

# **Smart Service Systems Engineering**

## **Gestaltung datengetriebener Wertschöpfungs-systeme am Beispiel des Maschinen- und Anlagenbaus**

Inauguraldissertation

Zur Erlangung des akademischen Grades eines  
Doktors der Wirtschaftswissenschaften  
des Fachbereichs Wirtschaftswissenschaften  
der Universität Osnabrück

vorgelegt von

Friedemann Kammler  
M.Sc. Wirtschaftsinformatik

Osnabrück, Mai 2019

Dekan: Prof. Dr. Valeriya Dinger

Referenten: Prof. Dr. Oliver Thomas  
Prof. Dr. Frank Teuteberg

Tag der Disputation: 8. Mai 2019

# Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	II
Tabellenverzeichnis.....	II
<b>Teil A - Dachbeitrag .....</b>	<b>III</b>
1 Ausgangssituation .....	1
2 Motivation und Zielsetzung.....	2
3 Einordnung .....	3
4 Methodik.....	5
4.1 Forschungsfragen und Erkenntnisinteresse .....	5
4.2 Methodenspektrum.....	6
4.3 Forschungsplan.....	8
5 Ergebnisse.....	10
5.1 Überblick.....	10
5.2 Zentrale Ergebnisse der Beiträge.....	14
5.3 Theoretische Implikationen.....	19
5.4 Praktische Implikationen .....	20
5.5 Limitationen.....	20
6 Zusammenfassung.....	21
7 Literatur.....	22
8 Anhang .....	26
<b>Teil B – Einzelbeiträge .....</b>	<b>IV</b>
Beitrag 1: Elicitation and Consolidation of Requirements for Mobile Technical Customer Services Support Systems – A Multi-Method Approach .....	V
Beitrag 2: Serviceplattformen als Digitalisierungsstrategie – Entwicklung und Anwendung eines Anforderungskatalogs für den Maschinen- und Anlagenbau .....	VI
Beitrag 3: Responding to the Forecast: Towards the Integration of Machine State Prediction and Required Maintenance Services .....	VII
Beitrag 4: DevOps: IT-Entwicklung im Industrie-4.0-Zeitalter - Flexibles Reagieren in einem dynamischen Umfeld.....	VIII
Beitrag 5: Digitale Plattformstrategien für hybride Wertschöpfungssysteme: Exploration und Wirkungsanalyse im Maschinen- und Anlagenbau .....	IX
Beitrag 6: Bypassing the Evolution of Technology: Using Design Science Artifacts to Give a Leg-Up for Digitalization in Developing Countries.....	X

## Abbildungsverzeichnis

<b>Abb. 1.</b>	Forschungsplan der Dissertation.....	15
<b>Abb. 2.</b>	Einordnung der Forschungsbeiträge in den Gesamtforschungsprozess.....	17
<b>Abb. 3.</b>	Zuordnung der eingebrachten Beiträge zu den Aufträgen und Zielen der Wirtschaftsinformatik.....	18
<b>Abb. 4.</b>	Auszug der konsolidierten Anforderungen an mobile Assistenzsysteme im TKD.....	20
<b>Abb. 5.</b>	Zweidimensional geclusterte Anforderungen an die Serviceplattform.....	21
<b>Abb. 6.</b>	Vergleich verschiedener Software-Entwicklungsansätze für die Industrie 4.0.....	22
<b>Abb. 7.</b>	Integration von Prozess- und Maschinendaten für Predictive-Maintenance- Dienstleistungen.....	23
<b>Abb. 8.</b>	Drei-Zyklen-Modell zur parallelen Umsetzung und Betrieb („DevOps“) einer Serviceplattform.....	24
<b>Abb. 9.</b>	Drei Sichten des plattformbasierten Lösungsangebots.....	24
<b>Abb. 10.</b>	Konzept zur Adaption des Maschinenbau-Prototyps für Gesundheitsdienstleistungen in Papua-Neuguinea.....	25

## Tabellenverzeichnis

<b>Tab. 1.</b>	Überblick über eingebrachte und weitere relevante Forschungsbeiträge .....	10
<b>Tab. 2.</b>	Factsheet Beitrag 1 .....	V
<b>Tab. 3.</b>	Factsheet Beitrag 2 .....	VI
<b>Tab. 4.</b>	Factsheet Beitrag 3 .....	VII
<b>Tab. 5.</b>	Factsheet Beitrag 4 .....	VIII
<b>Tab. 6.</b>	Factsheet Beitrag 5 .....	IX
<b>Tab. 7.</b>	Factsheet Beitrag 6 .....	X

## **Teil A - Dachbeitrag**

## 1 Ausgangssituation

Die Digitalisierung von Produkten und Dienstleistungen wird im Maschinen- und Anlagenbau seit dem Aufkommen von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) intensiv erforscht und aktiv vorangetrieben. Ein wesentlicher Treiber der so genannten „Industrie 4.0“<sup>1</sup> wird im hohen Technologiedruck gesehen, der durch die zunehmende Mechanisierung und Automatisierung, Digitalisierung und Vernetzung sowie Miniaturisierung entsteht (Lasi et al. 2014, S. 262). Dies bedingt die zunehmende Integration von Sensorik und Aktuatorik in Maschinen und Anlagen, den Aufbau von dezentralen Rechen- und Speicherkapazitäten sowie die Anbindung der Maschinen an externe Informationssysteme von Herstellern, Kunden oder Drittanbietern (Porter, Heppelmann 2014; Lee et al. 2015). Als Konsequenz werden Unternehmen der Branche zunehmend zu IT-Betreibern, die Wissen zu Gestaltungsmöglichkeiten und Betrieb derartiger Systeme aufbauen.

Das Interesse an der transformativen Veränderung der Branche wird durch die Notwendigkeit zur Weiterentwicklung von Geschäftsstrategien vorangetrieben. Diese entsteht aufgrund der auf den Weltmärkten zunehmenden Wettbewerbsintensität (Thomas et al. 2014) und kann anhand mehrerer Entwicklungen beobachtet werden. So ist die Ausdehnung und Überschneidung der Produktmärkte, ausgelöst durch die Globalisierung, ein Treiber des Wettbewerbs, der insbesondere in internationalen Märkten stark kostenzentriert geführt wird. Gleichermaßen ist eine steigende Komplexität des Maschinenbetriebs festzustellen, der aus dem Einsatz unter verschiedensten Rahmenbedingungen folgt und die Notwendigkeit zur Variantenbildung fördert. Als Reaktion auf den Kostendruck erfolgt die zunehmende Standardisierung und Externalisierung einzelner Baugruppen und Komponenten sowie die Angleichung von Qualitätsniveaus (Baines et al. 2013; Thomas et al. 2014). Schlussfolgernd erschwert sich die Abgrenzung von klassischen Produkten gegenüber dem Wettbewerb und setzt die bestehenden Preisniveaus unter Druck. Eine mögliche Differenzierungsstrategie wird in der Verschiebung vom „klassischen“ Produzenten zum „Lösungsanbieter“ gesehen (Brenner 2011; VDMA, McKinsey 2014, S. 31–33). Lösungsanbieter stellen den Kundenwunsch und -nutzen in den Mittelpunkt und komplementieren das eigene (Kern-)Produkt durch dessen kundenindividuelle Anpassung und die Erweiterung um produktbegleitende Dienstleistungen. Diese werden als „Zusatzleistungen“ zu einem Primärprodukt verstanden und fokussieren die Lösung des konkreten Kundenproblems. Hierunter fallen technische Dienstleistungen, wie die Wartung, Instandsetzung und Überholung von Maschinen<sup>2</sup> (Becker, Neumann 2006). Die Potenziale der resultierenden Kombinationen aus Produkt- und Dienstleistungskomponenten<sup>3</sup> werden in der Erhöhung der Wettbewerbssicherheit gesehen, da der geringere Anteil standardisierter Komponenten und die höhere Wissensintensität des Angebots Hürden für potenzielle Wettbewerber darstellen (VDMA, McKinsey 2014, S. 32). Derartige Strategien existieren in der Branche schon seit

---

<sup>1</sup> Die Vision „Industrie 4.0“ beschreibt modulare Fertigungssysteme, in denen Produkte ihren Herstellungsprozess eigenständig steuern (Lasi et al. 2014, S. 261). Diese Vision manifestiert sich in einer Reihe teils komplementärer, teils konkurrierender Konzepte, wie beispielsweise „Smart Factories“ (Shrouf et al. 2014, S. 697) oder „Cyber-Physische Systeme (CPS)“ (Lee et al. 2015, S. 18), die in verschiedenen Granularitäten auf die zunehmende Ausstattung von Produkten und ihren Produktionsanlagen mit IKT abzielen.

<sup>2</sup> Produktbezogene Dienstleistungen differenzieren weitere Arten, wie bspw. kaufmännische Dienstleistungen sowie die Vergabe von Finanzierungen und Versicherungen, auf die im Rahmen der Dissertation jedoch nicht weiter eingegangen wird.

<sup>3</sup> Die Entwicklung von Produkt und Dienstleistung in gemeinsamen Leistungssystemen wird in der Literatur als „Product-Service Systems Engineering“ bezeichnet (Thomas et al. 2008) und neben der Wirtschaftsinformatik auch aus der Perspektive weiterer Disziplinen, insbesondere der Ingenieurwissenschaften, erforscht (Tukker, Tischner 2006).

geraumer Zeit, können aufgrund der hohen Zeit- und Qualitätsansprüche, die an das Dienstleistungsangebot gestellt werden, jedoch nicht vollends ausgeschöpft werden. Dieses Problem verschärft sich durch die globale Ausdehnung der Produktmärkte und die Erhöhung der Produktkomplexität, die sich negativ auf die Dauer der Anreise und der Durchführung von Dienstleistungen auswirkt und Folgekosten verursacht.

Eine zentrale Stellgröße ist die Versorgung mit relevanten Informationen im Sinne der automatisierten Auswahl, Auswertung und Bereitstellung. Derartige Informationen sind bspw. Wissen über die zugrundeliegende Konstruktion, über den gegenwärtigen Zustand des Dienstleistungsgegenstands, die Prognose dessen zukünftiger Entwicklung und die situativ erforderlichen Prozessaktivitäten. Die zugrunde liegende Idee wurde bereits 2005 als „Smart Service“ beschrieben (Allmendinger, Lombreglia 2005) und adressiert die Nutzung von Daten zur kontextadaptiven Konfiguration von kundenindividuellen Dienstleistungen. Smart-Service-Systeme wenden dieses Verständnis auf die Entwicklung von produktbezogenen Service-Systemen an (Beverungen et al. 2017) und verstehen daher ihren Gestaltungsraum als sozio-technische Konfiguration aus Menschen, Technologien, Organisationen und Informationen mit dem Ziel der Wertschöpfung (Spohrer, Maglio 2010). Ein Smart-Service-System ist durch den Einsatz dieser Ressourcen als „datengetrieben“ anzusehen, da es auf Basis sensorisch erfasster Daten Entscheidungen trifft, um sich an bestehende Rahmenbedingungen anzupassen, Handlungsalternativen zu erlernen und auf diese Weise den Menschen zu unterstützen (National Science Foundation 2017).

Schlussfolgernd kann festgestellt werden, dass die Weiterentwicklung der Leistungserbringung im Maschinen und Anlagenbau, wie auch die Entwicklung von datengetriebenen Lösungsangeboten, vor den Herausforderungen stehen, (1) ihr Produkt im Sinne der Industrie 4.0 zu digitalisieren um eine adäquate Datenbasis zu schaffen, (2) Dienstleistungen zu flexibilisieren, sodass kontextadaptive Angebote ermöglicht werden und (3) auf dieser Grundlage neue Geschäftsmodelle zu erschließen.

## 2 Motivation und Zielsetzung

Die Informationsversorgung ist ein zentraler Gestaltungsgegenstand für die weltweiten Erbringung von wissensintensiven technischen Dienstleistungen und ist als Forschungsgegenstand in der Domäne der Wirtschaftsinformatik aufgenommen worden. Bestehende Arbeiten im Feld geben Aufschluss über geeignete Anwendungsfälle für den Einsatz von Assistenzsystemen (Özcan et al. 2013), deren Informationsbedarfe (Daeuble et al. 2015) und Anforderungen (Matijacic et al. 2013; Niemöller et al. 2016). Darüber hinaus zeigen neuere Arbeiten prototypische Umsetzungen auf tragbaren Endgeräten (Niemöller et al. 2017) und schaffen ein Bindeglied zwischen Wissenschaft und Praxis durch die Entwicklung von Gestaltungsmethoden (Metzger et al. 2017) und Standards (Nüttgens et al. 2014). Bislang erfolgte Arbeiten setzen dabei den Schwerpunkt auf die vollständige und daher umfangreiche Informationsversorgung am „Point-of-Service“, wobei die Komplexität der zugrundeliegenden Informationsbasis und der begrenzte Raum zur Informationsdarstellung die Lösungsfindung immer wieder vor neue Herausforderungen stellt. Somit ist eine Verfeinerung der Informationssysteme und Verschiebung der Entwicklungsziele, von der grundsätzlichen Bereitstellung von Informationen am Erbringungsort hin zur kontextbezogenen Auswahl *relevanter* Informationen, zu beobachten. Smart-Service-Systeme formulieren ein Konzept zur Umsetzung dieser kontextbezogenen Informationsbereitstellung, hinterlassen dabei jedoch eine Reihe technischer und organisatorischer Aufgaben, die in mehreren Disziplinen als bestehende Herausforderung wahrgenommen werden und die Notwendigkeit eines interdisziplinären Entwicklungsansatzes bedingen (Larson 2016). Ein technischer Ansatz

wird unter dem Begriff des „Smart Products“<sup>4</sup> diskutiert, vernachlässigt dabei aber die Exploration neuer serviceseitiger Wertschöpfungsmöglichkeiten und kann vor diesem Hintergrund auch nur als Teillösung angesehen werden. Obwohl die technische Weiterentwicklung in vollem Gange ist, bleibt in vielen Fällen unklar, wie die neu erschlossenen Fähigkeiten und gesammelten Daten einen Nutzenbeitrag für Hersteller und Kunden leisten und auf diese Weise zur Differenzierung von Konkurrenzprodukten genutzt werden können.

Die vorliegende Dissertation untersucht die Gestaltung von datengetriebenen Wertschöpfungssystemen<sup>5</sup> am Anwendungsbeispiel des Maschinen- und Anlagenbaus. Hierfür nutzt die Arbeit die zugrundeliegenden IT-basierten Lösungskomponenten (Produkt und produktbezogene Dienstleistung) als Untersuchungsgegenstand und schafft einen Integrationsansatz durch die Erhebung von Anforderungen und deren Operationalisierung in Produkten und datenbasierten Dienstleistungen. Um die Übertragbarkeit der gewonnenen Ergebnisse sicherzustellen, untersucht die Arbeit überdies Transfermechanismen und evaluiert diese anhand einer praktischen Anwendung. Im Ergebnis tragen die eingebrachten Veröffentlichungen Erkenntnisse zur Gestaltung und Adaption von datengetriebenen Wertschöpfungssystemen bei.

### 3 Einordnung

Die Wirtschaftsinformatik versteht sich aufgrund ihrer interdisziplinären Ausrichtung als anwendungsorientierte Schnittstelle zwischen den Domänen der Betriebswirtschaftslehre und der Informatik (Hansen, Neumann 2009). Die heutige Wirtschaftsinformatik entwickelte sich als eigenständige Disziplin einerseits aus der technischen Entwicklung betrieblicher Datenverarbeitungssysteme, andererseits aus dem (wirtschaftswissenschaftlichen) betrieblichen Informationsmanagement. Den zentralen Forschungsgegenstand stellen daher Informationssysteme dar, die im betrieblichen Kontext eingesetzt werden. Derartige Informationssysteme werden als „Beziehungsgefüge“ aus Mensch, Aufgabe und Technik verstanden, das als soziotechnisch und daher offen, dynamisch und komplex charakterisiert wird (Heinrich, Burgholzer 1990, S. 10; Heinrich et al. 2011). Zur Untersuchung dieses Forschungsgegenstands haben sich innerhalb der Wirtschaftsinformatik zwei zentrale Forschungsparadigmen gebildet. Einerseits besteht die Konstruktionsorientierung (Österle et al. 2010), die insbesondere die deutschsprachige Wirtschaftsinformatik geprägt hat und im internationalen Raum im Rahmen des „Design Science Research“ adressiert wird (Hevner et al. 2004). Die Konstruktionsorientierung fokussiert die Gestaltung von Informationssystemen im Sinne der Phasen *Analyse*, *Entwurf*, *Evaluation* und *Diffusion* mit dem Ziel der Entwicklung von Handlungsanleitungen für die Konstruktion und den Betrieb selbiger (Österle et al. 2010, S. 667). Hierfür greift die konstruktionsorientierte Wirtschaftsinformatik auf ingenieurwissenschaftliche Methoden und Modelle zurück. Dem gegenüber steht die Verhaltensforschung („Behavioral Science“) als vorherrschendes Paradigma der angelsächsischen Schwesterdisziplin „Information Systems“. Die Verhaltensforschung fokussiert die beobachtende Erforschung des Einsatzes von Informationssystemen im betrieblichen Kontext und nutzt Methoden und Modelle der Sozial- und Wirtschaftswissenschaften. Beide Disziplinen tragen zum innerhalb der Wirtschaftsinformatik vorherrschenden Methoden-

---

<sup>4</sup> Ein Smart (Connected) Product ist eine informationstechnische Erweiterung von konventionellen (physischen) Produkten, in die Sensorik, Prozessoren, Speicher und Software sowie Netzwerkkomponenten integriert werden (Porter, Heppelmann 2014, S. 67).

<sup>5</sup> Wertschöpfungssysteme werden in dieser Arbeit als systemischer Ansatz für die Untersuchung und Gestaltung von intra- und interorganisationalen Wertschöpfungsmechanismen verstanden. Für die Wertschöpfung als solche liegen innerhalb der wirtschaftswissenschaftlichen Disziplinen unterschiedliche begriffliche Belegungen vor. Diese Dissertationsschrift folgt dem leistungsorientierten Begriff, der unter Wertschöpfung die Differenz zwischen durch ein Unternehmen abgegebene Leistungen und Vorleistungen versteht.

pluralismus bei, der sowohl ingenieurwissenschaftliche, als auch sozial- und wirtschaftswissenschaftliche Methoden umfasst.

Die primären Untersuchungsschritte dieser Dissertation ordnen sich in die Gestaltungsphasen nach Österle (2010) ein. Die Dissertation ist damit auf den ersten Blick im Feld des „Service Systems Engineerings“ zu verorten, das als Forschungsfeld für die Gestaltung von Dienstleistungssystemen innerhalb der Wirtschaftsinformatik vorangetrieben wird. Im Kern sprechen sich Autoren des Gebiets (insbesondere vor dem Hintergrund der zunehmenden Digitalisierung) für die gesamtheitliche Gestaltung von Dienstleistungssystemen und den darin enthaltenen Informationssystemen aus (Böhmman et al. 2014). Gleichwohl ist zu bemerken, dass das Konzept von Smart-Service-Systemen auch weiteren Forschungsdomänen zugeordnet werden muss, die sich der Fragestellung nicht aus einer dienstleistungszentrischen<sup>6</sup> Sicht nähern (Larson 2016). Die komplexen technischen Charakteristika dieser Wertschöpfungssysteme (vgl. National Science Foundation 2017) sind bereits Gegenstand aktueller Forschungsarbeiten in weiteren Disziplinen, was bei der Gestaltung von Smart-Service-Systemen auch eine Auseinandersetzung mit Arbeiten ingenieurwissenschaftlicher Disziplinen wie der Informatik, den Kognitionswissenschaften und der Produktentwicklung voraussetzt.

Die Wirtschaftsinformatik kann, aufgrund ihrer Rolle als „Vermittlerin“ zwischen den Disziplinen, als für die Zwecke der anwendungsorientierten Entwicklung und der Operationalisierung der Forschungserkenntnisse einzelner Domänen prädestinierte Forschungsdisziplin angesehen werden. Die vorliegende Arbeit verfolgt hierfür einen gestaltungsorientierten Forschungsansatz, da Smart-Service-Systeme bislang nur konzeptuell oder unvollständig umgesetzt wurden, was die realweltliche Beobachtung erschwert. In dieser Funktion folgt die Dissertation zwei zentralen Ansätzen:

- *Partizipativer Ansatz*: Die Ergebnisse der Forschungsarbeiten sollen realweltlich zur Lösung eines Problems eingesetzt werden, was die kontinuierliche Einbindung möglicher Nutzer in den Forschungsprozess bedingt (Thomas 2006, S. 14). Dabei wird in dieser Arbeit primär auf ex-ante Evaluationen im Sinne der regelmäßigen Zwischenevaluation (bspw. durch Expertengruppen) zurückgegriffen. Komplementär wird in Beitrag 3 ein ex-post Evaluationsansatz verfolgt, der wesentliche Erkenntnisse zu Entwicklung und Betrieb von IT-Artefakten im Rahmen einer retrospektiven Evaluation einer Fallstudie verfolgt.
- *Prototypischer Ansatz*: Die Umsetzung der zu entwickelnden Artefakte in Prototypen im Sinne einer „Evaluation durch Anwendung“ wird als wesentlicher Mechanismus gesehen (Thomas 2006, S. 14). Dabei adressiert insbesondere die in Beitrag 6 thematisierte Übertragung der entwickelten Artefakte die in der Wirtschaftsinformatik zentrale Forderung der Anwendungsorientierung.

---

<sup>6</sup> Die „traditionelle“, dem Marketing zuzuordnende Dienstleistungsforschung vertritt die theoretische Verschiebung von einem produktorientierten („Goods-Dominant-Logic (GDL)“) zu einem serviceorientierten Verständnis („Service-Dominant-Logic (SDL)“). Physische Produkte werden dabei als „operande Ressourcen“ verstanden, die „lediglich“ zur Erbringung von Dienstleistungen eingesetzt werden (Lusch, Vargo 2006, S. 43).

## 4 Methodik

### 4.1 Forschungsfragen und Erkenntnisinteresse

Die Formulierung von Forschungsfragen dient der Strukturierung des epistemologischen Erkenntnisinteresses einer wissenschaftlichen Arbeit (Eberhard 1999, S. 17) und soll auch die Untersuchungsschritte der vorliegenden Arbeit leiten. Hierunter werden drei Arten des Erkenntnisinteresses unterschieden:

- Das phänomenale Erkenntnisinteresse, welches faktische Gegebenheiten eines beobachtbaren Ereignisses fokussiert.
- Das kausale Erkenntnisinteresse, das Wirkungsbeziehungen und Ursachen von Phänomenen gilt.
- Das aktionale Erkenntnisinteresse mit dem Ziel der Untersuchung von Handlungsmöglichkeiten, die sich aus dem Wissen um Phänomene und Kausalitäten ergeben und bspw. eine Problemlösung darstellen können.

Die „Gestaltung datengetriebener Wertschöpfungssysteme“ setzt im ersten Schritt die Beobachtung und Erklärung der Domäne, ihrer Anforderungen und determinierenden Faktoren im Sinne einer phänomenalen Betrachtung voraus. Aus den Erkenntnissen der phänomenalen Untersuchung folgt die Entwicklung von Gestaltungsansätzen entlang des aktionalen Erkenntnisinteresses. Die Arbeit folgt auf diese Weise den Vorschlägen von Larson (2016) und nimmt verschiedene Perspektiven innerhalb der Entwicklungsaufgaben ein. In Einklang mit der Ausgangssituation in Unternehmenspraxis und wissenschaftlicher Diskussion sowie der Zielsetzung folgend, wird innerhalb der vorliegenden Dissertationsschrift daher die leitende Kernforschungsfrage (FF) gestellt:

*FF: Wie können datengetriebene Wertschöpfungssysteme auf Basis der Forschung zu Smart-Service-Systemen gestaltet werden?*

Zur Bearbeitung der Forschungsfrage erfolgt die Zerlegung in Teilforschungsfragen (FF1-FF3), die die unterschiedlichen Erkenntnisinteressen isoliert betrachten. Wesentliche Grundvoraussetzung für die Gestaltung von derartigen Wertschöpfungssystemen ist die Identifikation des konkreten Informationsbedarfs von produktbegleitenden Leistungen des technischen Kundendienstes (TKD) und die Untersuchung der Anforderungen an neue Informationssysteme, die diese Bedarfe decken können. Die erste Forschungsfrage folgt daher einem phänomenalen Erkenntnisinteresse.

*FF1: Welche Bedarfe und Anforderungen bestehen für die informationelle Unterstützung von produktbegleitenden Dienstleistungen im Maschinen- und Anlagenbau?*

Auf Basis der Erkenntnisse von Forschungsfrage 1 wechselt die Arbeit die Perspektive hin zu einem aktionalen Erkenntnisinteresse, das die Konzeption und Entwicklung von datengetriebenen Wertschöpfungssystemen fokussiert. Hierfür wird zunächst die Entwicklung von Industrie 4.0-Systemen aus organisatorischer Perspektive untersucht und zur Umsetzung eines Smart-Service-Systems angewandt.

*FF2: Wie können datengetriebene Wertschöpfungssysteme entwickelt und realisiert werden?*

Die abschließende Forschungsfrage adressiert die generelle Anwendbarkeit und Übertragbarkeit der Forschungsergebnisse. Hierfür erfolgt einerseits die aktionale Gestaltung eines übergreifenden Plattformansatzes, sowie die Umsetzung durch Adaption eines Assistenzsystems aus dem Maschinen- und Anlagenbau in der Gesundheitsbranche.

*FF3: Wie können die Erkenntnisse für die Gestaltung datengetriebener Wertschöpfungssysteme auf andere Branchen übertragen werden?*

Die Beantwortung dieser Forschungsfragen fand u.a. im Rahmen der Verbundforschungsprojekte *EMOTEC*, *smartTCS*, *BIRTHING* und *Smart Hybrid* statt, die durch das Fachgebiet für Informationsmanagement und Wirtschaftsinformatik zwischen 2012 und 2018 durchgeführt wurden. Der Autor dieser Dissertation war von 2012 bis 2014 als wissenschaftliche Hilfskraft im Forschungsprojekt EMOTEC sowie zwischen 2015 und 2017 als Projektleiter in den Konsortialprojekten smartTCS und BIRTHING tätig. Die in der Dissertation dargestellten Transferarbeiten wurden unter anderem durch Forschungsarbeiten im niedersächsischen Innovationsverbund Smart Hybrid komplementiert, in dem der Autor zwischen 2017 und 2018 als Koordinator tätig war.

## 4.2 Methodenspektrum

Die Auswahl und Kombination der zur Untersuchung genutzten Methoden wird detailliert in den Einzelbeiträgen der Dissertation begründet, weshalb an dieser Stelle lediglich die verwendeten Methoden charakterisiert und in die verfolgten Methodologien eingeordnet werden sollen.

Der Erkenntnisprozess der vorliegenden Dissertation ordnet sich dem Paradigma der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik unter, das durch die vier Phasen *Analyse*, *Entwicklung*, *Evaluation* und *Diffusion* charakterisiert wird. Hierdurch ergibt sich eine Vielzahl an Methoden, die zur Erarbeitung der unterschiedlichen Phasen genutzt werden können, von auf die Analyse ausgerichteten Befragungstechniken über den ingenieurwissenschaftlichen Prototypenbau bis hin zur Evaluation der betrieblichen Auswirkungen einer Entwicklung (Österle et al. 2010, S. 5). Das zugrundeliegende Prinzip, „von einer Sollvorstellung eines Informationssystems“ auszugehen und nach Mitteln zu suchen, bei gegebenen Restriktionen ein solches zu konstruieren (Österle et al. 2010, S. 3) wurde im Rahmen der ersten Forschungsfrage durch die verhaltenswissenschaftlich geprägte Methodologie der *Mixed-Methods-Forschung* komplementiert. Mixed-Methods schlägt die Kombination verschiedener qualitativer und quantitativer Forschungsmethoden<sup>7</sup> zur Verbesserung der Ergebnisqualität vor (Venkatesh et al. 2013). Die Methodologie unterteilt fünf Kombinationsstrategien<sup>8</sup>, die erkenntnistheoretische Grundprinzipien methodisch abbilden und auf die Validierung, Negation oder Erweiterung von einzelnen Erkenntnissen abzielen (Greene et al. 1989, S. 259). In den betreffenden Beiträgen (Beitrag 1 und 2) wurden ausschließlich Triangulationsstrategien angewandt, die die Validität von Konstrukten durch die Untersuchung von möglichst heterogenen Quellen (bspw. wissenschaftliche Literatur und praktische Beobachtungen) sicherstellen. Empirische Anteile der Untersuchungen zielen auf die frühe Berücksichtigung der praktischen Relevanz als maßgeblichem Faktor für die Entwicklung von Informationssystemen ab (Benbasat, Zmud 1999; Österle et al. 2010). Die durchgeführten Untersuchungen wurden zusätzlich zwei erkenntnistheoretischen Prämissen untergeordnet, die als allgemeine Leitziele der Arbeit zu verstehen sind. Die erste Prämisse stellt die Balance von Rigorosität und Relevanz dar, die als eine zentrale Herausforderung für

---

<sup>7</sup> Forschungsmethoden können in Bezug auf Formalisierungsgrad und Methodenauswahl in qualitative und quantitative Methoden unterteilt werden (Wilde, Hess 2007; Recker 2013), wobei qualitative Methoden (bspw. Fallstudienforschung) die Exploration von komplexen Phänomenen unterstützen (Myers 1997, 2009), während quantitative Methoden (bspw. Simulation, formale Beweise) auf die Prüfung von Theorien gegen die Realität (in Form empirischer Daten) abzielen (Recker 2013, S. 88).

<sup>8</sup> Greene et al. (1989) unterscheiden die Ansätze *Triangulation*, *Complementarity*, *Development*, *Initiation* und *Expansion*.

Forschungsarbeiten in der Wirtschaftsinformatik angesehen wird (Hevner et al. 2004). Die durchgeführten Untersuchungen tragen dieser Prämisse durch die Auswahl komplementärer Methoden Rechnung, die bestehende Erkenntnisse der Wissenschaft mit praktischem Wissen kombinieren. Die zweite Prämisse stellt die Sicherstellung der Generalisier- und Übertragbarkeit der Ergebnisse dar. Diese wird im letzten Abschnitt der Dissertation fokussiert und bspw. durch die Anwendung der *Design Theory Projectability* ermöglicht, die die „Projektion“ von Gestaltungsartefakten zwischen Anwendungsfällen fokussiert (Baskerville, Pries-Heje 2014).

Der nachfolgende Abschnitt dient der Charakterisierung der in den Einzelbeiträgen verwendeten Methoden.

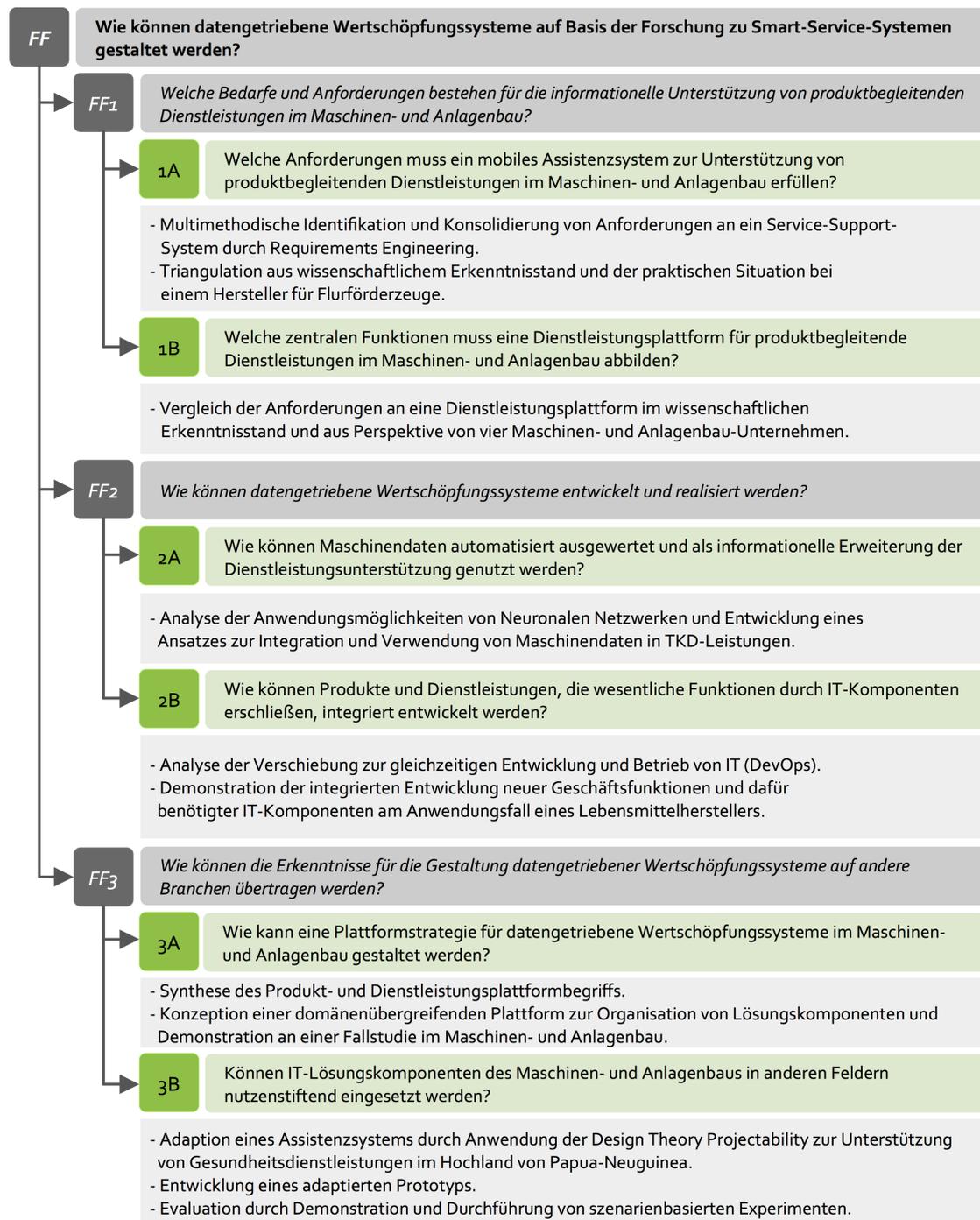
- *Argumentativ-deduktive Analyse*: Die argumentativ-deduktive Analyse folgt dem Grundverständnis der logischen Ableitung von Problemlösungen und entspricht damit dem konstruktivistischen Forschungsverständnis (Wilde, Hess 2007). Das Vorgehen ist primär in der Entwicklung von Einzelkonzepten und der Skizzierung derer praktischer Anwendungsmöglichkeiten – zumeist unter Zuhilfenahme von komplementären Studien – verwendet worden.
- *Beobachtung*: Im Rahmen der initialen Anforderungserhebung nutzt diese Dissertation die Beobachtung im Sinne des „Shadowing“-Verfahrens zur Triangulation und Erhöhung der Validität von Forschungsergebnissen. Damit komplementiert das Verfahren weitere qualitative Methoden, wie bspw. die Befragung, da der Wissenschaftler durchgeführte Tätigkeiten unterbrechungs- und interaktionsfrei dokumentiert und in der Auswertung lediglich auf seine Beobachtungen zurückgreift (McDonald 2005).
- *Experteninterviews*: Die Explikation von in der Praxis vorherrschenden Meinungen und bestehenden Erkenntnissen baut auf dem Wissen von Experten auf. Die vorliegende Arbeit adressiert Expertenwissen durch semi-strukturierte, qualitative Befragungstechniken (Myers, Newman 2007), um Anforderungen zu identifizieren und im Schrifttum diskutierte Konzepte aus praktischer Sicht zu komplementieren.
- *Fallstudien*: Fallstudien (engl.: „Case Studies“) zielen auf die realweltliche Untersuchung von Phänomenen ab und stehen dabei Experimenten unter Laborbedingungen gegenüber (Wilde, Hess 2007; Recker 2013, S. 95 ff.). Im Rahmen dieser Arbeit wurden mehrere Fallstudien zur Überprüfung des Ergebnistransfers und Beobachtung von realweltlichen Anwendungen durchgeführt und beschrieben.
- *Fokusgruppen*: Fokusgruppen werden zur Exploration eines neuen Forschungsgegenstands sowie zur Validierung von Zwischenergebnissen und praktischer Evaluation eingesetzt. Hierfür werden moderierte Diskussionen innerhalb einer selektierten Teilnehmergruppe angestoßen, die den Forschungsgegenstand fokussieren (Silverman 2004, S. 177). Die Methode eignet sich insbesondere für sehr komplexe oder kontrovers diskutierte Fragestellungen und kann, je nach Ziel, sowohl vergleichbare Teilnehmer als auch heterogene Gruppen aus unterschiedlichen Tätigkeitsbereichen, Branchen oder Demographien einsetzen, um integrativ Ergebnisse zu entwickeln.
- *Literaturrecherche*: Die systematische Literaturrecherche dient zur konsolidierten Erfassung von bislang erfolgten Forschungsarbeiten entlang eines rekonstruierbaren Vorgehens (vom Brocke et al. 2009). Im Rahmen dieser Dissertation erfüllt die Literaturrecherche mehrere zentrale Aufgaben: (1) Die wissenschaftliche Komplementierung von in der Praxis beobachteten Phänomenen, (2) Die Konsolidierung von in der Literatur vorherrschenden Meinungen und Konzepten (Webster, Watson 2002), (3) Die

Erschließung eines „State-of-the-Art“ und Ableitung von bestehenden Forschungslücken (Fettke 2006).

- *Prototypische Implementierung*: Die prototypische Implementierung bezeichnet die Entwicklung eines betriebsbereiten Testsystems (Alavi 1984; Wilde, Hess 2007). Das Ziel der Methode ist die Demonstration der Umsetzbarkeit sowie der Test von wesentlichen Systemeigenschaften. Ein „Prototyp“ erfüllt dabei nicht zwangsläufig alle Eigenschaften des zu realisierenden Informationssystems (Thomas 2006, S. 13).
- *Umfrage*: Zur (Teil-)Evaluation der Transferergebnisse (Tab. 1, B6) wurden Umfragen verwendet, um Daten standardisiert erheben und statistisch auswerten zu können. Hierzu wurden Fragebögen auf Basis in der Literatur anerkannter Skalen entwickelt und durch Nutzer des Prototyps beantwortet.

### 4.3 Forschungsplan

Um die in Abschnitt 4.1 aufgeworfenen Forschungsfragen zu entproblematisieren, folgt die vorliegende Dissertation der von Thomas (2009, S. 76) formulierten Analogie des menschlichen Problemlösungsverhaltens. Zur Beantwortung wurde daher eine weiterführende Zerlegung in Teilprobleme vorgenommen, bis diese durch abgrenzbare Forschungsschritte gelöst werden konnten. Die erschlossenen Teilergebnisse wurden im Anschluss zu einer Gesamtlösung integriert. Die Zerlegung warf sechs Teilprobleme auf, die mithilfe des in Abschnitt 4.2 aufgespannten Methodenspektrums bearbeitet wurden. Abb. 1 ordnet die Kernforschungsfrage, Forschungsfragen, Teilprobleme und Bearbeitungsschritte in einen übergreifenden Ordnungsrahmen ein. Die dargestellten Teilprobleme formulieren jeweils die zentrale Fragestellung eines einzelnen Forschungsbeitrags, bauen jedoch sukzessive aufeinander auf. So wird bspw. auf die in Teilproblem 1A gewonnenen Anforderungen in der Adaption des Assistenzsystems (3B) zurückgegriffen. Die ausführliche Beschreibung und Einordnung der zentralen Erkenntnisse erfolgen in Abschnitt 5.



**Abb. 1.** Forschungsplan der Dissertation

## 5 Ergebnisse

### 5.1 Überblick

Die Forschungsarbeit, in die sich die Promotionsleistung einfügt, umfasst insgesamt 20 (B1-B20) veröffentlichte und vier (B21-B24) im Veröffentlichungsprozess befindliche Beiträge. In die Dissertation werden sechs wissenschaftliche Beiträge (B1-B6) eingebracht, die wesentliche Erkenntnisse und Forschungsleistungen zeigen und in Tab. 1 aufgeführt sind.

**Tab. 1.** Überblick über eingebrachte und weitere relevante Forschungsbeiträge

#	Publikationsorgan	Medium	Ranking <sup>9</sup>		Bibliographische Informationen	FF
			WK WI	VHB JQ3		
B1	International Conference on Information Systems (ICIS 2013)	Tagung	A	A	Matijacic, M.; Fellmann, M.; Özcan, D.; <b>Kammler, F.</b> ; Nuettgens, M.; Thomas, O. (2013): <i>Elicitation and Consolidation of Requirements for Mobile Technical Customer Services Support Systems – A Multi-Method Approach</i> . In: Baskerville, R.; Chau, M. (Hrsg.): Proceedings of the International Conference on Information Systems (ICIS 2013), Mailand, Italien. AISel, S. 1-16.	1
B2	Multikonferenz der Wirtschaftsinformatik (MKWI 2018)	Tagung	C	D	<b>Kammler, F.</b> ; Remark, F.; Thomas, O. (2018c): <i>Serviceplattformen als Digitalisierungsstrategie – Entwicklung und Anwendung eines Anforderungskatalogs für den Maschinen- und Anlagenbau</i> . In: Drews, P.; Funk, B.; Niemeyer, P.; Xie, L. (Hrsg.) Proceedings of the Multikonferenz Wirtschaftsinformatik (MKWI 2018), Lüneburg. S. 1749-1760.	1
B3	HMD - Praxis der Wirtschaftsinformatik	Journal	B	D	Thomas, O.; Varwig, A.; <b>Kammler, F.</b> ; Zobel, B.; Fuchs, A. (2017): <i>DevOps: IT-Entwicklung im Industrie 4.0 Zeitalter – Flexibles Reagieren in einem dynamischen Umfeld</i> . In: HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik. Nr. 54, Ausgabe 2, S. 178-188.	2
B4	INFORMATIK 2017	Tagung	B	C	Varwig, A.; <b>Kammler, F.</b> ; Thomas, O. (2017): <i>Responding to the Forecast: Towards the Integration of Machine State Prediction and Required Maintenance Services</i> . In: Eibel, M.; Gaedke, M. (Hrsg.): INFORMATIK 2017. Lecture Notes in Informatics, Vol. 275, Chemnitz. Gesellschaft für Informatik e.V., S. 1793-1805.	2
B5	Digitale Dienstleistungsinnovation – Transformationspfade und betriebliche Anwendungen	Buchband	-	-	<b>Kammler, F.</b> ; Acik, E.; Brinker, J.; Thomas, O.; Nüttgens, M. (2018a): <i>Digitale Plattformstrategien für hybride Wertschöpfungs-systeme: Exploration und Wirkungsanalyse im Maschinen- und Anlagenbau</i> . In: Digitale Dienstleistungsinnovation – Transformationspfade und betriebliche Anwendungen. Springer Gabler, Heidelberg. (Zur Veröffentlichung angenommen)	3
B6	International Conference on Information Systems (ICIS 2018)	Tagung	A	A	Berkemeier, L.; <b>Kammler, F.</b> ; Thomas, O. (2018): <i>Bypassing the Evolution of Technology: Using Design Science Artifacts to Give a Leg-Up for Digitalization in Developing Countries</i> . In: Proceedings of the International Conference on Information Systems (ICIS 2018), San Francisco, USA. <i>Research-in-Progress-Papers</i> . (Zur Veröffentlichung angenommen)	3
B7	Service Today	Nicht-refereenziertes Journal	-	-	Thomas, O.; <b>Kammler, F.</b> ; Niemöller, C. (2016): <i>Revolution im Kundendienst durch digitale Serviceprozesse</i> . In: Service Today, Nr. 30, Ausgabe 2, S. 12-14.	2

<sup>9</sup> Für die Angabe des Rankings der jeweiligen Beiträge wurde die WI-Orientierungsliste der WKWI (WI-Journalliste 2008, Stand 2008-03-03, v39; WI-Liste der Konferenzen, Proceedings und Lecture Notes 2008, Stand 2008-03-03, v27) und die VHB-Jourqual 3 – Teilrating WI herangezogen.

#	Publikationsorgan	Medium	Ranking <sup>9</sup>		Bibliographische Informationen	FF
			WK WI	VHB JQ3		
B8	IM+io	Nicht-referenziertes Journal	-	k.R.	Thomas, O.; <b>Kammler, F.</b> ; Zobel, B.; Sossna, D.; Zarvic, N. (2016): <i>Supply Chain 4.0: Revolution in der Logistik durch 3D-Druck</i> . In: IM+io - Fachzeitschrift für Innovation, Organisation und Management. imc information multimedia communication AG, 2016/01, S. 58-63.	3
B9	RESER 2012	Tagung	-	-	Fellmann, M.; <b>Kammler, F.</b> ; Reinke, P.; Matijacic, M.; Schlicker, M.; Thomas, O.; Nüttgens, M. (2012): <i>Customer-oriented Configuration and Specification of Mobile Application Systems for improved TCS Productivity and Empowerment</i> . In: International RESER Conference on Services and Economic Development: Local and Global Challenges, Bukarest, Rumänien. S. 126-142.	2
B10	Forum Dienstleistungsmanagement	Buchband	-	-	Thomas, O.; <b>Kammler, F.</b> ; Özcan, D.; Fellmann, M. (2017): <i>Digitale Plattformstrategien als Treiber der Dienstleistungsflexibilisierung im Maschinen- und Anlagenbau</i> . In: Bruhn, M.; Hadwich, K. (Hrsg.): Forum Dienstleistungsmanagement: Dienstleistung 4.0. Heidelberg, Gabler Verlag, S. 481-495.	1
B11	Dienstleistungsproduktivität	Buchband	-	-	Özcan, D.; Niemöller, C.; <b>Kammler, F.</b> (2014): <i>Use Cases für Typische Technische Kundendienstprozesse</i> . In: Nüttgens, M.; Thomas, O.; Fellmann, M. (Hrsg.): Dienstleistungsproduktivität – Mit mobilen Assistenzsystemen zum Unternehmenserfolg. Wiesbaden, Springer Fachmedien, S. 166-178.	1
B12	DIN SPEC	Standard	-	-	Nüttgens, M.; Däuble, G.; Matijacic, M.; Peris, M.; Thomas, O.; Fellmann, M.; <b>Kammler, F.</b> ; Özcan, D.; Balzert, S.; Koch, M.; Ahrens, D.; Friedrich, A.; Rosenkranz, N.; Böse, L.; Schlicker, M. (2014): <i>Use cases for mobile assistance systems in the field of technical customer service</i> . Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.) DIN SPEC 91294. Berlin, Beuth Verlag.	1
B13	Wirtschaftsinformatik & Management	Nicht-referenziertes Journal	-	-	Thomas, O.; <b>Kammler, F.</b> ; Sossna, D. (2015): <i>Smart Services: Geschäftsmodellinnovation durch 3D-Druck</i> . In: Wirtschaftsinformatik & Management, 2015/6, S. 18-29.	2
B14	World Mass Customization & Personalization Conference	Tagung	-	-	Hagen, S.; <b>Kammler, F.</b> ; Thomas, O. (2017): <i>Adapting Product-Service System methods for the digital era – requirements for Smart PSS engineering</i> . In: Hankammer, S.; Nielsen, K.; Piller, F.; Schuh, G.; Wang, N., (Hrsg.): Proceedings of the 9 <sup>th</sup> World Mass Customization & Personalization Conference (MCPC2017), Aachen. S. 87-99.	2
B15	Additive Manufacturing Quantifiziert	Tagung	-	-	Varwig, A.; <b>Kammler, F.</b> ; Thomas, O. (2017): <i>Geschäftsmodellevolution im Maschinen- und Anlagenbau durch Additive Manufacturing</i> . In: Lachmeyer R.; Lippert, R.B. (Hrsg.): Additive Manufacturing Quantifiziert, Hannover. S. 133-143.	3
B16	INFORMATIK 2017	Tagung	B	C	Varwig, A.; <b>Kammler, F.</b> ; Thomas, O. (2017): <i>Smarte Datenintegration durch Benchmarking-as-a-Service: Vorschlag eines Vorgehensmodells zur Entwicklung eines unternehmensübergreifenden Informationssysteme mittels Data Envelopment Analysis</i> . In: Eibl, M.; Gadke, M. (Hrsg.) Informatik 2017, Lecture Notes in Informatics (LNI 275), Chemnitz. Gesellschaft für Informatik e.V., S. 1883-1890.	2
B17	Dienstleistungsmodellierung 2014	Tagung	-	-	Özcan, D.; <b>Kammler, F.</b> ; Thomas, O. (2014): <i>Integrationsansatz zum konzeptionellen Design von Product-Service-Systems</i> . In: Thomas, O.; Nüttgens, M. (Hrsg.): Dienstleistungsmodellierung 2014. Wiesbaden, Springer Gabler, S. 54-75.	2
B18	Living Lab BPM: Research Report	Arbeitsbericht	-	-	<b>Kammler, F.</b> ; Thomas, O.; Fellmann, M. (2016): <i>Bring your own Device: Risiken und Nutzenpotenziale der Integration privater mobiler Endgeräte in Unternehmensnetzwerke</i> . In: Thomas, O. (Hrsg.) Living Lab Business Process Management Research Report, Nr. 12. Osnabrück.	2

#	Publikationsorgan	Medium	Ranking <sup>9</sup>		Bibliographische Informationen	FF
			WK WI	VHB JQ3		
B19	3D-Printing – Recht, Wirtschaft und Technik des industriellen 3D-Drucks	Buchband	-	-	Thomas, O.; <b>Kammler, F.</b> ; Varwig, A. (2017): <i>Die digitale Supply Chain: Auswirkungen des industriellen 3D-Drucks auf die Logistik</i> . In: Leupold, A.; Glossner, S. (Hrsg.): 3D-Printing – Recht, Wirtschaft und Technik des industriellen 3D-Drucks. München, C.H. Beck Verlag, S. 147-157.	3
B20	Digitalisierung in der Aus- und Weiterbildung	Buchband	-	-	<b>Kammler, F.</b> ; Berkemeier, L.; Zarvic, N.; Zobel, N.; Thomas, O. (2018b): <i>Smart Glasses Applications – Branchenübertragbarkeit und Cross Innovation</i> . In: Thomas, O.; Metzger, D.; Niegemann, H. (Hrsg.): Digitalisierung in der Aus- und Weiterbildung: Virtual und Augmented Reality für Industrie 4.0. Heidelberg, Springer Gabler, S. 211-222.	3
B21	DIN SPEC	Standard	-	-	Hocken, C.; [..]; <b>Kammler, F.</b> : <i>Entwicklung digitaler Dienstleistungssysteme</i> . Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.) DIN SPEC 33453. Berlin, Beuth Verlag. <a href="#">Unter Begutachtung</a> .	3
B22	Electronic Markets (EM)	Journal	A	B	<b>Kammler, F.</b> ; Berkemeier, L.; Thomas, O.: <i>What is a Smart Service Platform? Lessons Learned from a multi-sided manufacturing ecosystem</i> . In: Electronic Markets. <a href="#">Wiedereingereicht, Revision 1</a> .	2
B23	WIRTSCHAFTS-INFORMATIK 2019	Tagung	A	C	<b>Kammler, F.</b> ; Kemmerich, H.; Thomas, O. (2019): <i>Is „Smart Product“ a sufficient Paradigm for Practical Instatiations? A Conceptual Assessment in Yachting</i> . <a href="#">Unter Begutachtung</a> .	2
B24	WIRTSCHAFTS-INFORMATIK 2019	Tagung	A	C	Wiedemann, N.; <b>Kammler, F.</b> ; Varwig, A.; Thomas, O. (2019): <i>Towards a methodical framework for Predictive Maintenance Strategies in Mechanical Engineering – A literature-based State-of-the-Art</i> . <a href="#">Unter Begutachtung</a> .	1

Alle aufgeführten Beiträge fügen sich in die in Abschnitt 4.1 skizzierten Projektaktivitäten des Autors ein. Dabei wurde im Zeitraum zwischen 2012 und 2018 über verschiedene Projekte hinweg der Einsatz von dienstleistungsbezogenen IT-Lösungen untersucht. Die Notwendigkeit für „datenbasierte“ Ansätze wurde bereits 2013 erkannt, konnte aber aufgrund der vorgelagerten Notwendigkeit geeigneter Dienstleistungsunterstützungssysteme erst wesentlich später adressiert werden. Die hierfür erfolgten Entwicklungsschritte können in einer Reihe weiterer Dissertationsschriften begutachtet werden. Ergebnisse der Einzelprojekte sind dabei als iterative Instanzierungen des Gestaltungsgegenstands zu verstehen (vgl. Österle et al. 2010, S. 667) und erweitern den Forschungsbereich (Abb. 2).

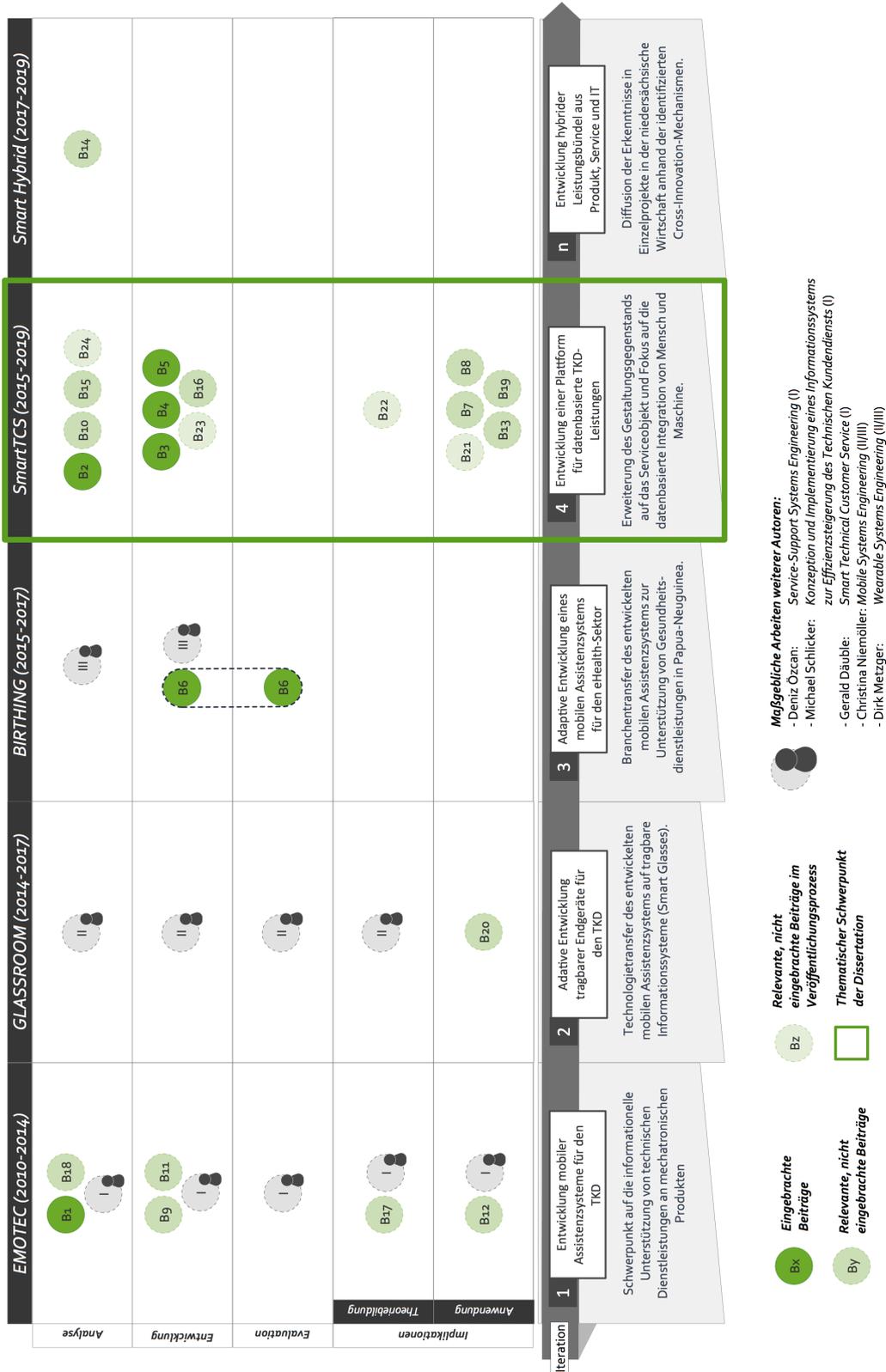
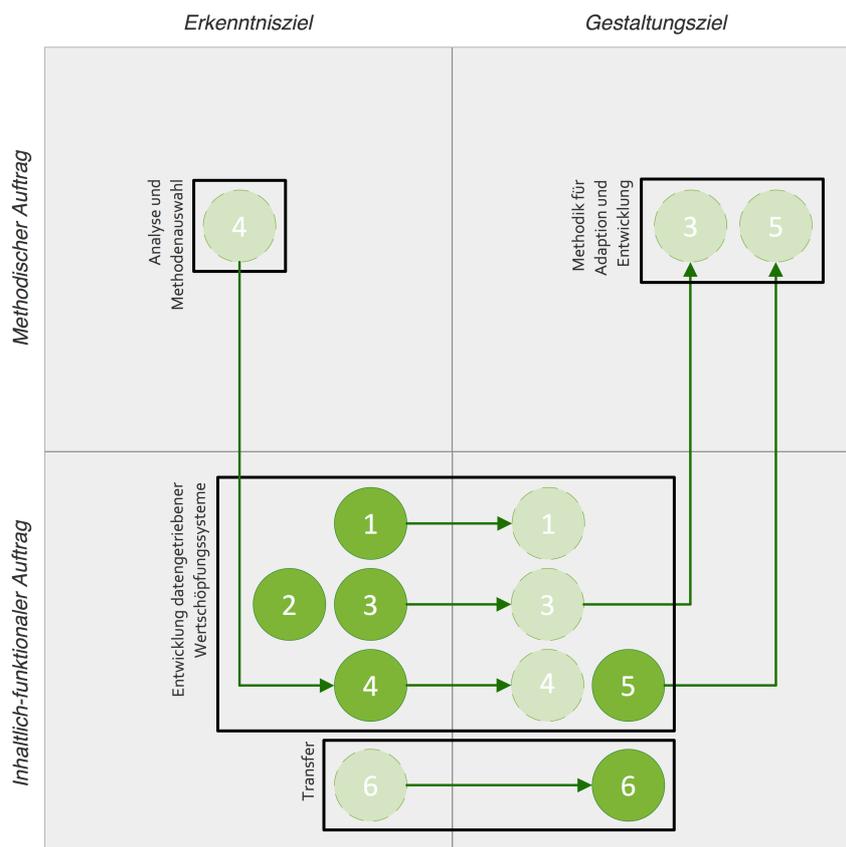


Abb. 2. Einordnung der Forschungsbeiträge des Autors in den Gesamtforschungsprozess

Die in die Dissertationsleistung eingebrachten Beiträge tragen zu den übergreifenden Zielen der Wirtschaftsinformatik bei, die sich in *Erkenntnisziele* (im Sinne eines phänomenalen Erkenntnisinteresses) und *Gestaltungsziele* (im Sinne des aktionalen Erkenntnisinteresses) gliedern lassen. Beide Ziele können darüber hinaus einem auftragsbezogenen Schwerpunkt folgen, der entweder *inhaltlich-funktionaler* Natur (im Sinne der Beschreibung und Gestaltung von Informationssystemen im betrieblichen Kontext) oder *methodischer* Natur (im Sinne des Verständnisses und der Entwicklung von strukturierten Vorgehensweisen) sein kann (Becker et al. 2004).



**Abb. 3.** Zuordnung der eingebrachten Beiträge zu den Aufträgen und Zielen der Wirtschaftsinformatik (in Anlehnung an Becker et al. 2004, S. 347)

Abb. 3 visualisiert die Zuordnung der eingebrachten Beiträge zu den Aufträgen und Zielen der Wirtschaftsinformatik. Dabei wurden zur Primärzuordnung die hauptsächlichen Aufträge und Ziele der Beiträge gewählt. Teilweise vorliegende Sekundärzuordnungen wurden durch ein schwach gezeichnetes Duplikat kenntlich gemacht, das analog zur im Beitrag vorliegenden Entwicklung der Erkenntnisse eine Verknüpfung zum primären Auftrag und Ziel aufweist.

- (1) Die erste Veröffentlichung adressiert die (informationellen) Anforderungen an ein mobiles Assistenzsystem im technischen Kundendienst. Die Autoren folgen einem multi-methodischen Vorgehen, das die Ergebnisse einer strukturierten Literaturanalyse, einer Prozessbeobachtung in der Praxis und die Befragung von Experten trianguliert und auf diese Weise den Bedarf an datengetriebenen Funktionen identifiziert.
- (2) In der zweiten Veröffentlichung werden die Erkenntnisse der ersten Veröffentlichung aufgegriffen und Serviceplattformen als mögliches Informationssystem zwischen

Produkt und Dienstleistung untersucht. Erarbeitet wird eine vergleichende Anforderungsliste zwischen wissenschaftlichem Erkenntnisstand (Strukturierte Literaturrecherche) und praxisorientierter Perspektive (Experteninterviews).

- (3) Die dritte Veröffentlichung untersucht verschiedene Arten von Künstlichen Neuronalen Netzwerken (KNN) auf Basis eines Literaturvergleichs und modelliert einen Smart-Service-Ansatz, der die Integration von Maschinendaten und Serviceprozessen fokussiert.
- (4) Die vierte Veröffentlichung untersucht die Entwicklung von Software vor dem Hintergrund der voranschreitenden Industrie 4.0. Die Autoren zeigen anhand einer realwirtschaftlichen Fallstudie, wie die iterative Verzahnung der Entwicklung von IT und Wertschöpfungsmodellen funktionieren kann und schlagen ein Modell zum Management von Software-Entwicklungen in der Industrie 4.0-Vision vor.
- (5) Die fünfte Veröffentlichung beschäftigt sich mit der Explikation einer Plattformstrategie für hybride Wertschöpfungssysteme. Dabei werden die Ergebnisse der Beiträge 2 und 3 zur Synthese und Modellierung einer Plattform genutzt. Die methodische Anwendung der Erkenntnisse wird an einer Fallstudie im Anlagenbau demonstriert.
- (6) Die sechste Veröffentlichung adaptiert das Service-Support-System in einem neuen Anwendungsfall, dem Einsatz als eHealth-System im Hochland von Papua-Neuguinea. Der entwickelte Prototyp wird demonstriert und mittels Durchführung von Experimenten evaluiert.

Darüber hinaus entstand eine Reihe weiterer relevanter Beiträge, die nicht in das Dissertationsverfahren eingebracht werden (vgl. Abb. 2).

## 5.2 Zentrale Ergebnisse der Beiträge

Der nachfolgende Abschnitt beschreibt die zentralen Ergebnisse und Implikationen der eingereichten Beiträge. Hierfür erfolgt eine kurze Darstellung der Inhalte sowie des methodischen Vorgehens, die Benennung der zentralen Artefakte sowie die Einordnung in die Forschungsfragen der Dissertation. Sofern Beiträge direkt aufeinander aufbauen, wird die logische Verknüpfung erklärt.

### 5.2.1 Identifikation der Anforderungen an datenbasierte Dienstleistungen

Die Anforderungen an mobile Informationssysteme zur Unterstützung des technischen Kundendienstes sind umfangreich und über unterschiedliche Domänen verstreut. Um die informationelle Unterstützung von Kundendienstmitarbeitern zu ermöglichen, erhebt und konsolidiert Beitrag 1 die Anforderungen aus drei wesentlichen Erkenntnisrichtungen (Literaturstudie, Beobachtung, Befragung) unter Anwendung eines Triangulationsverfahrens (vgl. Abschnitt 4.2). Dabei wurden 55 funktionale und nicht-funktionale Anforderungen identifiziert und anhand der relativen Häufigkeit bewertet (Abb. 4).

Arrival & Diagnosis Spare parts delivery Servicing, Maintenance & Repair Returns processing Documentation & Invoicing Phase-Independent	Relevant Phase	Functional Requirement	Absolute and Relative Frequency of Mention					
			Shadowing	Interview	Literature	Shadowing	Interview	Literature
■ ■ ■ ■ ■		Electronic spare parts procurement	35	0,0322	4	0,0476	0	0
■ ■ ■ ■ ■		Linked information objects	197	0,1812	5	0,0595	0	0
■ ■ ■ ■ ■		Plausibility check for data collection	112	0,103	0	0	0	0
■ ■ ■ ■ ■		Search and call of structured and unstructured data	54	0,0497	2	0,0238	2	0,0308
■ ■ ■ ■ ■		"Intelligent" disposition	25	0,023	12	0,1429	0	0
■ ■ ■ ■ ■		Filling-out assistant for forms and reports	86	0,0791	3	0,0357	1	0,0154
■ ■ ■ ■ ■		News service	14	0,0129	0	0	1	0,0154
■ ■ ■ ■ ■		Proactive information provision	26	0,0239	7	0,0833	3	0,0462
■ ■ ■ ■ ■		Proactive order provision (Management of orders)	30	0,0276	1	0,0119	0	0
■ ■ ■ ■ ■		Real time transmission of order-related data	82	0,0754	0	0	0	0
■ ■ ■ ■ ■		Real-time communication with int. and ext. actors	3	0,0028	3	0,0357	5	0,0769
■ ■ ■ ■ ■		Service-related Key Performance Indicator measurement	80	0,0736	12	0,1429	0	0
■ ■ ■ ■ ■		Updating of the knowledge database	4	0,0037	2	0,0238	1	0,0154
■ ■ ■ ■ ■		Updating of the service history	101	0,0929	0	0	1	0,0154
■ ■ ■ ■ ■		Diagnostic function for maintenance objects	34	0,0313	0	0	0	0
■ ■ ■ ■ ■		Electronic checklist for customer service operations	18	0,0166	1	0,0119	0	0
■ ■ ■ ■ ■		Interactive assistance for customer service operations	46	0,0423	2	0,0238	0	0
■ ■ ■ ■ ■		Interface for the parameterization of maintenance objects	19	0,0175	0	0	0	0
■ ■ ■ ■ ■		Preview function of documents	2	0,0018	1	0,0119	1	0,0154
■ ■ ■ ■ ■		Remote diagnosis functions for maintenance objects	4	0,0037	2	0,0238	0	0
■ ■ ■ ■ ■		Scan function for optical and electromagnetic codes	10	0,0092	5	0,0595	0	0
■ ■ ■ ■ ■		Updating information resources	3	0,0028	2	0,0238	0	0
■ ■ ■ ■ ■		Customer complaint management	2	0,0018	0	0	0	0
■ ■ ■ ■ ■		Localized information (e.g. representation on a map)	0	0	0	0	3	0,0462
■ ■ ■ ■ ■		Order description (incl. work history, date and time req.)	0	0	0	0	2	0,0308
■ ■ ■ ■ ■		Returns management	1	0,0009	0	0	0	0
■ ■ ■ ■ ■		(Partially) automated document creation	81	0,0745	5	0,0595	0	0

Abb. 4. Auszug der konsolidierten Anforderungen an mobile Assistenzsysteme im TKD (Matijacic et al. 2013, S. 12)

Neben der Identifikation von grundlegenden Informationsfunktionen wurde eine Reihe von Anforderungen für „datengetriebene“ Funktionen identifiziert. Hierzu zählen beispielsweise *Automatisierte Plausibilitätsprüfungen*, die *Intelligente Disposition*, die *Proaktive Informationsbereitstellung*, *Diagnostische Funktionen für Wartungsgegenstände* und *Interaktive Unterstützungen für die Erbringung von Kundendienstleistungen*. Im Ergebnis zeigt sich, dass die Unterstützung der Dienstleistungserbringung durch mobile Assistenzsysteme ebenfalls Anforderungen an die „digitale Durchdringung“ des Serviceobjekts sowie der aktiven Verknüpfung beider Komponenten stellt.

## 5.2.2 Anforderungserhebung für die Gestaltung von Serviceplattformen

In Beitrag 2 werden die Anforderungen an eine endgeräteneutrale Dienstleistungsplattform untersucht. Hierfür wird im ersten Schritt bestehende Literatur zu Serviceplattformen untersucht und deren individueller Umsetzungsgrad sowie konkrete Anforderungen extrahiert. Komplementär erfolgen Befragungen von Experten aus fünf verschiedenen Sektoren des Maschinen- und Anlagenbaus. Im Ergebnis zeigt sich, dass Serviceplattformen als „Kristallisationspunkt“ für die Integration von digitalisierten Produkten, Assistenzsystemen und Akteuren dienen können und auf diese Weise die Konfiguration von datenbasierten Dienstleistungen ermöglichen.

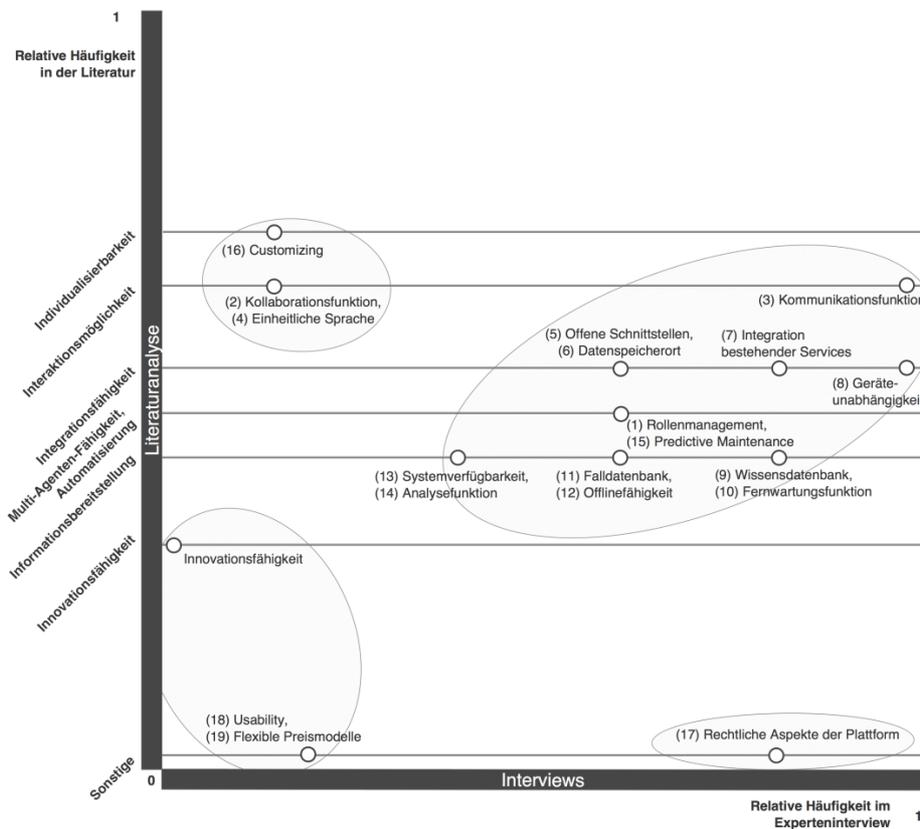


Abb. 5. Zweidimensional geclusterte Anforderungen an die Serviceplattform (Kammler et al. 2018c, S. 1756)

Kernanforderungen an Serviceplattformen beinhalten die Erschließung von Interaktionsmöglichkeiten zwischen unterschiedlichen Agenten, die Integration von Datenquellen (bspw. Falldatenbanken oder Maschinendatenspeicher) und die Automatisierung von Funktionen wie bspw. der Fehlerdiagnose. Gleichzeitig zeigte sich jedoch auch, dass bislang eine Reihe unterschiedlicher Domänenperspektiven vorliegen, die zu einem fragmentierten Verständnis von zentralen Begriffen führen.

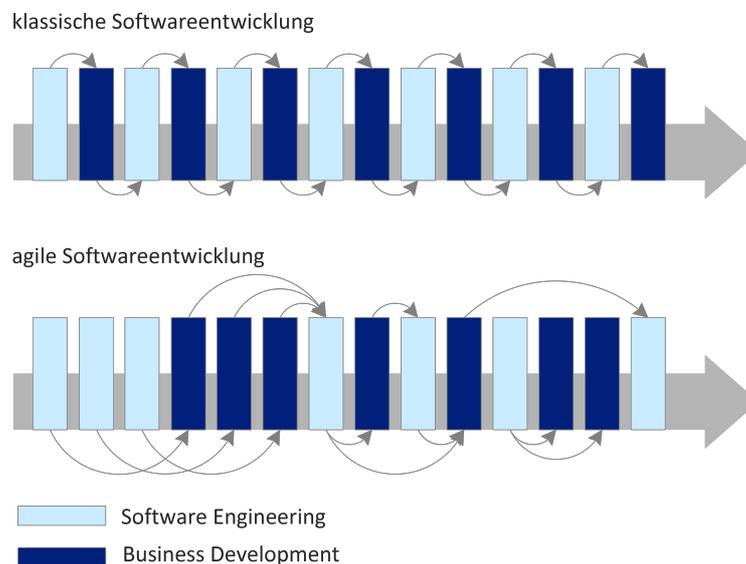
Beide Untersuchungen decken Bedarfe und Anforderungen an ein Informationssystem zur Unterstützung datenbasierter Dienstleistungen auf und beantworten damit Forschungsfrage 1. In Beitrag 1 werden allgemeine Anforderungen an ein mobiles Assistenzsystem untersucht. Dabei zeigt sich, dass ein deutlicher Anteil der identifizierten Anforderungen auf Funktionen hinweist, die Daten aus dem Produktanteil des Lösungsbündels beziehen. Beitrag 2 zeigt die konkreten Anforderungen an eine Serviceplattform, um diese als „Informationsnexus“ für innovative Dienstleistungskonzepte zu positionieren.

### 5.2.3 Analyse einer Fallstudie zur integrierten Entwicklung von IT-basierten Lösungskomponenten

Im Verlauf des Konsortialprojekts smartTCS stieß der Autor der Dissertation auf die Problematik der mangelhaften Anwendbarkeit von „traditionellen“ Entwicklungsmethoden für den Aufbau von datengetriebenen Wertschöpfungssystemen. Konkret äußerte sich dieses Problem in der Intensität und Komplexität der erforderlichen Koordinationsaufwände zwischen beteiligten Fachbereichen wie der Produktkonstruktion, dem Servicemanagement und der betrieblichen IT. Gleichzeitig erforderte die Entwicklung von datengetriebenen Wertschöpfungssystemen eine kognitive Transferleistung, um neue Geschäftsmöglichkeiten, die sich aus der Integration mehrerer Softwarekomponenten ergeben, „vorzudenken“

und in Produkten und Dienstleistungen umzusetzen. Forschungsfrage 2 adressiert daher die Realisierung von datengetriebenen Wertschöpfungssystemen.

Beitrag 3 widmet sich dieser Problematik aus Sicht der agilen Softwareentwicklung und zeigt an einer realen Fallstudie eines Lebensmittelproduzenten, wie „DevOps“, also die gleichzeitige Ausführung von Entwicklung (engl.: *Development*) und Betrieb (engl.: *Operations*), als Prinzip zum iterativen Aufbau von IT-basierten Komponenten in der Industrie-4.0 genutzt werden kann. Im Ergebnis schlägt der Beitrag das Aufbrechen klassischer Entwicklungsstrukturen vor. Aufgelöst wird die sequentielle Abfolge von Schritten zur Entwicklung der Geschäftsfelder (wie einzelner Produkte und Dienstleistungen), die jeweils in die isolierte Entwicklung von Informationssystemen münden. Diese wird ersetzt durch die „asynchrone“ Weiterentwicklung von Geschäftsfeldern und Softwarekomponenten, da in derartigen datengetriebenen Wertschöpfungssystemen oftmals erst die Integration mehrerer Software-Komponenten die Erschließung neuer Geschäftsfelder ermöglicht. Komplementär hierzu kann beobachtet werden, dass die Entwicklung von Produkten und produktbegleitenden Dienstleistungen neue gemeinsame Softwarekomponenten erforderlich macht (Abb. 6).



**Abb. 6.** Vergleich verschiedener Software-Entwicklungsansätze für die Industrie 4.0 (Thomas et al. 2017, S.4)

Der Beitrag schlägt vor, für derartige Entwicklungsumgebungen agile Softwareentwicklungsmethoden zu nutzen, da diese die nötige Flexibilität zur asynchronen und stetigen Entwicklung von Lösungskomponenten beider Perspektiven bieten können und zeigt deren Anwendung anhand der Fallstudie auf.

#### 5.2.4 Integration von Serviceprozessen und Maschinendaten am Beispiel Predictive Maintenance

Beitrag 4 untersucht prädiktive Wartungsstrategien („Predictive Maintenance“) als Anwendung datenbasierter Dienstleistungen. Auf Basis einer vergleichenden Analyse unterschiedlicher Arten von Künstlichen Neuronalen Netzwerken (KNN) wird ein Konzept zur Verknüpfung von Dienstleistungsschritten und Maschinenzuständen vorgestellt. Die zugrundeliegende Datenbasis stellen Prozessdokumentationen (Soll-Prozesse) und Serviceberichte (Ist-Prozesse) dar, die zu einer generellen Service-Klassifikation verbunden werden. Dem gegenüber steht die Auswertung von aktuellen Maschinen- und Lebenszyklusdaten der einzelnen Bauteile, um den gegenwärtigen Status der Maschine identifizieren zu können. Die Synthese aus beiden Klassifikationsansätzen bildet eine Fehler-Aktivität-Zuordnung, auf

deren Basis bevorstehende Servicebedarfe identifiziert und erforderliche Maßnahmen ausgelöst werden können.

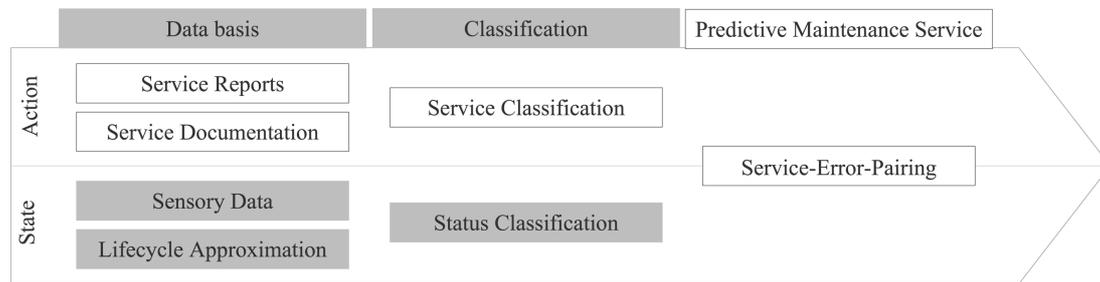


Abb. 7. Integration von Prozess- und Maschinendaten für Predictive-Maintenance-Strategien (Varwig et al. 2017, S. 7)

Forschungsfrage 2 wird durch die dargestellten Ergebnisse in zweierlei Hinsicht beantwortet. Beitrag 3 erklärt detailliert die organisatorische Notwendigkeit zur Umgestaltung von Entwicklungsprozessen, während Beitrag 4 mit der Betrachtung von Predictive-Maintenance-Strategien einen anwendungsnahen Querschnitt durch eine einzelne Instanziierung der datengetriebenen Wertschöpfung liefert.

### 5.2.5 Exploration von Plattformstrategien für hybride Wertschöpfungssysteme

Beitrag 5 analysiert die in der Literatur vorherrschenden Plattformstrategie-Begriffe und modelliert eine Anwendung für hybride Wertschöpfungssysteme. Hierfür wird auf die in Beitrag 2 identifizierten Anforderungen und das in Beitrag 3 erarbeitete Verständnis der integrierten Entwicklung IT-basierter Lösungskomponenten zurückgegriffen. Vorgeschlagen werden zwei Teilzyklen, die zur Umsetzung einer Serviceplattform beitragen sollen: Zum einen die eigenständige *Entwicklung technischer Module*, die in einem Katalog bereitgestellt werden, zum anderen die *Entwicklung von Servicemodulen*, die die technischen Module operationalisiert und konfigurierbare Dienstleistungsbausteine bereitstellt.

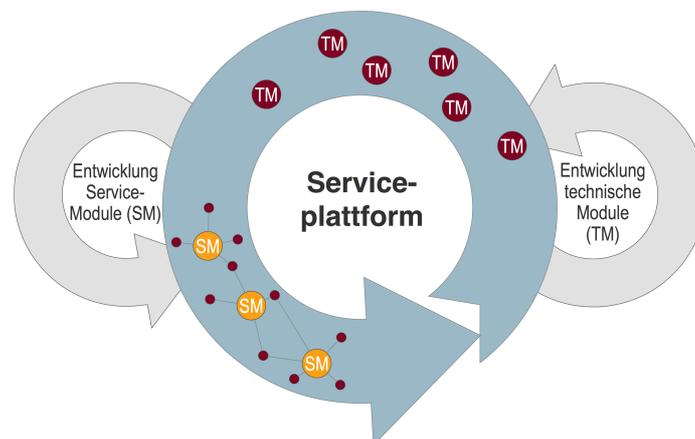


Abb. 8. Drei-Zyklen-Modell zur parallelen Umsetzung und Betrieb („DevOps“) einer Serviceplattform (Kammler et al. 2018a, S. 13)

Anhand einer Fallstudie in der Klima- und Kältetechnik skizziert der Beitrag die Instanziierung aus Sicht eines Unternehmens, welches ein datengetriebenes Wertschöpfungssystem betreibt. Hierzu gehören die Lösungskomponenten Maschine, die als Datenquelle und Serviceobjekt dient, ein Webportal, in dem der Kunde seine Maschinenstammdaten und -reports einsehen kann sowie eine Smartphone-App, die Standard-Wartungs- und Diagnostikaktivitäten für die eigenständige Ausführung durch den Kunden („Self-Service“)

ermöglicht (Abb. 8, *Produktsicht*). Im zweiten Schritt werden technische Module der einzelnen Produkte in Servicemodulen integriert (*Servicesicht*) und dem Kunden als Dienstleistungsbaustein angeboten (*Kundensicht*).

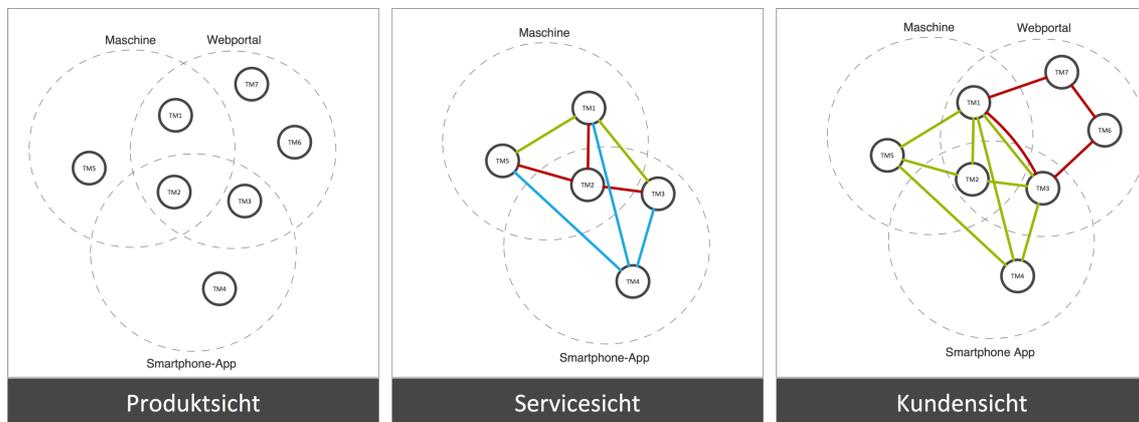


Abb. 9. Drei Sichten des plattformbasierten Lösungsangebots (Kammler et al. 2018a, S. 11)

### 5.2.6 Adaption der Erkenntnisse zur Entwicklung eines Assistenzsystems für Gesundheitsdienstleistungen in Papua-Neuguinea

Der schließende Beitrag der Dissertation prüft die Übertragbarkeit der entwickelten Artefakte und berichtet über die Adaption, Entwicklung und Evaluation des mobilen Assistenzsystems im eHealth-Bereich in Papua-Neuguinea. Demonstriert wird das Ergebnis einer prototypischen Implementierung, die im Rahmen einer Fallstudie und unter Berücksichtigung von zwei Szenarien-basierten Tests und einer Umfrage formativ evaluiert wurde. Im Ergebnis zeigt sich, dass der Prototyp aus dem Maschinen- und Anlagenbau als „Muster“ dienen kann, um in anderen Branchen und Ländern sowie unter veränderten technischen Gegebenheiten für eine Verbesserung der Informationsversorgung zu sorgen. Schlussfolgernd bestätigt sich der Anspruch der Wiederverwendbarkeit von Artefakten in der gestaltungsorientierten Forschung, wie er von der *Design Theory Projectability* gefordert wird.



Abb. 10. Konzept zur Adaption des Maschinenbau-Prototyps für Gesundheitsdienstleistungen in Papua-Neuguinea (Berke-meier et al. 2018, S. 3)

Die gezeigten Beiträge beantworten Forschungsfrage 3 und zeigen, wie die entwickelten Ergebnisse durch Betrieb einer Plattformstrategie skaliert und generell eingesetzt (B5)

sowie in weiteren Branchen und unter gänzlich anderen Rahmenbedingungen adaptiert (B6) werden können.

### 5.3 Theoretische Implikationen

Der theoretische Beitrag der Dissertation liegt in der Exploration der datengetriebenen Wertschöpfung im Maschinen- und Anlagenbau und erzeugt Implikationen für mehrere Entwicklungsfelder. Forschungsfrage 1 führt zur multimethodischen Analyse und Beschreibung von Anforderungen an IT-Systeme und deckt auf, dass eine Reihe von funktionalen Anforderungen datenbasierte Dienstleistungen adressieren. Neben den Anforderungen im Kerninteresse dieser Arbeit wurde jedoch noch eine Reihe weiterer, relevanter Anforderungen identifiziert, die zur zukünftigen Entwicklung von Assistenzsystemen beitragen können bzw. in späteren Iterationen des Forschungsgegenstands (vgl. Abb. 2) bereits beitragen. Die identifizierten Anforderungen motivieren die Anwendung von Serviceplattformen, zu deren Instanziierung in Literatur und Praxis jedoch bislang wenig Wissen vorliegt. Beitrag 2 schließt diese Lücke durch die Gegenüberstellung beider Perspektiven und trägt eine Liste konsolidierter Anforderungen zur wissenschaftlichen Diskussion bei.

Zur Beantwortung der zweiten Forschungsfrage verlagert sich der Fokus der Dissertation von der phänomenalen Beobachtung und Beschreibung zur aktionalen Gestaltung von Lösungsansätzen. Die Ergebnisse dieses Abschnitts ordnen sich in die Forschungsarbeiten um Smart Services und Smart-Service-Systeme ein (Barile, Polese 2010; Beverungen et al. 2017) und bereichern die verhaltenswissenschaftlich geprägte Diskussion (vgl. Wunderlich et al. 2013; Wuenderlich et al. 2015; Lim, Maglio 2018) um konkrete Gestaltungsvorschläge (B4) und methodische Ansätze zur Entwicklung IT-basierter Lösungskomponenten (B3). Dabei bestätigte sich die durch Larson (2016) aufgeworfene Problematik, dass IT-basierte Lösungskomponenten und deren Betrieb in einem Gesamtsystem eine hohe interdisziplinäre Komplexität verursachen, die in der Erforschung, Entwicklung und dem Management berücksichtigt werden muss. In dieser Dissertation wird die Ansicht vertreten, dass Plattformstrategien hierzu eine Lösung bieten können, in deren Rahmen Komponenten kontinuierlich entwickelt und konfiguriert werden (B3, B5). Im Sinne der sich verkürzenden Entwicklungszyklen von digitalisierten Produkten (Lasi et al. 2014) stellt auch die Adaption von bereits entwickelten Artefakten in weiteren Industrien einen gangbaren Weg zur Erschließung technischer Lösungen dar (Kammler et al. 2018b). Dass die identifizierten Anforderungen und die daraus erfolgten Entwicklungsschritte auf andere Dienstleistungsgebiete übertragbar sind, zeigt Beitrag 6 mit der Adaption des Maschinenbau-Prototyps in der Erbringung von Gesundheitsdienstleistungen in Papua-Neuguinea und beantwortet Forschungsfrage 3 (Berkemeier et al. 2018).

Als wichtige Ergänzung der konkreten Problemlösungen ist die Auseinandersetzung der Arbeit mit theoriebildenden Erkenntnissen zu sehen (Baskerville et al. 2011). Hierfür kann die Verknüpfung der Erkenntnisse auf Anwendungsebene mit Methoden und Theorien der Wirtschaftsinformatik und Wirtschaftswissenschaften verfolgt werden. So weist die Arbeit darauf hin, dass Smart-Service-Systeme zukünftig aus Perspektive der mehrseitigen Plattformstrategien (vgl. Hagi 2009, 2014) erforscht werden können, die auf einzelne Lösungskomponenten spezialisierte Akteure und Kundengruppen verknüpfen und so die Entwicklungsaufwände für einzelne Marktteilnehmer reduzieren. Eine Studie zu derartigen Strategien befindet sich gegenwärtig bereits im wissenschaftlichen Begutachtungsprozess (B22).

Die Entwicklung solcher Problemlösungen betrifft jedoch nicht ausschließlich den Gegenstandsbereich der Wirtschaftsinformatik: So definieren die identifizierten Anforderungen auch (Re-)Engineering-Bedarfe in den Feldern der Elektrotechnik, dem klassischen Maschinenbau und der Informatik, in denen bislang ebenfalls die Notwendigkeit holistischer Handlungsanleitungen für datengetriebene Konzepte besteht. Das Projekt *Smart Hybrid*

(vgl. Abb. 2) kanalisiert die unterschiedlichen Bedarfe und erforscht als interdisziplinärer Innovationsverbund aus sechs Fachgebieten<sup>10</sup> die Entwicklung und den Betrieb IT-basierter Leistungsbündel in der niedersächsischen Wirtschaft. Sowohl die vorliegende Dissertation als auch das laufende Forschungsprojekt adressieren damit mehrere der von Mertens und Barbian aufgeworfenen „Grand Challenges“ (2015, S. 394 ff.) (Nummer 7, 8, 10, 11, 12) und erweisen sich auf diese Weise als Forschungsraum für weitere anwendungsorientierte Vorhaben.

#### 5.4 Praktische Implikationen

Die gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik setzt sich zum Ziel, neben der Gewinnung von theoretischen Erkenntnissen auch zur Weiterentwicklung von Anwendungswissen beizutragen (Hevner et al. 2004; Österle et al. 2010). Dieses Ziel wurde auch im Rahmen der vorliegenden Dissertation durch die stetige Integration von Praktikern in Experteninterviews und Fokusgruppen, die Durchführung von Fallstudien sowie die Entwicklung und Evaluation eines Prototyps mit der Anwendergruppe vor Ort in Goroka, Papua-Neuguinea verfolgt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen zeigen für Anwender auf, wie datengetriebene Wertschöpfungssysteme durch Plattformstrategien (B2, B5) realisiert werden können, welche Anforderungen bezüglich zugrundeliegender Informationssysteme (B1, B2) zu beachten sind und wie Schnittstellen zwischen Maschinendaten und Dienstleistungen geschaffen (B4) und Gestaltungsprozesse angepasst werden können (B3), um zukünftig die integrierte Entwicklung von IT-basierten Produkten und Dienstleistungen voranzutreiben. Darüber hinaus wurde ein realer Anwendungsfall bearbeitet, der den erfolgreichen Transfer von Technologien in schwach strukturierte Rahmenbedingungen darstellt und aufzeigt, dass auch die Adaption von branchenfremden Systemen dazu beitragen kann, Anforderungen an das Zielsystem zu klären und erste Schritte in Richtung von Produktivlösungen zu machen (B6).

Die erarbeiteten Ergebnisse tragen dazu bei, das Lösungsgeschäft im Maschinen- und Anlagenbau in Richtung der datengetriebenen Wertschöpfungssysteme weiterzuentwickeln und weisen damit auf die Zukunftsvision der Smart-Service-Systeme hin. Zentrale Potenziale liegen in der kontinuierlichen Weiterentwicklung von Assistenzsystemen durch die aktive Verknüpfung mit der Maschine, die (Teil-)Automatisierung des Informationsmanagements durch proaktive Auswahl (Matijacic et al. 2013) und der ständigen Auswertung von Maschinendaten zur Senkung von Einsatz- und Ausfallkosten.

Viele der zusätzlichen entstandenen, relevanten Arbeiten wurden in diese Dissertation nicht eingebracht, tragen aber zur praktischen Anwendbarkeit der Ergebnisse bei: So betrachtet eine Reihe von Publikationen die produktbezogene Dienstleistung der Ersatzteilversorgung, die gegenwärtig durch Fortschritte in den Verfahren der additiven Fertigung zum datengetriebenen Wertschöpfungssystem transformiert wird und durch die Digitalisierung von Distributionswegen Veränderungen in der Logistik bedingt (B8, B13, B15, B19). Weitere praxisorientierte Beiträge fassen die gegenwärtigen Veränderungen im Maschinen- und Anlagenbau zusammen und verdichten die Ergebnisse zu Handlungsanleitungen für Praktiker (B7, B9, B10, B11). Außerdem führten die entwickelten Erkenntnisse zu zwei Standardisierungsverfahren unter Beteiligung des Autors dieser Dissertation: Am Ende des Projekts EMOTEC wurden die Anwendungsfälle mobiler Assistenzsysteme in der DIN SPEC 91294 standardisiert. Der zweite Standard wird gegenwärtig als DIN SPEC 33453 unter dem Titel „Entwicklung digitaler Dienstleistungssysteme“ erarbeitet und soll im Winter 2018 vorgestellt werden.

---

<sup>10</sup> Das Projekt Smart Hybrid wird unter Beteiligung des *Service-, Process-, Electrical-, Software-, Product-* und *Production-Engineerings* mit Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) durchgeführt.

## 5.5 Limitationen

Alle in die Dissertationsleistung eingebrachten Beiträge wurden auf Grundlage anerkannter Forschungsmethoden und -ansätze durchgeführt (vgl. Abschnitt 4) und in der wissenschaftlichen Doppel-Blind-Begutachtung zur Veröffentlichung angenommen. Überdies sind, ausgenommen von Beitrag 5, alle Beiträge in Publikationsorganen veröffentlicht worden, die in den Bewertungslisten des Verbands der Hochschullehrer der Betriebswirtschaft (VHB, JOURQUAL-Ranking) und der im VHB organisierten Wissenschaftlichen Kommission für Wirtschaftsinformatik (WKWI) mindestens als „wissenschaftliche Zeitschrift“ berücksichtigt wurden. Hervorzuheben sind darunter die Beiträge 1 und 6, die in der Kategorie „führende wissenschaftlichen Zeitschriften (A)“ erschienen sind.

Trotz größtmöglicher Rigorosität und Sorgfalt im Forschungsprozess und der positiven Bewertung im Begutachtungsverfahren bestehen Limitationen der Untersuchung. An erster Stelle ist dabei der explorative Charakter der Erkenntnisse zu benennen, der aufgrund der Neuheit des Themas und der Komplexität seiner Anwendung entsteht. Hieraus leiten sich zwei wesentliche Limitationen ab, die die weitere Untersuchung des Themengebiets motivieren: Erstens handelt es sich bei den durchgeführten Untersuchungen fast ausschließlich um qualitative Untersuchungen. Während diese prädestiniert für die Exploration und Entwicklung eines Themas sind, adressieren die vorliegenden Beiträge bislang nicht die evidenzbasierte Überprüfung von Theorien durch statistische Verfahren. Hierfür gilt es zukünftig, aus den gewonnenen (qualitativen) Erkenntnissen Hypothesen und Untersuchungsmodelle zu entwickeln, die die Ergebnisse dieser Dissertation durch empirische Beobachtungen komplementieren können. Zweitens ist zu berücksichtigen, dass die vorliegende Arbeit am Anwendungsfall des Maschinen- und Anlagenbaus durchgeführt wurde. Während die Beschränkung dieser Untersuchung einen hohen Konkretisierungsgrad ermöglicht hat, erfordert die Theoriebildung im Sinne eines induktiven Erkenntnisprozesses die übereinstimmende Beobachtung in weiteren Domänen, um robuste und generalisierbare Artefakte ableiten zu können. Dies bedeutet, dass in Zukunft weitere strukturierte Entwicklungswerkzeuge benötigt werden, mit denen sich vergleichbare Anwendungsfälle in weiteren Domänen aufbauen lassen. Einen ersten Ansatz hierzu bietet Beitrag 6. Abschließend ist festzustellen, dass die Auswahl von Befragungsteilnehmern für Fokusgruppen und Experteninterviews, die Formulierung von Suchtermen für Literaturrecherchen und die Auswahl von Fallstudien und beobachteten Prozessen zwar sorgfältig und unter Berücksichtigung typischer Stichprobengrößen durchgeführt wurde, gleichzeitig aber vor dem Hintergrund der praktischen Durchführbarkeit nicht die vollständige Grundgesamtheit erfassen kann. Reproduktive Studien mit anderen Datengrundlagen könnten daher in Teilen ergänzende Ergebnisse aufwerfen, die aus Sicht des Autors jedoch weiter zum Verständnis und schlussendlich zur Beherrschung des sehr komplexen Themenbereichs beitragen.

## 6 Zusammenfassung

Die Ergebnisse dieser Dissertation zeigen, dass die Entwicklung und der Betrieb von datenbasierten Lösungsangeboten im Maschinen- und Anlagenbau möglich ist und aufgrund der zunehmenden Digitalisierung und Vernetzung auf der systemischen Integration der einzelnen Wertschöpfungskomponenten aufsetzt. Dabei ist eine zentrale Erkenntnis, dass für das Angebot von datenbasierten Dienstleistungen auch die IT-basierte (Neu-)Gestaltung von Produkten ins Auge gefasst werden muss. Die allumfassende Gestaltung derartiger „Wertschöpfungs-systeme“ stellt dem Mehrwert innovativer und wettbewerbssicherer Angebote so einen höheren Koordinationsaufwand und Entwicklungskomplexität gegenüber, die beispielsweise durch den Einsatz von Plattformstrategien, die (daraus folgende) modulare Entwicklung von Produkt- und Dienstleistungskomponenten und die Adaption von bereits entwickelten Systemen adressiert werden können.

Um diese Erkenntnisse zu erschließen, beantwortet die Dissertation drei Teilforschungsfragen. Die Arbeiten im Rahmen von Forschungsfrage 1 identifizieren dabei Anforderungen an Assistenzsysteme und Serviceplattformen und zeigen, dass die Forderung nach datenbasierten Dienstleistungen und Dienstleistungsunterstützungen besteht. Forschungsfrage 2 operationalisiert die Anforderungen im Anwendungsfall „Predictive Maintenance“, der als Smart Service die konzeptuellen Grenzen datengetriebene Wertschöpfungssysteme voll ausschöpft. Es zeigt sich, dass die Entwicklung derartiger Konzepte nicht länger durch die sequentielle Abfolge von (Software-)Entwicklungsschritten und Business-Development-Maßnahmen, wie der Entwicklung neuer Produkte und Dienstleistungen, zu meistern ist. Vielmehr müssen die identifizierten Anforderungen und deren Implikationen für das Geschäftsmodell in asynchron stattfindenden Iterationen realisiert werden. Die Ergebnisse zu Forschungsfrage 3 zeigen, dass derartige Umsetzungen einerseits durch den Einsatz von Plattformstrategien strukturiert vorangetrieben, andererseits aber auch die evolutionäre Entwicklung durch einen „Innovations-Bypass“ mittels Adaption teilweise umgangen werden können. Die eingangs gestellte Hauptforschungsfrage: „Wie können datengetriebene Wertschöpfungssysteme auf Basis der Forschung zu Smart-Service-Systemen gestaltet werden?“ wird daher durch eine Reihe an Einzelerkenntnissen beantwortet, die in Summe erste Handlungsanleitungen zum Auslösen einer Transformation geben können. Gleichzeitig bleibt zu bemerken, dass die Beforschung wie auch die praktische Umsetzung von Smart-Service-Systemen in den Anfängen steckt und maßgeblichen Aufwind durch erst kürzlich entstandene Forschungsbeiträge erfährt<sup>11</sup>. Der Abschluss dieser Dissertation kann vor diesem Hintergrund als Anstoß für neue Forschungsarbeiten dienen, die sich weitergehend mit dem Phänomen und der Gestaltung von datengetriebene Wertschöpfungssystemen beschäftigen.

---

<sup>11</sup> Stellvertretend, aber nicht abschließend, kann eine Auswahl an Beiträgen genannt werden (Larson 2016; Beverungen et al. 2017; Lim und Maglio 2018)

## 7 Literatur

- Alavi, M. (1984): *An assessment of the prototyping approach to information systems development*. Communications of the ACM 6(27):556–563.
- Allmendinger, G.; Lombreglia, R. (2005): *Four Strategies for the Age of Smart Services*. Harvard Business Review (HBR) 10(83):131–145.
- Baines, T.; Lightfoot, H.; Smart, P.; Fletcher, S. (2013): *Servitization of manufacture: Exploring the deployment and skills of people critical to the delivery of advanced services*. Journal of Manufacturing Technology Management 4(24):637–646.
- Barile, S.; Polese, F. (2010): *Smart Service Systems and Viable Service Systems: Applying Systems Theory to Service Science*. Service Science 1(2):21–40.
- Baskerville, R.; Lyytinen, K.; Sambamurthy, V.; Straub, D. (2011): *A response to the design-oriented information systems research memorandum*. European Journal of Information Systems 1(20):11–15.
- Baskerville, R.; Pries-Heje, J. (2014): *Design Theory Projectability*. In: Doolin, B.; Lamprou, E.; Mitev, N.; McLeod, L. (Hrsg.): *Information Systems and Global Assemblages. (Re)Configuring Actors, Artefacts, Organizations*. Heidelberg, Springer, 219–232.
- Becker, J.; Holten, R.; Knackstedt, R.; Niehaves, B. (2004): *Epistemologische Positionierungen in der Wirtschaftsinformatik am Beispiel einer konsensorientierten Informationsmodellierung*. In: Frank, U. (Hrsg.): *Wissenschaftstheorie in Ökonomie und Wirtschaftsinformatik: Theoriebildung und -bewertung, Ontologien, Wissensmanagement*. Wiesbaden, Deutscher Universitätsverlag, 335–336.
- Becker, J.; Neumann, S. (2006): *Referenzmodelle für Workflow-Applikationen in technischen Dienstleistungen*. In: Bullinger, H.-J.; Scheer, A.-W. (Hrsg.): *Service Engineering: Entwicklung und Gestaltung innovativer Dienstleistungen*. Heidelberg, Springer, 619–645.
- Benbasat, I.; Zmud, R.W. (1999): *Empirical Research In Information Systems: The Practice of Relevance*. MIS Quarterly (MISQ) 1(23):3–16.
- Berkemeier, L.; Kammler, F.; Thomas, O. (2018): *Bypassing the Evolution of Technology: Using Design Science Artifacts to Give a Leg-Up for Digitalization in Developing Countries*. In: Proceedings of the 48<sup>th</sup> Conference on Information Systems (ICIS 2018), San Francisco, USA. (Unter Auflage angenommen)
- Beverungen, D.; Müller, O.; Matzner, M.; Mendling, J.; vom Brocke, J. (2017): *Conceptualizing smart service systems*. Electronic Markets (EM) 1(12).
- Böhmman, T.; Leimeister, J.M.; Möslin, K. (2014): *Service Systems Engineering: A Field for Future Information Systems Research*. Business & Information Systems Engineering (BISE) 2(6):73–79.
- Brenner, M. (2011): *Vom Produzenten zum Lösungsanbieter - Reifegrade und Entwicklungsstufen basierend auf einer empirischen Studie*. München, GRIN Verlag.
- vom Brocke, J.; Simons, A.; Niehaves, B.; Riemer, K.; Plattfaut, R.; Cleven, A. (2009): *Reconstructing The Giant: On The Importance Of Rigour In Documenting The Literature Search Process*. In: Newell, S.; Whitley, E.A.; Pouloudi, N.; Wareham, J.; Mathiassen, L. (Hrsg.): *Proceedings of the 17th European Conference on Information Systems (ECIS 2009)*, Verona, Italien. Paper 161.
- Daeuble, G.; Oezcan, D.; Niemoeller, C.; Fellmann, M.; Nuettgens, M.; Thomas, O. (2015): *Information Needs of the Mobile Technical Customer Service -- A Case Study in the Field of Machinery and Plant Engineering*. In: 48th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), Kauai, Hawaii, USA. IEEE, 2015, 1018–1027.
- Eberhard, K. (1999): *Einführung in die Erkenntnis- und Wissenschaftstheorie: Geschichte und Praxis der konkurrierenden Erkenntniswege*. 2., durchges. und erw. Aufl. Stuttgart, Kohlhammer.
- Fettke, P. (2006): *State-of-the-Art des State-of-the-Art: Eine Untersuchung der Forschungsmethode „Review“ innerhalb der Wirtschaftsinformatik*. WIRTSCHAFTSINFORMATIK 4(48):257–266.
- Greene, J.C.; Caracelli, V.J.; Graham, W.F. (1989): *Toward a Conceptual Framework for Mixed-Method Evaluation Designs*. Educational Evaluation and Policy Analysis 3(11):255–274.

- Hagiu, A. (2009): *Multi-sided platforms: From microfoundations to design and expansion strategies*. Working Papers 07-94. Verfügbar unter: <https://www.hbs.edu/faculty/Publication%20Files/07-094.pdf>, zuletzt abgerufen am 24.09.2018.
- Hagiu, A. (2014): *Strategic decisions for multisided platforms*. MIT Sloan Management Review 2(55):71.
- Hansen, H.R.; Neumann, G. (2009): *Wirtschaftsinformatik*. 1, [Hauptbd.]: Grundlagen und Anwendungen. 10., völlig neu bearb. und erw. Aufl. Auflage. Stuttgart, Lucius & Lucius.
- Heinrich, L.J.; Burgholzer, P. (1990): *Informationsmanagement: Planung, Überwachung und Steuerung der Informations-Infrastruktur*. 3., korrigierte Aufl. Auflage. München, R. Oldenbourg.
- Heinrich, L.J.; Heinzl, A.; Riedl, R. (2011): *Wirtschaftsinformatik: Einführung und Grundlegung*. 4., überarb. und erw. Aufl. Auflage. Berlin, Springer.
- Hevner, A.R.; March, S.T.; Park, J.; Ram, S. (2004): *Design science in information systems research*. MIS Quarterly (MISQ) 1(28):75–105.
- Kammler, F.; Acik, E.; Brinker, J.; Thomas, O.; Nüttgens, M. (2018a): *Digitale Plattformstrategien für hybride Wertschöpfungssysteme: Exploration und Wirkungsanalyse im Maschinen- und Anlagenbau*. In: *Digitale Dienstleistungsinnovation - Transformationspfade und betriebliche Anwendungen*. Heidelberg, Springer Gabler.
- Kammler, F.; Berkemeier, L.; Zarvić, N.; Zobel, B.; Thomas, O. (2018b): *Smart Glasses Applications – Branchenübertragbarkeit und Cross Innovation*. In: Thomas, O.; Metzger, D.; Niegemann, H. (Hrsg.): *Digitalisierung in der Aus- und Weiterbildung: Virtual und Augmented Reality für Industrie 4.0*. Heidelberg, Springer, 211–222.
- Kammler, F.; Remark, F.; Thomas, O. (2018c): *Serviceplattformen als Digitalisierungsstrategie – Entwicklung und Anwendung eines Anforderungskatalogs für den Maschinen- und Anlagenbau*. In: Drews, P.; Funk, B.; Niemeyer, P.; Xie, L. (Hrsg.) *Proceedings of the Multikonferenz Wirtschaftsinformatik (MKWI 2018)*, Lüneburg. 1749-1760.
- Larson, R.C. (2016): *Commentary—Smart Service Systems: Bridging the Silos*. Service Science 4(8):359–367.
- Lasi, H.; Fettke, P.; Feld, T.; Hoffmann, M. (2014): *Industrie 4.0*. WIRTSCHAFTSINFORMATIK 4(56):261–264.
- Lee, J.; Bagheri, B.; Kao, H.-A. (2015): *A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems*. Manufacturing Letters (3):18–23.
- Lim, C.; Maglio, P.P. (2018): *Data-Driven Understanding of Smart Service Systems Through Text Mining*. Service Science 2(10):154–180.
- Matijacic, M.; Fellmann, M.; Özcan, D.; Kammler, F.; Nuettgens, M.; Thomas, O. (2013): *Elicitation and Consolidation of Requirements for Mobile Technical Customer Services Support Systems*. In: Baskerville, R.; Chau, M. (Hrsg.): *Proceedings of the 34<sup>th</sup> International Conference On Information Systems (ICIS 2013)*, Mailand, Italien. AiseL, 1-16.
- McDonald, S. (2005): *Studying actions in context: a qualitative shadowing method for organizational research*. Qualitative Research 4(5):455–473.
- Mertens, P.; Barbian, D. (2015): *Researching “Grand Challenges”: A “Grand Challenge”*. Business & Information Systems Engineering (BISE) 6(57):391–403.
- Metzger, D.; Niemöller, C.; Thomas, O. (2017): *Design and demonstration of an engineering method for service support systems*. Information Systems and e-Business Management (ISeB) 4(15):789–823.
- Myers, M.D. (1997): *Qualitative Research in Information Systems*. MIS Quarterly (MISQ) 2(21):241–242.
- Myers, M.D. (2009): *Qualitative research in business and management*. Los Angeles, Sage.
- Myers, M.D.; Newman, M. (2007): *The qualitative interview in IS research: Examining the craft*. Information and Organization 1(17):2–26.

- National Science Foundation (2017): *Partnerships for Innovation (PFI) - Program Solicitation 18-511*. Verfügbar unter: <https://www.nsf.gov/pubs/2014/nsf14610/nsf14610.pdf>, zuletzt abgerufen am 24.09.2018.
- Niemöller, C.; Metzger, D.; Fellmann, M.; Özcan, D. (2016): *Shaping the Future of Mobile Service Support Systems – Ex-Ante Evaluation of Smart Glasses in Technical Customer Service Processes*. In: Mayr, H.C.; Pinzger, M. (Hrsg.): *INFORMATIK 2016. Lecture Notes in Informatics*, Vol. 259, Klagenfurt, Österreich. Gesellschaft für Informatik e.V., 753–767.
- Niemöller, C.; Metzger, D.; Thomas, O. (2017): *Design and Evaluation of a Smart-Glasses-based Service Support System*. 13. International Conference on Wirtschaftsinformatik (WI 2017), St. Gallen, Schweiz. 106–120.
- DIN (Hrsg.) (2014): *Use cases for mobile assistance systems in the field of technical customer service*. Berlin, Beuth Verlag.
- Österle, H.; Becker, J.; Frank, U.; Hess, T.; Karagiannis, D.; Krcmar, H.; Loos, P.; Mertens, P.; Oberweis, A.; Sinz, E.J. (2010): *Memorandum zur gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik*. Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung (ZfbF) 6(62):664–672.
- Özcan, D.; Fellmann, M.; Matijacic, M.; Däuble, G.; Nüttgens, M.; Thomas, O. (2013): *Use Case based description of IT-supported customer service processes*. XXIII International Conference of the European Association for Research on Services (RESER 2013), Aix-en-Provence, Frankreich, 1–18.
- Porter, M.E.; Heppelmann, J.E. (2014a): *How smart, connected products are transforming competition*. *Harvard Business Review* (HBR) 11(92):64–88.
- Recker, J. (2013): *Scientific research in information systems: a beginner's guide*. Berlin Heidelberg New York Dordrecht London, Springer.
- Shrouf, F.; Ordieres, J.; Miragliotta, G. (2014): *Smart factories in Industry 4.0: A review of the concept and of energy management approached in production based on the Internet of Things paradigm*. 2014 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, Kuala Lumpur, Malaysia. 697–701.
- Spohrer, J.C.; Maglio, P.P. (2010): *Toward a Science of Service Systems*. In: Maglio, P.P.; Kieliszewski, C.A.; Spohrer, J.C. (Hrsg.): *Handbook of Service Science*. Boston, MA, Springer US, 157–194.
- Thomas, O. (2006): *Management von Referenzmodellen: Entwurf und Realisierung eines Informationssystems zur Entwicklung und Anwendung von Referenzmodellen*. Berlin, Logos-Verlag.
- Thomas, O. (2009): *Fuzzy Process Engineering: Integration von Unschärfe bei der modellbasierten Gestaltung prozessorientierter Informationssysteme*. 1. Aufl. Auflage. Wiesbaden, Gabler.
- Thomas, O.; Nüttgens, M.; Fellmann, M.; Krumeich, J.; Hucke, S.; Breitschwerdt, R.; Rosenkranz, N.; Schlicker, M.; Özcan, D.; Peris, M. (2014): *Empower Mobile Technical Customer Services (EMOTEC) – Produktivitätssteigerung durch intelligente mobile Assistenzsysteme im Technischen Kundendienst*. In: Nüttgens, M.; Thomas, O.; Fellmann, M. (Hrsg.): *Dienstleistungsproduktivität: Mit mobilen Assistenzsystemen zum Unternehmenserfolg*. Wiesbaden, Springer Fachmedien Wiesbaden, 2–17.
- Thomas, O.; Walter, P.; Loos, P. (2008): *Product-Service Systems: Konstruktion und Anwendung einer Entwicklungsmethodik*. *WIRTSCHAFTSINFORMATIK* 3(50):208–219.
- Tukker, A.; Tischner, U. (2006): *Product-services as a research field: past, present and future*. Reflections from a decade of research. *Journal of Cleaner Production* 17(14):1552–1556.
- VDMA; McKinsey (2014): *Zukunftsperspektive deutscher Maschinenbau - Erfolgreich in einem dynamischen Umfeld agieren*. Frankfurt am Main, VDMA.
- Venkatesh, V.; Brown, S.A.; University of Arizona; Bala, H.; Indiana University (2013): *Bridging the Qualitative-Quantitative Divide: Guidelines for Conducting Mixed Methods Research in Information Systems*. *MIS Quarterly* (MISQ) 1(37):21–54.
- Webster, J.; Watson, R.T. (2002): *Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review*. *MIS Quarterly* (MISQ) 2(26):xiii–xxiii.

- Wilde, T.; Hess, T. (2007): *Forschungsmethoden der Wirtschaftsinformatik Eine empirische Untersuchung*. WIRTSCHAFTSINFORMATIK 4(49):280–287.
- Wunderlich, N.V.; Heinonen, K.; Ostrom, A.L.; Patricio, L.; Sousa, R.; Voss, C.; Lemmink, J.G.A.M. (2015): *“Futurizing” smart service: implications for service researchers and managers*. Journal of Services Marketing 6/7(29):442–447.
- Wunderlich, N.V.; Wangenheim, F. v.; Bitner, M.J. (2013): *High Tech and High Touch: A Framework for Understanding User Attitudes and Behaviors Related to Smart Interactive Services*. Journal of Service Research 1(16):3–20.
- Silverman, D. (Hrsg.) (2004): *Qualitative research: theory, method and practice*. Zweite Auflage. London, Sage Publications.
- Lusch, R.F.; Vargo, S.L. (Hrsg.) (2006): *The service-dominant logic of marketing: dialog, debate, and directions*. Armonk, N.Y, M.E. Sharpe.

## **Teil B – Einzelbeiträge**

## Beitrag 1: Elicitation and Consolidation of Requirements for Mobile Technical Customer Services Support Systems – A Multi-Method Approach

---

Titel	Elicitation and Consolidation of Requirements for Mobile Technical Customer Services Support Systems – A Multi-Method Approach
Autoren	Michel Matijacic, Michael Fellmann, Deniz Özcan, <b>Friedemann Kammler</b> , Markus Nüttgens, Oliver Thomas
Publikationsorgan	International Conference on Information Systems
Ranking	WKWI: A / VHB JQ3: A
Status	Veröffentlicht
Bibliographische Information	Matijacic, M.; Fellmann, M.; Özcan, D.; <b>Kammler, F.</b> ; Nuettgens, M.; Thomas, O. (2013): Elicitation and Consolidation of Requirements for Mobile Technical Customer Services Support Systems – A Multi-Method Approach. In: Baskerville, R.; Chau, M. (Hrsg.): Proceedings of the 34 <sup>th</sup> International Conference on Information Systems (ICIS 2013), Mailand, Italien. AISel, S. 1-16.
Zusammenfassung	Due to the various tasks in the domain of Technical Customer Services (TCS) service technicians face the problem to deal with several duties at the point of service in a short time. In order to support their daily work an adequate mobile IT-support is needed. Unfortunately, the development of such systems is a complex and complicated task since diverse requirements have to be considered. Until now little research has been done regarding the requirements of mobile TCS support systems. Goal of this contribution is to elicit requirements for such a mobile assistance system. As a first step to fill the gap a multi-method approach has been conducted and a list of 55 requirements has been derived. These consolidated requirements can serve as a blueprint for the specification of mobile TCS support systems.
Identifikation	ISBN: 978-0-615-93383-2
Link	<a href="https://aisel.aisnet.org/icis2013/proceedings/ServiceManagement/6/">https://aisel.aisnet.org/icis2013/proceedings/ServiceManagement/6/</a>
Copyright	Copyright is retained by the authors.

---

**Tab. 2.** Factsheet Beitrag 1

## Beitrag 2: Serviceplattformen als Digitalisierungsstrategie – Entwicklung und Anwendung eines Anforderungskatalogs für den Maschinen- und Anlagenbau

---

Titel	Serviceplattformen als Digitalisierungsstrategie – Entwicklung und Anwendung eines Anforderungskatalogs für den Maschinen- und Anlagenbau
Autoren	<b>Friedemann Kammler</b> , Florian Remark, Oliver Thomas
Publikationsorgan	Multikonferenz Wirtschaftsinformatik (MKWI 2018)
Ranking	WKWI: C / VHB JQ3: D
Status	Veröffentlicht
Bibliographische Information	<b>Kammler, F.</b> ; Remark, F.; Thomas, O. (2018): Serviceplattformen als Digitalisierungsstrategie – Entwicklung und Anwendung eines Anforderungskatalogs für den Maschinen- und Anlagenbau. In: Drews, P.; Funk, B.; Niemeyer, P.; Xie, L. (Hrsg.) Proceedings of the Multikonferenz Wirtschaftsinformatik (MKWI 2018). Lüneburg, S. 1749-1760.
Zusammenfassung	Der globale Wettbewerbsdruck stellt Unternehmen des deutschen Maschinen- und Anlagenbaus vor die Herausforderung, sich vom Produzenten zum digitalen Lösungsanbieter zu entwickeln. Potenziale werden unter anderem in Entwicklung digitaler Plattformstrategien gesehen, die Dienstleistungen in Module zur kundenindividuellen Konfiguration organisieren und so eine mögliche Antwort auf den Wettbewerbsdruck bieten. Während bereits technische Lösungen zur Digitalisierung von Produkt- und Dienstleistungskomponenten entwickelt werden, bleibt offen, wie kleine und mittlere Unternehmen der einhergehenden Komplexität und Ausgestaltung einer Serviceplattform begegnen können. Gegenwärtig bestehen nur wenige Beispiele und Anforderungen, die eine konkrete Umsetzung anleiten. Vor diesem Hintergrund konsolidiert der vorliegende Beitrag eine generelle Anforderungsliste aus in der Literatur beschriebenen Anwendungsfällen. Nachfolgend nutzen wir die Liste für Experteninterviews im KMU-Umfeld und demonstrieren so die Anwendung als Werkzeug zur Konzeption einer Serviceplattform.
Identifikation	ISBN: 978-3-935786-72-0
Link	<a href="http://mkwi2018.leuphana.de/wp-content/uploads/MKWI_283.pdf">http://mkwi2018.leuphana.de/wp-content/uploads/MKWI_283.pdf</a>
Copyright	Copyright is retained by the authors.

---

**Tab. 3.** Factsheet Beitrag 2

### Beitrag 3: DevOps: IT-Entwicklung im Industrie-4.0-Zeitalter - Flexibles Reagieren in einem dynamischen Umfeld

---

Titel	DevOps: IT-Entwicklung im Industrie-4.0-Zeitalter – Flexibles Reagieren in einem dynamischen Umfeld
Autoren	Oliver Thomas, Andreas Varwig, <b>Friedemann Kammler</b> , Benedikt Zobel, Alexander Fuchs
Publikationsorgan	HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik
Ranking	WKWI: B / VHB JQ3: D
Status	Veröffentlicht
Bibliographische Information	Thomas, O.; Varwig, A.; <b>Kammler, F.</b> ; Zobel, B.; Fuchs, A. (2017): DevOps: IT-Entwicklung im Industrie 4.0 Zeitalter – Flexibles Reagieren in einem dynamischen Umfeld. In: HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik. Nr. 54, Ausgabe 2, S. 178-188.
Zusammenfassung	Geringe Reaktionszeiten und hohe Flexibilität in der Informationsverarbeitung werden für Unternehmen aller Größen und Branchen immer wichtiger. Gleichzeitig steigen die zu verarbeitenden Datenmengen durch immer vielseitigere Sensoren und den Einsatz neuer Technologien. Nicht zuletzt nehmen auch Unternehmenskooperationen und die Zahl der interorganisationalen IT-Plattformen stetig zu. Dadurch haben sich die Anforderungen an moderne IT-Lösungen und -Systeme in den letzten Jahren drastisch verändert. Branchen nahezu aller Art stehen unter dem Druck, ihre Geschäftsmodelle und die unterliegenden IT-Lösungen in immer kürzeren Zyklen an die neuen Möglichkeiten anzupassen. Dies macht die Abkehr von klassischen, rigiden Softwareentwicklungsprozessen und die Umsetzung von agilen Softwareentwicklungsstrategien bereits heute zu einem festen Bestandteil vieler IT-Organisationen. DevOps-Praktiken führen das agile Prinzip auf nachgelagerte Prozesse wie Bereitstellung und Betrieb von Software fort und gelten als letzter Baustein für eine reaktionsfähige IT im digitalen Zeitalter.
Identifikation	DOI: 10.1365/s40702-017-0291-8 Print ISSN: 1436-3011 Online ISSN: 2198-2775
Link	<a href="https://link.springer.com/article/10.1365/s40702-017-0291-8">https://link.springer.com/article/10.1365/s40702-017-0291-8</a>
Copyright	© Springer Fachmedien Wiesbaden 2017

---

Tab. 4. Factsheet Beitrag 3

## Beitrag 4: Responding to the Forecast: Towards the Integration of Machine State Prediction and Required Maintenance Services

---

Titel	Responding to the Forecast: Towards the Integration of Machine State Prediction and Required Maintenance Services
Autoren	Andreas Varwig, <b>Friedemann Kammler</b> , Oliver Thomas
Publikationsorgan	INFORMATIK 2017. Lecture Notes in Informatics (LNI 275)
Ranking	WKWI: B / VHB JQ3: C
Status	Veröffentlicht
Bibliographische Information	Varwig, A.; <b>Kammler, F.</b> ; Thomas, O. (2017): Responding to the Forecast: Towards the Integration of Machine State Prediction and Required Maintenance Services. In: Eibel, M.; Gaedke, M. (Hrsg.): INFORMATIK 2017. Lecture Notes in Informatics, Vol. 275, Chemnitz. Gesellschaft für Informatik e.V., S. 1793-1805.
Zusammenfassung	Machines become increasingly complex. At the same time, more and more sensors are installed and information is gathered in order to enable a close to real-time prediction of a machine's state. Companies try to implement Predictive Maintenance strategies to avoid machine downtimes on a large scale. For this purpose, artificial neural networks are applied more and more often. However, the classification of machine states with artificial neural networks is still not accurate enough. This is partially due to a lack of standards in data processing and in the harmonization of data from different sensor types. We aim to contribute to close these research gaps by developing a standard PM concept for machine and plant manufactures.
Identifikation	ISBN: 978-3-88579-669-5 ISSN: 1617-5468
Link	<a href="https://informatik2017.de/files/2017/10/proceedings2.pdf">https://informatik2017.de/files/2017/10/proceedings2.pdf</a>
Copyright	© 2017 Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)

---

**Tab. 5.** Factsheet Beitrag 4

## Beitrag 5: Digitale Plattformstrategien für hybride Wertschöpfungssysteme: Exploration und Wirkungsanalyse im Maschinen- und Anlagenbau

Titel	Digitale Plattformstrategien für hybride Wertschöpfungssysteme: Exploration und Wirkungsanalyse im Maschinen- und Anlagenbau
Autoren	<b>Friedemann Kammler</b> , Ercan Acik, Jonas Brinker, Oliver Thomas, Markus Nüttgens
Publikationsorgan	Digitale Dienstleistungsinnovationen – Smart Services agil und kundenorientiert entwickeln
Ranking	WKWI: - / VHB JQ3: -
Status	Veröffentlicht
Bibliographische Information	<b>Kammler, F.</b> ; Acik, E.; Brinker, J.; Thomas, O.; Nüttgens, M. (2018): Digitale Plattformstrategien für hybride Wertschöpfungssysteme: Exploration und Wirkungsanalyse im Maschinen- und Anlagenbau. In: Stich, V.; Schumann, J.H.; Beverungen, D.; Gundergan, G.; Jussen, P. (Hrsg.): Digitale Dienstleistungsinnovation – Transformationspfade und betriebliche Anwendungen. Springer Gabler, Heidelberg.
Zusammenfassung	Der Erfolg des deutschen Maschinen- und Anlagenbaus im globalen Wettbewerb fußte in der Vergangenheit primär auf der konstruktionsbezogenen Innovationskraft und der Produktqualität. Auch wenn dies weiterhin von hoher Relevanz ist, steht die Industrie vor der Herausforderung sinkender Margen im Neumaschinengeschäft. Dies wird einerseits auf die seit Jahren zunehmende Wettbewerbsintensität zurückgeführt, andererseits verändern sich die Anforderungen des Marktes hin zu Systemlösungen, die nicht das reine Produkt, sondern dessen Kundennutzung in den Fokus rücken. Vor diesem Hintergrund steigt für viele Hersteller die Bedeutung der Entwicklung produktbegleitender Dienstleistungen, wie Instandhaltungsangebote oder Notfall-Services, die als sog. hybrides Leistungsbündel (Produkt-Service System) angeboten werden. Doch die globale Ausdehnung der mittlerweile bedienten Absatzmärkte birgt für die agierenden Hersteller Umsetzungsschwierigkeiten, da die Qualität einer solchen Lösung oftmals von Reaktions- und Wartezeiten sowie anfallenden Kosten abhängt und so im Fall klassischer Dienstleistungsangebote mit der Distanz zwischen Hersteller und Kunde skaliert. Hinzu kommt, dass kundenindividuelle Anforderungen an die Lösungserbringung gestellt werden und so die Flexibilisierung klassischer Angebote erforderlich macht. Angesichts dieser Herausforderung entstand in der letzten Dekade ein hohes Interesse an der Digitalisierung des produktbezogenen Dienstleistungsangebots. Serviceplattformen stellen einen Kristallisationspunkt dieser Bemühungen dar, indem sie modulare Dienstleistungsbausteine zur Verfügung stellen, aus denen sich kundenindividuelle Portfolios konfigurieren und mittels Informations- und Kommunikationstechnologie global vertreiben lassen. Allerdings bringt das Konzept ein hohes Maß an technischer und organisatorischer Komplexität mit sich, die es zu bewältigen gilt. In diesem Beitrag soll die Einführung einer Serviceplattform im Wertschöpfungsnetz eines global agierenden Unternehmens untersucht und so die entstehenden Fragestellungen identifiziert werden. Hierfür skizzieren wir das Kernkonzept der Serviceplattform und analysieren dessen Wirkung auf bestehende Wertschöpfungsverflechtungen. Von diesem Ausgangspunkt erweitern wir das Wertschöpfungsmodell und zeigen, wie Plattformstrategien zur Entwicklung kundenindividueller Lösungsangebote beitragen können.
Identifikation	<a href="https://doi.org/10.1007/978-3-662-59517-6_28">https://doi.org/10.1007/978-3-662-59517-6_28</a>
Link	<a href="https://www.springerprofessional.de/digitale-plattformstrategien-fuer-hybride-wertschoepfungssysteme/17108210">https://www.springerprofessional.de/digitale-plattformstrategien-fuer-hybride-wertschoepfungssysteme/17108210</a>
Copyright	© 2019 Springer Berlin Heidelberg

Tab. 4. Factsheet Beitrag 5

## Beitrag 6: Bypassing the Evolution of Technology: Using Design Science Artifacts to Give a Leg-Up for Digitalization in Developing Countries

---

Titel	Bypassing the Evolution of Technology: Using Design Science Artifacts to Give a Leg-Up for Digitalization in Developing Countries
Autoren	Lisa Berkemeier, <b>Friedemann Kammler</b> , Oliver Thomas
Publikationsorgan	International Conference on Information Systems (ICIS) 2018
Ranking	WKWI: A / VHB JQ3: A
Status	Veröffentlicht
Bibliographische Information	Berkemeier, L.; <b>Kammler, F.</b> ; Thomas, O. (2018): Bypassing the Evolution of Technology: Using Design Science Artifacts to Give a Leg-Up for Digitalization in Developing Countries. In: Proceedings of the 39 <sup>th</sup> International Conference on Information Systems (ICIS 2018), San Francisco, USA. Research-in-Progress-Papers.
Zusammenfassung	The ongoing digitalization reveals gaps between developed and developing economies regarding technological resources and knowledge. While resources can be imported or externally provided (e.g. by humanitarian organizations), knowledge is hardly exchangeable. Still, it is an important factor to the solving of local challenges with the help of technology. Accordingly, the development of information systems is challenged, since specialists may have the expertise, but require high involvement with the local peculiarities to grasp practical problems entirely. We observed this effect in a three-year research project with the goal to provide mHealth-systems for midwives in Papua New Guinea. The challenge was approached by applying the principle of projectability, which originates from Design Science Theory. We achieved mutual comprehension between local practitioners and technical experts through the adoption of a mobile assistance system that was originally developed for Mechanical Engineering. This study reports on our research and contributes guidelines for future development project.
Identifikation	ISBN: 978-0-9966831-7-3
Link	<a href="https://aisel.aisnet.org/icis2018/practice/Presentations/8/">https://aisel.aisnet.org/icis2018/practice/Presentations/8/</a>
Copyright	Copyright is retained by the authors.

---

**Tab. 5.** Factsheet Beitrag 6