wellness. Dieses listet in dessen Onlinepräsenz weiterhin zu besetzende Stellen für medizinisches Fachpersonal. Ähnlich wie Apple plant auch Amazon die Eröffnung eigens für Mitarbeiter und deren Familien vorgesehener Krankenhäuser, um den hohen Gesundheitskosten auf dem US-Markt entgegenzuwirken.

### **4.5 Kostenträger und Regulierung**

Im Bereich der Kostenträger und Regulierung tut sich alleine Amazon hervor, indem es ankündigte gemeinsam mit Berkshire Hathaway und JP Morgan einen Krankenversicherer zu gründen. Das dabei entstehende Joint Venture soll demnach die mehr als 1,1 Millionen Mitarbeiter der drei Unternehmen krankenversichern und dazu beitragen, die Gesundheitskosten für den ohnehin teuren US-Gesundheitsmarkt zu senken.

#### **4.6 Medizintechnik**

Die Apple Watch Series 4 kann mithilfe eingebauter Elektroden und dem Auflegen eines Fingers ein EKG des Trägers durchführen. Gespeichert werden die gesammelten Informationen auf der zugehörigen EKG-App auf dem Smartphone. In der gemeinsam mit der Stanford University School of Medicine durchgeführten Apple Heart Study (AHS) wurde gezeigt, dass in 84 % der durch die Apple Watch gemeldeten Meldungen von Vorhofflimmern ein tatsächliches (durch simultane ambulante EKG-Messung erkanntes) Vorhofflimmern vorlag. Insgesamt nahmen 419.093 Probanden teil. Die EKG-Funktion stattet die Apple Watch Series 4 somit erstmalig mit Eigenschaften eines Medizinproduktes aus.

#### **4.7 Verkehr, Mobilität, Logistik**

Das Unternehmen Wing, das sich aus Googles Moonshot-Fabrik X (ehemals Google X) herausgegründet hat, arbeitet an der Entwicklung von Drohnen zum Transport verschiedener Produkte und Güter. Hierbei soll auch der Transport von Medikamenten oder die Mobilität medizinischer Versorgung ein Szenario darstellen. Ähnliche Pläne verfolgt Amazon mit ihrem Drohnenprogramm Prime Air.

#### **4.8 Biotech und Pharma**

In dem Bereich Biotech und Pharma sind erneut Googles Schwesterunternehmen Calico, Verily Life Science und Deepmind zu nennen. Aufgrund dessen, dass diese im Bereich Wissenschaft und Bildung bereits näher erläutert wurden, wird an dieser Stelle darauf verzichtet.

### **5 Ausblick**

Google, Apple, Amazon, Microsoft und Facebook werden das Gesundheitswesen nachhaltig und vielschichtig beeinflussen. Ihre digitalen Technologien liefern nicht nur die Grundlage, die medizinische Behandlung zu optimieren, sei es für die Prävention, Diagnose, Therapie oder Nachsorge. Die fünf Unternehmen verändern auch die Art und Weise, wie wir mit der Gesundheit umgehen, und schaffen somit Platz für neue Produkte, Services, Geschäftsmodelle oder gänzlich neue Marktsegmente. Der Gesundheitsmarkt wird sich zukünftig maßgeblich neu definieren.

Um diesen Wandel besser greifbar zu machen, ist eine tiefgreifende Betrachtung und Analyse der aktuellen Entwicklungen unabdingbar. Insbesondere ist hierfür eine intensive Beschäftigung mit den aktuellen und geplanten Vorhaben der großen Plattformunternehmen Google, Apple, Amazon, Microsoft und Facebook notwendig. Der beschriebene Stand der Praxis verdeutlicht, dass diese fünf Player bereits in verschiedenen Bereichen der Gesundheitswirtschaft aktiv sind und dabei innovative Geschäftsmodelle

erproben oder neue Marktsegmente erschließen. Diese Bereiche sind sehr vielfältig, den Kompetenzen entsprechend aber vornehmlich dem Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) zuzuordnen, sei es durch gesundheitsbezogene Apps, Cloudservices oder Endgeräte, die im medizinischen Alltag zunehmend Anwendung finden. Die Beispiele der hauseigenen Versicherungen und Kliniken offenbaren jedoch auch, dass diese Unternehmen komplett neue Bereiche zu erobern versuchen. Zudem haben die Plattformunternehmen auch vorgelagerte und periphere Bereiche der Gesundheitswirtschaft, wie bspw. Medizintechnik, Pharma, Handel oder Logistik bereits erschlossen.

Die Zusammenfassung der Aktivitäten zeigt vor allem, dass Google, Apple, Amazon, Microsoft und Facebook nicht nur vorhandene Stärken und Strukturen nutzen, um diese für einen Eintritt in den Gesundheitsmarkt zu nutzen, sondern auch dazu bereit sind, gänzlich neue Geschäftsbereiche zu betreten oder zu erschaffen. Zusätzlich werden bereits erste Schwerpunkte der einzelnen Unternehmen im Gesundheitsmarkt ersichtlich und lassen mögliche Potenziale für die Zukunft ableiten. Für eine umfassende Betrachtung der Einflüsse auf die Gesundheitswirtschaft ist jedoch eine nähere Betrachtung der aktuellen und zukünftigen Wertschöpfungsstrukturen nötig. Zu diesem Zweck müssen die jeweiligen Wertschöpfungskonstellationen spezifisch analysiert werden, um das tatsächliche Ausmaß des Einflusses von Google, Apple, Facebook, Amazon und Microsoft auf die gesamte Gesundheitswirtschaft bestimmen zu können.

#### Literaturverzeichnis

- [AA16] Albaghli, R., & Anderson, K. M.: A vision for heart rate health through wearables, Proceedings of the 2016 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing: Adjunct, pp. 1101-1105, 2016.
- [Ag10] Agarwal, R., Guodong, G., DesRoches, C., Jha, AK: The digital transformation of healthcare: Current status and the road ahead. Information Systems Research 21, Vol (4), pp. 796–809, 2010.
- [AUD17] Ankem, K., Uppala, V., & Dhawan, A.: Electronic Health Record System Implementation, Journal of the Midwest Association for Information Systems, Vol. 2, 2017.
- [By17] Bygstad, B.: Generative innovation: a comparison of lightweight and heavyweight IT, Journal of Information Technology, Vol. 32, Issue 2, pp. 180-193, 2017.
- [Ch17] Chung, C. F., Gorm, N., Shklovski, I. A., & Munson, S.: Finding the right fit: understanding health tracking in workplace wellness programs, Proceedings of the 2017 CHI conference on human factors in computing systems, pp. 4875-4886, 2017.
- [EA16] Erfani, S., & Abedin, B.: Social support, social belongingness, and psychological well-being: benefits of online healthcare community membership, Pacific Asia Conference on Information Systems (PACIS 2016), 2016.

- [Fi11] Fichman, R. G., Kohli, R., Krishnan, R., & Kane, G. C.: The Role of Information Systems in Healthcare: Current Research and Future Trends, lead article by the senior editors in, *Information Systems Research*, Vol. 22, pp. 419–428, 2011.
- [FA16] Furstenu, D., & Auschra, C.: Open digital platforms in health care: Implementation and scaling strategies, *International Conference on Information Systems (ICIS)*, 2016.
- [Gu09] Gualtieri, L. N.: The doctor as the second opinion and the internet as the first, *CHI'09 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, pp. 2489-2498, 2009.
- [LC18] Lin, H. C., & Chang, C. M.: What motivates health information exchange in social media? The roles of the social cognitive theory and perceived interactivity. *Information & Management*, Vol 55, Issue 6, pp. 771-780, 2018.
- [LL18] Lokshina, I., & Lanting, C.: A Qualitative Evaluation of IoT-driven eHealth: Knowledge Management, Business Models and Opportunities, Deployment and Evolution, *Proceedings of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences*, 2018.
- [LSH11] Liu, L. S., Shih, P. C., & Hayes, G. R.: Barriers to the adoption and use of personal health record systems, *Proceedings of the 2011 iConference*, pp. 363-370, 2011.
- [Mc18] McCreless, T.: The Impact of Online Health Searches on Medical Outcomes: Some Evidence from Google Trends, *Americas Conference on Information Systems (AMCIS)*, 2018.
- [Me16] Meng, F., Guo, X., Peng, Z., Lai, K. & Vogel, D.: Routine Use of Mobile Health Services in the, *ICIS 2016 Proceedings*, 2016.
- [Mu16] Murray, E., Hekler, E. B., Andersson, G., Collins, L. M., Doherty, A., Hollis, C., Rivera, D. E., West, R. & Wyatt, J. C.: Evaluating Digital Health Interventions: Key Questions and Approaches, *American Journal of Preventive Medicine*, Vol. 41, Issue 5, 2016.
- [NC10] Nematzadeh, A., & Camp, L. J.: Threat analysis of online health information system, *Proceedings of the 3rd International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments*, p. 31, 2010.
- [Pa14] Pang, P. C. I., Chang, S., Pearce, J. M., & Verspoor, K.: Online Health Information seeking Behaviour: Understanding Different Search Approaches, *Pacific Asia Conference on Information Systems (PACIS) Proceedings*, 2014.
- [Re17] Research Tools, Studie eVisibility Medizintechnik 2017, Verfügbar unter: <https://research-tools.net/evisibility/#toggle-id-92>, 2017.
- [SS17] Scott, J., & Scott, C.: Drone delivery models for healthcare, *Proceedings of the 50th Hawaii international conference on system sciences*, 2017.
- [Yi17] Yilma, T. M., Inthiran, A., Reidpath, D., & Orimaye, S. O.: Health Information Seeking and its Associated Factors among University Students: A Case in a Middle-Income Setting, *Pacific Asia Conference on Information Systems (PACIS) Proceedings*. 2017.



## Ausgewählte Literatur für die Bereiche

Digitalisierung  
Electronic Business  
Produktentwicklung  
Wirtschaftsinformatik

### Digitalisierung

5182 Gronau, N.	Additive Fertigung (Industrie 4.0 Management 5/2016)	66978-3-95545-182-0
5184 Gronau, N.; Grum, M.	Wissensmanagement im Zeitalter der Digitalisierung	141978-3-95545-184-4
5183 Gronau, N.	Additive Fertigung (Industrie 4.0 Management 5/2016) E-Journal	68978-3-95545-183-7
5193 Scholz-Reiter, B.	System Integrated Intelligence (Industrie 4.0 Management) 6/2016	66978-3-95545-193-6
5194 Scholz-Reiter, B.	System Integrated Intelligence (Industrie 4.0 Management 6/2016) E-Journal	66978-3-95545-194-3
5195 Katzlinger, Elisabeth, u.a.	Von der Datenverarbeitung zum Digital Business	500978-3-95545-195-0
5200 Scholz-Reiter, B.	Energie- und Ressourceneffiziente Produktion (Industrie 4.0 Management 1/2017) E-Journal	66978-3-95545-200-1
5199 Scholz-Reiter, B.	Energie- und Ressourceneffiziente Produktion (Industrie 4.0 Management 1/2017)	66978-3-95545-199-8
5203 Eggert, S.	Big Data und ERP (ERP Management 1/2017)	66978-3-95545-203-2
5204 Eggert, S.	Big Data und ERP (ERP Management 1/2017) E-Journal	66978-3-95545-204-9
5209 Gronau, N.	Standardisierung (Industrie 4.0 Management 2/2017)	64978-3-95545-209-4
5210 Gronau, N.	Standardisierung (Industrie 4.0 Management 2/2017) E-Journal	64978-3-95545-210-0
5212 Scholz-Reiter, B.	Industrie 4.0-Technologien (productivity 2/2017) E-Journal	68978-3-95545-212-4
5211 Scholz-Reiter, B.	Industrie 4.0-Technologien (productivity 2/2017)	68978-3-95545-211-7
5197 Gronau, N., Glaschke, Chr.	Die Rolle von ERP-Systemen im Zeitalter der Digitalisierung	277978-3-95545-197-4
5213 Gronau, N.	CRM-ERP-Strategien (ERP Management 2/2017)	64978-3-95545-213-1
5214 Gronau, N.	CRM-ERP-Strategien (ERP Management 2/2017 E-Journal)	64978-3-95545-214-8
5216 Gronau, N.	Megatrend Digitalisierung (Industrie 4.0 Management 3/2017)	80978-3-95545-216-2
5217 Gronau, N.	Megatrend Digitalisierung (Industrie 4.0 Management 3/2017 E-Journal)	80978-3-95545-217-9
5219 Scholz-Reiter, B.	Industrial Big Data (Industrie 4.0 Management 4/2017) E-Journal	64978-3-95545-219-3
5221 Gronau, N.	Produktionssysteme (productivITy 3/2017) E-Journal	68978-3-95545-221-6
5218 Scholz-Reiter, B.	Industrial Big Data (Industrie 4.0 Management 4/2017)	64978-3-95545-218-6
5220 Gronau, N.	Produktionssysteme (productivITy 3/2017)	68978-3-95545-220-9
5227 Gronau N.; Eggert, S. S.	ERP-Auswahl (ERP-Management 3/2017)	66978-3-95545-227-8
5232 Gronau, N.	Geschäftsmodelle im Kontext von Industrie 4.0 (Industrie 4.0 Management 5/2017)	66978-3-95545-232-2
5231 Gronau, N.	Geschäftsmodelle im Kontext von Industrie 4.0 (Industrie 4.0 Management 5/2017)	66978-3-95545-231-5
5228 Gronau, N.; Eggert, S.	ERP-Auswahl (ERP-Management 3/2017) E-Journal	66978-3-95545-228-5
5234 Gronau, N.; Glaschke, Ch.	Die Rolle von ERP-Systemen im Zeitalter der Digitalisierung E-Book	205978-3-95545-234-6
5235 Scholz-Reiter, B.	Prozessinnovation (productivity 4/2017)	66978-3-95545-235-3
5236 Scholz-Reiter, B.	Prozessinnovation (productivity 4/2017 E-Journal)	66978-3-95545-236-0
5239 Gronau, N.; Eggert, S.	Erfolgsfaktoren zur ERP-Einführung (ERP Management 4/2017)	66978-3-95545-239-1
5240 Gronau, N.	Erfolgsfaktoren zur ERP-Einführung (ERP Management 4/2017) E-Journal	66978-3-95545-240-7
5238 Scholz-Reiter, B.	Betriebssysteme für Fabriken (Industrie 4.0 Management 6/2017) E-Journal	66978-3-95545-238-4
5242 Gronau, N.	Fabriksicherheit (Industrie 4.0 Management 1/2018)	66978-3-95545-242-1

5243	Gronau, N.	Fabriksicherheit (Industrie 4.0 Management 1/2018) E-Journal	66978-3-95545-243-8
5244	Gronau, N.	Fabriksoftware (productivITy 1/2018)	66978-3-95545-244-5
5245	Gronau, N.	Fabriksoftware (productivITy 1/2018) E-Journal	66978-3-95545-245-2
5248	Bill, R., Zehner, M. L., Lerche, T., Schröder, J. (Hrsg.)	GeoForum MV 2018 - Geoinformation und Digitalisierung	190978-3-95545-248-3
5249	Scholz-Reiter, B.	Cross Industry 4.0 (Industrie 4.0 Management 2/2018)	66978-3-95545-249-0
5250	Scholz-Reiter, B.	Cross Industry 4.0 (Industrie 4.0 Management 2/2018) E-Journal	66978-3-95545-250-6
5251	Gronau, N.	Intelligente Produktion (Fabriksoftware 2/2018)	66978-3-95545-251-3
5211	Scholz-Reiter, B.	Industrie 4.0-Technologien (productivity 2/2017)	68 978-3-95545-211-7
5220	Gronau, N.	Produktionssysteme (productivITy 3/2017)	68 978-3-95545-220-9
5235	Scholz-Reiter, B.	Prozessinnovation (productivity 4/2017)	66978-3-95545-235-3
5203	Eggert, S.	Big Data und ERP (ERP Management 1/2017)	66 978-3-95545-203-2
5213	Gronau, N.	CRM-ERP-Strategien (ERP Management 2/2017)	64 978-3-95545-213-1
5227	Gronau N.; Eggert	ERP-Auswahl (ERP-Management 3/2017)	66 978-3-95545-227-8
5239	Gronau, N.; Eggert, S.	Erfolgsfaktoren zur ERP-Einführung (ERP Management 4/2017)	66 978-3-95545-239-1
5199	Scholz-Reiter, B.	Energie- und Ressourceneffiziente Produktion (Industrie 4.0 Management 1/2017)	66 978-3-95545-199-8
5209	Gronau, N.	Standardisierung (Industrie 4.0 Management 2/2017)	64 978-3-95545-209-4
5216	Gronau, N.	Megatrend Digitalisierung (Industrie 4.0 Management 3/2017)	80 978-3-95545-216-2
5218	Scholz-Reiter, B.	Industrial Big Data (Industrie 4.0 Management 4/2017)	64 978-3-95545-218-6
5231	Gronau, N.	Geschäftsmodelle im Kontext von Industrie 4.0 (Industrie 4.0 Management 5/2017)	66 978-3-95545-231-5
5237	Scholz-Reiter, B.	Betriebssysteme für Fabriken (Industrie 4.0 Management 6/2017)	66 978-3-95545-237-7
5242	Gronau, N.	Fabriksicherheit (Industrie 4.0 Management 1/2018)	66 978-3-95545-242-1
5249	Scholz-Reiter, B.	Cross Industry 4.0 (Industrie 4.0 Management 2/2018)	66 978-3-95545-249-0
5244	Gronau, N.	Fabriksoftware (productivITy 1/2018)	66 978-3-95545-244-5
5251	Gronau, N.	Intelligente Produktion (Fabriksoftware 2/2018)	66 978-3-95545-251-3
5253	Gronau, N.	Business Analytics mit ERP (ERP Management 1/2018)	66 978-3-95545-253-7
5197	Gronau, N., Glaschke, Chr.	Die Rolle von ERP-Systemen im Zeitalter der Digitalisierung	277 978-3-95545-197-4
5248	Bill, R. u.a.	GeoForum MV 2018 - Geoinformation und Digitalisierung	190 978-3-95545-248-3
5261	Gronau, N.	Von Industrial Internet of Things zu Industrie 4.0	237 978-3-95545-2612
5247	Gronau, N.	Industrial Internet of Things –Grundlagen	245 978-3-95545-247-6

## Electronic Business

5092	Gronau, N.	111 ERP-Systeme im Vergleich - Funktionsumfang, Mobilität, Analytics (ERP Marktüberblick 3/2014) E-Journal	65 978-3-95545-092-2
5143	Michael A. Herzog (ed.)	Economics of Communication –ICT Driven Sustainability	139 978-3-95545-143-1
5169	Gronau, N.	Smart Factory (productivITy 2/2016) E-Journal	66 978-3-95545-169-1
5225	Gronau, N.	Industrial Internet of Things in der Arbeits- und Betriebsorganisation	260 978-3-95545-225-4
5030	Gronau, N.	Cloud Computing (Industrie Management 4/2013) E-Journal	68 978-3-95545-030-4
5225	Gronau, N. (Hrsg.)	Industrial Internet of Things in der Arbeits- und Betriebsorganisation	260 978-3-95545-225-4

## Produktentwicklung

5057	Gronau, N.; Scholz-Reiter, B.	30 Jahre industrielle Geschäftsprozesse (Industrie Management 1/2014)	66 978-3-95545-057-1
5061	Gronau, N.	Schlanke Produktion mit MES - 70 Systeme im Vergleich (PRODUCTIVITY Marktüberblick 1/2014)	73 978-3-95545-061-8
5063	Norbert Gronau	Störungsmanagement (PRODUCTIVITY Management 1/2014)	66 978-3-95545-063-2
5069	Bernd Scholz-Reiter	Desktop Manufacturing (Industrie Management 2/2014)	66 978-3-95545-069-4
5070	Bernd Scholz-Reiter	Automatisierung (Productivity Management 2/2014)	46 978-3-95545-070-0
5074	Bernd Scholz-Reiter	Capability Management (Industrie Management 3/2014)	66 978-3-95545-074-8

5078	Norbert Gronau	Fabriksicherheit (Productivity Management 3/2014)	66 978-3-95545-078-6
5080	Bernd Scholz-Reiter	Stadtnahe Produktion (Industrie Management 4/2014)	66 978-3-95545-080-9
5083	Wolfgang Kersten, Hans Koller, Hermann Lödging (Hrsg.)	Industrie 4.0 Wie intelligente Vernetzung und kognitive Systeme unsere Arbeit verändern	425 978-3-95545-083-0
5093	Gronau, N.	Risiko (Industrie Management 5/2014)	66 978-3-95545-093-9
5100	Gronau, N.	Manufacturing Analytics (Productivity Management 5/2014)	74 978-3-95545-100-4
5123	Röchert-Voigt, Tanja, Gronau, N. (Hrsg.)	Gubernative Rechtsetzung mit Social Software	313978-3-95545-123-3
5156	Gronau, N.	Product-Service Design (Industrie 4.0 Management 1/2016)	66 978-3-95545-156-1
5184	Gronau, N.; Grum, M.	Wissensmanagement im Zeitalter der Digitalisierung	141978-3-95545-184-4
5225	Gronau, N. (Hrsg.)	Industrial Internet of Things in der Arbeits- und Betriebsorganisation	260 978-3-95545-225-4
5247	Gronau, N.	Industrial Internet of Things –Grundlagen	245 978-3-95545-247-6

## Wirtschaftsinformatik

5068	Lindemann, M.	Architekturmuster für Software-Produktlinien	278 978-3-95545-068-7
5076	Gronau, N.	CRM (ERP Management 2/2014)	66 978-3-95545-076-2
5082	Brockmann, C.	An approach to design the business model of an ERP vendor	294 978-3-95545-082-3
5084	K-H. Kutschke, U. Klammer, R. Bill, A. Golnik	GeoMV 2014 – 10 Jahre GeoMV	95 978-3-95545-084-7
5087	Gronau, N.	Business Analytics (ERP Management 3/2014)	66 978-3-95545-087-8
5091	Gronau, N.	111 ERP-Systeme im Vergleich - Funktionsumfang, Mobilität, Analytics (ERP Marktüberblick 3/2014)	65 978-3-95545-091-5
5096	Gronau, N.	Einführung in die Wirtschaftsinformatik, Band 1 (5. überarbeitete Auflage 2014)	276 978-3-95545-096-0
5099	Gronau, N.	Einführung in die Wirtschaftsinformatik, Band 2 (5. überarbeitete Auflage 2014)	290 978-3-95545-099-1
5123	Röchert-Voigt, Tanja, Gronau, N. (Hrsg.)	Gubernative Rechtsetzung mit Social Software	313 978-3-95545-123-3
5132	Flach, G., Frenzel, C.	10. Rostocker eGovernment-Forum 2015 - Kooperatives eGovernment: Erfolg durch Zusammenarbeit	48 978-3-95545-132-5
5140	Schweizer, Anne, Scholz-Reiter, B. (Hrsg.)	Konzeption und Bewertung dynamischer Logistikprozesse für Netzwerke der Offshore-Windenergie	262 978-3-95545-140-0
5145	Weber, Edzard	Erarbeitung einer Methodik der Wandlungsfähigkeit	471 978-3-95545-145-5
5158	Gronau, N.	ERP der Zukunft (ERP Management 1/2016)	66 978-3-95545-158-5
5162	Gronau, N.	108 ERP-Systeme im Vergleich (ERP Marktüberblick 1/2016)	68 978-3-95545-162-2
5170	Gronau, N.	ERP-Verträge (ERP Management 2/2016)	64 978-3-95545-170-7
5186	Eggert, S.	103 ERP-Systeme im direkten Vergleich (ERP Marktüberblick 3/2016)	86 978-3-95545-186-8
5185	Christopher M. Schlick (Hrsg.)	Megatrend Digitalisierung – Potentiale der Arbeits- und Betriebsorganisation	375 978-3-95545-185-1
5184	Gronau, N.; Grum, M.	Wissensmanagement im Zeitalter der Digitalisierung	141 978-3-95545-184-4
5151	Seiche, R.	Serious Games in Andragogy: A Case Study Research Using Micro-Content Games	234 978-3-95545-151-6
5213	Gronau, N.	CRM-ERP-Strategien (ERP Management 2/2017)	64 978-3-95545-213-1
5227	Gronau N.; Eggert	ERP-Auswahl (ERP-Management 3/2017)	66 978-3-95545-227-8
5239	Gronau, N.; Eggert, S.	Erfolgsfaktoren zur ERP-Einführung (ERP Management 4/2017)	66 978-3-95545-239-1
5242	Gronau, N.	Fabriksicherheit (Industrie 4.0 Management 1/2018)	66 978-3-95545-242-1
5255	Eggert, S.	Die 61 wichtigsten ERP-Systeme im direkten Vergleich (ERP Marktüberblick 1/2018)	62 978-3-95545-255-1
5253	Gronau, N.	Business Analytics mit ERP (ERP Management 1/2018)	66 978-3-95545-253-7
5205	Eggert, S.	89 Systeme im direkten Vergleich (ERP - Marktüberblick 1/2017)	96 978-3-95545-205-6
5222	Thim, Christof	Technologieakzeptanz in Organisationen –Ein Simulationsansatz	418 978-3-95545-222-3
5225	Gronau, N. (Hrsg.)	Industrial Internet of Things in der Arbeits- und Betriebsorganisation	260 978-3-95545-225-4
5233	Gronau, N.; Gäbler, A.	Einführung in die Wirtschaftsinformatik Band 1 (7. überarbeitete Auflage 2018)	229 978-3-95545-233-9
5241	Gronau, N.; Gäbler, A.	Einführung in die Wirtschaftsinformatik Band 2 (7. überarbeitete Auflage 2018)	291 978-3-95545-241-4
5223	Vladova, Gergana	Wissensmanagement im Kontext der Interdependenzen zwischen Unternehmenskultur und Beruflicher kultureller Prägung	286 978-3-95545-223-0
5247	Gronau, N.	Industrial Internet of Things –Grundlagen	245 978-3-95545-247-6

# Digitale Innovationen im Gesundheitsmarkt: Märkte, Geschäftsmodelle, Technologien.

## Inhalt

Die zunehmende Verwendung digitaler Technologien in Wirtschaft und Gesellschaft führt branchenübergreifend zu neuen Strukturen, teilweise entstehen komplett neue bzw. verschwinden ganze Branchen. Ebenso gewinnt auch in der Gesundheitswirtschaft die Digitalisierung zunehmend an Bedeutung. Digital Health verspricht in vielen Bereich der Gesundheitswirtschaft Innovationen. Immer mehr technologische Lösungen drängen mit unterschiedlichen Ambitionen aktuell in den Markt, welche bspw. die Verbesserung der Versorgungsqualität, Entlastung und Unterstützung der Mitarbeiter oder Einbeziehung des Patienten adressieren. Digital Health umfasst dabei den gesamten digitalen und sozialen Transformationsprozess, welcher die Art und Weise der Gesundheitsversorgung und Auffassung von Gesundheit nachhaltig verändern wird. Dies schlägt sich natürlich auch in der Breite der Fragestellungen der Forschungsagenda nieder. Im Zentrum der Untersuchung steht weiterhin die Gesundheit des Bürgers, welche nun durch den sinnvollen Einsatz digitaler Technologien verbessert und ökonomisch aufgestellt wird. Einen kleinen Ausblick dessen, welche Innovationen im Gesundheitsmarkt von morgen Beachtung finden könnten, liefert dieser Tagungsband.

## Herausgeber

**Prof. Dr. Key Pousttchi** ist Inhaber des SAP-Stiftungslehrstuhls für Wirtschaftsinformatik und Digitalisierung an der Universität Potsdam. Er ist Vorstand des Instituts für Wirtschaftsinformatik und Digitale Gesellschaft, Sprecher der Fachgruppe "Mobilität und Mobile Informationssysteme" der Gesellschaft für Informatik e.V. und berät internationale Unternehmen bei der Gestaltung der Digitalen Transformation.

**Dr. Hannes Schlieter** ist Leiter der Forschergruppe "Digital Health" an der Professur für Wirtschaftsinformatik, insb. Systementwicklung, der TU Dresden. Er ist Sprecher der Fachgruppe "Digital Health" der Gesellschaft für Informatik e.V., Leiter der Nachwuchsforschergruppe Care4Saxony und Experte für das Management Digitaler Transformationsprozesse in Versorgungsnetzwerken im Gesundheitswesen.

**Alexander Gleiß** ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter und Projektleiter am SAP-Stiftungslehrstuhl für Wirtschaftsinformatik und Digitalisierung an der Universität Potsdam und Experte für Digital Health, die Digitale Transformation im Versicherungswesen und den Einfluss der Plattformökonomie auf die Wertschöpfungsstrukturen.

