

# **Data-Driven Product and Service Engineering**

**Konzeption und Entwicklung datengetriebener  
Produkte und Dienstleistungen**

Inauguraldissertation

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

vorgelegt von

Jonas Brinker  
M. Sc. Wirtschaftsinformatik

Osnabrück, Juni 2023

Dekan: Prof. Dr. Frank Teuteberg

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

Tag der Disputation: 05. Juni 2023

## Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis .....	4
Tabellenverzeichnis.....	4
<b>Teil A – Dachbeitrag.....</b>	<b>5</b>
1 Ausgangslage.....	6
2 Motivation und Zielsetzung.....	7
3 Einordnung .....	7
4 Methodik .....	9
4.1 Forschungsfragen und Erkenntnisinteresse .....	9
4.2 Methodenspektrum .....	10
4.3 Forschungsplan.....	11
5 Ergebnisse .....	13
5.1 Überblick.....	13
5.2 Zentrale Ergebnisse der Beiträge.....	17
5.3 Theoretische Implikationen.....	25
5.4 Praktische Implikationen.....	26
5.5 Limitationen.....	27
6 Zusammenfassung .....	27
7 Literatur .....	29
<b>Teil B – Einzelbeiträge .....</b>	<b>33</b>
Beitrag 1: Kunden- und kontextabhängige Konfiguration Smarter Produkte: Digitales Potenzial jenseits physischer Grenzen? .....	34
Beitrag 2: Scrutinizing the Design Specification of Smart Products: A Practical Evaluation in Yachting .....	35
Beitrag 3: Leveraging the Value of Data-Driven Service Systems: A Graph-based Approach .....	36
Beitrag 4: Integration von Smarten Produkten und Dienstleistungen im IoT-Zeitalter: Ein Graph-basierter Entwicklungsansatz .....	37
Beitrag 5: Service Tailoring: Ein Konfigurationsmechanismus für individualisierte After-Sales-Services im Maschinen- und Anlagenbau.....	38
Beitrag 6: How Do We Support Technical Tasks in the Age of Augmented Reality? Some Evidence from Prototyping in Mechanical Engineering .....	39

## Abbildungsverzeichnis

<b>Abb. 1.</b>	Forschungsplan der Dissertation .....	12
<b>Abb. 2.</b>	Einordnung der Beiträge nach Zielen und Aufträgen der Wirtschaftsinformatik.....	15
<b>Abb. 3.</b>	Einordnung der Beiträge und verwendeten Methoden nach Erkenntnisinteresse und Phasen im Erkenntnisprozess .....	16
<b>Abb. 4.</b>	Exemplarische Instanziierung eines Smart-Service-Systems im Segelsport.....	19
<b>Abb. 5.</b>	Wertschöpfungskette datengetriebener Service-Systeme .....	20
<b>Abb. 6.</b>	Vollständiges, um Sensorevents erweitertes Prozessmodell .....	20
<b>Abb. 7.</b>	Prototypische Implementierung der BPMN-Modellierungsumgebung sowie analoges Graph-Modell inkl. Produktstruktur .....	21
<b>Abb. 8.</b>	Demonstration des zweistufigen Konfigurationsmechanismus.....	23
<b>Abb. 9.</b>	Mock-Up des modularen User Interface .....	24
<b>Abb. 10.</b>	Prototyp des finalen Augmented-Reality-Assistenzsystems .....	24

## Tabellenverzeichnis

<b>Tab. 1.</b>	Überblick über eingebrachte sowie weitere relevante Forschungsbeiträge.....	13
<b>Tab. 2.</b>	Funktionale Instanziierung der Design-Spezifikationen im Segelsport .....	18
<b>Tab. 3.</b>	Factsheet Beitrag 1 .....	34
<b>Tab. 4.</b>	Factsheet Beitrag 2 .....	35
<b>Tab. 5.</b>	Factsheet Beitrag 3 .....	36
<b>Tab. 6.</b>	Factsheet Beitrag 4 .....	37
<b>Tab. 7.</b>	Factsheet Beitrag 5 .....	38
<b>Tab. 8.</b>	Factsheet Beitrag 6 .....	39

## **Teil A – Dachbeitrag**

## 1 Ausgangslage

Anpassbarkeit, auch nach dem Kaufzeitpunkt, ist eines der zentralen Versprechen von komplexen, datengetriebenen Gütern (Allmendinger, Lombreglia 2005; Porter, Heppelmann 2014; Romero et al. 2020), was sich bereits in Teilen an praktischen Umsetzungen zeigt. Ein Beispiel hierfür ist das Connected-Drive-Angebot von BMW, bei dem Funktionen wie die Sitzheizung oder Assistenzsysteme im Fahrzeug zwar physisch verbaut, aber erst kundenspezifisch zu einem späteren Zeitpunkt digital in einem Abo-Modell gekauft und freigeschaltet werden können (BMW 2022). Die standardisierte Integration von Komponenten, die optional oder – im schlechtesten Fall – gar nicht durch Käufer des Produkts genutzt werden, steht unter anderem aus Gesichtspunkten der Ressourceneffizienz in der Kritik. Gleichermaßen bietet der neue Freiheitsgrad in der Anpassbarkeit des Fahrzeuges aber bspw. für Autovermietungen den Vorteil, differenzierte, kundenindividuelle Angebote machen zu können, während die eigene Flotte auf ein Mindestmaß an Varianten reduziert werden kann.

Da die physische Struktur des Produktes nach dem Kaufzeitpunkt nur begrenzt angepasst werden kann, muss die Konfiguration auf einer virtuellen Ebene erfolgen. Der Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) ermöglicht an dieser Stelle ebendiese funktionale Erweiterung von Produkten, indem der jeweilige Kontext<sup>1</sup> sensorisch erfasst, verarbeitet und weitergegeben wird. Die so erschlossenen Kontextinformationen dienen im nächsten Schritt als Steuerungsgröße für datengetriebene Produktfunktionen, wie bspw. die Erkennung von Betriebsanomalien (Porter, Heppelmann 2014). Mit der Herstellung dieser Eigenschaften geht ein im Vergleich zu traditionellen Produkten höherer Entwicklungsaufwand einher (Nunes et al. 2017), der durch anknüpfende Dienstleistungsmodelle ausgeschöpft werden muss (Kammler et al. 2022). Die Wissenschaft diskutiert dies aus unterschiedlichen Perspektiven. Das Internet of Things fokussiert die Erweiterung von Objekten um IKT sowie deren Vernetzung (Atzori et al. 2010). Demgegenüber steht bei cyber-physischen Systemen die Integration innerhalb eines Anwendungssystems (Schwarzer, Krcmar 2015, S. 9–13) bestehend aus mehreren Produkten und Akteuren im Vordergrund (Abramovici et al. 2018). Mit Smart-Service-Systemen hingegen wird das Produkt als Ressource betrachtet, das innerhalb eines Service-Systems die Daten liefert, auf Basis derer automatisierte Dienstleistungen mit höheren, datengetriebenen Funktionen angeboten werden können (Beverungen et al. 2019).

In der praktischen Umsetzung solcher Systeme zeigen sich verschiedene Reifegrade. Mit Projekten und Initiativen wie bspw. GAIA-X wird die Vision vernetzter Datenökosysteme forciert, mit denen die technische Grundlage für die Realisierung datengetriebener Leistungen sowie die Rahmenbedingungen und Vernetzung von Anwendern und Anbietern geregelt wird (BMWI 2019; Braud et al. 2021). Hoch entwickelte Lösungsanbieter, die bspw. cyber-physische Precision-Farming-Systeme (CLAAS KGaA mbH 2022) oder Predictive-Maintenance-Services (König & Bauer AG 2021) anbieten, schaffen hierfür Anwendungsbeispiele, jedoch wenig grundsätzliches Gestaltungswissen.

---

<sup>1</sup>Der Kontextbegriff wird je nach Disziplin unterschiedlich verwendet. Diese Arbeit folgt der Definition von Dey et al. (2001), wobei als Kontextinformation jedwede Information bezeichnet wird, die zur Charakterisierung der Situation einer Entität verwendet werden kann. Dabei kann eine Entität eine Person, ein Ort oder ein Objekt sein, das für die Interaktion zwischen einem Anwender und einem System von Relevanz ist.

## 2 Motivation und Zielsetzung

Anhand der skizzierten Anwendungsbeispiele wird ersichtlich, dass praktische Umsetzungen bisher nicht die im wissenschaftlichen Diskurs versprochenen Eigenschaften erreichen. Diese umfassen bspw. die Fähigkeit von Service-Systemen, selbstständig Veränderungen zu erkennen, Handlungsstrategien zu entwickeln oder Anpassungen vorzunehmen (National Science Foundation 2014). Auf operativer Ebene geht damit für Konsumenten ein Komfortgewinn einher, da Aufwände bspw. bei der Instandsetzung von Maschinen mittels präemptiver Wartungsstrategien reduziert werden können. Auf Seiten der Anbieter sind mit der Einsicht in bspw. das Nutzungsverhalten von Kunden neue Wertschöpfungsmöglichkeiten durch kundenindividuelle Leistungen verbunden (Zheng et al. 2021, S. 17). Gleichzeitig kann mit der Anpassungsfähigkeit der Leistungen eine höhere Ressourceneffizienz erreicht werden, da bspw. das Produktverhalten an die individuellen Bedürfnisse des Konsumenten gekoppelt werden kann (Beverungen et al. 2017, S. 7). Auf strategischer Ebene können Unternehmen Differenzierungsmöglichkeiten und langfristige Wettbewerbsvorteile erschließen, indem sie neue Wertangebote schaffen, mit denen bestehende Märkte erschlossen oder sogar neue Märkte begründet werden können (Porter, Heppelmann 2014).

Die genannten Beispiele beschreiben überwiegend die Entwicklung von Einzelleistungen zumeist durch spezialisierte Lösungsanbieter. Dies ist begründet in der hohen technischen Komplexität der Leistungen (Allmendinger, Lombreglia 2005; Nunes et al. 2017). Um deren Entwicklung auch in der Breite zu ermöglichen und durch die Verknüpfung von Produkten und Dienstleistungen höhere, datengetriebene Eigenschaften zu realisieren, ist strukturiertes Gestaltungswissen notwendig. In der praktischen Umsetzung erschwert die begrenzte Verfügbarkeit von systematischen Entwicklungswerkzeugen außerdem die Operationalisierung bereits verfügbarer Daten sowie die Umsetzung innovativer datengetriebener Dienstleistungen.

Die vorliegende Dissertation verfolgt die Ansicht, dass die Entwicklung von datengetriebenen Produkten und Dienstleistungen zunächst vollständig zu verstehen ist, bevor diese systemisch integriert und in komplexen Angeboten gebündelt werden können. Mit dieser Perspektive bewegt sich die Arbeit nah am entstehenden Forschungsfeld der Smart Product-Service Systems, die jedoch einen holistischen Ansatz wählen (Zheng et al. 2019). Das notwendige Gestaltungswissen, das in Werkzeugen operationalisiert werden kann, wird im Rahmen dieser Arbeit aufgebaut, indem Anwendungen prototypisch umgesetzt und evaluiert werden. Dabei wird ein pragmatisches Vorgehen verfolgt, bei dem durch Forschungsprojekte und in engem Austausch mit Unternehmen aus der Praxis die gewonnenen Erkenntnisse evidenzbasiert zu Wissen verdichtet und validiert werden.

## 3 Einordnung

Die Gestaltung datengetriebener Produkte und Dienstleistungen wird bisher überwiegend aus einzelnen Wissenschaftsdisziplinen, wie bspw. der Produktentwicklung, dem Service Engineering oder Teilbereichen der Informatik, vorangetrieben. Gleichzeitig setzt die anvisierte hohe Kundenfokussierung dieser aufeinander aufbauenden Leistungstypen (Allmendinger, Lombreglia 2005) die disziplinübergreifende Kooperation bei deren Entwicklung voraus (Larson 2016). In der Praxis spiegelt sich die Anforderung an eine interdisziplinäre Gestaltung in der Handlungskompetenz der Unternehmen wider, wobei sich zeigt, dass nur wenige Akteure am Markt die erforderlichen Fähigkeiten besitzen, um die gesamte Wertschöpfungstiefe abzudecken.

Um Wertschöpfung zu erreichen, transformieren Unternehmen Ressourcen zu solchen mit höherem Wert (Bowman, Ambrosini 2000). Dieser Vorgang kann als Geschäftsprozess

verstanden werden, der zentraler Untersuchungsgegenstand im Business Process Management (BPM) ist, das sich mit deren Organisation, Analyse und Automatisierung beschäftigt (van der Aalst 2013). Während der Fokus im BPM vor allem auf Prozessinstanzen sowie den hierfür benötigten Management-Werkzeugen liegt (van der Aalst et al. 2016), berücksichtigt das Service Engineering auch das Leistungsversprechen gegenüber dem Kunden. Mit dem Ziel der Entwicklung und Gestaltung von Dienstleistungen ist das Service Engineering auch als Nachfolger von richtungsweisenden Methoden wie dem New Service Development zu verstehen, das primär dem Marketing zuzuordnen ist (Bullinger et al. 2003, S. 277) und eine prozessuale Sicht auf die Entwicklung neuer Dienstleistungen einnimmt. Dabei nimmt der Kunde als externer Faktor bei der Dienstleistungserbringung eine tragende Rolle bei der Leistungserstellung und -auslieferung ein (Kelley et al. 1990). Dementsprechend bedürfen die Entwicklung und Integration von Dienstleistungen einer systemischen Betrachtung, die unter dem Begriff der Service-Systeme erfolgt. Diese verstehen sich als wertschöpfende Konfigurationen aus Menschen, Technologien, Organisationen und Informationen (Spohrer et al. 2007, S. 72). Mit der Forschungsdisziplin des Service Systems Engineering verändert sich dementsprechend der Fokus auf die holistische Betrachtung der Dienstleistung als Teil von Service-Systemen und deren technisch-methodischer Entwicklung (Böhmman et al. 2014). Obgleich der technologische Fortschritt sich auch in der Entwicklung von Methoden und Werkzeugen im Service Systems Engineering widerspiegelt (Böhmman et al. 2018), bedingt der Fokus der Forschungsfelder die Betrachtung der zur Dienstleistungserbringung benötigten Produkte als Ressourcen (Spohrer, Kwan 2009, S. 3–4) und vernachlässigt die Abhängigkeitsbeziehung zwischen datengetriebenen Produkten und Dienstleistungen, wie sie in Kapitel 1 dargelegt wurde.

Die Realisierung dieser datengetriebener Lösungsbausteine fällt in den Aufgabenbereich der Wirtschaftsinformatik, die als Wissenschaftsdisziplin an der Schnittstelle zwischen Betriebswirtschaftslehre und Informatik entstanden ist und in die sich auch die vorliegende Arbeit einordnen lässt. Als anwendungsnahe Disziplin beschäftigt sich die Wirtschaftsinformatik mit der Gestaltung von Informationssystemen in Wirtschaft und Gesellschaft (WKWI, GI FB WI 2011). Innerhalb der Disziplin haben sich zwei Forschungsparadigmen herauskristallisiert: Das verhaltenswissenschaftliche Paradigma (Behavioral Science) wird vor allem im angelsächsischen Information Systems Research verfolgt. Dabei steht die Beobachtung von Akzeptanz und Einsatz von Informationssystemen insbesondere in Bezug auf den Nutzer und dessen Verhalten im Vordergrund mit dem Ziel, Erkenntnisse über Ursache-Wirkungszusammenhänge zu erlangen (Leimeister 2015, S. 15–16). Datengetriebene Leistungen als zentraler Untersuchungsgegenstand dieser Arbeit (vgl. Kapitel 1) werden bisher überwiegend als isolierte Komponenten entwickelt. Dieses Vorgehen spiegelt sich im frühen Reifegrad in der Praxis wider, der mit einem Mangel an reproduzierbaren Ergebnissen hinsichtlich Integration der Komponenten und Qualität der Lösungen verbunden ist. Dieser frühe Reifegrad erschwert Untersuchungen zu Einsatz oder Akzeptanz solcher Leistungen. Die konstruktions- bzw. gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik demgegenüber fokussiert ebenso wie Design Science Research als angelsächsisches Pendant das zentrale Erkenntnisziel „Handlungsanleitungen (normative, praktisch verwendbare Ziel-Mittel-Aussagen) zur Konstruktion und zum Betrieb von Informationssystemen sowie Innovationen in den Informationssystemen (Instanzen) selbst“ (Österle et al. 2010, S. 666) zu entwickeln. Dieses Paradigma wurde überwiegend im deutschsprachigen Raum geprägt (Österle et al. 2010). Mit dem Ziel, Erkenntnisse zur systematischen Entwicklung datengetriebener Leistungen und deren Verknüpfung zu vereinfachen, lässt sich diese Arbeit in den konstruktionsorientierten Zweig der Wirtschaftsinformatik einordnen.



## 4 Methodik

### 4.1 Forschungsfragen und Erkenntnisinteresse

Mit der Einordnung in die konstruktionsorientierte Wirtschaftsinformatik ist ein Gestaltungsanspruch verbunden, der den Erkenntnisgewinn der vorliegenden Arbeit leitet. Dabei werden verschiedene Erkenntnisinteressen verfolgt, die im Folgenden dargelegt werden. Die Strukturierung und Konkretisierung dieser epistemologischen Erkenntnisinteressen kann durch die Formulierung von Forschungsfragen erfolgen (Eberhard 1999, S. 17). Hierbei wird zwischen drei Arten von Erkenntnisinteressen unterschieden: (1) *Phänomenale Erkenntnisinteressen* fokussieren faktische Gegebenheiten eines beobachteten Ereignisses. (2) *Kausale Erkenntnisinteressen* beschäftigen sich mit der Ursache und Wirkungsbeziehungen von Phänomenen. Aufbauend auf dem Wissen dieser Beobachtungen und Ursachen werden mit (3) *aktionalen Erkenntnisinteressen* Handlungsmöglichkeiten untersucht, die bspw. als Problemlösungen ausgeprägt sein können.

Die vorliegende Arbeit zielt auf die „Konzeption und Entwicklung datengetriebener Produkte und Dienstleistungen“ ab und wird damit vorrangig durch ein aktionales Erkenntnisinteresse geleitet. Gleichzeitig geht sowohl mit deren Entwicklung als auch der Einbettung in übergeordnete Service-Systeme eine hohe Komplexität einher (Barile, Polese 2010; Larson 2016), sodass die Gestaltung neuer Konzepte und Umsetzungen ein detailliertes Verständnis des Forschungsgegenstandes sowie der darin vorherrschenden Wirkbeziehungen gemäß eines phänomenalen Erkenntnisinteresses voraussetzt. Der Erkenntnisprozess dieser Dissertation lässt sich in drei (Teil-)Forschungsfragen aufteilen, die ausgehend von der Transformation des Produktes (FF1) über die Integration von Produkten und Dienstleistungen (FF2) bis hin zur Anwendung datengetriebener Dienstleistungen (FF3) das Vorhaben gliedern. Mit der Einordnung in die verschiedenen Erkenntnisinteressen wird der Fokus der Forschungsfragen definiert. Gemäß der dargelegten Ausgangssituation, Motivation und Zielsetzung stellt diese Dissertationsschrift die folgende Leitfrage:

*FF: Wie können datengetriebene Leistungen im Spannungsfeld zwischen Produkt und Dienstleistung entwickelt und erbracht werden?*

Die Kernforschungsfrage vereint auf abstraktem Niveau das phänomenale und aktionale Erkenntnisinteresse dieser Arbeit. Um die einzelnen Erkenntnisinteressen isoliert betrachten zu können, wird die Fragestellung in Teilforschungsfragen (FF1-FF3) zerlegt. Dabei wird zunächst die Transformation von Produkten betrachtet, die mit der Erfassung von Kontextinformationen eine Voraussetzung für die Entwicklung datengetriebener Dienstleistungen ist. Mit dieser Transformation sind aufgrund der Integration von IKT sowohl Implikationen für die Produktentwicklung als auch neue Leistungspotenziale im Funktionsumfang für den Kunden verbunden. Da bisher in der Praxis überwiegend implizites Wissen über die Gestaltung solcher Produkte vorhanden ist, verfolgt die erste Teilfrage ein phänomenales Erkenntnisinteresse.

*FF1: Wie können Produkte flexibilisiert und auf Kundenbedürfnisse ausgerichtet werden?*

Die gewonnenen Erkenntnisse zeigen auf, wie die Transformation von Produkten mit dem Ziel einer höheren Flexibilität im Umgang mit dynamischen Umgebungsbedingungen umgesetzt werden kann und welche Mehrwerte sich zur Erfüllung von Kundenbedürfnissen darüber realisieren lassen. Auf Basis dieser Erkenntnisse wird in Forschungsfrage 2 die Integration von Produkt- und Dienstleistungskomponenten untersucht. Hierfür wird einerseits die Verknüpfung von Kontextinformationen des Produktes und der Prozessmodelle

und andererseits die Repräsentation beider Leistungen in einem gemeinsamen Modell analysiert.

*FF2: Wie kann eine Verknüpfung zwischen Produkt und Dienstleistung gestaltet werden?*

Mit Forschungsfrage 2 verändert sich die Perspektive der Arbeit zu einem aktionalen Erkenntnisinteresse. Mit der Konzeption von Anknüpfungspunkten zwischen Produkt und Dienstleistung wird die Verknüpfung von bisher überwiegend isolierten Entwicklungsperspektiven ermöglicht. Die abschließende Forschungsfrage integriert die Erkenntnisse aus den Forschungsfragen FF1 und FF2 für die Anwendung kundenindividueller, datengetriebener Leistungen. Hierzu werden gemäß eines aktionalen Erkenntnisinteresses ein datengetriebener Konfigurationsmechanismus sowie die Implementierung eines Augmented-Reality-basierten Assistenzsystems als Anwendungsbeispiel für datengetriebene Dienstleistungen verfolgt.

*FF3: Wie können datengetriebene Leistungen in die Anwendung gebracht werden?*

Die Strukturierung der Erkenntnisinteressen in den (Teil-)Forschungsfragen demonstriert gleichzeitig die Schritte von der Gestaltung des Produktes über die Verknüpfung mit Dienstleistungsmodellen bis hin zur Anwendung in datengetriebenen Dienstleistungen und kann damit als strukturelles Vorgehen für Realisierungen in der Praxis dienen.

## 4.2 Methodenspektrum

Der Prozess des Erkenntnisgewinnes kann durch die Anwendung von Forschungsmethoden erfolgen (Wilde, Hess 2007). Im Rahmen dieser Arbeit wurde vorwiegend auf das in der Wirtschaftsinformatik etablierte Methodenspektrum zurückgegriffen, dessen Methoden sich sowohl der qualitativen als auch der quantitativen Forschung zuordnen lassen. Im Folgenden werden die verwendeten Methoden kurz charakterisiert und eingeordnet, wobei deren Auswahl und Kombination in den Einzelbeiträgen ausführlich dargelegt ist.

- *Experteninterviews*: Experteninterviews werden genutzt, um vorherrschende Meinungen und Wissen von Experten zu explizieren. Sie gehören zu den qualitativen Methoden in der Wirtschaftsinformatik (Myers, Newman 2007). Im Zuge dieser Arbeit wurden semi-strukturierte Experteninterviews genutzt, um Anforderungen an die entwickelten Konzepte zu erheben sowie deren Evaluation durchzuführen.
- *Fokusgruppen*: Bei Fokusgruppen handelt es sich um organisierte Diskussionen mit einer unbegrenzten Teilnehmerzahl, die darauf abzielen, Daten zu generieren (Morgan 1996). In Abgrenzung zu Gruppeninterviews forcieren Fokusgruppen die Interaktion zwischen den Teilnehmenden und fördern den aktiven Austausch von Meinungen, Haltungen oder Informationen in Bezug auf die vorgegebene Themenstellung. Der Initiierende nimmt eine moderierende Rolle ein. Fokusgruppen werden zur Exploration von Hypothesen sowie zur Entwicklung und Evaluation von Artefakten, wie bspw. den in dieser Arbeit entwickelten Prototypen, eingesetzt (Gibbs 1997).
- *Konzeptionell- und argumentativ-deduktive Analysen*: Als semi-formale bzw. rein sprachliche Ausprägung des logisch-deduktiven Schließens dienen diese Analysemethoden der logischen Ableitung von Problemlösungen. Sie lassen sich damit den konstruktionsorientierten Methoden der Wirtschaftsinformatik zuordnen (Wilde, Hess 2007). In dieser Arbeit werden sowohl konzeptionelle als auch argumentative Ansätze zur Entwicklung von Einzelkonzepten und praktischer Anwendungsmöglichkeiten eingesetzt.

- *Laborexperimente*: Laborexperimente werden genutzt, um Hypothesen in kontrollierten Umgebungen zu überprüfen und Kausalzusammenhänge zwischen unabhängigen und abhängigen Variablen zu identifizieren (Wilde, Hess 2007). In Abgrenzung zu Feldexperimenten, die in natürlicher Umgebung des Untersuchungsgegenstandes stattfinden, wurden die Experimente im Rahmen dieser Dissertation in künstlichen Umgebungen durchgeführt.
- *Literaturrecherchen*: Systematische Literaturrecherchen dienen der Identifikation bestehender, relevanter Forschungsarbeiten sowie deren Analyse, Interpretation und Darstellung (Fettke 2006). Damit bilden Literaturrecherchen eine essenzielle Grundlage für die Erfassung bestehenden theoretischen Wissens und Strukturierung von wesentlichen Konzepten (Webster, Watson 2002). Im Rahmen dieser Dissertation werden Literaturrecherchen zur Identifikation und Synthese des aktuellen Wissensstandes eingesetzt. Die Erkenntnisse fließen bspw. zur Herleitung von Gestaltungswissen in die Forschungsarbeiten ein.
- *Modellierung*: Modelle dienen als „eine durch einen Konstruktionsprozess gestaltete, zweckrelevante Repräsentation eines Objektes“ (Thomas 2006, S. 63) der vereinfachten Beschreibung von realweltlichen Phänomenen. Nach March und Smith (1995) gehören sie zu den zentralen Artefakten der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik. Mit der Modellierung von Objekten kann deren Komplexität reduziert und eine Grundlage für Analyse und Kommunikation geschaffen werden (Frank et al. 2014).
- *Prototyping*: Die prototypische Instanziierung von IT-Artefakten ist ein etabliertes Vorgehen in der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik (Peppers et al. 2007). Sie dient der Evaluation der Machbarkeit einer technischen Umsetzung von Konzepten sowie dem frühzeitigen Erkenntnisgewinn für eine finale Implementierung. Prototypische Implementierungen müssen nicht alle Funktionalitäten des zu entwickelnden Informationssystems enthalten (Thomas 2006). Im Rahmen dieser Arbeit wurde darüber hinaus auf die Methode des *Pretotyping* (Savoia 2011) zurückgegriffen. Dabei wird die Eignung und Annahme eines Konzeptes durch Simulation von Kernfeatures getestet. Pretotypes müssen nicht notwendigerweise funktional sein (Savoia 2011) und sind damit eine Vorstufe der prototypischen Implementierung.
- *Qualitative Inhaltsanalysen*: Die qualitative Inhaltsanalyse dient der systematischen Auswertung von qualitativen Daten und Interpretation von Text. Dabei wird der Untersuchungsgegenstand schrittweise auf Kernaussagen reduziert, um Hypothesen zu identifizieren, Theorien zu falsifizieren oder neue Konzepte zu entwickeln (Mayring 2010). In dieser Arbeit findet die qualitative Inhaltsanalyse Anwendung bei der Auswertung von Experteninterviews.

### 4.3 Forschungsplan

Die in Kapitel 4.1 aufgestellten Forschungsfragen sowie Teilforschungsfragen bilden die grundlegende Struktur dieser Forschungsarbeit. Dabei wurden insgesamt sechs Teilprobleme identifiziert. Ausgehend von der Entwicklung von digitalisierten Produkten (FF1) wird die Verknüpfung von Produkten und Dienstleistungen (FF2) untersucht. Abschließend erfolgt die Operationalisierung der datenbasierten Verknüpfung (FF3). Dieser stufenweise Problemlösungsprozess wurde mit Hilfe der Methoden aus Kapitel 4.2 bearbeitet und ist in

Abb. 1 mit der Zuordnung von Forschungsfragen, Teilproblemen und Kernergebnissen strukturiert dargestellt.

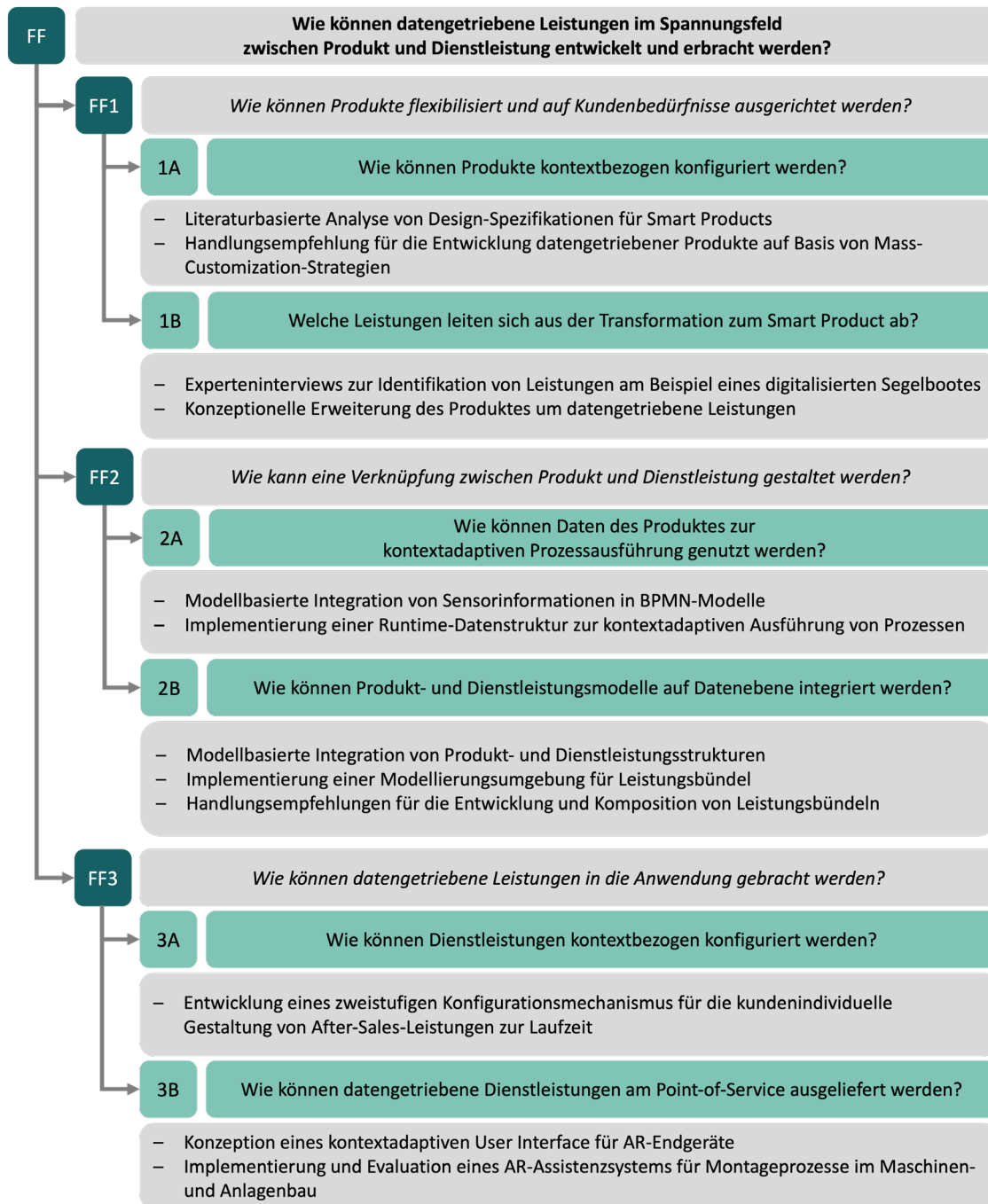


Abb. 1. Forschungsplan der Dissertation

## 5 Ergebnisse

### 5.1 Überblick

Die vorliegende Dissertation umfasst insgesamt 15 wissenschaftliche Beiträge, von denen sechs Beiträge (B1-B6) in das Kernthema der Dissertation eingebracht werden. Die weiteren Veröffentlichungen können dem Forschungsplan sowie den identifizierten Teilfragestellungen (vgl. Abb. 1) ergänzend zugeordnet werden. Die wesentlichen Erkenntnisse und Forschungsleistungen sind in Tab. 1 strukturiert dargestellt.

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

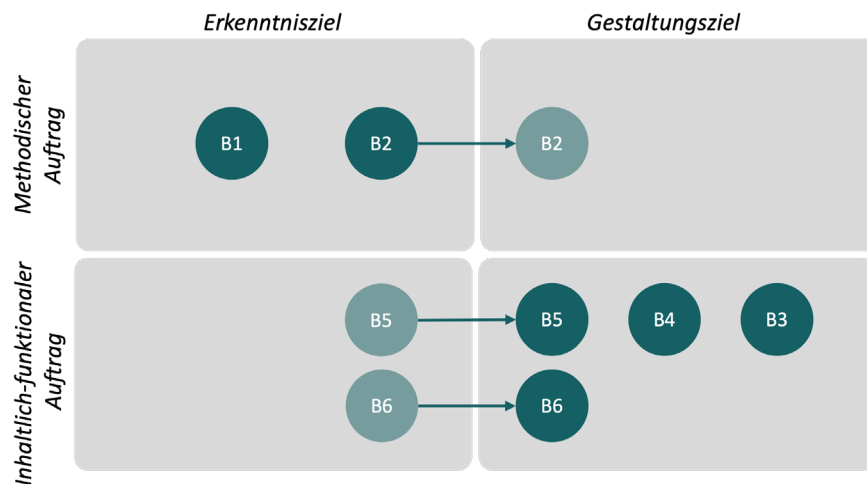
#	Publikationsorgan	Medium	Ranking <sup>2</sup>		Bibliographische Informationen	FF
			WK WI	VHB JQ3		
B1	HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik	Journal	B	D	Kammler, F.; Gembariski, P.C.; <b>Brinker, J.</b> ; Thomas, O.; Lachmayer, R. (2019): <i>Kunden- und kontextabhängige Konfiguration Smarter Produkte: Digitales Potenzial jenseits physischer Grenzen?</i> . In: HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik. Nr. 56, S. 530-541.	1
B2	European Conference on Information Systems (ECIS 2019)	Tagung	A	B	Kammler, F.; Kemmerich, H.; <b>Brinker, J.</b> ; Thomas, O. (2019): <i>Scrutinizing the Design Specifications of Smart Products: A Practical Evaluation in Yachting</i> . In: Proceedings of the 27th European Conference on Information Systems (ECIS 2019), Stockholm & Uppsala, Sweden, AISel.	1
B3	European Conference on Information Systems (ECIS 2019)	Tagung	A	B	Kammler, F.; Hagen, S.; <b>Brinker, J.</b> ; Thomas, O. (2019): <i>Leveraging the Value of Data-Driven Service Systems in Manufacturing: A Graph-Based Approach</i> . In: Proceedings of the 27th European Conference on Information Systems (ECIS 2019), Stockholm & Uppsala, Sweden, AISel.	2
B4	HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik	Journal	B	D	Hagen, S.; <b>Brinker, J.</b> ; Gembariski, P.C.; Lachmayer, R.; Thomas, O. (2019): <i>Integration von Smarten Produkten und Dienstleistungen im IoT-Zeitalter: Ein Graph-basierter Entwicklungsansatz</i> . In: HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik. Nr. 56, S. 1220-1232.	2
B5	INFORMATIK 2022	Tagung	B	C	<b>Brinker, J.</b> ; Kammler, F.; Thomas, O. (2022): <i>Service Tailoring: Ein Konfigurationsmechanismus für individualisierte After-Sales-Services im Maschinen- und Anlagenbau</i> . In: Demmler, D.; Krupka, D.; Federath, H. (Hrsg.): INFORMATIK 2022 – Informatik in den Naturwissenschaften, Hamburg, S. 347-360.	3
B6	International Conference on Information Systems (ICIS 2019)	Tagung	A	A	Kammler, F.; <b>Brinker, J.</b> ; Vogel, J.; Hmaid, T.; Thomas, O. (2019): <i>How Do We Support Technical Tasks in the Age of Augmented Reality? Some Evidence from Prototyping in Mechanical Engineering</i> (2019). In: ICIS 2019 Proceedings, Munich, Germany.	3
B7	IoT – Best Practices – Internet der Dinge, Geschäftsmodellinnovationen, IoT-Plattformen, IoT in Fertigung und Logistik. Edition HMD	Buchband	–	–	Kammler, F.; Gembariski, P.C.; <b>Brinker, J.</b> ; Lachmayer, R.; Thomas, O. (2021): <i>(Re-)Engineering smarter Produkte – Mit dem digitalen Freiheitsgrad zu flexiblen Leistungsangeboten</i> . In: Meinhardt, S., Wortmann, F. (Hrsg.) IoT – Best Practices. Edition HMD. Springer Vieweg, Wiesbaden, S. 293-305.	1
B8	IoT – Best Practices – Internet der Dinge, Geschäftsmodellinnovationen, IoT-Plattformen, IoT in Fertigung und Logistik. Edition HMD	Buchband	–	–	Hagen, S., <b>Brinker, J.</b> , Gembariski, P.C., Lachmayer, R., Thomas, O. (2021): <i>Integration von Smarten Produkten und Dienstleistungen im IoT-Zeitalter – Ein Graph-basierter Entwicklungsansatz</i> . In: Meinhardt, S., Wortmann, F. (Hrsg.) IoT – Best Practices. Edition HMD. Springer Vieweg, Wiesbaden, S. 245-258.	2
B9	Modellierung 2020	Tagung	B	C	Schoormann, T.; Hagen, S.; <b>Brinker, J.</b> ; Wildau, S.; Thomas, O.; Knackstedt, R. (2020): <i>Towards Aligning Business Models with Business Processes: A Tool-based Approach</i> . In: Bork, D., Karagiannis, D. & Mayr, H.	2

<sup>2</sup> Die Rankings der jeweiligen Beiträge wurden auf Basis der WI-Orientierungsliste der WKWI (WI-Journaliste 2008, Stand 2008-03-03, v39; WI-Liste der Konferenzen, Proceedings und Lecture Notes 2008, Stand 2008-03-03, v27) und des VHB-Jourqual 3 – Teilrating WI ermittelt.

#	Publikationsorgan	Medium	Ranking <sup>2</sup>		Bibliographische Informationen	FF
			WK WI	VHB JQ3		
					C. (Hrsg.) Modellierung 2020, Gesellschaft für Informatik e.V., Bonn, S. 13-27.	
B10	Dienstleistungsinnovationen durch Digitalisierung – Band 2: Prozesse – Transformation – Wertschöpfungsnetzwerke	Buchband	–	–	<b>Brinker, J.</b> ; Kammler, F.; Hagen, S.; Remark, F.; Rebstadt, J.; Jasper, M.; Dollmann, T.; Nüttgens, M.; Thomas, O. (2021): <i>smartTCS – Eine Plattform zur flexiblen Einbindung von Kunden in technische Dienstleistungen für den Maschinen- und Anlagenbau</i> . In: Beverungen, D., Schumann, J.H., Stich, V., Strina, G. (Hrsg.) Dienstleistungsinnovationen durch Digitalisierung. Springer Gabler, Berlin, Heidelberg, S. 439-482.	3
B11	Digitale Dienstleistungsinnovationen – Smart Services agil und kundenorientiert entwickeln	Buchband	–	–	Kammler, F.; Acik, E.; <b>Brinker, J.</b> ; Thomas, O.; Nüttgens, M. (2019): <i>Digitale Plattformstrategien für hybride Wertschöpfungs-systeme: Exploration und Wirkungsanalyse im Maschinen- und Anlagenbau</i> . In: Stich, V., Schumann, J., Beverungen, D., Gudergan, G., Jussen, P. (Hrsg.) Digitale Dienstleistungsinnovationen. Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg, S. 579-599.	3
B12	Konstruktion für die Additive Fertigung 2019	Buchband	–	–	<b>Brinker, J.</b> ; Gembariski, P.C.; Hagen, S.; Thomas, O. (2020): <i>Anwendungspotenziale von Additive Repair und Refurbishment für Serviceorientierte Geschäftsmodelle</i> . In: Lachmayer, R., Rettschlag, K., Kaierle, S. (Hrsg.) Konstruktion für die Additive Fertigung 2019. Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg, S. 43-54.	3
B13	Konstruktion für die Additive Fertigung 2020	Buchband	–	–	<b>Brinker, J.</b> ; Bertke, A.; Ganter, N.; Thomas, O.; Lachmayer, R. (2021): <i>Können wir das nicht reparieren? – Entwicklung eines Klassifikationsrahmens für den Einsatz von Additive Repair im Maschinen- und Anlagenbau</i> . In: Lachmayer, R., Rettschlag, K., Kaierle, S. (Hrsg.) Konstruktion für die Additive Fertigung 2020. Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg, S. 245-265.	3
B14	International Conference on Mass Customization and Personalization – Community of Europe (MCP-CE 2020)	Tagung	–	–	Gembariski, P.C.; <b>Brinker, J.</b> ; Thomas, O. (2020): <i>An Extended Key Competence Framework to Mass Customize After-Sales Services</i> . In: Proceedings of the 9th International Conference on Mass Customization and Personalization-Community of Europe (MCP-CE 2020), Novi Sad, Serbia, S. 67-76.	3
B15	Living Lab BPM Research Report	Arbeitsbericht	–	–	Hagen, S.; <b>Brinker, J.</b> ; Vogel, J. (2019): <i>Der digitale Zwilling: Datenbasierte Innovationen für die Landwirtschaft</i> . In: Thomas, O. (Hrsg.): Arbeitsbericht Nr. 3 des niedersächsischen Innovationsverbands SmarHybrid – Hybride Wertschöpfung für Niedersachsen, Osnabrück, Living Lab BPM e.V., S. 45-48.	3
B15	DIN SPEC	Standard	–	–	Post, T.; [..]; <b>Brinker, J.</b> (2019): <i>Entwicklung digitaler Dienstleistungssysteme</i> . Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.) DIN SPEC 334532019-09. Berlin, Beuth Verlag, S. 1-53.	2, 3

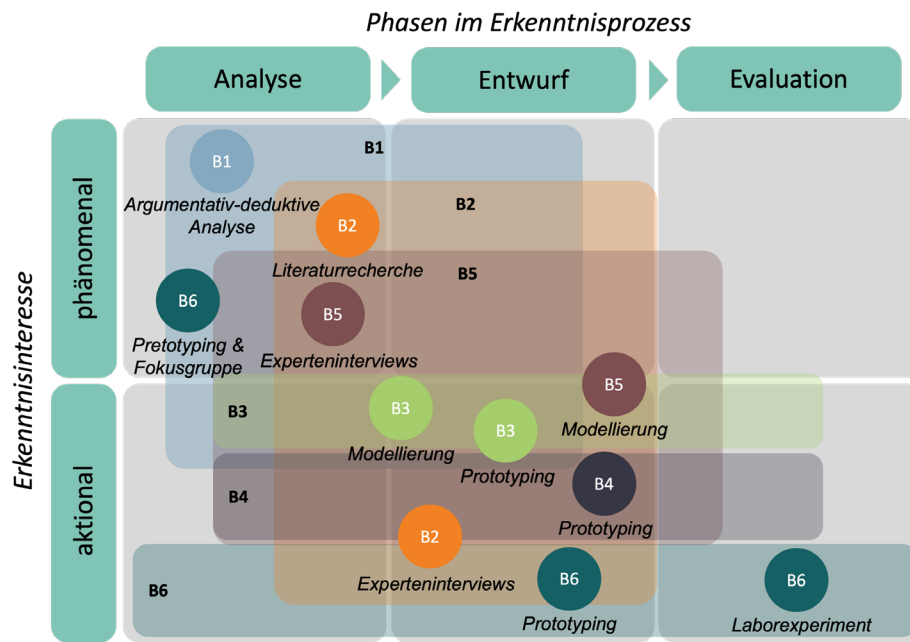
In der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik lässt sich zwischen *Erkenntniszielen*, bei denen bestehende Sachverhalte analysiert werden, sowie *Gestaltungszielen*, bei denen der Entwurf neuer Sachverhalte im Vordergrund steht, differenzieren. Dabei kann sowohl ein *methodischer Auftrag*, der auf das Verständnis und die Entwicklung von Methoden abzielt, sowie ein *inhaltlich-funktionaler Auftrag* im Sinne der Beschreibung und Gestaltung von Informationssystemen verfolgt werden (Becker et al. 2004, S. 347). Eine Einordnung der eingebrachten Beiträge ist in Abb. 2 dargestellt. Sekundäre Forschungsaufträge wurden entsprechend kenntlich gemacht. Die Beiträge B1 und B2 verfolgen mit dem Schwerpunkt auf der Entwicklung von Produkten vorwiegend ein Erkenntnisziel mit methodischem Auftrag. Mit der Instanziierung der identifizierten Design-Spezifikationen aus B2 wechselt der methodische Auftrag zu einem Gestaltungsziel, bei dem die datengetriebenen Funktionen transformierter Produkte demonstriert werden. In den Beiträgen B3 bis B6 mit Fokus auf der Entwicklung von Konzepten zur Verknüpfung von Produkt und Dienstleistung sowie der Anwendung datengetriebener Dienstleistungen steht ein Gestaltungsziel mit inhaltlich-funktionalem Auftrag im Vordergrund. Dabei greifen die Beiträge B5 und B6 die Erkenntnisse aus der modellbasierten Verknüpfung von Produkt und Dienstleistung (B4 und B5)

auf. Neben dem Gestaltungsfokus liegt ein sekundärer Forschungsauftrag auf der Exploration von Umsetzungsmechanismen für die Gestaltung datengetriebener Dienstleistungen.



**Abb. 2.** Einordnung der Beiträge nach Zielen und Aufträgen der Wirtschaftsinformatik (in Anlehnung an Becker et al. 2004)

Der Konstruktionsprozess der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik lässt sich nach Österle et al. (2010) in die Phasen Analyse, Entwurf, Evaluation und Diffusion einteilen. Eine Verortung der Beiträge in diesem Prozess sowie die Differenzierung der jeweiligen Erkenntnisinteressen (vgl. Kapitel 4.1) sind in Abb. 3 dargestellt. Da die Phase der Diffusion über die Veröffentlichung der in Tab. 1 dargelegten Beiträge erfüllt wurde, wird diese im Folgenden nicht weiter betrachtet. Es wird ersichtlich, dass die Beiträge im Bereich der Produktentwicklung (B1 und B2) sowie die analoge Konfiguration datengetriebener Dienstleistungen (B5) vor allem in den Phasen Analyse und Entwurf des Erkenntnisprozesses zu verorten sind. Dies ist darin begründet, dass in der Wirtschaftsinformatik überwiegend implizites Wissen über die Produktentwicklung existiert, was sich auch in der Verortung im phänomenalen Erkenntnisinteresse widerspiegelt. In den Beiträgen mit Gestaltungsziel wurden darüber hinaus Evaluationen der erstellten Artefakte durchgeführt. Um die Schwerpunkte der einzelnen Untersuchungsschritte hervorzuheben, wurde weiterhin eine Einordnung der zur Untersuchung von Teilfragestellungen genutzten Methoden aus den Beiträgen vorgenommen. Dabei besteht überwiegend Deckungsgleichheit mit der ganzheitlichen Einordnung der Beiträge, wobei Abweichungen bspw. bei Beitrag 6 mit dem Einsatz von Prototyping sowie der Fokusgruppe zur Identifikation verschiedener Gestaltungsmöglichkeiten für User Interfaces entstehen und somit auf angrenzende Forschungsfelder oder offene Fragestellungen hindeuten.



**Abb. 3.** Einordnung der Beiträge und verwendeten Methoden nach Erkenntnisinteresse und Phasen im Erkenntnisprozess (in Anlehnung an Österle et al. 2010)

- (1) Die erste Veröffentlichung befasst sich mit bestehenden Mass-Customization-Strategien aus der Produktentwicklung und untersucht, wie diese sich auf die kundenindividuelle Konfiguration von Smart Products anwenden lassen.
- (2) In der zweiten Veröffentlichung werden Design-Spezifikationen für digitalisierte Produkte mittels strukturierter Literaturrecherche erhoben. Darauf aufbauend werden in Experteninterviews am Beispiel eines Segelbootes die Leistungen digitalisierter Produkte identifiziert und in einem Smart-Service-System exemplarisch instanziiert.
- (3) In der dritten Veröffentlichung wird ein Konzept für die Integration von Sensorinformationen in Prozessmodelle als Grundlage für datengetriebene Dienstleistungen entwickelt. Dieses wird in Form einer Modellierungsumgebung implementiert und an einem Anwendungsbeispiel aus dem Maschinen- und Anlagenbau evaluiert.
- (4) Die vierte Veröffentlichung untersucht die Eignung von Graphdatenbanken zur Abbildung von Produkt- und Dienstleistungsstrukturen. Die prototypische Implementierung einer Entwicklungsumgebung ermöglicht die Gestaltung von Lösungsangeboten. Damit erforschen Beitrag 3 und 4 die Verknüpfung von Produkt und Dienstleistung zur Ausführung und Gestaltung von datengetriebenen Lösungen.
- (5) Analog zu den in Beitrag 1 untersuchten Konfigurationsmöglichkeiten von Smart Products wird in der fünften Veröffentlichung die Konfiguration datengetriebener Dienstleistungen betrachtet. Auf Basis von Experteninterviews wird die Variantenvielfalt bei Lösungsalternativen von Instandhaltungsprozessen erhoben und anschließend ein Konfigurationsmechanismus konzipiert, der anhand kundenindividueller Präferenzen eine optimale Servicekonfiguration identifiziert.
- (6) In der sechsten Veröffentlichung wird der Einsatz von Augmented-Reality-basierten Assistenzsystemen im Maschinen- und Anlagenbau untersucht. Mit der Konzeption von Prototypes und der Diskussion in Fokusgruppen wird zunächst bestehendes Wissen zur Gestaltung von Assistenzsystemen validiert. Mit der iterativen



Implementierung und Evaluation des vorgestellten Prototyps wird die Anwendung von datengetriebenen Dienstleistungen im After-Sales-Geschäft demonstriert.

Neben den skizzierten Forschungsergebnissen konnte im Rahmen dieser Dissertation eine Reihe weiterer Beiträge veröffentlicht werden (vgl. Tab. 1). Alle Publikationen sind im Rahmen von anwendungsorientierten Forschungsprojekten entstanden und erweitern den Erkenntnisgewinn um weitere Perspektiven und Anwendungsbereiche.

## 5.2 Zentrale Ergebnisse der Beiträge

Im nachfolgenden Abschnitt werden die zentralen Ergebnisse und Implikationen der eingebrachten Beiträge (B1-B6) erläutert. Hierfür werden die entwickelten Artefakte und das methodische Vorgehen dargestellt sowie die Implikationen und Zusammenhänge zwischen den Beiträgen vor dem Hintergrund der aufgestellten Forschungsfragen aufgezeigt.

### 5.2.1 Kunden- und kontextadaptive Konfiguration von Smart Products

Mit der Erweiterung um Informations- und Kommunikationstechnologie werden Produkte in die Lage versetzt, kontinuierlich Daten zu erfassen, zu verarbeiten und diese mit ihrer Umgebung zu teilen. Mit Informationen über den Zustand des Produktes und seine Verwendung lassen sich einerseits die Bedürfnisse von Benutzern erfassen, andererseits wird eine automatische Anpassung an diese Bedürfnisse ermöglicht.

Ogleich des Potenzials dieses Transformationsschrittes geht die Gestaltung solcher Produkte mit einer hohen Komplexität einher. Neben den materiellen Rahmenbedingungen sind auch die virtuellen Eigenschaften zu berücksichtigen und der Lösungsraum für die Adaption des Produktes muss vorgedacht werden. In Beitrag 1 werden daher etablierte Strategien aus dem Feld des Mass Customization analysiert und auf die Entwicklung von Smart Products übertragen. Dabei lassen sich drei wesentliche Handlungsstrategien ableiten: Mit *konventionellen Retrofits* können Produkte nachträglich mit IKT-Komponenten und damit um Funktionen wie Kontextadaptivität oder Konnektivität angereichert werden. Dies setzt den Zugang zur bestehenden IKT- und Steuerungsinfrastruktur sowie die Kenntnis von Datenströmen und Kommunikationsprotokollen voraus. Bei der *(Re-)Konfiguration* des Smart Products wird dieses als Ökosystem aus Plattformen und Modulen entwickelt. Dabei werden nach Bedarf neue Module hinzugefügt oder bestehende ausgetauscht, um den erforderlichen Funktionsumfang zu erhalten. Damit einher geht das Erfordernis, sinnvolle Module und Konfigurationsrichtlinien zu definieren und über den Produktlebenszyklus stabil zu halten. Letztlich kann mit der *(Re-)Parametrierung* der digitale Freiheitsgrad über die Anpassung von Parametern in der Steuerung oder Softwareerweiterungen erschlossen werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass einerseits die Grenzen der Parametrierung vorgedacht werden müssen, andererseits auch physische Rahmenbedingungen im Sinne des Trade-off zwischen Leistungsreserve und sonstigen Anforderungen zu identifizieren sind.

Die Evaluation der Handlungsempfehlungen erfolgt am Beispiel moderner Pkw-Frontscheinwerfer, die bspw. mittels Projektionen auf der Straße zur Fahrzeug-Umfeld-Kommunikation eingesetzt werden. Neben der grundsätzlichen Anwendbarkeit wird deutlich, dass vor allem aufgrund der gesetzlichen Anforderungen konventionelle Retrofits und die Rekonfiguration des Scheinwerfers mit Herausforderungen verbunden sind. Im Ergebnis gehen die funktionalen Mehrwerte aus der Transformation physischer Produkte mit einem höheren Entwicklungsaufwand einher. Die Entscheidung ist daher situativ unter Berücksichtigung der Kompetenz des Herstellers, regulatorischer Rahmenbedingungen sowie wirtschaftlicher Überlegungen zu treffen.

### 5.2.2 Design-Spezifikation und Leistungsangebot von Smart Products

In Beitrag 2 wurde diese Transformation eines Produktes beispielhaft anhand eines Segelbootes vollzogen. Im ersten Schritt wurden hierfür mittels einer Literaturrecherche sechs Design-Spezifikationen von Smart Products identifiziert. Auf technischer Ebene sind die Konnektivität sowie die Integration von IKT unter anderem in Form von Sensorik und Komponenten zur Datenverarbeitung zwei Grundvoraussetzungen für das Design von Smart Products. Darüber hinaus wurden mit Kontextwahrnehmung sowie Personalisierung im Sinne der Anpassungsfähigkeit an kundenindividuelle Bedürfnisse zwei funktionale Charakteristika identifiziert. Schließlich wurden die Bündelung mit komplementären Leistungen sowie dem systemischen Design, im Sinne der Betrachtung als Teil eines Ökosystems mit mehreren Produkten, Akteuren und Leistungen, als zwei produktübergreifende Design-Spezifikationen identifiziert.

In einem zweiten Schritt wurden in Experteninterviews insgesamt 14 Funktionen identifiziert und diskutiert, die entweder als Produktfunktionalität („feature-based“) oder durch die informationelle Verknüpfung mit umgebenden Systemen („collaboration-based“) wie bspw. Servicestationen in Häfen oder Einzelhändlern einen Mehrwert gegenüber einem analogen Segelboot generieren (vgl. Tab. 2).

**Tab. 2.** Funktionale Instanziierung der Design-Spezifikationen im Segelsport (Kammler et al. 2019c)

No.	Function	Context-Awareness	Embeddedness	Personalization	Connectivity	Service Bundeling	Systemic Design	Mentions	Importance (relative to Mentions)
<b>Feature-based functions</b>									<b>54 %</b>
1	Monitoring of Sailing Parameters	x	x	x			x	9	18 %
2	Gas Detection	x	x					2	4 %
3	Detection of Moisture Ingress	x	x					2	4 %
4	Monitoring of Keel Bolts	x	x					3	6 %
5	Battery Monitoring (Low Voltage)	x	x					1	2 %
6	Preventive Detection of Grounding	x	x		x	x	x	2	4 %
7	Localization and Analysis of Grounding	x	x			x	x	2	4 %
8	Collision Warning	x	x		x	x	x	6	12 %
<b>Collaboration-based functions</b>									<b>46 %</b>
9	Analysis of Operating Data	x	x	x	x	x	x	4	8 %
10	Deterioration Analysis of Components	x	x	x	x	x	x	4	8 %
11	Mooring Guidance				x	x	x	4	8 %
12	Proactive Information on Service Stations	x		x	x	x	x	3	6 %
13	Proactive Mooring Management	x			x	x	x	4	8 %
14	Proactive Supply of Inventories	x		x	x	x	x	4	8 %
<b>Total</b>		<b>13</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>33</b>	<b>100 %</b>
Importance (relative to total of functions)		93 %	71 %	36 %	57 %	64 %	71 %	-	-

In den Interviews wurden die Funktionen zur Kontextwahrnehmung als Mehrwert gegenüber einem analogen Segelboot wahrgenommen, da sicherheitsrelevante Parameter überwacht werden können. Autonome Produktfunktionen, wie sie in der Literatur als finale

Ausbaustufe der Transformation definiert werden (vgl. Porter, Heppelmann 2014), wurden kritisch diskutiert. Zwar befürworteten die Experten die autonome Kontrolle in Gefahrensituationen, eine vollständig autonome Steuerung wurde allerdings nicht gewünscht.

Mit der Instanziierung des (digitalisierten) Segelbootes und dessen konzeptionellen Erweiterung um die identifizierten Funktionen (vgl. Abb. 4) wird demonstriert, dass vor allem die Vernetzung von Objekten und die Bündelung mit komplementären Dienstleistungen einen Mehrwert gegenüber traditionellen Produkten darstellen. Dabei werden durch die Verknüpfung der Daten des Produktes, wie dessen Standort oder Betriebsparameter, neue Leistungsangebote ermöglicht, die sich vor allem durch ihre Individualisierung für einzelnen Nutzern auszeichnen. Die Abhängigkeit von weiteren Akteuren, wie bspw. Herstellern des Produktes oder Einzelhändlern, bedingt, dass diese Anpassung der Leistung nur bei der Berücksichtigung des gesamten Wertschöpfungs-systems erfolgen kann.

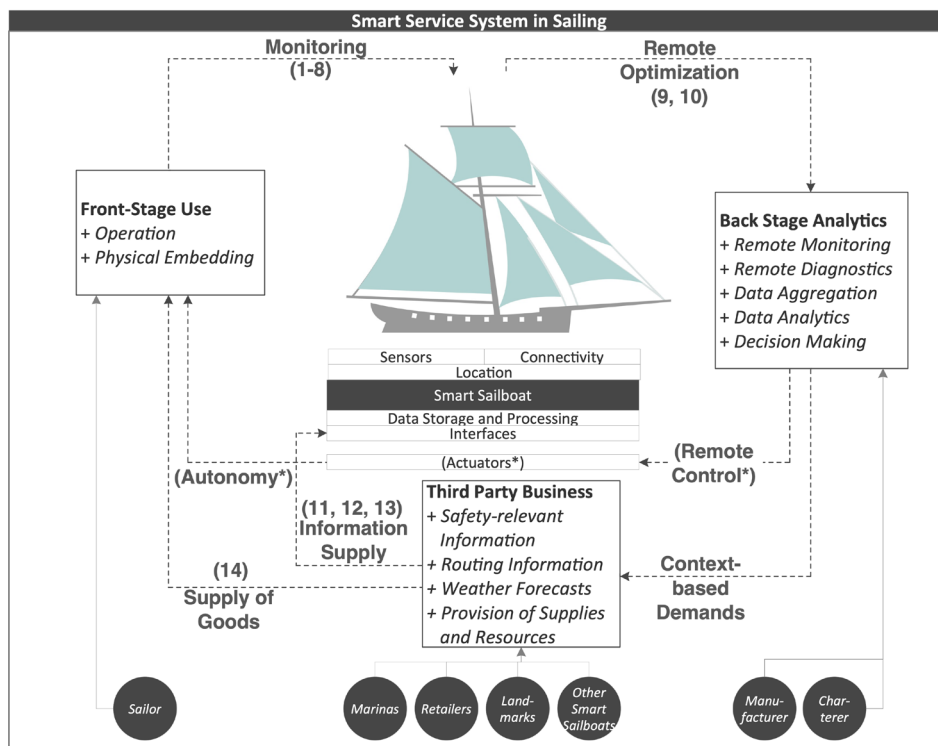


Abb. 4. Exemplarische Instanziierung eines Smart-Service-Systems im Segelsport (Kammler et al. 2019c)

### 5.2.3 Integration von Kontextinformationen in Prozessmodelle

Die Beiträge B1 und B2 zeigen auf, welche Design-Spezifikationen bei der Gestaltung von Smart Products berücksichtigt werden müssen und welche Leistungen damit einhergehen. Diese generieren vor allem durch die Verknüpfung mit datengetriebenen Dienstleistungen einen Mehrwert für den Nutzer. Darauf aufbauend stellt sich die Frage, wie eine Verknüpfung zwischen dem Produkt als Quelle für Kontextinformationen und diesen Dienstleistungen hergestellt werden kann. In Beitrag 3 wird diese Frage zunächst auf Ebene der Prozessausführung betrachtet, indem Sensorevents als Indikator für den Zustand des Produktes in Prozessmodellen in der Business Process Modeling Notation (BPMN) als grundlegende Handlungsanleitung für Dienstleistungen konzeptionell integriert werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Daten je nach Verarbeitungsschritten innerhalb des Produktes zunächst als Rohdaten zur Verfügung stehen, für die Nutzung zur Dienstleistungsadaption

aber ein höherer Informationsgehalt benötigt wird. Aus diesem Grund wurde ein Konzept entwickelt, das die notwendigen Verarbeitungsschritte aufzeigt (vgl. Abb. 5).

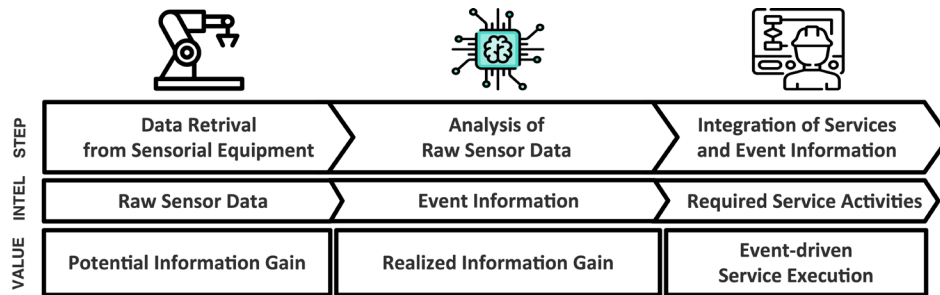


Abb. 5. Wertschöpfungskette datengetriebener Service-Systeme (Kammler et al. 2019b)

Dabei wurden drei Verarbeitungsschritte identifiziert: (1) Die Erfassung von Sensordaten des Produkts, (2) die Verknüpfung mit Zustandsinformationen zu Sensorevents und (3) die Integration in Serviceprozesse. Dabei fungieren die identifizierten Sensorevents als neue Eintrittspunkte in den Serviceprozess mit dem Ziel, die auszuführenden Aktivitäten an den Maschinenzustand anpassen zu können. Mit der Überführung essenzieller BPMN-Elemente in ein Schema für die Graphdatenbank Neo4j wurde eine maschinenlesbare Repräsentation für Serviceprozesse implementiert und anhand eines Fehlerdiagnoseprozesses für Klimageräte evaluiert (vgl. Abb. 6).

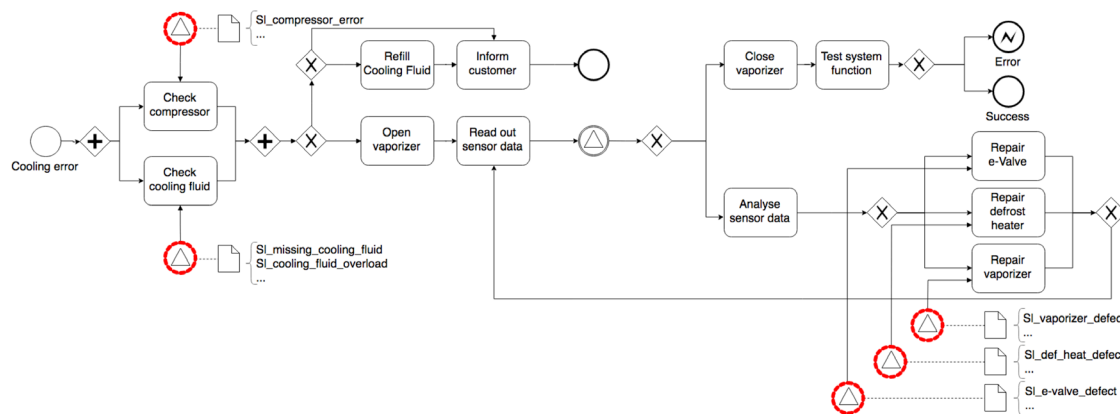
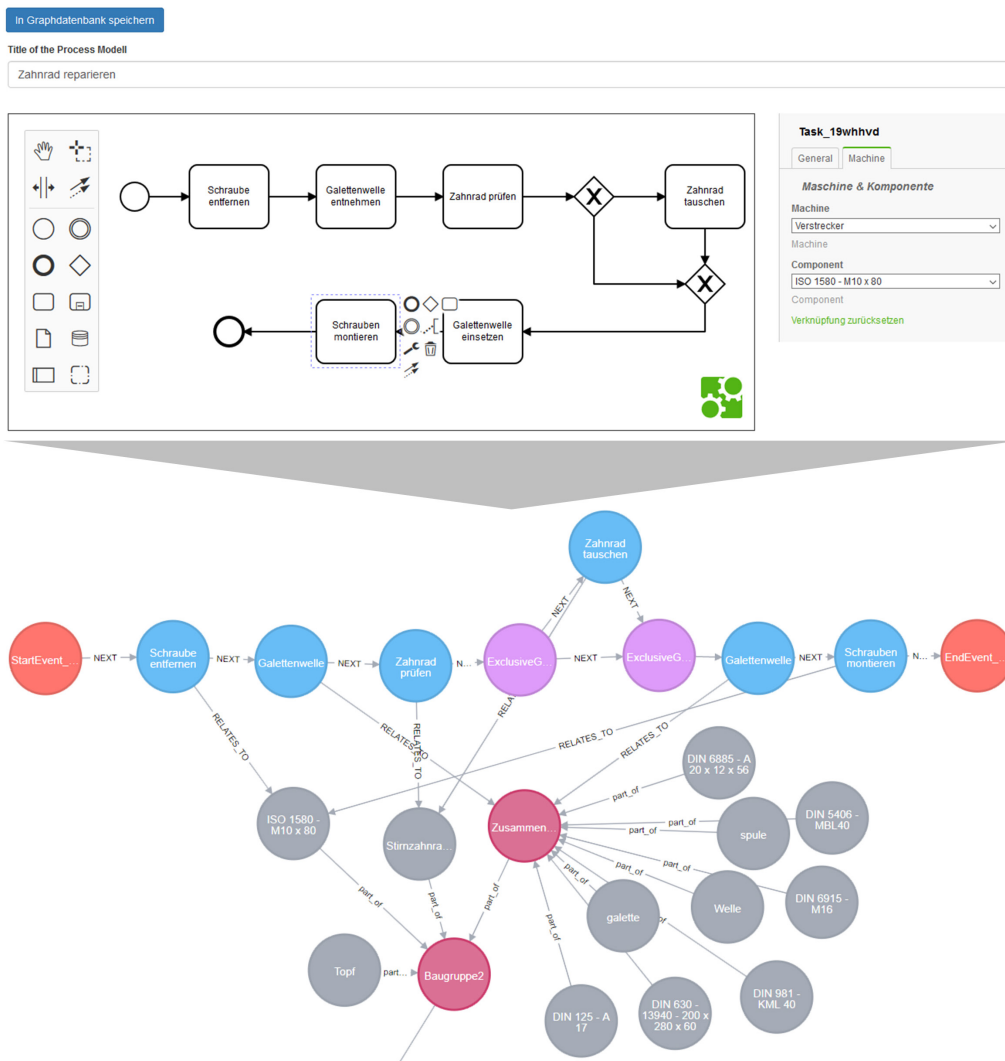


Abb. 6. Vollständiges, um Sensorevents erweitertes Prozessmodell (Kammler et al. 2019b)

Im Ergebnis zeigt sich, dass die Nutzung von Kontextinformationen die Komplexität von Prozessmodellen reduzieren und die Ausführung von Prozessen beschleunigen kann, da der Ausschluss irrelevanter Aktivitäten die Anzahl an Entscheidungssituationen für den Anwender reduziert. Zu beachten ist dabei, dass die Verknüpfung bereits bei der Entwicklung von Produkt und Dienstleistung berücksichtigt werden sollte, sodass bspw. für die Leistungserbringung relevante Informationen durch das Produkt erfasst werden können. Das vorgestellte Werkzeug kann die an der Entwicklung von Leistungen beteiligten Disziplinen dabei unterstützen, die notwendigen Schnittstellen zwischen Produkt und Dienstleistung auszugestalten und die Leistungstypen aufeinander abzustimmen.

### 5.2.4 Datenbasierte Verknüpfung von Produkten und Dienstleistungen

Während Beitrag 3 die Anreicherung mit Kontextinformationen für die Ausführung von datengetriebenen Dienstleistungen fokussiert, untersucht Beitrag 5 die Integration von (digitalisierten) Produkten und Dienstleistungen auf Ebene des Leistungsmodells. Hierzu wird zunächst die Graphdatenbank als Speicherlösung aufgegriffen und hinsichtlich ihrer Eignung zur Repräsentation von sowohl vollständigen Produktstrukturen wie bspw. in Form von Stücklisten, als auch von Serviceprozessen geprüft. Darauf aufbauend wurde eine Modellierungsumgebung implementiert, in der sowohl isoliert Produkt- und Dienstleistungsstrukturen, aber auch Abhängigkeiten zwischen beiden Komponenten der Leistungsbündel abgebildet werden können (vgl. Abb. 7).



**Abb. 7.** Prototypische Implementierung der BPMN-Modellierungsumgebung sowie analoges Graph-Modell inkl. Produktstruktur<sup>3</sup> (Hagen et al. 2021)

<sup>3</sup> Im Rahmen einer Erweiterung des Beitrags 4 wurde die initiale Abbildung in Bezug auf ihre Lesbarkeit sowie das gewählte Beispiel überarbeitet (vgl. Beitrag 8). Das grundlegende Konzept sowie der Prototyp sind funktional identisch, sodass im Rahmen dieser Dissertation die aktuelle Version verwendet wurde.

Die Modellierung von Prozessen kann direkt in der Web-Umgebung erfolgen, sodass spätere Änderungen an den Modellen möglich sind. Die Produktinformationen müssen zunächst aus etablierten Konstruktionsumgebungen exportiert und eingelesen werden. Die Verknüpfung zwischen den Leistungen erfolgt manuell und wird in Form neuer Relationen zwischen Aktivitäten und Produktbestandteilen im Graphen gespeichert. In der Konsequenz sind beide Leistungstypen über die Graphdatenbank verknüpft, sodass bspw. bei der Ausführung von Dienstleistungen über Assistenzsysteme der Vorteil entsteht, in Abhängigkeit von Prozessaktivitäten direkt auf relevante Produktbestandteile zugreifen zu können und Ersatzteilbestellungen auszulösen.

Für die Gestaltung von Leistungen ergeben sich mit dem Prototypen verschiedene Vorteile für Unternehmen: (1) Bisher isolierte Entwicklungsperspektiven können in engerer Abstimmung kundenzentrierte Lösungen hervorbringen. Unabhängig davon, ob Produkt und Dienstleistung parallel oder sequenziell entwickelt werden, sind die Anforderungen der jeweils anderen Komponente aus dem gemeinsamen Modell ersichtlich und können frühzeitig berücksichtigt werden. (2) Das vorgestellte Werkzeug kann sowohl für kundenindividuelle Leistungen, um bspw. individuelle Produktkonfigurationen zur Dienstleistungsadaption zu nutzen, als auch für ganzheitliche Leistungsportfolios, um bspw. neue Anforderungen an Komponenten zu identifizieren, genutzt werden. (3) Neben der Nutzung in der eigenen Entwicklungsabteilung können auch externe Akteure, wie Zulieferer von Komponenten oder Serviceprovider, beteiligt werden. Dies bietet sich vor allem dann an, wenn unternehmensübergreifende Leistungen entwickelt werden sollen. Ein Beispiel sind Assistenzsysteme, bei denen das Produkt aus Hard- und Software zur Prozessunterstützung von Dritten als Plattform bereitgestellt wird und Dienstleistungen in der Entwicklungsumgebung in diese Plattform integriert werden sollen.

### 5.2.5 Kontextabhängige Konfiguration von Dienstleistungen

Nachdem die datenbasierte (Re-)Konfiguration von Leistungen am Beispiel von Produkten in Beitrag 1 bereits gezeigt wurde, wird in Beitrag 5 analog ein Mechanismus für die kontextabhängige Konfiguration von Dienstleistungen am Beispiel eines Serviceprozesses aus dem Maschinen- und Anlagenbau entwickelt.

Das After-Sales-Geschäft in der Branche umfasst verschiedene Lösungsalternativen, zwischen denen ein Kunde zum Kaufzeitpunkt wählen kann. Um diese Beobachtung in der Praxis zu validieren, wurden Experteninterviews durchgeführt. So kann ein Kunde bspw. zwischen klassischem Ersatzteilversand oder der Wiederaufbereitung eines Bauteils entscheiden sowie den Grad der Herstellerunterstützung bei der Ausführung von Serviceaktivitäten flexibel auswählen. Diese Varianten unterscheiden sich in ihrem individuellen Wertbeitrag für den Kunden, werden aber aufgrund bestehender Standardabläufe in der Praxis häufig nicht differenziert für einzelne Servicevorfälle ausgewählt. Das entwickelte Konzept setzt mit einem Mechanismus für die kontextabhängige Konfiguration von Dienstleistungen an diesem Problem an. Die verfügbaren Ressourcen werden zunächst als Randbedingungen betrachtet und nicht realisierbare Varianten aus dem Lösungsraum eliminiert. Anschließend wird auf Basis individueller Wertvorstellungen des Kunden, die als Elements of Value modelliert werden, das individuelle Optimum für den konkreten Servicevorfall identifiziert (vgl. Abb. 8). Hierzu werden die Varianten durch den Anbieter hinsichtlich ihrer Erfüllung der Elements of Value gewichtet. Auf Basis der Kundenpräferenzen, die bezüglich einer oder mehrerer Zielfunktionen, wie etwa der Reduktion von Kosten oder Zeit, erhoben werden, kann ein kundenindividueller, gewichteter Prozessgraph berechnet werden. Die Identifikation des optimalen Pfads kann abschließend als multikriterielles Längste-Wege-Problem beschrieben und gelöst werden.

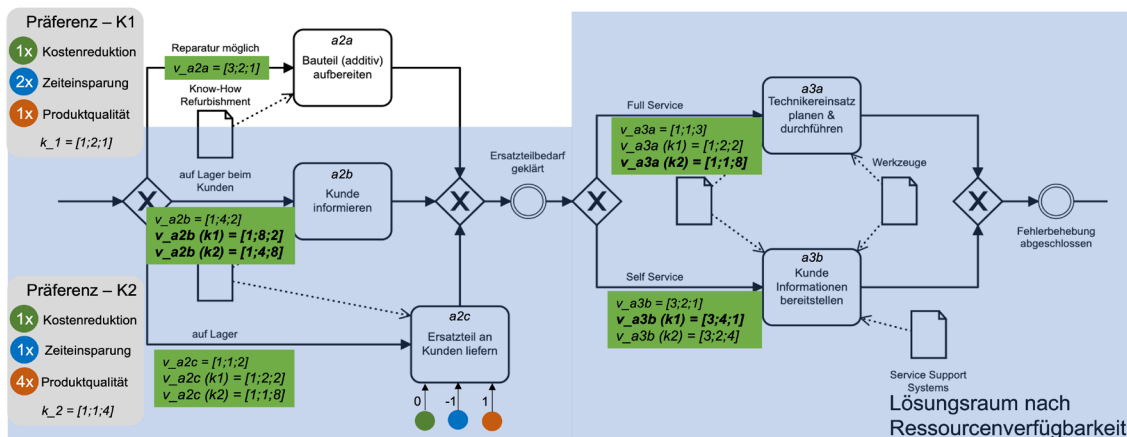


Abb. 8. Demonstration des zweistufigen Konfigurationsmechanismus (Brinker et al. 2022)

Anhand einer Evaluation in der Landtechnik konnte der praktische Nutzen des Konfigurationsmechanismus demonstriert werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die initiale Bewertung der Servicevarianten in der Praxis mangels messbarer Kriterien häufig eine Herausforderung darstellt. Mit dem Konfigurationsmechanismus liefert das Service Tailoring eine Grundlage für die Anpassungsfähigkeit von Prozessen zum Ausführungszeitpunkt und trägt damit zur Entwicklung datengetriebener Dienstleistungen bei.

### 5.2.6 Auslieferung von datengetriebenen Dienstleistungen am Point-of-Service

Beitrag 6 schließt an die Adaption von Serviceprozessen aus Beitrag 5 mit einer technischen Umsetzung für die Erbringung von datengetriebenen Dienstleistungen am Point-of-Service an. Diese Dienstleistungen im technischen Kundendienst sind von hoher Wissensintensität geprägt, sodass seit mehreren Jahren der Einsatz von Service-Support-Systemen zur Verbesserung der Informationsversorgung exploriert wird. Mit der Entwicklung eines Augmented-Reality-basierten Service-Support-Systems zeigt der Beitrag auf, wie diese die individuelle Ausführung von datengetriebenen Dienstleistungen zur Informationsversorgung verbessern können. In einem mehrstufigen, an die Design-Science-Research-Methodologie angelehnten Vorgehen wurden zunächst anhand von Prototypen bestehende Konzepte in Literatur und Praxis falsifiziert. Auf Basis der Erkenntnisse wurde ein User Interface entwickelt, das durch sein modulares Design kundenindividuelle Informationsbedarfe und Kontextfaktoren adressieren kann (vgl. Abb. 9).

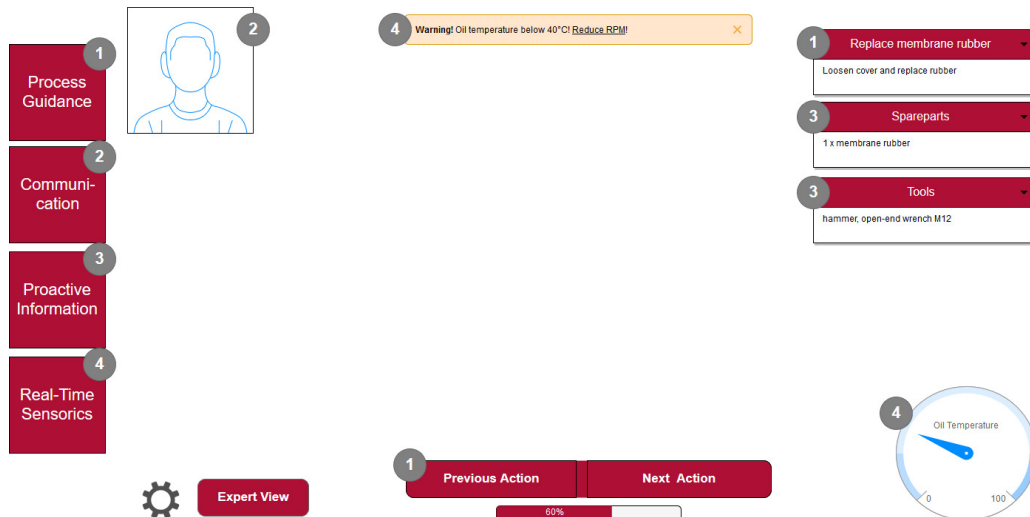


Abb. 9. Mock-Up des modularen User Interface (Kammler et al. 2019a)

In zwei Iterationen wurden Prototypen implementiert, die Servicetechniker bei der Ausführung von Aktivitäten unterstützen. Das System stellt einerseits die benötigten Informationen wie Ersatzteilbedarfe und Prozessaktivitäten dar, interagiert andererseits aber auch mit dem Serviceobjekt, indem in Abhängigkeit vom Prozessschritt relevante Sensordaten eingeblendet und Warnmeldungen zu definierten Produktzuständen eingeblendet werden. Dabei wird auf die in Beitrag 3 und 4 entwickelte Graphdatenbank mit um Kontext- und Produktinformationen angereicherten Prozessen zurückgegriffen.

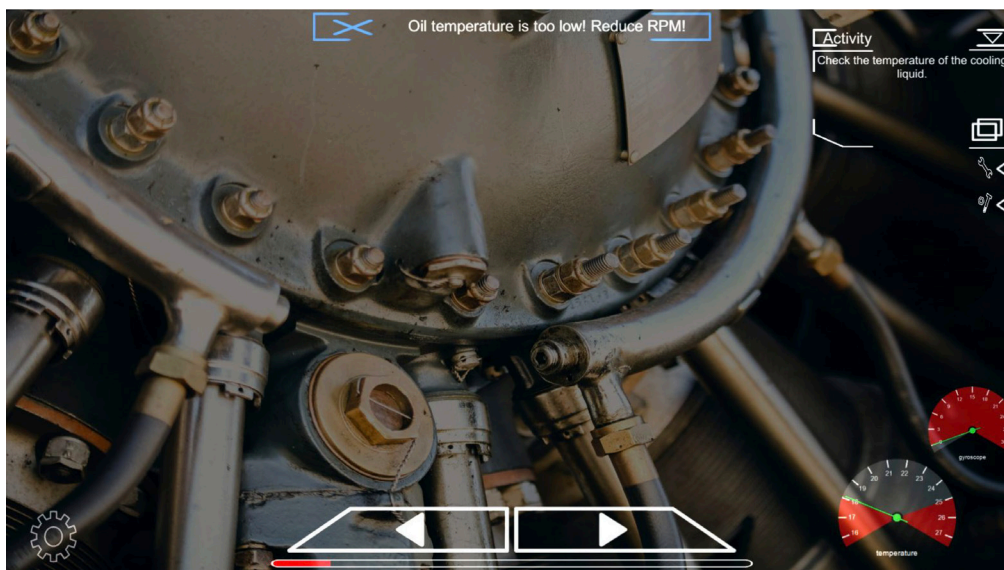


Abb. 10. Prototyp des finalen Augmented-Reality-Assistenzsystems (Kammler et al. 2019a)

Das System wurde in einem Laborexperiment anhand des Task-Technology-Fit mit 29 Teilnehmenden hinsichtlich seiner Eignung zur Unterstützung von Montageprozessen positiv evaluiert, obgleich technologieaffine Teilnehmende die Unterstützung durch das System höher wahrgenommen haben als solche mit geringerer Technologieaffinität. Für Letztere konnten in den Konstrukten Darstellungsweise, Auffindbarkeit, Zugänglichkeit der Information sowie Unterstützung signifikant positive Effekte identifiziert werden. Die



qualitative Evaluation zeigt zudem, dass vor allem die Zeitersparnis bei der Serviceausführung und die visuelle Unterstützung positiv wahrgenommen werden. Demgegenüber stehen unzureichendes Tracking der Gestenerkennung sowie die unscharfe Darstellung als negative Anmerkungen.

Durch die Demonstration der Auslieferung datengetriebener Dienstleistungen am Point-of-Service trägt der Beitrag wesentlich zur Beantwortung der dritten Forschungsfrage bei.

### 5.3 Theoretische Implikationen

Die Entwicklung von datengetriebenen Produkten und Dienstleistungen bietet einerseits das Potenzial, neue Mehrwerte für Kunden sowie Wertschöpfungsmöglichkeiten für Unternehmen zu erschließen, ist andererseits aber auch mit Herausforderungen verbunden, die sich in der Differenz zwischen aktuellem Forschungsstand und praktischen Umsetzungen zeigt. Mit der Exploration beider Leistungstypen und der Verknüpfung in Form gemeinsamer Modelle erzeugt die vorliegende Dissertation theoretische Implikationen für mehrere Forschungsfelder: Die im Rahmen der ersten Forschungsfrage durchgeführte Literaturanalyse zu digitalisierten Produkten trägt dazu bei, die vielfältigen Konzepte und Perspektiven im Feld zu sechs zentralen Design-Spezifikationen zu konsolidieren und damit die Komplexität bei der Entwicklung datengetriebener Produkte aufzubrechen. Gleichzeitig zeigt die Adaption der Mass-Customization-Strategien für die Gestaltung von digitalisierten Produkten und die Konfiguration datengetriebener Dienstleistungen, wie bestehende Erkenntnisse zwischen Disziplinen und Gestaltungsgegenständen übertragen werden können.

Mit der Gestaltung von Konzepten für die Verknüpfung von Produkt und Dienstleistung im Rahmen der Forschungsfrage 2 werden die Erkenntnisse in Werkzeuge überführt, die sowohl auf Daten- (B3) als auch auf Leistungsebene (B4) eine Integration isolierter Entwicklungsmethoden ermöglichen. Damit wird das von Larson (2016) identifizierte Problem fehlender Werkzeuge zur interdisziplinären Gestaltung von Service-Systemen adressiert und eine theoretische Grundlage für eine kooperative Entwicklung von Leistungen geliefert. Dabei schließen die Verarbeitungsschritte von Rohdaten zu Zustandsinformationen (B3) sowie deren Verknüpfung mit Prozessmodellen unmittelbar an aktuelle Arbeiten im Feld des BPM an (vom Brocke et al. 2021). Die Exploration von Graphdatenbanken als Integrationswerkzeug liefert dabei eine geeignete technische Grundlage für sogenannte Context-Aware Business Processes (vgl. Song et al. 2019; Valderas et al. 2022) und adressiert unmittelbar zwei (Principle of Context-Awareness, Principle of Technology Appropriation) der zehn Prinzipien für „gutes“ BPM (vgl. vom Brocke et al. 2014).

Mit dem Mechanismus zur kundenindividuellen Konfiguration von Dienstleistungen zur Laufzeit (B5) sowie der Entwicklung eines Service-Support-Systems (B6) werden die Anwendungspotenziale datengetriebener Dienstleistungen zur Beantwortung von Forschungsfrage 3 dargelegt. Der Beitrag 5 schließt dabei unmittelbar an weitere Arbeiten an, in denen die Übertragbarkeit von Mass Customization Key Capabilities auf Dienstleistungen untersucht wurde (Gembariski et al. 2020). Der damit verbundene disziplinübergreifende Transfer bestehenden Wissens motiviert die interdisziplinäre Zusammenarbeit im Feld kundenzentrierter Lösungen und bestärkt die Wirtschaftsinformatik in ihrer Rolle als lösungsorientierte Vermittlerin zwischen den Disziplinen. Mit der iterativen Entwicklung des Augmented-Reality-Assistenzsystems wurde weiterhin ein Vorgehen entwickelt, mit dem Gestaltungsentscheidungen in kurzen Zyklen falsifiziert und unter Anwendung modularer Gestaltungskriterien und Nutzerzentrierung in die Anwendung gebracht werden können. Damit adressiert der Beitrag die im Forschungsbereich von Service-Support-Systemen identifizierten Herausforderungen (Matijacic et al. 2013; Berkemeier et al. 2019).

## 5.4 Praktische Implikationen

Neben den theoretischen Implikationen zielt die vorliegende Dissertation darauf ab, die praktische Umsetzung datengetriebener Produkte und Dienstleistungen zu vereinfachen und somit einen Beitrag zur Realisierung der in der Forschung diskutierten Eigenschaften dieser Leistungen zu leisten. Erklärtes Ziel der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik ist die Bewältigung des Spannungsfeldes zwischen wissenschaftlicher Rigorosität und hoher Praxisrelevanz (Österle et al. 2010). Dieser Anspruch zieht sich durch den gesamten Forschungsprozess, von der Identifikation praxisrelevanter Problemstellungen bis zur Gestaltung und Evaluation der Lösungsartefakte (Peppers et al. 2007). Auf praktischer Seite wurde dieser Anspruch im Rahmen der vorliegenden Dissertation durch den kontinuierlichen Austausch mit Industriepartnern und den angestrebten Wissenstransfer in die betriebliche Praxis forciert, was sich auch in den praktischen Implikationen widerspiegelt.

Die Exploration der Design-Spezifikationen von Smart Products, Handlungsempfehlungen für deren Entwicklung sowie die Instanziierung (B1, B2) zeigen auf, welche Freiheitsgrade mit digitalisierten Produkten einhergehen und wie diese unter Berücksichtigung von Kundenanforderungen zur Flexibilisierung der Leistung genutzt werden können. Gleichermaßen wurden mit den Handlungsempfehlungen aus Beitrag 1 die Rahmenbedingungen für eine Transformation der Produkte definiert. Diese Empfehlungen zeigen die aus Produktsicht relevanten Entwicklungsentscheidungen auf und eröffnen Unternehmen somit die Möglichkeit, die Potenziale des digitalen Freiheitsgrades zielgerichtet zur Verbesserung ihres Leistungsangebotes zu nutzen. Mit der Integration von IKT in Produkte lassen sich weiterhin neue Datenquellen erschließen, die die Entwicklung datengetriebener Dienstleistungen erst ermöglichen. Die Konzepte und Prototypen zur Verknüpfung zwischen Produkt und Dienstleistungen dienen dabei als Werkzeug, das die isolierte Entwicklung beider Komponenten aufbricht und damit eine bessere Integration von kundenorientierten Leistungen sowohl bei der Ausführung (B3) als auch Entwicklung (B4) ermöglicht. Dabei bietet vor allem das Konzept der Graphdatenbank neben den dargestellten Vorteilen der Erweiterbarkeit und Flexibilität das Potenzial, mit weiteren Kontextinformationen angereichert und auch für Data-Analytics-Funktionen genutzt zu werden. Da die Werkzeuge auch unternehmensübergreifend eingesetzt werden und weitere Datenquellen eingeschlossen werden können, wird damit ein Beitrag zur Realisierung von kontextadaptiven Smart Services geleistet.

Mit den Ergebnissen aus Beitrag 5 und 6 werden die Entwicklung und Anwendung datengetriebener Dienstleistungen auf Basis der vorgestellten Konzepte und Prototypen zur Integration von Leistungen demonstriert. Der vorgestellte Konfigurationsmechanismus zeigt dabei auf, wie eine kundenindividuelle Adaption einer Leistung zur Laufzeit durchgeführt werden kann, um dessen individuelle Wertvorstellungen zu adressieren. Der Mechanismus ist dabei generisch gestaltet, sodass perspektivisch die Erweiterung um weitere Kriterien wie bspw. eine höhere Ressourceneffizienz durch die verminderte Nutzung von Standardabläufen möglich ist. Der iterative Entwicklungsprozess aus Beitrag 6 kann Unternehmen als Beispiel dienen, wie der Einsatz neuer Technologien mit geringem Aufwand erprobt werden kann. Gleichermaßen kann das Konzept der modularen Funktionsbausteine die sukzessive Implementierung neuer Funktionen und aufbauender datengetriebener Leistungen erleichtern. In der Konsequenz unterstützen die gewonnenen Erkenntnisse die sukzessive Steigerung des Reifegrades datengetriebener Leistungen in der Praxis und damit die Annäherung an die im wissenschaftlichen Diskurs proklamierten Eigenschaften.

## 5.5 Limitationen

Die in diese Forschungsleistung eingebrachten Beiträge (vgl. Tab. 1) folgen den etablierten Forschungsmethoden und -ansätzen der Wirtschaftsinformatik (vgl. Kapitel 4.2). Die Beiträge haben erfolgreich einen mehrstufigen und anonymen Reviewprozess („double-blind peer review“) durchlaufen und wurden in Publikationsorganen veröffentlicht, die sowohl im Ranking des Verbandes der Hochschullehrer (VHB Jourqual 3-Ranking) als auch der Wissenschaftlichen Kommission Wirtschaftsinformatik (WKWI) aufgeführt sind.

Obgleich der Forschungsprozess unter größtmöglicher Rigorosität und Sorgfalt durchgeführt wurde, ist die Untersuchung mit den im Folgenden dargelegten Limitationen verbunden. Im Bereich der Produktentwicklung zeigen sich diese vor allem in der fehlenden technischen Implementierung und Evaluation der Ergebnisse, die primär in der Notwendigkeit domänenspezifischen Wissens begründet ist. Besonders die Gestaltung von Wertschöpfungssystemen, wie sie als Ausblick in Beitrag 2 skizziert wird, liegt außerhalb des Fokus der vorliegenden Arbeit, da sie die Interaktion zwischen den verschiedenen Akteuren in den Vordergrund stellt. Die Evaluation der weiteren Artefakte wurde überwiegend mittels qualitativer Methoden durchgeführt. Dabei konnten aufgrund des frühen Reifegrades sowie des explorativen Untersuchungscharakters häufig nur Ausschnitte realer Problemstellungen sowie -umgebungen berücksichtigt werden. Dies spiegelt sich bspw. darin wider, dass die Integrationsansätze (vgl. B3 und B4) lediglich die essenziellen Elemente der BPMN-Spezifikationen abbilden und nur beispielhafte Produktstrukturen überführt werden konnten. Zu berücksichtigen ist, dass die Konzepte vor dem Hintergrund ihrer Erweiterbarkeit und dem flexiblen Einsatz domänenunabhängig entwickelt wurden, was durch individuelle Adaptationen von Industriepartnern in den begleitenden Forschungsprojekten dieses Vorhabens demonstriert wurde. Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass der Fokus dieser Arbeit auf der Betrachtung der Einzelleistungen und deren Schnittstellen lag. Eine übergeordnete Methode zur Gestaltung von Lösungsangeboten wurde daher nicht entwickelt. Gleichzeitig kann das Vorgehen dieser Dissertation von der Gestaltung des Produktes und dessen Funktionen über die Verknüpfung von Kontextinformationen und Produktstruktur mit Serviceprozessen bis zur Entwicklung der datengetriebenen Dienstleistung als strukturelle Orientierung für die Umsetzung in der Praxis dienen.

## 6 Zusammenfassung

Die vorliegende Dissertation zeigt auf, wie die systematische Gestaltung von datengetriebenen Produkten und Dienstleistungen erfolgen kann und welche Potenziale damit einhergehen. Eine zentrale Erkenntnis liegt dabei in der schrittweisen Entwicklung von der Transformation auf Produktseite über die Verknüpfung mit Dienstleistungsmodellen bis hin zur Entwicklung darauf aufbauender datengetriebener Dienstleistungen. Die hohe Komplexität solcher Leistungsbausteine, die sich in bisher isolierter Entwicklung aus einzelnen Disziplinen sowie der Differenz zwischen wissenschaftlichen Konzepten und dem Reifegrad praktischer Umsetzungen zeigt, kann mit den entwickelten Werkzeugen schrittweise aufgebrochen werden, um neue Mehrwerte und Wertschöpfungsmöglichkeiten zu erschließen.

Die Erkenntnisse wurden durch die Beantwortung von drei Teilforschungsfragen gewonnen. Die Bearbeitung der Forschungsfrage 1 zeigt auf, wie Smart Products gestaltet werden können, um kontextadaptiv mit dynamischen Umgebungsbedingungen umzugehen und welche Leistungen sich aus der Transformation ableiten lassen. Die Ergebnisse belegen die Notwendigkeit der Transformation zur Erfassung von Kontextinformationen als Grundlage für datengetriebene Dienstleistungen sowie das damit verbundene Potenzial zur

kundenindividuellen Flexibilisierung von Leistungen. In Forschungsfrage 2 wird darauf aufbauend die Verknüpfung zwischen Produkt und Dienstleistung durch die Einbettung von Kontextinformationen in Prozessmodelle sowie die Integration der Produktkomponenten auf Datenebene vollzogen. Dabei zeigt sich, dass eine frühzeitige Berücksichtigung von Kontextinformationen die dynamische Steuerung von Prozessabläufen und damit eine Komplexitätsreduktion bei der Ausführung ermöglichen kann. Mit der Operationalisierung der Graphdatenbank zur Repräsentation von Produkt und Dienstleistung in einem gemeinsamen Modell liefert diese Arbeit einen Lösungsbaustein, mit dem die Abstimmung bisher isolierter Entwicklungsperspektiven vereinfacht und Gestaltungsentscheidungen für kundenzentrierte Leistungen frühzeitig getroffen werden können. Mit den Ergebnissen zu Forschungsfrage 3 werden abschließend zwei Lösungsansätze entwickelt, welche die entwickelten Erkenntnisse in die Anwendung bringen. Während der Konfigurationsmechanismus die individuelle Adaption von komplexen Serviceprozessen demonstriert, wird mit dem entwickelten Assistenzsystem die konkrete Umsetzung einer datengetriebenen Dienstleistung zur kontextadaptiven Ausführung von Prozessen am Point-of-Service fokussiert.

Die dargelegten Ergebnisse vereinfachen somit, datengetriebene Leistungen nicht nur isoliert zu entwickeln, sondern durch die Ausgestaltung von Schnittstellen und Verknüpfung beider Komponenten kundenzentrierte Mehrwerte zu generieren. Dabei erleichtern die entwickelten Handlungsempfehlungen und Werkzeuge es Unternehmen, Gestaltungsentscheidungen zu treffen und die in der Forschung diskutierten Eigenschaften datengetriebener Produkte und Dienstleistungen sukzessive zu erschließen.

## 7 Literatur

- van der Aalst, W.M.P. (2013): *Business Process Management: A Comprehensive Survey*. ISRN Software Engineering (2013):1–37.
- van der Aalst, W.M.P.; La Rosa, M.; Santoro, F.M. (2016): *Business Process Management: Don't Forget to Improve the Process!* Business & Information Systems Engineering 1(58):1–6.
- Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (acatech) (Hrsg.) (2018): *Engineering smarter Produkte und Services Plattform – Industrie 4.0 Studie*. München.
- Allmendinger, G.; Lombreglia, R. (2005): *Four Strategies for the Age of Smart Services*. Harvard Business Review 10(83):131–145.
- Atzori, L.; Iera, A.; Morabito, G. (2010): *The Internet of Things: A survey*. Computer Networks 15(54):2787–2805.
- Barile, S.; Polese, F. (2010): *Smart Service Systems and Viable Service Systems: Applying Systems Theory to Service Science*. Service Science 1–2(2):21–40.
- 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*. Wiesbaden, Deutscher Universitätsverlag, 335–366.
- Berkemeier, L.; Zobel, B.; Werning, S.; Ickerott, I.; Thomas, O. (2019): *Engineering of Augmented Reality-Based Information Systems: Design and Implementation for Intralogistics Services*. Business & Information Systems Engineering 1(61):67–89.
- Beverungen, D.; Breidbach, C.F.; Poeppelbuss, J.; Tuunainen, V.K. (2019): *Smart Service Systems: An Interdisciplinary Perspective*. Information Systems Journal 6(29):1201–1206.
- Beverungen, D.; Müller, O.; Matzner, M.; Mendling, J.; vom Brocke, J. (2017): *Conceptualizing smart service systems*. Electronic Markets 1(29):7–18.
- BMW (2022): *BMW Connected Drive*. BMW Connected Drive – Sitzheizung. [https://www.bmw.de/de/shop/ls/dp/Seat\\_Heating\\_SFA\\_de](https://www.bmw.de/de/shop/ls/dp/Seat_Heating_SFA_de), Abruf am 18.10.2022.
- BMW (2019): *Das Projekt GAIA-X – Eine vernetzte Dateninfrastruktur eines vitalen, europäischen Ökosystems*. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi).
- Böhmman, T.; Leimeister, J.M.; Möslin, K. (2014): *Service Systems Engineering: A Field for Future Information Systems Research*. Business & Information Systems Engineering 2(6):73–79.
- Böhmman, T.; Leimeister, J.M.; Möslin, K. (2018): *The New Frontiers of Service Systems Engineering: Automation, Interaction, Openness and Learning*. Business & Information Systems Engineering 5(60):373–375.
- Bowman, C.; Ambrosini, V. (2000): *Value Creation Versus Value Capture: Towards a Coherent Definition of Value in Strategy*. British Journal of Management 1(11):1–15.
- Braud, A.; Fromentoux, G.; Radier, B.; Le Grand, O. (2021): *The Road to European Digital Sovereignty with Gaia-X and IDSA*. IEEE Network 2(35):4–5.
- Brinker, J.; Kammler, F.; Thomas, O. (2022): *Service Tailoring: Ein Konfigurationsmechanismus für individualisierte After-Sales-Services im Maschinen- und Anlagenbau*. In: Demmler, D.; Krupka, D.; Federrath, H. (Hrsg.): *INFORMATIK 2022 – Informatik in den Naturwissenschaften*. Hamburg, Gesellschaft für Informatik (GI), Bonn, 347–360.
- vom Brocke, J.; Baier, M.-S.; Schmiedel, T.; Stelzl, K.; Röglinger, M.; Wehking, C. (2021): *Context-Aware Business Process Management: Method Assessment and Selection*. Business & Information Systems Engineering 5(63):533–550.
- vom Brocke, J.; Schmiedel, T.; Recker, J.; Trkman, P.; Mertens, W.; Viaene, S. (2014): *Ten principles of good business process management*. Business Process Management Journal 4(20):530–548.

- Bullinger, H.-J.; Fähnrich, K.-P.; Meiren, T. (2003): *Service Engineering – Methodical Development of New Service Products*. International Journal of Production Economics 3(85):275–287.
- CLAAS KGaA mbH (2022): *Efficient Agriculture Systems – Precision farming*. [https://www.be-lize.claas.com/blueprint/servlet/resource/blob/2179644/99e53d08628228e44b60a8550b0d4ae2/379385\\_23-dataRaw.pdf](https://www.be-lize.claas.com/blueprint/servlet/resource/blob/2179644/99e53d08628228e44b60a8550b0d4ae2/379385_23-dataRaw.pdf), Abruf am 18.10.2022.
- Dey, A.K. (2001): *Understanding and Using Context*. Personal and Ubiquitous Computing 1(5):4–7.
- Eberhard, K. (1999): *Einführung in die Erkenntnis- und Wissenschaftstheorie: Geschichte und Praxis der konkurrierenden Erkenntniswege*. 2., durchges. und erw. Auflage. 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.
- Frank, U.; Strecker, S.; Fettke, P.; vom Brocke, J.; Becker, J.; Sinz, E. (2014): *Das Forschungsfeld „Modellierung betrieblicher Informationssysteme“: Gegenwärtige Herausforderungen und Eckpunkte einer zukünftigen Forschungsagenda*. WIRTSCHAFTSINFORMATIK 1(56):49–54.
- Gembarski, P.C.; Brinker, J.; Thomas, O. (2020): *An Extended Key Competence Framework to Mass Customize After-Sales Services*. Proceedings of the 9th International Conference on Mass Customization and Personalization-Community of Europe (MCP-CE 2020). Novi Sad, Serbia, 67–76.
- Gibbs, A. (1997): *Focus Groups*. Social Research Update 19. <https://sru.soc.surrey.ac.uk/SRU19.html>, Abruf am 18.10.2022.
- Hagen, S.; Brinker, J.; Gembarski, P.C.; Lachmayer, R.; Thomas, O. (2021): *Integration von Smarten Produkten und Dienstleistungen im IoT-Zeitalter – Ein Graph-basierter Entwicklungsansatz*. In: Meinhardt, S.; Wortmann, F. (Hrsg.): *IoT – Best Practices*. Wiesbaden, Springer Fachmedien Wiesbaden, 245–258.
- Kammler, F.; Brinker, J.; Vogel, J.; Hmaid, T.; Thomas, O. (2019a): *How Do We Support Technical Tasks in the Age of Augmented Reality? Some Evidence from Prototyping in Mechanical Engineering*. ICIS 2019 Proceedings. Munich, Germany, AISeL.
- Kammler, F.; Gembarski, P.C.; Kortum, H. (2022): *Leveraging the Value of Data in the Continuum of Products and Services: Business Types in the Function-Oriented Offerings Model*. In: Andersen, A.-L.; Andersen, R.; Brunoe, T.D.; Larsen, M.S.S.; Nielsen, K.; Napoleone, A.; Kjeldgaard, S. (Hrsg.): *Towards Sustainable Customization: Bridging Smart Products and Manufacturing Systems*. Cham, Springer International Publishing, 773–780.
- Kammler, F.; Hagen, S.; Brinker, J.; Thomas, O. (2019b): *LEVERAGING THE VALUE OF DATA-DRIVEN SERVICE SYSTEMS IN MANUFACTURING: A GRAPH-BASED APPROACH*. Proceedings of the 27th European Conference on Information Systems (ECIS). Stockholm & Uppsala, Sweden, AISeL.
- Kammler, F.; Kemmerich, H.; Brinker, J.; Thomas, O. (2019c): *SCRUTINIZING THE DESIGN SPECIFICATIONS OF SMART PRODUCTS: A PRACTICAL EVALUATION IN YACHTING*. Proceedings of the 27th European Conference on Information Systems (ECIS). Stockholm & Uppsala, Sweden, AISeL.
- Kelley, S.W.; Donnelly, J.H.; Skinner, S.J. (1990): *Customer Participation in Service Production and Delivery*. Journal of Retailing 3(66):315–335.
- König & Bauer AG (2021): *König & Bauer – Predictive Maintenance & Services*. [https://www.koenigbauer.com/fileadmin/user\\_upload/00\\_Digital\\_Web/Service/Digital/Dokumente/PdMS-Prospekt\\_Layout2\\_DE.pdf](https://www.koenigbauer.com/fileadmin/user_upload/00_Digital_Web/Service/Digital/Dokumente/PdMS-Prospekt_Layout2_DE.pdf), Abruf am 18.10.2022.
- Larson, R.C. (2016): *Commentary—Smart Service Systems: Bridging the Silos*. Service Science 4(8):359–367.
- Leimeister, J.M. (2015): *Einführung in die Wirtschaftsinformatik*. Berlin, Heidelberg, Springer Berlin Heidelberg.
- March, S.T.; Smith, G.F. (1995): *Design and natural science research on information technology*. Decision Support Systems 4(15):251–266.

- Matijacic, M.; Fellmann, M.; Özcan, D.; Kammler, F.; Nüttgens, M.; Thomas, O. (2013): *Elicitation and consolidation of requirements for mobile technical customer services support systems-a multi-method approach*. ICIS 2013 Proceedings. Milan, Italy.
- Mayring, P. (2010): *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken*. 11., aktualisierte und überarb. Auflage. Weinheim, Beltz.
- Morgan, D.L. (1996): *Focus Groups*. Annual Review of Sociology 1(22):129–152.
- 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 (2014): *Partnerships for Innovation: Building Innovation Capacity – Program Solicitation NSF 14-610*. <https://www.nsf.gov/pubs/2014/nsf14610/nsf14610.pdf>, Abruf am 18.10.2022.
- Nunes, M.L.; Pereira, A.C.; Alves, A.C. (2017): *Smart products development approaches for Industry 4.0*. Procedia Manufacturing (13):1215–1222.
- 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 6(62):664–672.
- Peffers, K.; Tuunanen, T.; Rothenberger, M.A.; Chatterjee, S. (2007): *A Design Science Research Methodology for Information Systems Research*. Journal of Management Information Systems 3(24):45–77.
- Porter, M.E.; Heppelmann, J.E. (2014): *How Smart, Connected Products Are Transforming Competition*. Harvard Business Review 11(92):64–88.
- Romero, M.; Guédria, W.; Panetto, H.; Barafort, B. (2020): *Towards a Characterisation of Smart Systems: A Systematic Literature Review*. Computers in Industry (120):103224.
- Savoia, A. (2011): *Pretotype It Make sure you are building the right it before you build it right*. [https://www.pretotyping.org/uploads/1/4/0/9/14099067/pretotype\\_it\\_2nd\\_pretotype\\_edition-2.pdf](https://www.pretotyping.org/uploads/1/4/0/9/14099067/pretotype_it_2nd_pretotype_edition-2.pdf), Abruf am 18.10.2022.
- Schwarzer, B.; Krcmar, H. (2015): *Wirtschaftsinformatik Grundlagen betrieblicher Informationssysteme*. 5., überarbeitete. Auflage. Stuttgart, Schäffer-Poeschel Verlag für Wirtschaft, Steuern, Recht GmbH.
- Song, R.; Vanthienen, J.; Cui, W.; Wang, Y.; Huang, L. (2019): *Towards a comprehensive understanding of the context concepts in context-aware business processes*. Proceedings of the 11th International Conference on Subject-Oriented Business Process Management - S-BPM ONE '19. Seville, Spain, ACM Press, 1–10.
- Spohrer, J.; Kwan, S.K. (2009): *Service Science, Management, Engineering, and Design (SSMED): An Emerging Discipline - Outline & References*. International Journal of Information Systems in the Service Sector (IJSSS) 3(1):1–31.
- Spohrer, J.; Maglio, P.P.; Bailey, J.; Gruhl, D. (2007): *Steps Toward a Science of Service Systems*. Computer 1(40):71–77.
- Thomas, O. (2006): *Management von Referenzmodellen: Entwurf und Realisierung eines Informationssystemes zur Entwicklung und Anwendung von Referenzmodellen*. Berlin, Logos-Verlag.
- Valderas, P.; Torres, V.; Serral, E. (2022): *Modelling and executing IoT-enhanced business processes through BPMN and microservices*. Journal of Systems and Software (184):111139.
- Webster, J.; Watson, R.T. (2002): *Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review*. MIS Quarterly 2(26):xiii–xxiii.
- Wilde, T.; Hess, T. (2007): *Forschungsmethoden der Wirtschaftsinformatik: Eine empirische Untersuchung*. WIRTSCHAFTSINFORMATIK 4(49):280–287.
- WKWI; GI FB WI (2011): *Profil der Wirtschaftsinformatik*. Zürich. [https://vhbonline.org/fileadmin/user\\_upload/Profil\\_WI\\_final\\_ds26.pdf](https://vhbonline.org/fileadmin/user_upload/Profil_WI_final_ds26.pdf), Abruf am 18.10.2022.

- 
- Zheng, P.; Chen, C.-H.; Wang, Z. (2021): *Smart Product-Service Systems*. Amsterdam, Cambridge, Elsevier.
- Zheng, P.; Wang, Z.; Chen, C.-H.; Pheng Khoo, L. (2019): *A Survey of Smart Product-Service Systems: Key Aspects, Challenges and Future Perspectives*. *Advanced Engineering Informatics* (42):100973.



## **Teil B – Einzelbeiträge**

## Beitrag 1: Kunden- und kontextabhängige Konfiguration Smarter Produkte: Digitales Potenzial jenseits physischer Grenzen?

Titel	Kunden- und kontextabhängige Konfiguration Smarter Produkte: Digitales Potenzial jenseits physischer Grenzen?
Autoren	Friedemann Kammler, Paul Christoph Gembarski, <b>Jonas Brinker</b> , Oliver Thomas, Roland Lachmayer
Publikationsorgan	HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik
Ranking	WKWI: B / VHB: D
Status	Veröffentlicht
Bibliographische Information	Kammler, F.; Gembarski, P.C.; <b>Brinker, J.</b> ; Thomas, O.; Lachmayer, R. (2019): Kunden- und kontextabhängige Konfiguration Smarter Produkte: Digitales Potenzial jenseits physischer Grenzen?. In: HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik. Nr. 56, S. 530-541.
Zusammenfassung	Die digitale Transformation von Geschäftsmodellen entlang visionärer Anwendungsszenarien, wie der Industrie 4.0 und Smart Services, erlauben Branchen wie dem Maschinen- und Anlagenbau das Heben neuer Wertschöpfungspotenziale. Dabei bildet die Evolution von physischen Produkten, ausgehend von rein mechanischen, über mechatronischen, bis hin zu cyber-physischen Gütern eine wesentliche funktionale Grundlage. Um die vielfach aufgegriffene Vision einer kundenindividuellen Lösungsorientierung umsetzen zu können, werden so Smarte Produkte erforderlich, die durch eine hohe technische Komplexität gekennzeichnet sind und die zur Leistungserbringung erforderliche Flexibilität insbesondere auf digitaler, informationstechnischer Ebene abbilden. Während die formulierten Differenzierungspotenziale auf den ersten Blick einleuchten, bleibt bislang die Frage unbeantwortet, an welchen Stellen die „digitale Flexibilität“ von Smarten Produkten auch auf physischer Ebene in die Anpassung der Produktkonstruktion eingehen muss und mit welchen Seiteneffekten dabei zu rechnen ist. So erfolgt bspw. die Anpassung der Leistungsfähigkeit einer Mietmaschine entlang eines flexiblen Tarifmodells nicht nur auf rein informationeller Ebene, sondern muss bis in die konfigurationsunabhängige Auslegung des zugrundeliegenden Produkts reichen. Im Ergebnis schlägt sich das gehobene Wertschöpfungspotenzial in steigenden Produktionskosten und einer erhöhten Komplexität nieder, die die flächendeckende Anwendung in Frage stellt. Der Beitrag adressiert die physischen Erfordernisse, die dem digitalen Potenzial von Smarten Produkten gegenüberstehen. Hierzu werden anhand eines Fallbeispiels die Potenziale derartiger Produkte und daraus entstehender Leistungssysteme aus informationstechnischer Sicht beschrieben und deren Auswirkungen auf die zugrundeliegende Konstruktion aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht analysiert. Im Ergebnis stellt der Beitrag praxisbezogene Handlungsstrategien zu Entwicklung und Einsatz von smarten Produkten vor und erklärt, wie und in welchen Fällen die erfolgreiche Hebung von Wertschöpfungspotenzialen gelingen kann.
Identifikation	DOI: 10.1365/s40702-019-00523-8
Link	<a href="https://link.springer.com/article/10.1365/s40702-019-00523-8">https://link.springer.com/article/10.1365/s40702-019-00523-8</a>
Copyright	© Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH

**Tab. 3.** Factsheet Beitrag 1

## Beitrag 2: Scrutinizing the Design Specification of Smart Products: A Practical Evaluation in Yachting

Titel	Scrutinizing the Design Specification of Smart Products: A Practical Evaluation in Yachting
Autoren	Friedemann Kammler, Hendrik Kemmerich, <b>Jonas Brinker</b> , Oliver Thomas
Publikationsorgan	European Conference on Information Systems (ECIS 2019)
Ranking	WKWI: A / VHB: B
Status	Veröffentlicht
Bibliographische Information	Kammler, F.; Kemmerich, H.; <b>Brinker, J.</b> ; Thomas, O. (2019): Scrutinizing the Design Specifications of Smart Products: A Practical Evaluation in Yachting. In: Proceedings of the 27th European Conference on Information Systems (ECIS 2019), Stockholm & Uppsala, Sweden, AISel.
Zusammenfassung	The collection and use of data are of increasing importance not only in virtual worlds but also for real goods. New products operationalize this principle and integrate sensors, actuators and microcomputers into analog products to enable sophisticated features such as context-awareness or connectivity with other devices. The underlying concept is being discussed as "Smart Product" and aims for the automation of activities, right up to autonomization of entire products. This article raises design specifications from existing literature and instantiates Smart Products in sailing. We discuss the application of the design specifications with sailing professionals in order to evaluate its practical value and to identify further benefits. The results affirmed that sailboats can be transformed into Smart Products by the integration of information technology. However, it also turned out that additional benefits can only be tapped by the integration of further stakeholders in a systemic perspective.
Identifikation	ISBN: 978-1-7336325-0-8
Link	<a href="https://aisel.aisnet.org/ecis2019_rp/185">https://aisel.aisnet.org/ecis2019_rp/185</a>
Copyright	Copyright is retained by the authors.

**Tab. 4.** Factsheet Beitrag 2

### Beitrag 3: Leveraging the Value of Data-Driven Service Systems: A Graph-based Approach

Titel	Leveraging the Value of Data-Driven Service Systems: A Graph-based Approach
Autoren	Friedemann Kammler, Simon Hagen, <b>Jonas Brinker</b> , Oliver Thomas
Publikationsorgan	European Conference on Information Systems (ECIS 2019)
Ranking	WKWI: A / VHB: B
Status	Veröffentlicht
Bibliographische Information	Kammler, F.; Hagen, S.; <b>Brinker, J.</b> ; Thomas, O. (2019): Leveraging the Value of Data-Driven Service Systems in Manufacturing: A Graph-Based Approach. In: Proceedings of the 27th European Conference on Information Systems (ECIS 2019), Stockholm & Uppsala, Sweden, AISel.
Zusammenfassung	The utilization of data is a prominent goal for the digital transformation of business models. Related research provides a variety of insights on methods that can be applied in order to gather information as well as managerial perspectives and single use cases that demonstrate the operationalization of such and guide readers through necessary transformative steps. However, with the advent of digitized products and services, goods are decreasingly conceived and marketed exclusively. Rather, they interact with other goods on an informational level and retrieve additional value from their systemic integration. We argue that the utilization of such "data-driven service systems" requires a holistic perspective that regards the complete "digital value chain" from the initial data retrieval to the execution of context-based services. This contribution presents a graph-based approach for the integration of event information in service activities in order to leverage the conceptual value. We pilot the transformation of a maintenance process in Manufacturing to evaluate our approach. It turned out that the exemplary process could be simplified from 8 to 4 actions that remained to be executed. Concluding, we discuss the business value and the general applicability of the approach for further use cases.
Identifikation	ISBN: 978-1-7336325-0-8
Link	<a href="https://aisel.aisnet.org/ecis2019_rp/189">https://aisel.aisnet.org/ecis2019_rp/189</a>
Copyright	Copyright is retained by the authors.

**Tab. 5.** Factsheet Beitrag 3

## Beitrag 4: Integration von Smarten Produkten und Dienstleistungen im IoT-Zeitalter: Ein Graph-basierter Entwicklungsansatz

Titel	Integration von Smarten Produkten und Dienstleistungen im IoT-Zeitalter: Ein Graph-basierter Entwicklungsansatz
Autoren	Simon Hagen, <b>Jonas Brinker</b> , Paul Christoph Gembarski, Roland Lachmayer, Oliver Thomas
Publikationsorgan	HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik
Ranking	WKWI: B / VHB: D
Status	Veröffentlicht
Bibliographische Information	Hagen, S.; <b>Brinker, J.</b> ; Gembarski, P.C.; Lachmayer, R.; Thomas, O. (2019): Integration von Smarten Produkten und Dienstleistungen im IoT-Zeitalter: Ein Graph-basierter Entwicklungsansatz. In: HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik. Nr. 56, S. 1220-1232.
Zusammenfassung	Die derzeit in Wissenschaft und Praxis geführte Debatte um nachhaltige und nutzenstiftende IoT-basierte Geschäftsmodelle fokussiert häufig ausschließlich die technisch-physischen Komponenten des Leistungssystems. Ihrer Natur und dem Kundenbedürfnis entsprechend bestehen diese Leistungsbündel jedoch aus zwei Teilen: (Vernetzten) Produkten und (digitalen) Dienstleistungen, welche nur integriert Mehrwerte für Anbieter und Kunden stiften. Die Ausstattung von Sachgütern mit Sensorik und deren Vernetzung auf physischer Ebene ist dabei elementar, die reine Möglichkeit zur Aufnahme der Datensätze ist jedoch nicht direkt nutzenstiftend. Dies wird erst durch die Auswertung der Daten mittels geeigneter Analyseverfahren und dem daraus abgeleiteten Umgang mit der Situation erreicht, wie es derzeit unter dem Begriff „Predictive Maintenance“ häufig als Beispiel angeführt wird. Die Abbildung und Entwicklung solcher integrierter Angebote bringt aufgrund der zu integrierenden Disziplinen und der Vielzahl an unterschiedlichen Elementen umfangreiche Herausforderungen mit sich, für die bisher keine hinreichenden Integrationsansätze bestehen. Der vorliegende Beitrag adressiert die fehlende Verknüpfung der beiden Teile und konzipiert dafür einen auf Graphen beruhenden Ansatz zur Zusammenführung von vernetzten Produkten und Dienstleistungen und zeigt die Funktionsfähigkeit mit Hilfe eines Prototyps auf. Dieser erlaubt die Überführung von Produkten und Dienstleistungsprozessen in Graphbasierte Datenbanken und ermöglicht eine direkte Verknüpfung der Elemente, um integrierte Produkt-Dienstleistungs-Systeme ausführbar darzustellen. Im Ergebnis werden Handlungsstrategien für die integrierte Entwicklung nachhaltiger IoT-basierter Geschäftsmodelle vorgestellt und die Dimensionen einer Ausrichtung von Entwicklungs- und Integrationsaktivitäten aufgezeigt.
Identifikation	DOI: 10.1365/s40702-019-00569-8
Link	<a href="https://link.springer.com/article/10.1365/s40702-019-00569-8">https://link.springer.com/article/10.1365/s40702-019-00569-8</a>
Copyright	© Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH

**Tab. 6.** Factsheet Beitrag 4

## Beitrag 5: Service Tailoring: Ein Konfigurationsmechanismus für individualisierte After-Sales-Services im Maschinen- und Anlagenbau

---

Titel	Service Tailoring: Ein Konfigurationsmechanismus für individualisierte After-Sales-Services im Maschinen- und Anlagenbau
Autoren	<b>Jonas Brinker</b> , Friedemann Kammler, Oliver Thomas
Publikationsorgan	INFORMATIK 2022
Ranking	WKWI: B / VHB: C
Status	Veröffentlicht
Bibliographische Information	<b>Brinker, J.</b> ; Kammler, F.; Thomas, O. (2022): Service Tailoring: Ein Konfigurationsmechanismus für individualisierte After-Sales-Services im Maschinen- und Anlagenbau. In: Demmler, D.; Krupka, D.; Federrath, H. (Hrsg.): INFORMATIK 2022 – Informatik in den Naturwissenschaften, Hamburg, S. 347-360.
Zusammenfassung	Außerplanmäßige Instandsetzungen sind eine Herausforderung im Maschinen- und Anlagenbau. Dies betrifft sowohl Nutzer der Maschinen, die aufgrund der Ausfallzeit Abweichungen von ihren Produktionsplänen hinnehmen, aber auch Hersteller, die Servicere Ressourcen kurzfristig und dynamisch zuordnen müssen. Der Einsatz technischer Innovationen eröffnet dabei neue Serviceoptionen, die beispielsweise vorteilhaft hinsichtlich Zeitaufwands, Kosten oder Nachhaltigkeit sind. Gleichzeitig variieren die kundenindividuellen Anforderungen an die Serviceerbringung sowohl hinsichtlich der benötigten Ressourcen als auch hinsichtlich individueller Präferenzen. Mit dem „Service Tailoring“ (ST) stellen wir einen Mechanismus vor, wie Serviceoptionen kundenspezifisch konfiguriert werden können. Aus elf Experteninterviews erheben wir zunächst Prozessvarianten in der Instandhaltung und bilden einen generalisierten Lösungsraum. Indem wir Mechanismen der Mass-Customization (MC) als Constraint-Optimization-Problem adaptieren, entwickeln wir einen zweistufigen methodischen Vorschlag und demonstrieren diesen an einem Beispiel aus der Landtechnik.
Identifikation	DOI: 10.18420/inf2022_31
Link	<a href="https://dl.gi.de/bitstream/handle/20.500.12116/39530/nawersys_03.pdf">https://dl.gi.de/bitstream/handle/20.500.12116/39530/nawersys_03.pdf</a>
Copyright	© 2022 Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)

---

Tab. 7. Factsheet Beitrag 5

## Beitrag 6: How Do We Support Technical Tasks in the Age of Augmented Reality? Some Evidence from Prototyping in Mechanical Engineering

Titel	How Do We Support Technical Tasks in the Age of Augmented Reality? Some Evidence from Prototyping in Mechanical Engineering
Autoren	Friedemann Kammler, <b>Jonas Brinker</b> , Jannis Vogel, Tahany Hmaid, Oliver Thomas
Publikationsorgan	International Conference on Information Systems (ICIS 2019)
Ranking	WKWI: A / VHB: A
Status	Veröffentlicht
Bibliographische Information	Kammler, F.; <b>Brinker, J.</b> ; Vogel, J.; Hmaid, T.; Thomas, O. (2019): How Do We Support Technical Tasks in the Age of Augmented Reality? Some Evidence from Prototyping in Mechanical Engineering (2019). In: ICIS 2019 Proceedings, Munich, Germany.
Zusammenfassung	Industrial sectors like mechanical engineering currently define themselves primarily through their product business. However, a change can currently be observed. Instead of continuing to engineer products for maximum reliability, solution systems are developed that leverage their performance from services such as maintenance. For these, information supply is an essential factor, since the underlying products are becoming more complex. Additionally, these products are integrating information and communication technology, which can supply technicians, e.g. with actual condition data. To be able to use this information, technicians need service support systems (SSS) that yet exist on mobile and simple wearable devices. This article reports from the development of an SSS-based on augmented reality glasses. The developed system was used to support a LEGO assembly task and evaluated with the Task-Technology Fit model. The result shows that AR glasses can be used for the information supply of technicians but still need further development to allow for adequate service support.
Identifikation	ISBN: 978-0-9966831-9-7
Link	<a href="https://aisel.aisnet.org/icis2019/future_of_work/future_work/1">https://aisel.aisnet.org/icis2019/future_of_work/future_work/1</a>
Copyright	Copyright is retained by the authors.

**Tab. 8.** Factsheet Beitrag 6