

# **Smart Logistic Systems Engineering**

## **Gestaltung logistischer Wertschöpfungssysteme durch augmentierte Prozessunterstützung**

Inauguraldissertation

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

vorgelegt von

Sebastian Werning  
M. Sc. Mechatronic System Engineering

Osnabrück, Februar 2020

Dekanin: Prof. Dr. Valeriya Dinger

Referenten: Prof. Dr. Oliver Thomas  
Prof. Dr. Ingmar Ickerott

Tag der Disputation: 06. Februar 2020

## Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis .....	II
Tabellenverzeichnis.....	II
Teil A – Dachbeitrag.....	III
1 Ausgangssituation.....	1
2 Motivation und Zielsetzung.....	3
3 Einordnung .....	5
4 Methodik .....	6
4.1 Forschungsfragen.....	6
4.2 Methodenspektrum .....	8
4.3 Forschungsplan.....	11
5 Ergebnisse .....	13
5.1 Überblick.....	13
5.2 Zentrale Artefakte und Erkenntnisse der Beiträge .....	15
5.3 Theoretische Implikationen.....	27
5.4 Praktische Implikationen.....	28
5.5 Limitationen.....	29
6 Zusammenfassung .....	30
7 Literatur .....	32
Teil B – Einzelbeiträge .....	IV
Beitrag 1: Sind Smart Glasses die Zukunft der Digitalisierung von Arbeitsprozessen? Explorative Fallstudien zukünftiger Einsatzszenarien in der Logistik.....	V
Beitrag 2: The Future of Digital Work – Use Cases for Augmented Reality Glasses.....	VI
Beitrag 3: Engineering of Augmented Reality-Based Information Systems: Design and Implementation for Intralogistics Services.....	VII
Beitrag 4: Augmented Reality am Arbeitsplatz der Zukunft: Ein Usability-Framework für Smart Glasses .....	VIII
Beitrag 5: Der Kunde als Dienstleister in der Supply Chain: Akzeptanz und Gebrauchstauglichkeit von Smart Glasses-Systemen im Self-Service.....	IX
Beitrag 6: Smart Glasses als Assistenzsystem in der betrieblichen Einarbeitung .....	X

## Abbildungsverzeichnis

<b>Abb. 1.</b>	Forschungsplan der Dissertation .....	12
<b>Abb. 2.</b>	Einordnung der Beiträge in das gestaltungsorientierte Vorgehensmodell .....	15
<b>Abb. 3.</b>	Katalog von 36 nutzenstiftenden Anwendungsfällen in der Logistik .....	17
<b>Abb. 4.</b>	Branchenübergreifende Anwendungsfälle für AR-Applikationen .....	18
<b>Abb. 5.</b>	Architektur für ein modulares Smart-Glasses-basiertes Assistenzsystem.....	20
<b>Abb. 6.</b>	Rahmenwerk für die Implementierung von Smart-Glasses-basierten Assistenzsystemen.....	21
<b>Abb. 7.</b>	Rahmenwerk der Gebrauchstauglichkeit von Smart-Glasses-basierten Informationssystemen .....	23
<b>Abb. 8.</b>	Instanziierung einer Prüfplanapplikation.....	23
<b>Abb. 9.</b>	Prototypische Instanziierung eines Smart-Glasses-basierten Assistenzsystems für die Einarbeitung von Mitarbeitern .....	25

## Tabellenverzeichnis

<b>Tab. 1.</b>	Überblick über die entstandenen Beiträge .....	13
<b>Tab. 2.</b>	Branchen und Anwendungsfälle für AR-Applikationen.....	19
<b>Tab. 3.</b>	Gestaltungsprinzipien für gebrauchstaugliche Smart-Glasses-basierte Informationssysteme.....	24
<b>Tab. 4.</b>	Kollaborationsfunktionen der Mensch-Mensch-Interaktion) .....	25
<b>Tab. 5.</b>	Kollaborationsfunktionen der Mensch-Maschine-Interaktion .....	26
<b>Tab. 6.</b>	Factsheet Beitrag 1 .....	V
<b>Tab. 7.</b>	Factsheet Beitrag 2 .....	VI
<b>Tab. 8.</b>	Factsheet Beitrag 3 .....	VII
<b>Tab. 9.</b>	Factsheet Beitrag 4 .....	VIII
<b>Tab. 10.</b>	Factsheet Beitrag 5 .....	IX
<b>Tab. 11.</b>	Factsheet Beitrag 6 .....	X

## **Teil A – Dachbeitrag**

## 1 Ausgangssituation

Die Logistikbranche stellte im Jahr 2017 mit rund 267 Mrd. € Umsatz und mehr als 3 Millionen Mitarbeitern den drittgrößten Wirtschaftsbereich in Deutschland dar. Für das Jahr 2019 wird ein Umsatz von 279 Mrd. € prognostiziert (Bundesvereinigung Logistik 2018a). Innerhalb der Europäischen Union lag der Branchenumsatz im Jahr 2016 bei 1.050 Mrd. € (Eurostat 2019). Die Leistungserbringung in deutschen Logistikunternehmen ist daher sowohl für den Wirtschaftsstandort Deutschland als auch für die Europäische Union von zentraler Bedeutung.

Neben den Wachstumseffekten beeinflussen externe Faktoren maßgeblich die Zukunft der Logistikbranche. In der Folge unterliegt die Branche beispielsweise einem ausgeprägten Kostendruck, dessen Ursache in einer hohen Preistransparenz liegt. Verstärkt wird dieser Effekt durch eine steigende Anzahl an Handelsabkommen, welche die Märkte für den internationalen Wettbewerb öffnen. Durch die Vergleichbarkeit der angebotenen Leistungen ergibt sich eine starke Preissensibilität der Kunden. Neben dem Kostendruck sind weitere Entwicklungen als Resultat externer Einflüsse zu erkennen. Hierzu gehören sowohl Nachfrageschwankungen als auch eine steigende Individualisierung von Produkten, die wiederum spezifische und somit vielfältige Logistiklösungen erfordert. Als Konsequenz ergeben sich immer komplexere und informationsintensivere Prozessabläufe innerhalb der logistischen Wertschöpfungssysteme. Der Begriff „Wertschöpfungssystem“ ist in Anlehnung an Möller (2006) als ein Netzwerk aus Unternehmen mit Gewinnerzielungsabsicht durch Verteilung und Konsolidierung von Aufgaben im Sinne der Gesamtwertschöpfung zu verstehen. Bezogen auf die Logistik sind Supply Chains, als Kooperationsmodell in Unternehmensnetzwerken bzw. Lieferketten, als logistische Wertschöpfungssysteme anzusehen (Sucky 2004). Zusätzlich ist im Logistiksektor eine hohe Mitarbeiterfluktuation festzustellen (Czernin, Schocke 2016). Überlagert werden diese Entwicklungen von einem Mangel an qualifiziertem Personal, der aktuell als zentrale Herausforderung der Logistikbranche angesehen werden kann (Kersten et al. 2017; Kohl, Pfretschner 2018; Kille, Meißner 2019).

Als Reaktion auf diese Entwicklungen ist ein Umdenken innerhalb der Logistikbranche notwendig. Hierzu gehören die Digitalisierung von logistischen Geschäftsprozessen und die Steigerung der unternehmensübergreifenden Transparenz von Wertschöpfungsketten. Diese geht wiederum mit einer wachsenden Vernetzung und Kollaboration der Teilnehmer innerhalb der Wertschöpfungskette einher (Kersten et al. 2017; Kohl, Pfretschner 2018). So steht zusätzlich das produzierende Gewerbe unter dem Druck, den Fokus seiner Geschäftsstrategien auf die Mobilität und die Logistik lenken zu müssen (Abele, Reinhart 2011).

Durch die stärker werdende Integration von Logistikdienstleistern und dem verarbeitenden Gewerbe innerhalb der Wertschöpfungskette entwickeln sich, neben dem „klassischen“ Aufgabenspektrum wie dem Transport, dem Umschlag und der Lagerung von Gütern, zunehmend Mehrwertdienstleistungen der Logistik, die sogenannten „Value-Added Services“ (VAS). Hierdurch wird eine Netto-Wertsteigerung für produzierende Unternehmen im Vergleich zur innerbetrieblichen Leistungserbringung generiert (Frohn 2006; von Wehberg 2016). Zu den VAS gehören unter anderem Qualitätskontrollen, Montagedienstleistungen, logistische Dienstleistungen der Kommissionierung und Verpackung oder die Abwicklung des Retourenmanagements (Deutscher Speditions- und Logistikverband 2015). Die Herausforderung, komplexe, informationsintensive und stark kundenspezifische Prozesse in erforderlicher Qualität und entsprechender Kosteneffizienz zu erbringen, ist in der Konzeption von Wertschöpfungsprozessen zu berücksichtigen. Für die Logistikbranche werden das

Prozesswissen der Mitarbeiter und deren effizienter Einsatz immer mehr zu entscheidenden Wettbewerbsvorteilen.

Neben den aufgezeigten Chancen ergeben sich durch die beschriebene Integration jedoch auch neue Herausforderungen an die Ressourcenbereitstellung, die Organisation und die zugrundeliegenden Informationssysteme (IS) der Logistikdienstleister. Schwankungen des Personalbedarfs auf Seiten der produzierenden Unternehmen (Spath 2013, S. 5) wirken sich durch die Beteiligung der Logistikbranche in Form von VAS auf ebendiese Branche aus und verstärken die dort bereits existente Problemstellung der Mitarbeiterfluktuation (Czernin, Schocke 2016). Die Bundesagentur für Arbeit hat festgestellt, dass die Logistikbranche zu den am stärksten von Mitarbeiterfluktuationen betroffenen Wirtschaftszweigen in Deutschland gehört (Bundesagentur für Arbeit 2018, S. 140). Für die Zukunft wird branchenübergreifend prognostiziert, dass die Fluktuation weiter steigen wird und somit der schnelle produktive Einsatz des wechselnden Personals von zentraler Bedeutung für die Wirtschaft in Deutschland ist (Haufe Online-Redaktion 2018).

Um den aufgezeigten Entwicklungen entgegenwirken zu können, müssen in der Logistikbranche neue Lösungen für die Gestaltung von Wertschöpfungssystemen entwickelt werden. Auch in anderen Branchen wird nach innovativen Konzepten gesucht, mit deren Hilfe die aufgezeigten Risiken in Chancen umgewandelt werden können. Aufgrund dieses wachsenden Innovationspotenzials erreichen sowohl für den Konsumenten- als auch für den Industriemarkt stetig neue Technologien die Marktreife. Die hierdurch entstehenden Möglichkeiten, zum Beispiel zur Weiterentwicklung von Herstellungsverfahren, von Dienstleistungen und von prozessualen Arbeitsabläufen im Allgemeinen, bieten ein umfangreiches Potenzial zur Bewältigung der Herausforderungen in der Logistikbranche. Als Resultat nimmt die Digitalisierung in Logistikunternehmen und Supply Chains eine zentrale Position im Rahmen der strategischen Unternehmensführung und Marktpositionierung ein (Lippold 2017, S. 4; Kohl, Pfretzschner 2018; Kille, Meißner 2019; PwC 2019). Neben den kabelgebundenen Kommunikationstechnologien sind besonders die mobilen Kommunikationstechnologien von zentraler Bedeutung für die Digitalisierung (Spath 2013; Obermaier 2016). Für die Logistik wird insbesondere die Technologie „Augmented Reality“ (AR) als nutzenstiftendes Werkzeug zur Prozessunterstützung und Realisierung von zwischenmenschlichen Kollaborationen und Mensch-Maschine-Kollaborationen bewertet (Chung et al. 2018; McKinsey & Company 2018). AR ist als Erweiterung der wahrgenommenen Realität durch virtuelle Objekte zu verstehen (Zobel et al. 2018b). Das gänzliche „Abtauchen“ in die virtuelle Realität (VR), auch als Immersion bezeichnet, wird durch die reine Anreicherung der Realität umgangen (Zobel et al. 2018b). Durch den Einsatz entsprechender mobiler Endgeräte ergibt sich die Möglichkeit einer augmentierten Prozessunterstützung.

In der Logistik wurden Datenbrillen, sogenannte „Smart Glasses“, als nutzenstiftendes Trägersystem für die augmentierte Prozessunterstützung identifiziert (Berkemeier et al. 2019a). Entsprechend der VR-AR-Klassifikation von Zobel et al. (2018a) sind Smart Glasses zwischen der wahrgenommenen Realität und der vollumfänglich augmentierten Realität einzuordnen. Zugehörige IS ergänzen die wahrgenommene Realität um Informationen und Handlungsanweisungen, ohne die wahrgenommene Realität vollständig zu überblenden (Zobel et al. 2018a). Diese Form der assistierten Realität erlaubt es, die Vorteile der AR nutzbar zu machen, indem Informationen direkt in das Sichtfeld des Anwenders eingeblendet und so Arbeitsunterbrechungen zwecks Informationsbeschaffung vermieden werden. Smart-Glasses-basierte Assistenzsysteme erlauben dadurch eine kontextsensitive Prozessunterstützung; der Anwender wird in die Lage versetzt, informationsintensive Tätigkeiten mit beiden Händen (bimanuell) auszuführen (Niemöller et al. 2016). Erste Anwendungen

dieser Technologie in der Logistikbranche fokussieren auf die Unterstützung des Kommissionierprozesses (Pick-by-Vision).

Aktuell werden AR-basierte Technologien primär im verarbeitenden Gewerbe, im Handel und in der Logistikbranche produktiv eingesetzt. Der umfassende Einsatz beschränkt sich bisher noch auf 1,9 % der Unternehmen (Stand 2017). Für die kommenden fünf Jahre ist einer Befragung der Bundesvereinigung Logistik zufolge jedoch davon auszugehen, dass branchenübergreifend 34,1 % der Unternehmen AR-Technologien umfassend oder teilweise nutzen werden. Besonders die Logistikbranche werde mit 35,3 % der Unternehmen die größte Anwenderdomäne repräsentieren (Kersten et al. 2017).

## 2 Motivation und Zielsetzung

Aus Sicht der Praxis besteht ein ausgeprägter Bedarf zur Unterstützung von immer komplexer werdenden und dynamischen logistischen Dienstleistungsprozessen durch IS (Kersten et al. 2017, S. 9; Kohl, Pfretzschner 2018). Neben der steigenden Komplexität stehen die Themen Flexibilität, Qualität, Produktivität, Lieferbereitschaft, Mitarbeiterqualifikation und schwankende Personalbedarfe branchenübergreifend im Fokus (Spath 2013). Insbesondere die Logistikbranche steht durch diese Entwicklung vor Herausforderungen (Kersten et al. 2017; Kohl, Pfretzschner 2018; Kille, Meißner 2019).

Neue IS und besonders Kommunikationstechnologien ermöglichen die Neugestaltung logistischer Wertschöpfungssysteme zur Bewältigung der identifizierten Herausforderungen. Diese Kommunikationstechnologien erlauben eine stetig wachsende Vernetzung zwischen Unternehmen, Dienstleistern und Endkunden entlang der Supply Chain (von Wehberg 2016). Für die Logistik hat daher die Digitalisierung der unternehmensübergreifenden Zusammenarbeit innerhalb des Wertschöpfungssystems eine hohe Relevanz (Kersten et al. 2017, S. 26). Auch wenn im Rahmen der Digitalisierung die Robotik und Automatisierung weiter Einzug in die Unternehmen halten, steht für die Praxis und die Forschung nach wie vor der Mensch für den Arbeitsplatz der Zukunft im Mittelpunkt (Stocker et al. 2014; Richter et al. 2015; Chung et al. 2018, S. 11). Als notwendige Konsequenz bedarf es einer effizienten Kollaboration mit anderen menschlichen Prozessteilnehmern und am Prozess beteiligten Maschinen (Chung et al. 2018). Vor dem Hintergrund des Mangels an Fachkräften in der Logistikbranche (Kohl, Pfretzschner 2018) ist zudem deren effizienter Einsatz von zentraler Bedeutung. Dieser wird maßgeblich von der Gebrauchstauglichkeit (engl. Usability) der eingesetzten IS und Endgeräte beeinflusst (Ayyagari et al. 2011).

Eine vielversprechende Technologie zur Bewältigung der aufgezeigten Herausforderungen in der Logistik sind Smart Glasses (Chung et al. 2018). Aufgrund eines breiten Spektrums an verbauter Sensorik sind diese mobilen IS eine effiziente Plattform für die mobile Prozessunterstützung (Rauschnabel, Ro 2016).

Konkrete Anwendungsfälle für eine augmentierte Prozessunterstützung in der Logistikbranche wurden zu Beginn dieses Dissertationsvorhabens primär in praxisorientierten Fachmagazinen diskutiert (Niemöller et al. 2015; Plutz 2015; Bechtle, SAP 2016). In der Forschung existieren bereits seit Längerem unterschiedliche Anwendungen von Smart Glasses, die auf dem Konzept der AR beruhen. Als Beispiel ist die Unterstützung im technischen Kundendienst mithilfe einer Schritt-für-Schritt-Anleitung zu nennen, bei dem ein Monteur durch einen Reparaturprozess geführt wird (Thomas et al. 2018). Der zentrale Zugriff auf Expertenwissen durch Assistenzsysteme in Form einer Kommunikation zwischen Mitarbeitern und Fachkräften und anderen Mitarbeitern wird ebenfalls bereits untersucht (Nambu et al. 2016). Es ist festzustellen, dass Smart Glasses ein belegbares Potenzial für die mobile Prozessunterstützung aufweisen (Niemöller et al. 2017b). Insbesondere kann die



Nützlichkeit der Unterstützung wissensintensiver und bimanueller Tätigkeiten belegt werden (Niemöller et al. 2017a). Vor diesem Hintergrund wird die Logistikbranche als potenzielle und relevante Anwendungsdomäne mit vielfältigen Anwendungsfällen und einem hohen Nutzen für die Bewältigung aktueller Herausforderungen identifiziert und aus Sicht der Forschung wird ein hohes Innovationspotenzial konstatiert (Rauschnabel, Ro 2016; Niemöller et al. 2017b). Aufgrund des identifizierten Potenzials dieser innovativen Technologiegruppe wird auch aus Sicht der Wissenschaft weitere Forschung im Bereich der Prozessunterstützung durch mobile IS gefordert (Herterich et al. 2015).

Den Potenzialen von Smart Glasses stehen jedoch auch Barrieren und Herausforderungen zur Anwendung dieser Technologie im betrieblichen Umfeld entgegen. Bedingt durch ihre Bauart ergeben sich zum Beispiel Einschränkungen in der Informationsdarstellung durch kleine Displaygrößen bzw. Darstellungsflächen. Im Vergleich zu aktuell verwendeten mobilen IS wie Maschinen-Daten-Erfassungs-Terminals (MDEs) oder Tablet- und Smartphone-basierten Assistenzsystemen sind neue Konzepte und Herangehensweisen zur Gestaltung von Smart-Glasses-basierten Assistenzsystemen notwendig (Hobert, Schumann 2017). Bedingt durch eine begrenzte Anzahl an Tasten in Kombination mit der Anforderung an einen mobilen Einsatz ergeben sich zudem Einschränkungen in Bezug auf die Bedienung von Smart Glasses (Schwantzer 2018). Daraus entsteht ein Bedarf an Wissen zur genauen Gestaltung der Interaktion und Kollaboration mit Prozessteilnehmern (Bundesvereinigung Logistik 2018b). Ein weiteres Forschungsdesiderat sind Modelle zur Entwicklung und Implementierung von Smart-Glasses-basierten Assistenzsystemen (Herterich et al. 2015). Darüber hinaus ist die Integration solcher neuen Technologien in die vorhandene IT-Landschaft eine aktuelle Herausforderung der Logistikbranche (Zanker 2018, S. 19). Zusätzlich zu den identifizierten Bedarfen für den produktiven Einsatz von Smart-Glasses-basierten Assistenzsystemen zur Realisierung einer augmentierten Prozessunterstützung ergibt sich die übergeordnete Fragestellung nach nutzenstiftenden Anwendungsfällen (engl. Use Cases). Diese sind die Grundlage für die Entwicklung von neuen Produkten, Dienstleistungen und Geschäftsmodellen.

Um die aufgezeigte Forschungslücke sowohl auf Seiten der Praxis als auch der Forschung selbst zu adressieren, verfolgt diese Dissertation drei überordnete Ziele. Im ersten Schritt soll untersucht werden, welche nutzenstiftenden Anwendungsgefälle für eine augmentierte Prozessunterstützung in der Logistikbranche existieren. Hierzu soll die Schnittmenge aus den technologischen Möglichkeiten, die Smart Glasses als Trägersysteme bieten, und den anwendungsspezifischen Anforderungen analysiert werden. Zusätzlich werden branchenübergreifende Anwendungsfälle für AR-basierte Assistenzsysteme identifiziert. Mittels Branchenübertragung können Anwendungsfälle aus der Logistik um branchenfremde Anwendungsfälle angereichert bzw. mit diesen abgeglichen werden (Kammler et al. 2018). Im zweiten Schritt sollen die gesammelten Erfahrungen aus mehreren prototypischen Instanziierungen strukturiert und aggregiert werden. Darauf aufbauend wird eine modulare Architektur für die Einbindung von Assistenzsystemen in die vorhandene Unternehmenslandschaft für Informationstechnik (IT) konzipiert. Zusätzlich wird ein mehrstufiges Framework zur Entwicklung und Implementierung von AR-basierten Informationssystemen abgeleitet. Im dritten und letzten Schritt wird der Mensch in den Mittelpunkt der Gestaltung von Smart-Glasses-basierten Assistenzsystemen gestellt. Dazu werden Kriterien für die Gebrauchstauglichkeit und die Kollaborationsfunktion in logistischen Wertschöpfungsketten identifiziert und aggregiert. Die im Rahmen dieser Dissertation und der durchgeführten Konsortialforschung gesammelten Praxiserfahrungen sollen zukünftigen Entwicklungsprojekten sowohl in der Forschung als auch in der Praxis als Rahmenwerk der zielgerichteten

Gestaltung, Implementierung und Integration von Smart-Glasses-basierten Assistenzsystemen dienen. Dabei liegt der Fokus auf der Logistik und artverwandten Domänen.

Der Innovationsgehalt dieser Dissertation liegt in den praktisch fundierten nutzenstiftenden Anwendungsfällen und in einem Vorgehensmodell zur Entwicklung, Integration und Implementierung von augmentierten Prozessunterstützungen in der Logistik. Die bei Anwendung des Vorgehensmodelles entstehenden IS ermöglichen die augmentierte Prozessunterstützung und adressieren somit maßgeblich die aufgezeigten Entwicklungen und Herausforderungen in der Logistikbranche. Zusätzliches Gestaltungswissen, das innerhalb mehrerer prototypischer Instanziierungen in der Domäne gesammelt und aggregiert wurde, füllt die identifizierte Forschungslücke durch neu entwickelte Gebrauchstauglichkeitskriterien und Kollaborationsfunktionen. Diese Kriterien und Funktionen ermöglichen eine Mensch-Mensch-Kollaboration und eine Mensch-Maschine-Kollaboration am Arbeitsplatz der Zukunft im Zentrum logistischer Wertschöpfungssysteme. Die entwickelten Smart-Glasses-basierten Assistenzsysteme haben das Potenzial, den Anwender durch eine kontextadaptive Informationsbereitstellung und ein freihändiges Bedienkonzept bei informationsintensiven Aufgaben zu unterstützen. Darüber hinaus wird durch die dynamische und kundenspezifische Prozessunterstützung der Schulungsbedarf der Mitarbeiter reduziert, wodurch gleichzeitig dem Mangel an qualifiziertem Personal als schwerwiegender Herausforderung der Logistik (Kohl, Pfretzschner 2018) aktiv entgegengewirkt wird.

### 3 Einordnung

Im Fokus dieser Dissertation steht die Gestaltung von logistischen Wertschöpfungssystemen mittels augmentierter Prozessunterstützung. Der Motivation und Zielsetzung dieser Arbeit folgend wird die augmentierte Prozessunterstützung durch Smart-Glasses-basierte Assistenzsysteme realisiert. Hierbei geht es insbesondere um nutzenstiftende Anwendungsfälle, Rahmenwerke für die Integration in die vorhandene IT-Landschaft, die Gebrauchstauglichkeit und mögliche Kollaborationsfunktionen für eine nutzerorientierte Gestaltung entsprechender Assistenzsysteme.

Der Erkenntnisweg dieser Arbeit wird in der Fachdomäne Logistik fundiert. Der Begriff „Logistik“ entstammt ursprünglich dem Militärwesen und speziell der Nachschubsteuerung und Truppenbewegung (Schulte 2016). Die zugehörigen Logistikprozesse lassen sich wie folgt klassifizieren: Kernprozesse (Transport, Umschlag und Lagerung von Gütern), Unterstützungsprozesse (zum Beispiel Verpackung und Signierung von Gütern) sowie Prozesse des Informationsflusses (zum Beispiel im Rahmen der Auftragsübermittlung) (Pfohl 2018). Die im Rahmen dieser Dissertation generierten Artefakte decken fachlich alle drei Hauptprozessgruppen der Logistik ab. Innerhalb des zugrundeliegenden Konsortialforschungsprojektes werden primär Anforderungen und Anwendungsfälle der Dienstleistungslogistik adressiert. Diese ist institutionell in der Mikrologistik bzw. Unternehmenslogistik zu verorten (Heiserich et al. 2011).

Besonders die Dienstleistungslogistik hat durch die Anwendung des Supply Chain Managements eine umfangreiche Entwicklung erfahren. Die dem Endkunden versprochenen Produkte werden im Rahmen dieses Konzeptes nicht mehr von einem einzelnen Unternehmen, sondern von einer Wertschöpfungskette aus produzierenden und logistischen Unternehmen erbracht. Somit kann sich jede Wertschöpfungsstufe, verkörpert durch die jeweiligen Teilnehmer, auf ihre Schlüsselkompetenzen konzentrieren (Ickerott 2007; Schulte 2016). Die Integration von Lieferanten und Dienstleistern in die Wertschöpfungssysteme weist da-

her ein ausgeprägtes Potenzial für die Logistikbranche auf (Wingert 1997). Die entstehenden VAS werden im Rahmen des Teilbereichs Dienstleistungslogistik erbracht (Wannenwetsch 2010).

Neben dem fachlichen Bezug zur Logistik ist diese Dissertation inhaltlich und methodisch der Wirtschaftsinformatik (WI) zuzuordnen. So ist die Konstruktion von Informationssystemen als Schnittstelle zwischen der Betriebswirtschaftslehre (BWL) und der Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) in der Wirtschaft, der Verwaltung und dem privaten Sektor (Österle et al. 2011; WKWI, GI FB WI 2011) als Hauptaufgabe der Wirtschaftsinformatik-Disziplinen zu beschreiben (Scheer 1990; Thomas 2006). Die Wirtschaftsinformatik ist weiter nach unterschiedlichen Forschungsschwerpunkten in Subdisziplinen zu unterteilen. Die vorliegende Arbeit erweitert durch die Gestaltung von gebrauchstauglichen Smart-Glasses-basierten Assistenzsystemen und die Schaffung entsprechender Kollaborationsfunktionen das Forschungsgebiet der Mensch-Computer-Interaktion (Oberquelle 1991) und hier speziell den Forschungsbereich der Computer-Supported Cooperative Work (Oberquelle 1991; Gesellschaft für Informatik 2019). Zusätzlich wird der Bereich des Service Systems Engineering (Böhmman et al. 2014) mit Gestaltungswissen ergänzt.

Die Wirtschaftsinformatik umfasst unterschiedliche Forschungsansätze. Für diese Dissertation wird ein gestaltungsorientiertes und konstruktives Vorgehen (Design Science) in Anlehnung an Österle et al. (2011) gewählt. Das zentrale Ziel der vorliegenden Forschungsleistung besteht in der Realisierung von konkreten Lösungen für Problemstellungen in der Logistik. Im Forschungsprozess werden Anwender durch Evaluationsvorgänge und mittels prototypischer Implementierungen an dem Entwicklungsvorgang beteiligt. Die entstehenden Forschungsergebnisse können unterschiedlichen Forschungsphasen zugeordnet werden. Das gestaltungsorientierte Vorgehensmodell nach Österle et al. (2011) unterscheidet die Phasen Analyse, Design, Evaluation und Diffusion. Unter Berücksichtigung der generierten Artefakte adressiert diese Dissertation alle vier Forschungsphasen der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik. Daraus ergibt sich weiter eine Anwendung des gestaltungsorientierten und konstruktiven Forschungsansatzes der Wirtschaftsinformatik.

Zusätzlich wird der Bedarf an einem nutzerorientierten Arbeitsplatz der Zukunft in der Fachdomäne Logistik (Stocker et al. 2014; Richter et al. 2015; Chung et al. 2018, S. 11) durch nutzenstiftende Anwendungsfälle und Lösungskonzepte adressiert. Hierzu sind konkrete Lösungen zur Bewältigung der aufgezeigten Entwicklungen der Dienstleistungslogistik aus Kapitel 1 notwendig.

## **4 Methodik**

Im Folgenden wird die verwendete Methodik der vorliegenden Dissertation erläutert. Dazu werden zunächst die Forschungsfragen dargestellt, die der Gliederung des zugrundeliegenden Forschungsvorhabens dienen. Im Anschluss wird das verwendete Methodenspektrum zur Erreichung der mit den Forschungsfragen einhergehenden Forschungszielen vorgestellt. Im letzten Schritt erfolgt eine Darstellung des Forschungsplans.

### **4.1 Forschungsfragen**

Zur Strukturierung der erbrachten Forschungsleistung wird im Folgenden eine Übersicht der verwendeten Forschungsfragen zur Erreichung der Zielsetzung (Kapitel 2) gegeben. Die Wissenschaft liefert verschiedene Ansätze, um Forschungsfragestellungen zu kategorisieren. So ist das Erkenntnisinteresse als Auslöser des Forschungsprozesses eine Möglichkeit, Forschungsfragestellungen zu gliedern (Eberhard 1999).

Die übergeordnete Motivation dieser Dissertation ist das praxisorientierte Gestaltungsinteresse an augmentierter Prozessunterstützung in der Anwendungsdomäne Logistik. Durch die Fokussierung auf die Gestaltung von Informationssystemen ist primär ein *aktionales* Erkenntnisinteresse zu vermuten (Eberhard 1999). Diese Kategorisierung wird unterstützt durch das Ziel eines nutzerorientierten Entwicklungsprozesses unter Berücksichtigung von Gebrauchstauglichkeitsanforderungen und Kollaborationsfunktionen. Zusätzlich ergeben sich durch die Suche nach nutzenstiftenden Anwendungsfällen innerhalb der Fachdomäne Logistik Fragestellungen des *phänomenalen* Erkenntnisinteresses (Eberhard 1999).

Zusammengefasst steht diese Dissertation unter der leitenden Forschungsfrage (FF):

*FF: Wie können logistische Wertschöpfungssysteme mittels augmentierter Prozessunterstützung gestaltet werden?*

Zur Sicherstellung einer vollumfänglichen Beantwortung der FF wird diese in drei Teilforschungsfragen (FF1 bis FF3) unterteilt. Die Gestaltung logistischer Wertschöpfungssysteme durch augmentierte Prozessunterstützung soll, der Motivation und Zielsetzung dieser Arbeit folgend, durch die Anwendung von Smart-Glasses-basierten Assistenzsystemen erfolgen. Insbesondere nutzenstiftende Anwendungsszenarien, sowohl in der Fachdomäne Logistik als auch branchenübergreifend, sind bisher noch unbestimmt. FF1 lautet daher:

*FF1: Können nutzenstiftende Anwendungsfälle für Smart-Glasses-basierte Assistenzsysteme zur Prozessunterstützung identifiziert und aggregiert werden?*

Im Rahmen der Identifikation von nutzenbringenden Anwendungsfällen für Smart-Glasses-basierte Assistenzsysteme zur Gestaltung einer augmentierten Prozessunterstützung innerhalb der Logistik (FF1) ergeben sich weitere Fragen zur Integration entsprechender IS. So existiert ein konkreter Bedarf an Vorgehensmodellen zur Konzeption, Integration und Implementierung von entsprechenden mobilen IS (Hobert, Schumann 2017) unter Berücksichtigung der vorhandenen IT-Landschaft. FF2 lautet somit:

*FF2: Wie können Assistenzsysteme unter Berücksichtigung der vorhandenen IT-Landschaft in die Wertschöpfungsprozesse von Logistikunternehmen integriert werden?*

Unter Berücksichtigung der identifizierten nutzenstiftenden Anwendungsfälle (FF1) sowie der Vorgehensmodelle zur Konzeption, Integration und Implementierung der Assistenzsysteme (FF2) ergibt sich zuletzt der Bedarf einer nutzerorientierten Gestaltung entsprechender IS. Hiermit soll der Mensch als zentrale Ressource im logistischen Wertschöpfungssystem berücksichtigt und mittels gebrauchstauglicher Assistenzsysteme sowie Kollaborationsfunktionen zur Interaktion mit anderen Prozessteilnehmern effizient eingesetzt werden. So können existierende Rahmenwerke für gebrauchstaugliche IS (Ayyagari et al. 2011; Maguire 2014) um konkrete Kriterien der Gebrauchstauglichkeit für Smart-Glasses-basierte Assistenzsysteme ergänzt werden. FF3 lautet daher:

*FF3: Wie kann der Mensch als Anwender in der Gestaltung von Smart-Glasses-basierten Assistenzsystemen berücksichtigt werden?*

Vor dem Hintergrund der aufgestellten Teilforschungsfragen kann ein primär aktionales und phänomenales Erkenntnisinteresse bestätigt werden. Ersteres adressiert die Fragestel-

lung der Problemlösung und ist als solches identisch mit dem erklärten Hauptziel der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik (Hevner et al. 2004; Wilde, Hess 2006; Peffers et al. 2008; Österle et al. 2011).

Die Beantwortung der gewählten Forschungsfragen erfolgte im Rahmen des Konsortialforschungsprojekts „Glasshouse“, gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). Das Konsortialforschungsprojekt zeichnet sich durch eine starke Integration von Praxis und Wissenschaft aus. Hierzu wurde ein Konsortium aus zwei Logistikdienstleistern, einem Implementierungsunternehmen mit ausgeprägter Branchenerfahrung sowie zwei Institutionen der Forschung und einem assoziierten Netzwerkpartner mit hoher Branchenrelevanz aufgestellt. Die zwei Institutionen der Forschung werden repräsentiert vom Fachgebiet für Informationsmanagement und Wirtschaftsinformatik der Universität Osnabrück und dem Institut für Management und Technik der Hochschule Osnabrück, Standort Lingen. Durch die Einbindung der Fachdomäne werden im Rahmen des Projektes praxisrelevante Probleme betrachtet und wissenschaftlich fundierte innovative Lösungskomponenten zur augmentierten Prozessunterstützung in logistischen Wertschöpfungssystemen herausgearbeitet. Hierbei werden die unterschiedlichen Perspektiven aus Prozess-, Technik- und Mitarbeitersicht integriert.

## 4.2 Methodenspektrum

Forschungsmethoden werden als instrumentales Werkzeug zur Beantwortung der aufgestellten Forschungsfragen zum Erkenntnisgewinn eingesetzt (Wilde, Hess 2006). Das Spektrum dieser Methoden wird im Folgenden näher beschrieben. Zur Klassifizierung können Forschungsmethoden in quantitative und qualitative Methoden unterteilt werden. Lediglich eine sehr geringe Anzahl an Forschungsmethoden hat sowohl einen qualitativen als auch einen quantitativen Anteil (Recker 2013). Zu den quantitativen Methoden gehören unter anderem Umfragen, Experimente oder Simulationen (Myers 2009; Recker 2013), aus denen basierend auf quantitativen Daten und daraus resultierenden empirischen Fakten Erkenntnisse zu Realweltproblemen abgeleitet werden können (Recker 2013). Der Aussagegehalt des Ergebnisses einer quantitativen Methode kann anhand seiner Zuverlässigkeit (engl. Reliability) und Gültigkeit (engl. Validity) bewertet werden (Recker 2013). Im Kontrast dazu assistieren qualitative Forschungsmethoden wie zum Beispiel Fallstudien (engl. Case Study) dem Forscher bei der Analyse komplexer Zusammenhänge in einem spezifischen Kontext (Myers 2009; Recker 2013). Hierdurch ergibt sich ein ausgeprägter Fokus auf das Umfeld von Phänomenen, wodurch die Gruppe der qualitativen Forschungsmethoden besonders gut für die Erforschung sozialer oder neu auftauchender Phänomene geeignet ist (Recker 2013). Zur Sicherstellung eines gültigen und zuverlässigen Forschungsergebnisses ist die Kombination bzw. Triangulation von unterschiedlichen Forschungsmethoden als zielführend hervorzuheben (Myers 2009; Mayring 2010). Hierzu werden die Ergebnisse mehrerer Forschungsmethoden oder Daten aus anderweitigen Quellen miteinander abgeglichen und in Beziehung zu einander gesetzt. Die vorliegende Dissertation ist von einem vorwiegend qualitativen Methodenspektrum bestimmt. Im Folgenden werden die verwendeten Forschungsmethoden näher beschrieben:

- *Konsortialforschung*: Die in dieser Inauguraldissertation eingebrachten Beiträge sind im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Forschungsprojektes „Glasshouse“ entstanden. Das Forschungsvorhaben zeichnet sich durch eine starke Integration und Kooperation zwischen Forschungseinrichtungen und

Industrieunternehmen der Praxis aus. Zu diesem Zweck folgt der strukturelle und methodische Aufbau des zugrundeliegenden Forschungsvorhabens dem Ansatz der Konsortialforschung (Österle, Otto 2010). Die Konsortialforschung hat, genau wie die gestaltungsorientierte und konstruktive Forschung (Design Science), das Ziel, Lösungen für die Praxis anhand von Wissen aus der Forschung zu generieren (Hevner et al. 2004; Österle, Otto 2010). Damit die Forschung nutzenstiftende Lösungen für die Praxis generieren kann, ist für diese ein Zugang zu den Anwendungsfällen und zugehörigen Anforderungen notwendig. Als Resultat ergibt sich der Bedarf einer hohen Integration von Forschung und Praxis, der von dem Ansatz der Konsortialforschung entsprechend adressiert werden kann (Österle, Otto 2010).

- *Literaturrecherche:* Die systematische Literaturrecherche gilt als fundamentaler und initialer Schritt in der Vorbereitung und Strukturierung eines Forschungsvorhabens. Dazu wird der aktuelle Stand des Wissens (engl. State of the Art) in Form von Publikationen einer oder mehrerer Fachdomänen erfasst (Fettke 2006). Neben dem primären Ziel der Schaffung einer wissenschaftlichen Grundlage für ein geplantes Forschungsvorhaben gilt das Erkennen und Spezifizieren von Forschungslücken, die als Motivation für die eigene Forschung herangezogen werden können, als sekundäres Ziel dieser Forschungsmethode (Webster, Watson 2002). Zur Sicherstellung eines strukturierten Vorgehens wird Dyba & Dingsoyr (2008) entsprechend folgendes Vorgehen gewählt: (1) relevante Datenbanken identifizieren, (2) Beiträge aufgrund ihrer Titel ausschließen, (3) Beiträge aufgrund ihrer Abstracts ausschließen und (4) Primärbeiträge selektieren und kritisch würdigen. Die systematische Literaturrecherche kommt im Rahmen dieser Dissertation an unterschiedlichen Stellen zum Einsatz. Hierzu gehören die Identifikation von Anwendungsfällen in Beitrag B1, die Schaffung einer wissenschaftlichen Grundlage für ein Usability-Framework (Beitrag B2) oder die Konzeption und Implementierung eines Informationssystems (Beitrag B5).
- *Experteninterviews:* Die Befragung von Experten ist ebenfalls den qualitativen Forschungsmethoden zuzuordnen. Die mit der Durchführung der Methode einhergehende Erfassung von Expertenwissen wird in der Wirtschaftsinformatik häufig im Rahmen der Anforderungserhebung, der Evaluation oder allgemein der Datenaufnahme eingesetzt und ermöglicht es, kontextspezifische Sachverhalte, besonders aus Sicht der Praxis, zu sondieren (Bogner et al. 2009). Zur Sicherstellung einer objektiven Aussage können die Resultate durch eine nachgelagerte Anwendung weiterer systematischer Methoden analysiert werden (Mayring 2010). Beitrag B1 beruht unter anderem auf semi-strukturierten Experteninterviews mit Domänen- und Fachexperten von zwei Unternehmen aus der Logistikbranche.
- *Fokusgruppen:* Die Durchführung von qualitativen Gruppeninterviews ist als Befragung bzw. Diskussion innerhalb einer Gruppe aus Fachexperten zu verstehen. Im Vergleich zu einem Einzelinterview ist die Teilnehmerzahl unbegrenzt und die Befragung wird moderiert (Misoch 2015). Die Gruppendynamik fördert die inhaltliche Auseinandersetzung mit der zu untersuchenden Fragestellung innerhalb der Fokusgruppe. Das Ziel ist es, einen Gruppenkonsens aus einer Vielzahl an subjektiven Sichtweisen herbeizuführen (Oates 2006). Als Forschungsmethode erfährt die Fokusgruppe eine häufige Anwendung im Rahmen der Konsortialforschung und der Konsensfindung zwischen Einschätzungen aus Sicht der Praxis und der Forschung (Österle, Otto 2010). Fokusgruppen unterstützen demnach sowohl die funktions- und organisationsübergreifende Zusammenarbeit und Konsensfindung als auch die Generalisierbarkeit von Forschungsergebnissen.

- *Umfragen:* Die Durchführung von Umfragen gehört zu den nicht-experimentellen Forschungsmethoden und ist fester Bestandteil der qualitativen empirischen Sozialforschung (Schumann 2012). Hierzu werden mithilfe von Fragebögen Informationen (zum Beispiel: Meinungen, Präferenzen oder Aussagen) von Individuen einer bestimmten Gruppe erhoben (Palvia et al. 2004; Oates 2006; Recker 2013). Umfragen erlauben daher die Bewertung eines Phänomens ohne genauere Kenntnis über die Zusammenhänge der inliegenden Variablen (Recker 2013). Durch die Verwendung einer ausreichend großen Stichprobe erlaubt die Umfrage die Erfassung qualitativer Aussagen in einer qualitativ statistisch auswertbaren Form und die Generalisierbarkeit von Forschungserkenntnissen zu untersuchten Sachverhalten (Palvia et al. 2004). Innerhalb des zugrundeliegenden Forschungsvorhabens kamen Umfragen unter anderem in der Analyse von Anforderungen (Beitrag B1) sowie der Prototypisierung und Architekturkonzeption (Beitrag B5) zum Einsatz.
- *Logisch-deduktive Ableitung:* Innerhalb der deutschsprachigen Wirtschaftsinformatik gilt die logisch-deduktive Ableitung als sprachliche oder formale Argumentation für die hinreichende Begründung eines Sachverhalts (Wilde, Hess 2007). Im Verlauf einer logisch-deduktiven Ableitung erfolgt zum einen eine explorative Bestimmung des Sachverhalts und zum anderen eine Ableitung von möglichen Lösungskomponenten (Oates 2006). Innerhalb der vorliegenden Dissertation findet diese Forschungsmethode Anwendung in der Erstellung von Konzepten sowie bei der Ableitung von Anforderungen.
- *Fallstudien:* Eine Fallstudie (engl. Case Study Research) ermöglicht die Untersuchung eines Phänomens (Case) innerhalb eines natürlichen Kontextes (Yin 2009; Recker 2013). Diese Methode ist ebenfalls dann sinnvoll, wenn die Grenzen zwischen dem Phänomen und dem Umfeld nicht klar abgrenzbar sind (Recker 2013). Im Rahmen dieser Dissertation erfolgte eine Anwendung der Forschungsmethode Fallstudie in der Ausprägungsform „Multiple Case Study“, siehe Beitrag B1. Die Anwendungsfälle wurden zusammen mit zwei Unternehmen aus der Region Osnabrück identifiziert – einem global agierenden Kontraktlogistikunternehmen (Fall A), dessen Fokus auf Lager- und Transportkonzepten liegt, und einem mittelständischen Logistikdienstleister (Fall B), der als Experte für Kommissionierszenarien und VAS gilt.
- *Implementierung:* Eine Besonderheit der Wirtschaftsinformatik und insbesondere des gestaltungsorientierten Forschungsansatzes ist die Instanziierung und Evaluation von Informationssystemen (Wilde, Hess 2007). Die Umsetzung des Konzeptes eines Informationssystems ist gleichzeitig als Validierung des Ergebnisartefaktes zu verstehen (Thomas 2006). Zusätzlich können die Erkenntnisse über das Verhalten und die Funktionsfähigkeit des instanziierten Systems, die sich aus der Evaluation ergeben, als Grundlage für die nachgelagerte iterative Optimierung und Weiterentwicklung genutzt werden (Becker et al. 2004). Die vorliegende Dissertation zeichnet sich durch eine starke Praxisintegration und eine hohe Anzahl an prototypischen Instanzierungen (Paetsch et al. 2003) aus. Damit soll eine frühestmögliche Evaluation der konzipierten IS erreicht werden.
- *Analogietransfer:* Das analogische Denken beschreibt den Transfer von Lösungskomponenten für eine Problemstellung aus einer Domäne oder Branche in eine andere (Kalogerakis et al. 2010). Ebenfalls erlaubt die Verwendung von Analogien eine Zusammenführung von Wissen aus verschiedenen Fachgebieten. Besonders für die Produktent-

wicklung können sich daraus Synergien für die Verbreitung oder Anwendung von innovativen Lösungsansätzen ergeben (Kalogerakis 2010). Deshalb kommt der Analogietransfer indirekt oder direkt im Rahmen der Konzeption und Entwicklung von Prototypen (Beitrag B3 und B5) zum Einsatz.

- *Qualitative Inhaltsanalyse*: Entsprechend Mayring (2010) ist die qualitative Inhaltsanalyse als systematischer und regelgesteuerter Ansatz den qualitativen Forschungsmethoden zuzuordnen. Diese Verfahrensweise zur Durchführung einer systematischen Textanalyse liefert als Analyseaspekt inhaltliche Kategorien, die im Laufe des Prozesses verfeinert werden können (Rückkopplung). Unterschieden werden die induktive und die deduktive Kategorienbildung. Im Fall der deduktiven Inhaltsanalyse werden Kategorien bereits vor der Analyse der Texte aufgestellt. Das Ziel liegt somit in der Identifikation definierter Elemente aus dem zugrundeliegenden Datenmaterial. Im Gegensatz dazu werden bei der induktiven Inhaltsanalyse, die beispielhaft in B2 angewendet wird, die Kategorien aus den zu analysierenden Texten extrahiert und iterativ weiterentwickelt. Ziel dieses Ansatzes ist die Schaffung eines Überblicks zu einer Forschungsfrage.
- *Shadowing*: Das Beobachten eines Probanden innerhalb seiner Organisation und dem zugehörigen Umfeld ist den qualitativen Forschungsmethoden zuzuordnen. Der Forscher verfolgt eine Person zum Beispiel innerhalb eines Prozesses über eine gewisse Zeit und erfasst deren Verhalten (McDonald 2005). Der Beobachter kann zusätzlich durch Befragung Kommentare des Probanden zu dessen Verhalten einholen. Die sich ergebenden Informationen liefern Aussagen über zugehörige Prozesse, Personen, Aufgaben, Rollen, Funktionen oder Organisationen.

### 4.3 Forschungsplan

Die in Kapitel 4.1 aufgestellten Forschungsfragen dienen der Strukturierung des zugrundeliegenden Forschungsvorhabens. Hierzu ist die Hauptforschungsfrage in drei Teilforschungsfragen FF1 bis FF3 zerlegt worden. In Abb. 1 wird der Forschungsplan inklusive der jeweiligen Forschungserkenntnisse dargestellt. Die Teilforschungsfragen wurden weiter untergliedert, damit eine Zuordnung der entstandenen Artefakte zu den jeweiligen Teilforschungsfragen ermöglicht wird.





**Abb. 1.** Forschungsplan der Dissertation

Die Teilforschungsfragen FF1a und FF1b werden durch die Forschungserkenntnisse aus jeweils einem veröffentlichten Beitrag adressiert. FF2 wird zusammenfassend von einem umfangreichen Beitrag adressiert. FF3 wird konsolidiert beantwortet, da Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit (FF3a) sowie Kollaborationsfunktionen für logistische Wertschöpfungssysteme (FF3b) in mehreren Beiträgen sowie in mehreren Instanziierungen und Evaluationen entstanden sind. In Kapitel 5 werden die Forschungsergebnisse aus den veröffentlichten Beiträgen zwecks Beantwortung der Teilforschungsfragen dargestellt und zur Beantwortung der Hauptforschungsfrage integriert.

## 5 Ergebnisse

Im Folgenden werden die Forschungserkenntnisse der vorliegenden Dissertation dargelegt und den entsprechenden Teilforschungsfragen zugeordnet. Hierzu erfolgt in Kapitel 5.1 zunächst eine Darstellung der erbrachten Forschungsleistung in Form publizierter Beiträge. Die zentralen Artefakte und Erkenntnisse der eingebrachten Beiträge werden in Kapitel 5.2 beschrieben. Abschließend werden die theoretischen Implikationen (Kapitel 5.3), die praktischen Implikationen (Kapitel 5.4) und die bestehenden Limitationen (Kapitel 5.5) dieses Forschungsvorhabens adressiert.

### 5.1 Überblick

Zu den Erkenntnissen des zugrundeliegenden Forschungsvorhabens hat der Autor insgesamt 14 Beiträge verfasst, die zum Zeitpunkt der Publikation des vorliegenden Dachbeitrags bereits veröffentlicht sind oder sich im Prozess der Veröffentlichung befinden (Tab. 1). Für die vorliegende Dissertation wurden aus der Gesamtmenge sechs zentrale Beiträge (B1-B6) ausgewählt und eingebracht. Diese sechs Beiträge und die darin dargestellten Artefakte repräsentieren das Hauptthema dieser Arbeit und den wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn zur Beantwortung der aufgestellten Forschungsfragen. Die weiteren Publikationen (B7-B14) sind ebenfalls im Verlauf des Forschungsvorhabens entstanden und ergänzen die sechs Hauptbeiträge (siehe Spalte FF in Tab. 1).

**Tab. 1.** Überblick über die entstandenen Beiträge

#	Publikationsorgan	Medium	Ranking <sup>1</sup>		Bibliographische Informationen	FF
			WK WI	VHB JQ3		
<b>B1</b>	13. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik (WI 2017)	Tagung	A	C	Niemöller, C.; Zobel, B.; Berkemeier, L.; Metzger, D.; <b>Werning, S.</b> ; Adelmeyer, T.; Ickerott, I.; Thomas, O. (2017): Sind Smart Glasses die Zukunft der Digitalisierung von Arbeitsprozessen? Explorative Fallstudien zukünftiger Einsatzszenarien in der Logistik. In: Leimeister, J. M.; Brenner, W. (Hrsg.): Proceedings der 13. Internationalen Tagung Wirtschaftsinformatik (WI 2017), St. Gallen, Schweiz. AISel, S. 410-424.	1
<b>B2</b>	European Conference on Information Systems (ECIS 2019)	Tagung	A	B	Kortekamp, S.; <b>Werning, S.</b> ; Ickerott, I.; Thomas, O. (2019): The future of digital work – use cases for augmented reality glasses. In: Proceedings of the 27th European Conference on Information Systems (ECIS), Stockholm & Uppsala, Sweden. <a href="https://aisel.aisnet.org/ecis2019_rp/165">https://aisel.aisnet.org/ecis2019_rp/165</a>	1
<b>B3</b>	Business and Information Systems Engineering (BISE)	Journal	A	B	Berkemeier, L.; Zobel, B.; <b>Werning, S.</b> ; Ickerott, I.; Thomas, O. (2019): Engineering of Augmented Reality-Based Information Systems: Design and Implementation for Intralogistics Services. In: Business and Information Systems Engineering (BISE), Nr. 61/1, S. 67-89.	2
<b>B4</b>	Informatik 2016. Lecture Notes in Informatics (LNI 259)	Tagung	B	C	Zobel, B.; Berkemeier, L.; <b>Werning, S.</b> ; Thomas, O. (2016): Augmented Reality am Arbeitsplatz der Zukunft: Ein Usability-Framework für Smart Glasses. In: Mayr, H. C.; Pinzger, M. (Hrsg.): Informatik von Menschen für Menschen (Informatik	3

<sup>1</sup> Für die Angabe der Rankings wurden die WI-Orientierungsliste der WKWI (WI-Journalliste 2008, Stand 2008-03-03, v39; WI-Liste der Konferenzen, Proceedings und Lecture Notes 2008, Stand 2008-03-03, v27) und die VHB-Jourqual 3 – Teilrating WI herangezogen.

#	Publikationsorgan	Medium	Ranking <sup>1</sup>		Bibliographische Informationen	FF
			WK WI	VHB JQ3		
					2016). Lecture Notes in Informatics (LNI 259). Klagenfurt, Österreich, S. 1727-1740.	
B5	Digital Customer Experience	Sam- mel- band	-	-	<b>Werning, S.</b> ; Berkemeier, L.; Zobel, B.; Ickerott, I.; Thomas, O. (2019): Der Kunde als Dienstleister in der Supply Chain: Akzeptanz und Gebrauchstauglichkeit von Smart Glasses-Systemen im Self-Service. In: Robra-Bissantz S.; Lattemann C. (Hrsg.): Digital Customer Experience, Springer Vieweg, Wiesbaden, S. 197-211. (Überarbeiteter und erweiterter Beitrag basierend auf B8).	3
B6	HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik	Journal	B	D	<b>Werning, S.</b> ; Berkemeier, L.; Zobel, B.; Fitte, C.; Ickerott, I.; Thomas, O. (2019): Smart Glasses als Assistenzsystem in der betrieblichen Einarbeitung. In: HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik, Nr. 56/3, S. 612-627.	3
B7	14. Internationale Tagung der Wirtschaftsinformatik (WI 2019)	Tagung	A	C	Berkemeier, L.; Zobel, B.; <b>Werning, S.</b> ; Vogal, J.; Remark, F.; Ickerott, I.; Thomas, O. (2019): Heuristic Theorizing in Software Development: Deriving Design Principles for Smart Glasses-based Systems. In: Pipek, V.; Ludwig, T. (Hrsg.): 14. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik (WI 2019), Siegen, S. 542-556.	3
B8	HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik	Journal	B	D	Berkemeier, L.; <b>Werning, S.</b> ; Zobel, B.; Ickerott, I.; Thomas, O. (2017): Der Kunde als Dienstleister: Akzeptanz und Gebrauchstauglichkeit von Smart Glasses im Self-Service. In: HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik, Nr. 54/6, S. 781-794.	3
B9	9th International Workshop on Enterprise Modelling and Information Systems Architectures (EMISA 2018)	Tagung	-	-	Zobel, B.; Berkemeier, L.; <b>Werning, S.</b> ; Vogel, J.; Ickerott, I.; Thomas, O. (2018): Towards a Modular Reference Architecture for Smart Glasses-based Systems in the Logistics Domain. In: Fellmann, M.; Sandkuhl, K. (Hrsg.): Proceedings of the 9th International Workshop on Enterprise Modelling and Information Systems Architectures (EMISA 2018). Rostock. CEUR Workshop Proceedings, vol. 2097, S. 95-99.	2
B10	Digitale Dienstleistungsinnovationen	Sam- mel- band	-	-	Berkemeier, L.; Zobel, B.; <b>Werning, S.</b> ; Hinrichs, U.; Ickerott, I.; Thomas, O. (2019): Introducing Smart Glasses to Logistics Services Providers: A Single Case Study from a Wholesale Warehouse. In: Beverungen, D.; Gudergan, G.; Schumann, H. (Hrsg.): Digitale Dienstleistungsinnovationen.	1,2
B11	Digitalisierung in der Aus- und Weiterbildung	Sam- mel- band	-	-	Zobel, B.; <b>Werning, S.</b> ; Berkemeier, L.; Thomas, O. (2018): Augmented- und Virtual-Reality-Technologien zur Digitalisierung der Aus- und Weiterbildung – Überblick, Klassifikation und Vergleich. In: Thomas, O.; Metzger, D.; Niegemann, H. (Hrsg.): Digitalisierung in der Aus- und Weiterbildung: Virtual und Augmented Reality für Industrie 4.0, S. 20-34.	1
B12	Handbuch Mobile Learning	Sam- mel- band			Zobel, B.; <b>Werning, S.</b> ; Metzger, D.; Thomas, O. (2018): Augmented und Virtual Reality: Stand der Technik, Nutzenpotenziale und Einsatzgebiete. In: de Witt, C.; Gloerfeld, C. (Hrsg.): Handbuch Mobile Learning, Wiesbaden, Springer VS, S. 123-140.	1
B13	Smart Glasses – Augmented Reality zur Unterstützung von Logistikdienstleistungen	Heraus- geber- band	-	-	Thomas, O.; Ickerott, I.; Berkemeier, L.; <b>Werning, S.</b> ; Zobel, B.; Vogel, J.; Kaiser, C.; Mollen-Ungru, T.; Neumann, T. (2020): GLASSHOUSE – Smart Glasses zur Unterstützung von Logistikdienstleistungen. In: Thomas, O.; Ickerott, I. (Hrsg.): Smart Glasses – Augmented Reality zur Unterstützung von Logistikdienstleistungen. Berlin, Springer, S. 2 – 18.	1

#	Publikationsorgan	Medium	Ranking <sup>1</sup>		Bibliographische Informationen	FF
			WK WI	VHB JQ3		
B14	Smart Glasses – Augmented Reality zur Unterstützung von Logistikdienstleistungen	Herausgeberband	-	-	Berkemeier, L.; <b>Werning, S.</b> ; Zobel, B.; Vogel, J.; Ickerott, I.; Thomas, O. (2020): Konzeption und Implementierung nutzerfreundlicher Smart-Glasses-Applikationen in der Logistik. In: Thomas, O.; Ickerott, I. (Hrsg.): Smart Glasses – Augmented Reality zur Unterstützung von Logistikdienstleistungen. Berlin, Springer, S. 70 - 84.	2

Die jeweiligen Beiträge können eine oder mehrere Phasen eines Design-Science-Research-Zyklus umfassen. Die sich ergebende Einordnung der eingebrachten Beiträge in das gestaltungsorientierte Vorgehensmodell nach Österle et al. (2011) ist in Abb. 2 zu finden. Sollte ein Beitrag Ergebnisse einer Phase berücksichtigen, die nicht dem Fokus des Beitrages entsprechen, oder sich in einem Übergang zwischen zwei Phasen befinden, so wird für die Illustration ein Balken verwendet, der lediglich die Hälfte einer Phase abdeckt.

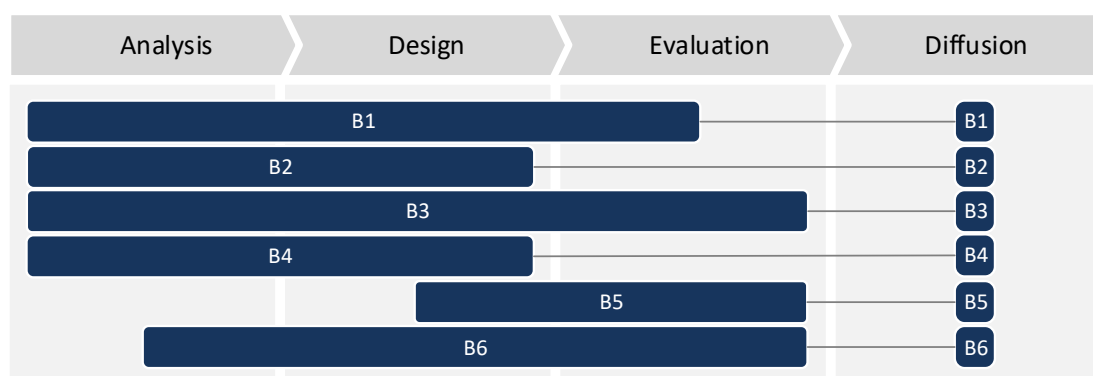


Abb. 2. Einordnung der Beiträge in das gestaltungsorientierte Vorgehensmodell nach Österle et al. (2011)

## 5.2 Zentrale Artefakte und Erkenntnisse der Beiträge

Innerhalb dieses Kapitels werden die zentralen Artefakte und Erkenntnisse der sechs eingebrachten Beiträge dargestellt. Zwecks Strukturierung und Nachvollziehbarkeit der Lösungswege werden die Teilforschungsfragen aus Kapitel 4.1 als Gliederung herangezogen.

### 5.2.1 Nutzenstiftende Anwendungsfälle für Smart-Glasses-basierte Assistenzsysteme

Zur Beantwortung der Frage, inwieweit nutzenstiftende Anwendungsfälle für Smart-Glasses-basierte Assistenzsysteme zur Prozessunterstützung identifiziert und aggregiert werden können (FF1), sind die Beiträge B1 und B2 eingebracht worden.

Beitrag B1 liefert eine Ausgangssituation für den Erkenntnisweg der vorliegenden Dissertation, weil darin Anwendungsfälle für Smart-Glasses-basierte Systeme innerhalb logistischer Wertschöpfungssysteme beschrieben werden. Diese entstanden in Kooperation mit zwei Logistikdienstleistern, einem Software-Systemhaus mit Fokus auf Software-Systemlösungen für die Dienstleistungslogistik sowie zwei Forschungseinrichtungen. Als zentrale Artefakte ergaben sich (1) Anwendungsfälle für die Prozessunterstützung in der Logistik aus einer fachlichen Perspektive und (2) Implikationen für die Wirtschaftsinformatik in Form von zu priorisierenden forschungsrelevanten Anwendungsfällen. Die aggregierten und bewerteten Anwendungsfälle entstanden im Rahmen einer Multiple Case Study (Yin

2009) bei den zwei Logistikdienstleistern. Fall A ist ein global agierendes Kontraktlogistikunternehmen, das auf Lager- und Transportkonzepte spezialisiert ist. Fall B ist ein mittelständischer Logistikdienstleister, der als Experte für Kommissionierszenarien und VAS im Fashionbereich gilt. Für die Datenerhebung wurde, wie in Kapitel 4.2 angekündigt, ein Multimethodenansatz gewählt. Dieser beinhaltete (1) eine strukturierte Literaturrecherche, (2) Shadowing von Logistikprozessen, (3) Experteninterviews und (4) Diskussionen in Fokusgruppen. Die Verdichtung der Use Cases erfolgte durch Triangulation in Form einer induktiven Kategorienbildung nach Mayring (2002). Die Priorisierung der Anwendungsfälle wurde mithilfe einer Umfrage unter den Konsortialpartnern durchgeführt. Als Grundgesamtheit konnten 31 Teilnehmer gewonnen werden, wovon 67 % durch Domänenexperten der Logistikdienstleistungsunternehmen (10 Teilnehmer aus Fall A, 11 Teilnehmer aus Fall B), 7 % durch das Software-Systemhaus und 26 % durch Wissenschaftler aus den beteiligten Forschungseinrichtungen repräsentiert wurden. Auf Basis der gesammelten Daten und deren Auswertung entstand ein Katalog aus 36 Anwendungsfällen für Smart-Glasses-basierte IS in der Logistik (Niemöller et al. 2017b).

Die Priorisierung der Anwendungsfälle wurde für die Auswahl der zu instanzierenden Prototypen genutzt. Auf Grundlage einer hohen Nutzenerwartung wurden die folgenden Anwendungsfälle als forschungsrelevant eingestuft: (1) Anzeige von Handlungsanweisungen, (2) prozessuale Unterstützung von VAS bzw. Prüfplänen und (3) Schadensdokumentation.

In Abb. 3 werden die Anwendungsfälle unter Einbezug einer fachlichen Einordnung (Management, Kommunikation, VAS, Qualitätssicherung) und einer Gruppierung von verwandten Anwendungsfällen (Monitoring, Steuerung, Anleitung, ...) dargestellt. Die Anmerkung „H“ kennzeichnet einen sogenannten Hilfsanwendungsfall, der eine entsprechende Funktion zur Erreichung eines nutzenstiftenden Anwendungsfalls bereitstellt, jedoch alleinstehend keinen identifizierbaren Nutzen stiftet.

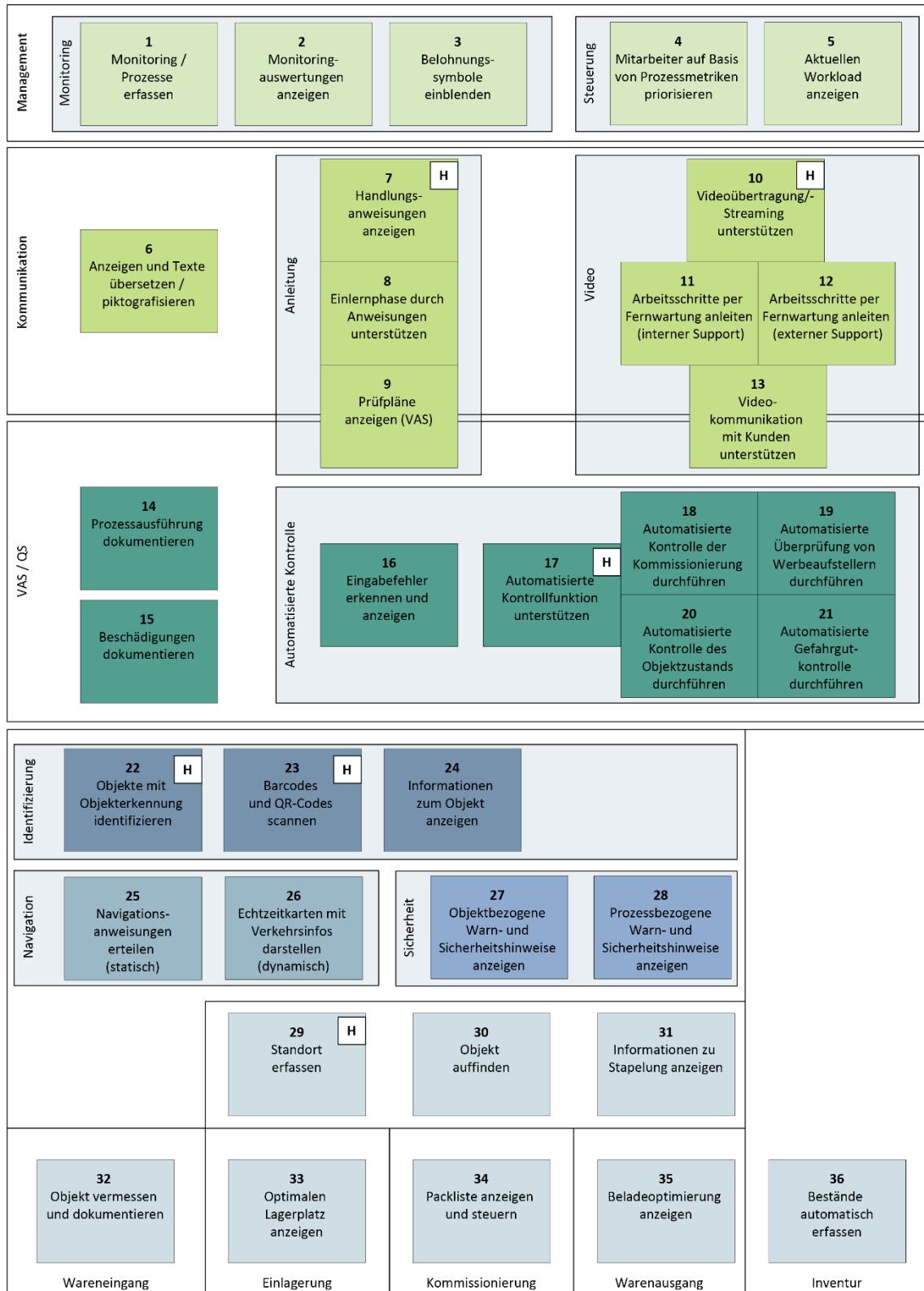


Abb. 3. Katalog von 36 nutzenstiftenden Anwendungsfällen in der Logistik aus B1 (Niemöller et al. 2017b)

Beitrag B2 ergänzt die 36 Anwendungsfälle in der Logistik um ein Clustering von branchenübergreifenden Anwendungsfällen, in denen AR-Applikationen zum Einsatz kommen. Durch die Branchenübertragung können Anwendungsfälle aus der Logistik validiert und angereichert werden (Kammler et al. 2018). Zukünftigen forschungs- und praxisorientierten Entwicklungsprojekten wird somit eine zielgerichtete Auswahl relevanter Anwendungsfälle für eine augmentierte Prozessunterstützung ermöglicht. Neben dem Bedarf, nutzenstiftende Anwendungsfälle zu selektieren, besteht besonders aus Entwicklersicht ein großes Interesse an skalierbaren und bestenfalls branchenübergreifenden Anwendungsfällen sowie dazugehörigen Geschäftsmodellen. Auch aus der Perspektive von Investitionsentscheidungen sind zukünftig mögliche oder außerhalb der eigenen Branche bereits existierende Lösungskonzepte interessant – beispielsweise zur Planung der strategischen Ausrichtung eines Unternehmens oder zur Investitionsbewertung. Hierzu wurde in Beitrag B2 eine Kombination aus systematischer Literaturrecherche und qualitativer Inhaltsanalyse als methodisches Vorgehen gewählt. Die systematische Literaturrecherche lieferte 680 potentielle Literaturquellen, von denen final 120 Beiträge als relevant eingestuft wurden. Durch Anwendung eines deduktiven Ansatzes ergab sich eine Übersicht aus 21 aktuellen Branchen bzw. Branchenklassen gemäß der *Industrial Classification of All Economic Activities (ISIC), Rev. 4* (United Nations Statistics Division 2018), in denen AR-Applikationen aktuell zum Einsatz kommen. Zusätzlich wurde auf Basis der Ergebnisse der systematischen Literaturrecherche eine qualitative Inhaltsanalyse (Kapitel 4.2) mit induktivem Ansatz durchgeführt. Das Ergebnis der induktiven Ableitung war eine Auswahl aus sieben branchenübergreifenden Anwendungsfällen für AR-Applikationen (Kortekamp et al. 2019). Aufgrund der Vielzahl an identifizierten Branchen ergab sich im Verlauf der induktiven Bestimmung eine generische Benennung der Hauptanwendungsfälle. In zweiter Ebene werden die sieben Hauptanwendungsfälle durch 27 vergleichsweise spezifische Unteranwendungsfällen begründet. Die sieben Hauptanwendungsfälle und ihre relativen Häufigkeiten sind in Abb. 4 zusammengestellt.

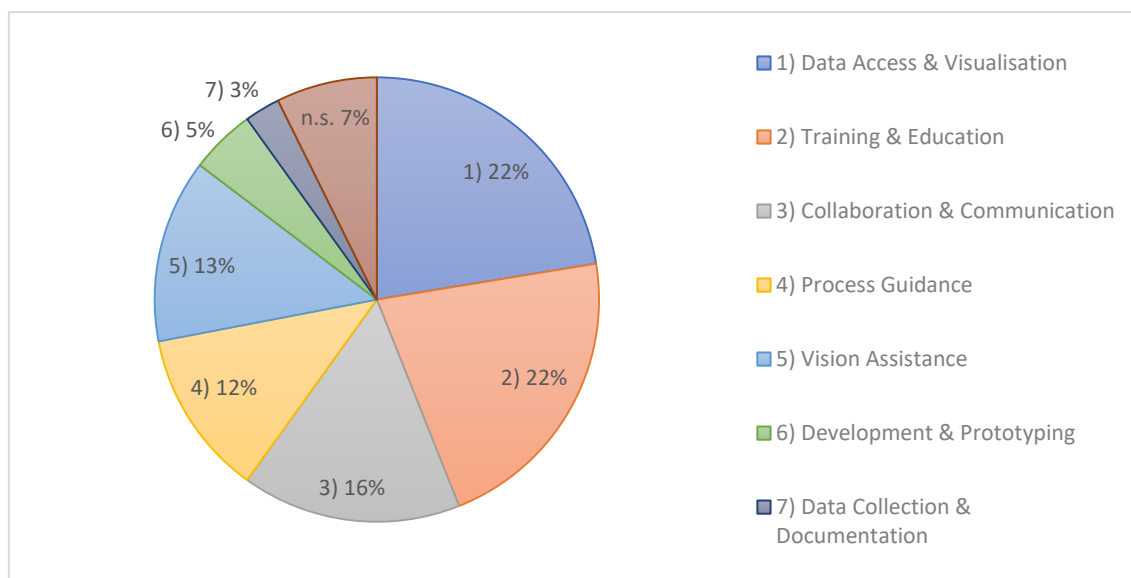


Abb. 4. Branchenübergreifende Anwendungsfälle für AR-Applikationen aus B2 (Kortekamp et al. 2019)

Eine Gegenüberstellung von Branchen und Hauptanwendungsfällen (Tab. 2) zeigt, dass die Entwicklung von AR-Applikationen aktuell primär durch die Sparten Gesundheitswesen,

Lehre und Forschung sowie das produzierende Gewerbe betrieben wird. Dadurch werden bisher bekannte Branchen zur Suche nach möglichen Anwendungsfällen (Kortekamp et al. 2017) weiter ergänzt. Als branchenübergreifende Anwendungsfälle wurden der Datenzugriff und die Visualisierung, die Ausbildung und Schulung, die Prozessführung, die visuelle Assistenzfunktion und die Kollaboration identifiziert.

**Tab. 2.** Branchen und Anwendungsfälle für AR-Applikationen aus B2 (Kortekamp et al. 2019)

Trade section	Main use cases	Frequency
Human health and social work activities	Data access & visualisation	19
	training & education	16
	vision assistance	14
Education	Training & education	13
	data access & visualisation	5
Professional, scientific and technical activities	Data access & visualisation	11
	collaboration & communication	10
Manufacturing	Process guidance	15
	collaboration & communication	9

Ein Vergleich von Anwendungsfällen in der Logistik (Niemöller et al. 2017b) mit den branchenübergreifenden Anwendungsfällen (Kortekamp et al. 2019) identifiziert die Prozessunterstützung, die Dokumentation und die Mitarbeiterschulung als branchenübergreifend relevante Anwendungsfälle für Smart-Glasses-basierte Assistenzsysteme. Im Rahmen dieser Dissertation werden diese Anwendungsfälle für prototypische Instanziierungen herangezogen.

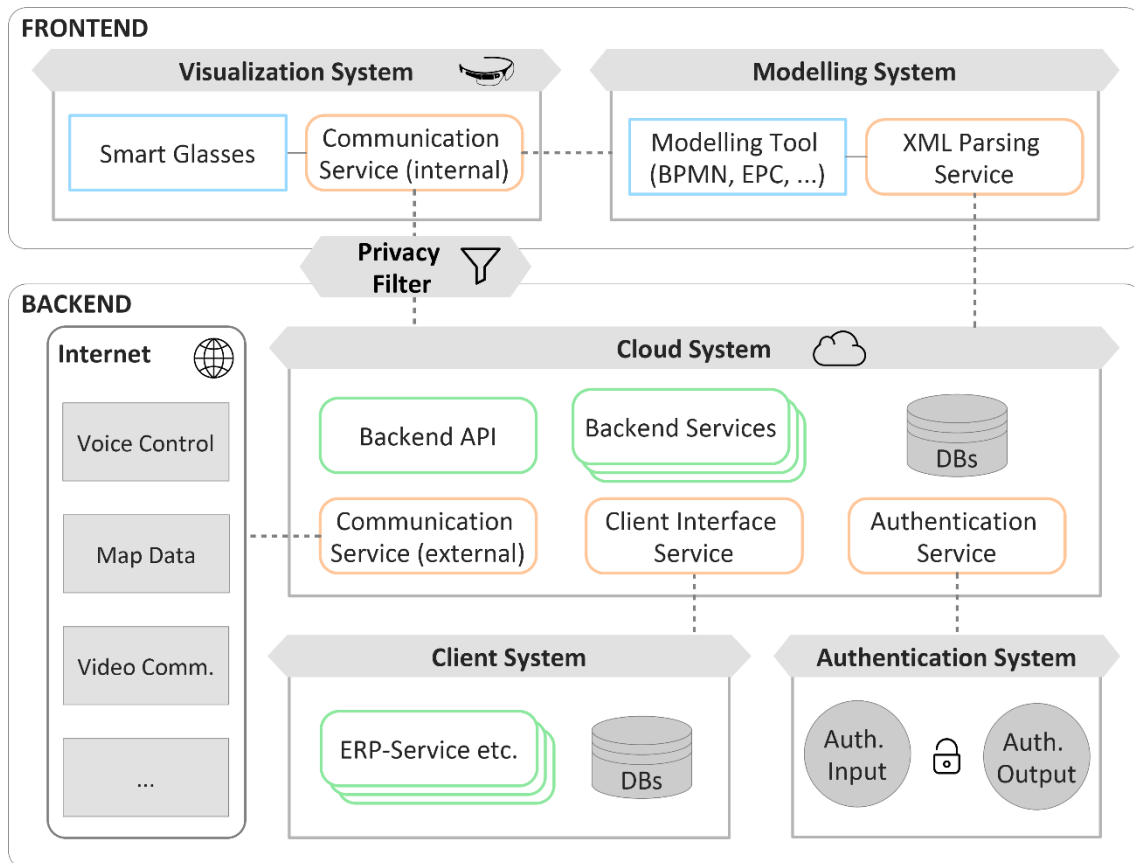
Zusammenfassend werden in diesem Kapitel Forschungserkenntnisse in Form nutzenstiftender Anwendungsfälle für Smart-Glasses-basierte Assistenzsysteme in der Logistik (FF1a) bzw. branchenübergreifende Anwendungsfälle für AR-basierte IS (FF1b) zur Beantwortung von FF1 erbracht.

### 5.2.2 Systemarchitektur und Implementierungsframework für die Integration von Assistenzsystemen in die Wertschöpfungsprozesse von Logistikunternehmen

Die Entwicklung einer Systemarchitektur für die Gestaltung eines Smart-Glasses-basierten Assistenzsystems wird in Beitrag B3 thematisiert. Dies geschieht unter Berücksichtigung der vorhandenen IT-Landschaft sowie der Ableitung eines Rahmenwerkes für die Implementierung entsprechender IS in der Logistik. Der Beitrag dient demnach der Beantwortung der FF2 und liefert zugleich eine erste prototypische Instanziierung einer augmentierten Prozessunterstützung innerhalb der vorliegenden Dissertation. Als Anwendungsfall wird die in Kapitel 5.2.1 identifizierte und als branchenübergreifend relevant bewertete Prozessunterstützung am Beispiel eines VAS in der Logistik umgesetzt (Berkemeier et al. 2019b). Folgende Artefakte werden herangezogen: (1) ein Architekturvorschlag zur Konzeption und Integration eines Smart-Glasses-basierten Assistenzsystems in die IT-Landschaft eines Unternehmens, (2) ein Prototyp zur Prozessführung sowie (3) ein Rahmenwerk für die Implementierung von entsprechenden Systemen. Zur Sicherstellung eines methodischen Vorgehens wurde ein Multimethodenansatz aus Analogietransfer, systematischer Literaturrecherche, Prozessanalyse und Fokusgruppen gewählt. Aufbauend auf zuvor erhobenen Meta-Anforderungen haben Fokusgruppen die zentralen Funktionen einer Systemarchitektur aus technischer und organisatorischer Perspektive identifiziert. Nachgelagert wurden Micro-Services in Form von einzelnen unabhängigen Softwaremodulen abgeleitet.



Diese können für den modularen Aufbau zukünftiger Anwendungen wiederverwendet werden. Unter Berücksichtigung einer Frontend-Ebene und einer Backend-Ebene ergibt sich die Architektur für ein modulares Smart-Glasses-basiertes Assistenzsystem, dargestellt in Abb. 5.



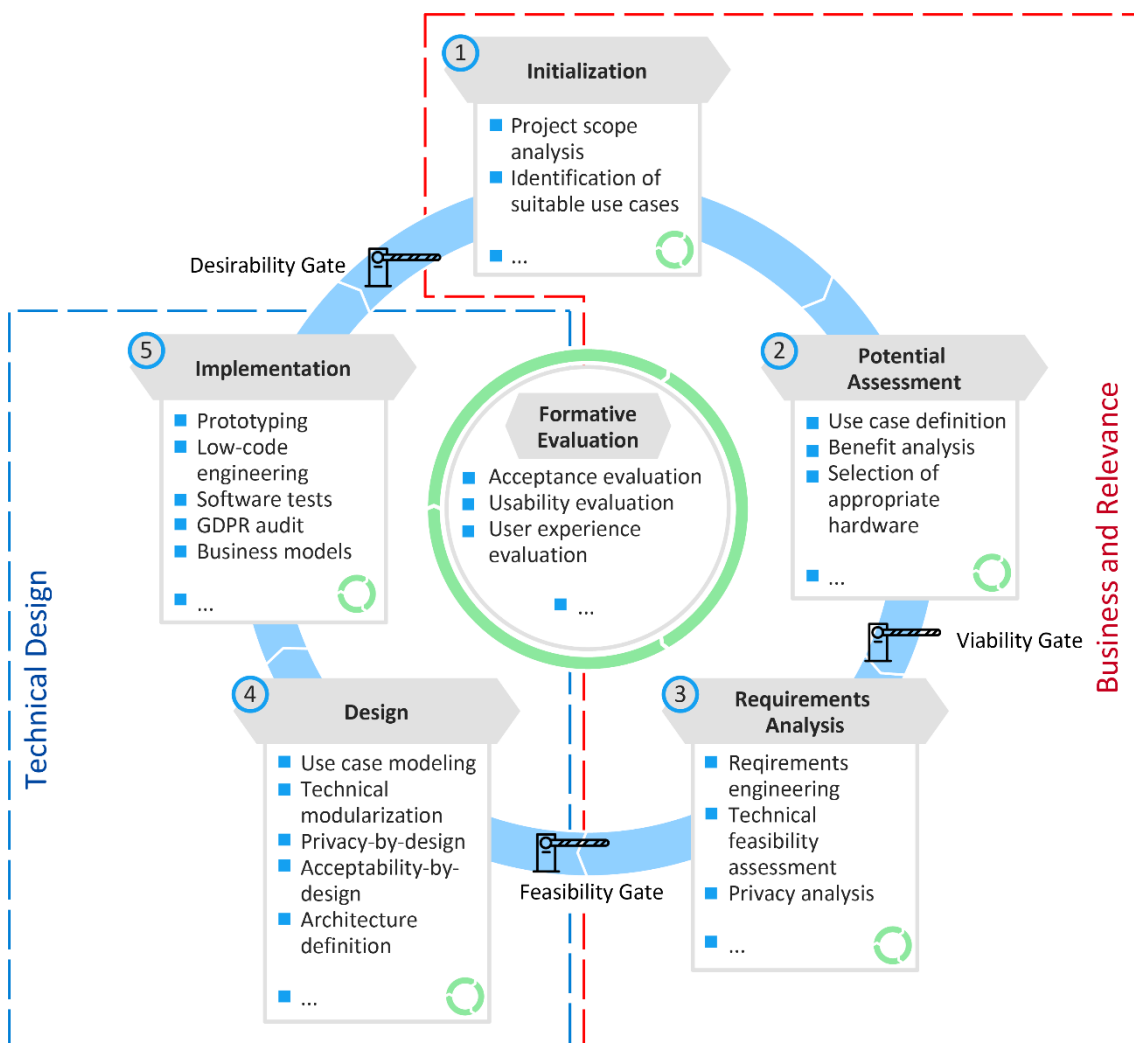
**Abb. 5.** Architektur für ein modulares Smart-Glasses-basiertes Assistenzsystem aus B3 (Berkemeier et al. 2019b)

Wesentliche Merkmale dieser Architektur sind die Adressierung von Datenschutz- und Datensicherheitsanforderungen, eine kontextadaptive Verwendbarkeit und eine Skalierbarkeit entsprechender Informationssysteme. Aufgrund des modularen Charakters ist es möglich, diverse IT-Systeme aus der IT-Landschaft von Logistikunternehmen (Client System) anzubinden. Die Bereitstellung einer entsprechenden Applikation für die augmentierte Prozessunterstützung mittels Smart-Glasses-basierter Assistenzsysteme erfolgt cloudbasiert und somit standortunabhängig. Auf diese Weise werden Anforderungen der Integration neuer Technologien in die vorhandene IT-Landschaft (Zanker 2018, S. 19) bereits im Entwicklungsprozess berücksichtigt. Zukünftigen Entwicklungsprojekten wird es dadurch ermöglicht, Integrationsprobleme innerhalb der IT-Landschaft von Logistikunternehmen frühzeitig zu umgehen und so die Zeit zwischen Entwicklungsstart und produktivem Einsatz des IS zu reduzieren.

Unter Berücksichtigung der entwickelten Systemarchitektur ist ein Prototyp für den branchenübergreifend relevanten Anwendungsfall der Prozessführung am Beispiel eines VAS entstanden. Der Anwender wird hierbei mithilfe einer augmentierten Prozessunterstützung durch den Aufbau und die Bestückung eines Werbedisplays geführt. Die Anwen-

dung unterstützt Montage- und Bestückungsschritte, indem grafische und textuelle Elemente dargestellt werden. Zur Interaktion mit den Smart Glasses und der darauf instanziierten Anwendung wird eine Sprachsteuerung eingesetzt. So kann in den Prozessschritten vor- und zurücknavigiert werden. Zusätzlich können Fragen zur Prozessqualität beantwortet werden. In das untere Bildschirmfenster ist zudem eine Fortschrittsanzeige integriert, um einen besseren Überblick zu gewährleisten.

Für eine erfolgreiche Implementierung eines Smart-Glasses-basierten Informationssystems wurden die Auswahl nutzenstiftender Anwendungsfälle (Niemöller et al. 2017b) und die frühzeitige Berücksichtigung von Gebrauchstauglichkeitsanforderungen (Zobel et al. 2016) und Akzeptanzanforderungen (Werning et al. 2019b) als kritische Erfolgsfaktoren identifiziert. Unter Berücksichtigung dieser zentralen Erkenntnisse und der sich ergebenden Anforderungen an eine modulare Systemarchitektur (Abb. 5) ergänzt Beitrag B3 die vorliegende Dissertation um ein Rahmenwerk für die Implementierung von Smart-Glasses-basierten Assistenzsystemen in der Logistik (Berkemeier et al. 2019b). Dieses Rahmenwerk wird in Abb. 6 illustriert.



**Abb. 6.** Rahmenwerk für die Implementierung von Smart-Glasses-basierten Assistenzsystemen aus B3 (Berkemeier et al. 2019b)

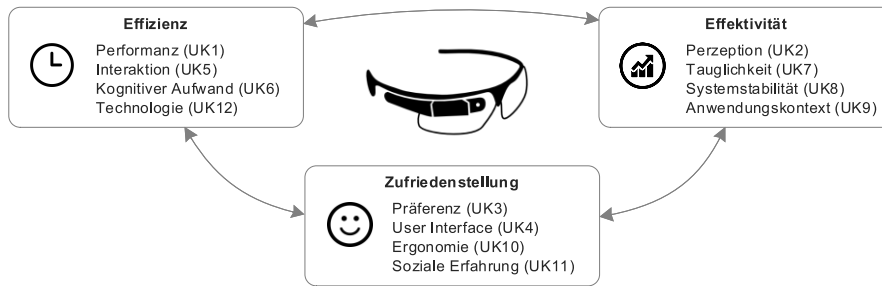
Das vorgestellte Rahmenwerk wird fundiert durch die Erfahrungen aus den aufgezeigten prototypischen Instanziierungen und das daraus abgeleitete Gestaltungswissen. Das Rahmenwerk ist aufgeteilt in fünf Projektphasen, begleitet von einer formativen Evaluation, in der die Akzeptanz, die Gebrauchstauglichkeit und die Anwendererfahrungen berücksichtigt werden. Die Phasen (1) Initialisierung, (2) Potenzialbewertung und (3) Anforderungsanalyse wurden in Kooperation mit den beteiligten Domänenexperten der Logistikbranche aus Fall A und Fall B der übergelagerten Fallstudie konzipiert. Die Phasen (4) Design und (5) Implementierung wurden durch starke Beteiligung von IT- und Fachexperten aus Fall A und Fall B der übergelagerten Fallstudie und aus einem Unternehmen der Softwareimplementierung fundiert. Das vorgestellte Implementierungsrahmenwerk adressiert den Bedarf an Konzepten und Herangehensweisen zur Gestaltung von Smart-Glasses-basierten Assistenzsystemen (Hobert, Schumann 2017).

Zusammenfassend werden in diesem Kapitel, aufbauend auf den nutzenstiftenden Anwendungsfällen aus Kapitel 5.2.1, Forschungserkenntnisse zur Architektur von Smart-Glasses-basierten Assistenzsystemen vor dem Hintergrund der Integration in die IT-Landschaft eines Logistikunternehmens dargestellt. Neben dem Vorschlag einer Systemarchitektur wird ein Implementierungsframework zur erfolgreichen Instanziierung von Smart-Glasses-basierten Assistenzsystemen in der Logistik präsentiert. Beide Artefakte sind fundiert in den Erfahrungen aus drei Jahren Konsortialforschung, mehreren prototypischen Instanziierungen und Evaluationen in der Fachdomäne Logistik. Konsolidiert ergibt sich somit die Beantwortung von FF2.

### **5.2.3 Gebrauchstauglichkeitskriterien und Kollaborationsfunktionen für die Gestaltung von Smart-Glasses-basierten Assistenzsystemen in der Logistik**

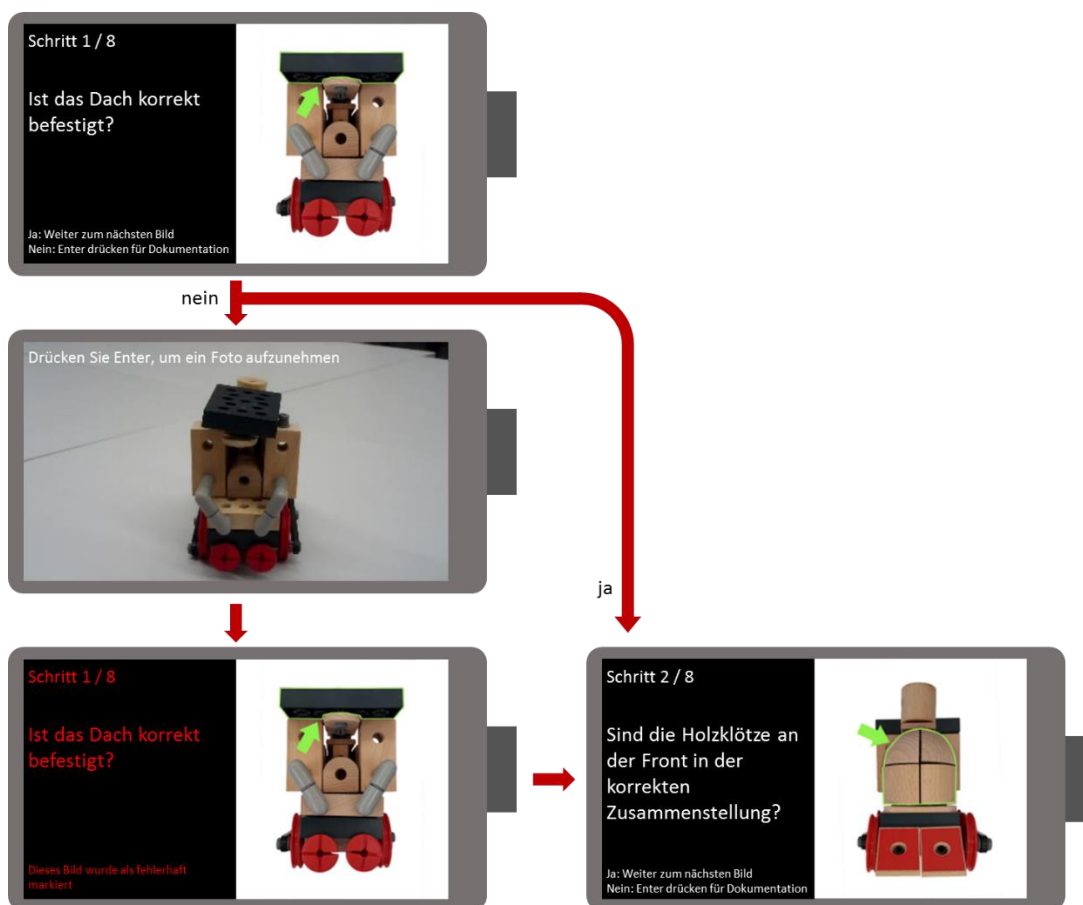
Die Konsolidierung von Gestaltungswissen, Systemkonzepten und Erfahrungen aus prototypischen Instanziierungen in der Praxis zur Evaluation des erhobenen Gestaltungswissens sind Gegenstand der Forschungsfrage FF3. Zu deren Beantwortung werden Forschungserkenntnisse aus drei Beiträgen verwendet.

Im Rahmen des zugrundeliegenden Konsortialforschungsprojektes wurde die Gebrauchstauglichkeit als ein zentraler Erfolgsfaktor für die effiziente und zielorientierte Implementierung einer augmentierten Prozessunterstützung identifiziert. Beitrag B4 zeigt auf, dass gängige Richtlinien zur Gebrauchstauglichkeit nicht den speziellen Anforderungen dieser Informationssysteme genügen. Für die vorliegende Dissertation und die Adressierung des aufgezeigten Bedarfs liefert Beitrag B4 ein Gebrauchstauglichkeitsrahmenwerk, das aus 40 Gebrauchstauglichkeitsaspekten sowie einer fachlichen Integration dieser Aspekte in die Norm für die „Ergonomie der Mensch-System-Interaktion“ DIN EN ISO 9241-11 besteht. Als methodisches Vorgehen wurde eine systematische Literaturrecherche entsprechend Kapitel 4 gewählt. Im Rahmen der Durchführung wurden 3232 Beiträge initial identifiziert und 53 Publikationen zwecks wissenschaftlich kritischer Würdigung zur Bildung der 40 Usability-Aspekte final verwendet (Zobel et al. 2016). Diese wurden weiter zu zwölf Usability-Kriterien (UK) der Gebrauchstauglichkeit aggregiert. Die Integration der Kriterien in die Determinanten der Gebrauchstauglichkeit (Effizienz, Effektivität und Zufriedenstellung) entsprechend DIN EN ISO 9241-11 liefert somit ein Rahmenwerk für den kontextadaptiv gebrauchstauglichen Einsatz von Smart-Glasses-basierten Assistenzsystemen, siehe Abb. 7.



**Abb. 7.** Rahmenwerk der Gebrauchstauglichkeit von Smart-Glasses-basierten Informationssystemen aus B4 (Zobel et al. 2016)

Beitrag B5 ergänzt das Rahmenwerk durch einen konkreten Ansatz zur Bewertung der Gebrauchstauglichkeit und Akzeptanz eines Smart-Glasses-basierten Assistenzsystems am Beispiel der Qualitätsprüfung und Dokumentation (Werning et al. 2019b). Zentrale Forschungsergebnisse dieses Beitrags für die vorliegende Dissertation sind (1) eine prototypische Instanziierung in Form einer Prüfplanapplikation für die Qualitätskontrolle des Zusammenbaus einer Holzlokomotive sowie (2) Gestaltungsprinzipien (engl. Design Principles, DP) mit dem Fokus auf Akzeptanz und Gebrauchstauglichkeit. Dazu wurde eine formative Evaluation genutzt, die mithilfe der etablierten Fragebögen „Unified Theory of Acceptance and Use of Technology“ (UTAUT) (Venkatesh et al. 2003) und „System Usability Scale“ (SUS) (Brooke 1996) umgesetzt wurde.



**Abb. 8.** Instanziierung einer Prüfplanapplikation aus B5 (Werning et al. 2019b)

Die prototypisch instanziierte Anwendung (Abb. 8) unterstützt den Nutzer bei der Durchführung eines Prüfplans, um Schäden und fehlerhaft montierte Teile an einem Service-Objekt zu identifizieren. Das Assistenzsystem visualisiert den Sollzustand und der Anwender vergleicht diesen mit dem Zustand des realen Objektes. Im Rahmen einer vollumfänglichen Prozessbegleitung assistiert die Applikation dem Anwender bei der Dokumentation von Abweichungen.

Aus den Erkenntnissen der Befragung von Anwendern der Prüfplanapplikation (29 Probanden) wurden Gestaltungsprinzipien für das System-Design abgeleitet (Tab. 3) und in die iterative Systementwicklung integriert.

**Tab. 3.** Gestaltungsprinzipien für gebrauchstaugliche Smart-Glasses-basierte Informationssysteme aus B5 (Werning et al. 2019b)

DP	Kurzbeschreibung	Problemfeld
DP1	Tragekomfort gewährleisten, z.B. durch Ausbalancieren und geringes Gewicht der Brille	Gebrauchstauglichkeit, unzureichender Tragekomfort
DP2	Einfache und freihändige Steuerung	Gebrauchstauglichkeit, Fehler durch Tastensteuerung, keine freihändige Steuerung
DP3	Flexible Positionierung des Displays	Gebrauchstauglichkeit, schlechte Lesbarkeit
DP4	Hohe Auflösung des Displays	Gebrauchstauglichkeit, schlechte Lesbarkeit
DP5	Minimalistische Informationsdarstellung	Gebrauchstauglichkeit, Informationsüberfluss vermeiden
DP6	Feedback über erfolgreiche Eingaben geben	Akzeptanz, Performanz, fehlende Bestätigung in der Prozessführung
DP7	Datensicherheit berücksichtigen	Akzeptanz, Risiko
DP8	Privacy by Design	Akzeptanz, Datenschutzbedenken, Vertrauen

Die entstandenen Gestaltungsprinzipien lassen sich zu drei Hauptentwicklungsfeldern für ein produktiv einsetzbares Assistenzsystem aggregieren: (1) Akzeptanz, (2) Gebrauchstauglichkeit und (3) Prozessführung. Die Erkenntnisse belegen somit den Bedarf einer frühzeitigen Integration von Gebrauchstauglichkeitsanforderungen im Entwicklungsprozess zugehöriger Assistenzsysteme.

Beitrag B6 betrachtet die Konzeption einer augmentierten Prozessunterstützung für den Anwendungsfall der betrieblichen Einarbeitung. Der erstellte Prototyp repräsentiert einen der identifizierten Hauptanwendungsfälle Smart-Glasses-basierter Assistenzsysteme. Im Rahmen der Entwicklung wurden die identifizierten Gestaltungsprinzipien der Gebrauchstauglichkeit aus Beitrag B5 berücksichtigt. Beitrag B6 ergänzt die vorliegende Dissertation mit (1) einem Konzept für ein Smart-Glasses-basiertes Assistenzsystem zur Einarbeitung von Mitarbeitern. Vor dem Hintergrund des Bedarfs zur Unterstützung einer nutzerorientierten Arbeitsplatzgestaltung wurden (2) Kollaborationsfunktionen für die Mensch-Mensch-Interaktion und die Mensch-Maschine-Interaktion identifiziert. Die Anwendung des erstellten Assistenzsystems ermöglicht eine Reduzierung des Schulungsbedarfs der Mitarbeiter, wodurch dem Mangel an qualifiziertem Personal als schwerstwiegender Herausforderung der Logistik (Kohl, Pfretzschner 2018) aktiv entgegengewirkt wird.



**Abb. 9.** Prototypische Instanziierung eines Smart-Glasses-basierten Assistenzsystems für die Einarbeitung von Mitarbeitern aus B6 (Werning et al. 2019a)

Die prototypische Instanziierung erfolgte beispielhaft an einem Prozess zur Retourenabwicklung bei einem Fashion-Logistikdienstleister (Abb. 9). Ferner ist festzustellen, dass Smart-Glasses-basierte Kollaborationsfunktionen sowohl für die Mensch-Mensch-Interaktion als auch die Mensch-Maschine-Interaktion erweiterte Möglichkeiten bieten (Richter et al. 2015). Für die durch Smart Glasses ermöglichte Mensch-Mensch-Interaktion wurden Kollaborationsfunktionen identifiziert (Tab. 4).

**Tab. 4.** Kollaborationsfunktionen der Mensch-Mensch-Interaktion aus B6 (Werning et al. 2019a)

Kollaborationsfunktion	Beschreibung
Videotelefonie	Mitarbeiter können ortsunabhängig per Videoanruf kommunizieren.
Chat & Mail	Smart Glasses können auch für schriftliche Kommunikation verwendet werden. Durch Speech-to-text-Verfahren und Vorlesefunktionen kann dies „hands-free“ erfolgen.
Remote Support (intern/extern)	Die einzuarbeitenden Mitarbeiter können ihr Sichtfeld per Videotelefonie mit erfahrenen Mitarbeitern teilen und konkrete Einblendungen als Anleitung erhalten.
Lokalisation von und Kommunikation mit (in der Nähe befindlichen) Mitarbeitern/Experten	Durch GPS-Funktionen können Mitarbeiter eigenständig den jeweiligen Experten für ihre Problemstellung lokalisieren und mit ihm in Kontakt treten (siehe Kollaborationsfunktionen „Videotelefonie“ und „Chat & Mail“) bzw. eine Konsultation anfragen.
Aufgabendisposition in Echtzeit	Bei einer zu hohen Auslastung können Aufgaben an andere Mitarbeiter übertragen werden. Durch die Prozessführung können auch unerfahrene Mitarbeiter neue Aufgaben übernehmen. Das System unterstützt die Kollaboration, indem es die anfallenden Aufgaben und Teilprozesse innerhalb eines Teams orchestriert.

Die identifizierten Kollaborationsfunktionen können im Rahmen einer augmentierten Prozessunterstützung dargestellt werden und ermöglichen dadurch eine optimierte Kommunikation und Kollaboration in logistischen Wertschöpfungssystemen.

Zusätzlich zu den Möglichkeiten der Interaktion mit anderen menschlichen Prozessteilnehmern kann das Assistenzsystem zum Beispiel ungeschulte Mitarbeiter mithilfe einer augmentierten Prozessführung unterstützen. Darüber hinaus können Prozessdaten visualisiert und eine Interaktion mit am Prozess beteiligten Maschinen ermöglicht werden. Ebenfalls kann das Smart-Glasses-basierte Assistenzsystem den Mitarbeiter über das Werkgelände zu seinem Arbeitsplatz, notwendigen Gütern oder Maschinen navigieren. Als Resultat ergeben sich eine ausgeprägte Zusammenarbeit mit dem Assistenzsystem und entsprechende Funktionen der Mensch-Maschine-Kollaboration (Tab. 5).

**Tab. 5.** Kollaborationsfunktionen der Mensch-Maschine-Interaktion aus B6 (Werning et al. 2019a)

Kollaborationsfunktion	Beschreibung
Prozessführung und -dokumentation	Der Mitarbeiter wird Schritt für Schritt während der Aufgabenerfüllung angeleitet. Input dafür sind dokumentierte Prozesse, die auch über Smart Glasses aufgenommen werden.
Datenvisualisierung	Betriebsdaten, z.B. Informationen über Güter (wie der Anliefertermin), Maschineninformationen über den geplanten Fertigstellungstermin einer delegierten Aufgabe oder den Fertigstellungsgrad der Aufgabe eines anderen Mitarbeiters werden kontextadaptiv bereitgestellt.
Maschineninteraktion	An Maschinenarbeitsplätzen kann die Interaktion, wie die Steuerung oder Eingaben, über Smart Glasses erfolgen.
Erfahrungsstufen und Nutzerprofile	Das Assistenzsystem kann die Informationstiefe und den Detailgrad der Anleitungen an die Qualifikation des Nutzers anpassen. Außerdem können individuelle Nutzerprofile angelegt werden, die sich hinsichtlich Funktionsumfang und Erfahrungsstufe auf den Anwender einstellen.
Dokumentation und Kommunikation des Prozessablaufs	Die Prozessdurchführung kann dokumentiert werden, z.B. durch Meldung einer vollständig erfüllten Aufgabe, und zur Sicherstellung einer übergreifenden Informationsversorgung an weitere Prozessteilnehmer und damit verbundene Leitsysteme kommuniziert werden.
Navigation	Neue Mitarbeiter können auf dem Betriebsgelände navigiert werden, um Gebäude oder Arbeitsplätze eigenständig zu finden. Ohne eine entsprechende systemseitige Unterstützung müssen oftmals kundige Mitarbeiter zur Begleitung bereitgestellt werden.
Aufgabenmanagement	Anstehende Aufgaben können flexibel zugewiesen werden, um einen möglichen Leerlauf zu vermeiden.

Die aufgezeigten Kollaborationsfunktionen adressieren somit die Herausforderung einer wachsenden Vernetzung und Zusammenarbeit der Prozessteilnehmer innerhalb von Supply Chains (Kersten et al. 2017; Kohl, Pfretzschner 2018).

Zusammenfassend wird in diesem Kapitel Gestaltungswissen in Form von Gebrauchstauglichkeitskriterien und Kollaborationsfunktionen für eine nutzerorientierte Entwicklung von Smart-Glasses-basierten Assistenzsystemen bereitgestellt. Für die Konstatierung der Gebrauchstauglichkeitskriterien in Form eines Usability-Frameworks, dessen Evaluation im Rahmen einer prototypischen Instanziierung geschah, sowie die Ableitung von Kollaborationsfunktionen werden in Summe drei unterschiedliche Beiträge konsolidiert und zur Beantwortung von FF3 herangezogen.

### 5.3 Theoretische Implikationen

Die vorliegende Dissertation trägt mit Forschungserkenntnissen zur Gestaltung von logistischen Wertschöpfungssystemen mithilfe augmentierter Prozessunterstützung dazu bei, die Wissensbasis der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik zu erweitern. Für die Umsetzung einer augmentierten Prozessunterstützung wurden Smart-Glasses-basierte Assistenzsysteme als nutzenstiftende Trägersysteme für die augmentierte Prozessunterstützung identifiziert (Berkemeier et al. 2019a). Zugleich erweitert die Dissertation die Wissensbasis der Fachdomäne Logistik (und hier speziell der Dienstleistungslogistik) um konkrete Anwendungsfälle für eine augmentierte Prozessunterstützung.

Mit der Beantwortung von Forschungsfrage FF1 liefert Beitrag B1 die Anforderungen zur Gestaltung eines Smart-Glasses-basierten Assistenzsystems innerhalb der Fachdomäne Logistik. Auf Grundlage einer theoretischen Herleitung und einer nachgelagerten empirischen Evaluation werden die erfassten Anforderungen induktiv in Anwendungsfälle aggregiert und transformiert. Die entstandenen Ergebnisse repräsentieren notwendige Funktionen für eine Smart-Glasses-basierte Prozessunterstützung in der Logistik. Zugleich zeigt dieser Beitrag einen methodischen Ansatz zur Identifikation und Spezifikation weiterer Anwendungsfälle auf. Die bereits identifizierten Anwendungsfälle können für eine Branchenübertragung genutzt und entsprechend adaptiert werden. Somit wird die bisherige Wissensbasis um konkrete Anwendungsfälle für den nutzenstiftenden Einsatz von Smart-Glasses-basierten Informationssystemen (Rauschnabel, Ro 2016) erweitert. Darüber hinaus werden in Beitrag B2 branchenübergreifende Anwendungsfälle identifiziert und priorisiert, die einer prototypischen Instanziierung im Rahmen dieser Dissertation dienen. Die priorisierten Anwendungsfälle können für die Gestaltung modularer und branchenübergreifend verwendbarer Systemkomponenten (Kammler et al. 2018) genutzt werden.

Mit der entwickelten Architektur und dem Vorgehensmodell zur Integration und Implementierung einer augmentierten Prozessunterstützung (FF2) liefert der Beitrag B3 evaluierte Forschungserkenntnisse in den Bereichen des Service Systems Engineering. Die prototypisch instanziierte und durch Fokusgruppen evaluierte Architektur für Smart-Glasses-basierte Assistenzsysteme berücksichtigt besonders die Anforderungen aus der Systemlandschaft von Logistikunternehmen an entsprechende Systeme. Diese modulare Architektur steht auch als Grundlage für zukünftige Forschungen und besonders die Übertragung auf andere Fachdomänen zur Verfügung. Zusätzlich wird ein Rahmenwerk für die Implementierung von Smart-Glasses-basierten Assistenzsystemen abgeleitet. Beide Artefakte adressieren somit den Bedarf an konkretem Implementierungswissen für die Adaption und Diffusion Smart-Glasses-basierter IS (Segura, Thiesse 2015).

Die Erkenntnisse aus den Beiträgen B4, B5 und B6 tragen in Kombination zur Beantwortung von FF3 bei. Hierbei wird der Mensch als Anwender in den Mittelpunkt der Entwicklung der augmentierten Prozessunterstützung gestellt. Im ersten Schritt liefert Beitrag B4 hierzu ein Usability-Framework für ein gebrauchstaugliches Smart-Glasses-basiertes Informationssystem. Dieses theoretisch fundierte Rahmenwerk, das an die Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN ISO 9241-11 angelehnt ist, bereichert die Wissensbasis um aktuelle und domänenspezifische Anforderungen. Damit wird der Bedarf an technologiespezifischen Anforderungen und Gestaltungswissen adressiert (Bai, Blackwell 2012). Die abgeleiteten Gestaltungsprinzipien helfen zukünftigen Projekten, den Aspekt der Gebrauchstauglichkeit bereits im Entwicklungsprozess zu berücksichtigen und damit Akzeptanzprobleme zu verhindern (Berkemeier et al. 2017a). Beitrag B5 ergänzt das Rahmenwerk der Gebrauchstauglichkeit durch einen konkreten Evaluationsansatz am Beispiel der Qualitätsprüfung und Do-



kumentation. Auf Basis der prototypischen Instanziierung sowie den Evaluationsergebnissen ergänzen zwölf Gestaltungsprinzipien für ein gebrauchstaugliches Smart-Glasses-basiertes Assistenzsystem die Wissensbasis. Beitrag B5 liefert demnach konkrete Lösungen zu der Frage, wie Smart-Glasses-basierte Assistenzsysteme für eine augmentierte Prozessunterstützung genutzt werden können (Herterich et al. 2015). Zuletzt ergänzt Beitrag B6 diese Dissertation um ein Konzept für eine augmentierte Prozessunterstützung am Beispiel der Einarbeitung von Mitarbeitern sowie um notwendige Kollaborationsfunktionen für die Mensch-Mensch-Interaktion und die Mensch-Maschine-Interaktion. Die prototypische Instanziierung in einem Unternehmen der Logistikbranche erlaubt die Evaluation und Weiterentwicklung der Forschungserkenntnisse hin zu einem Konzept für ein Smart-Glasses-basiertes Assistenzsystem. Die sich ergebende ganzheitliche Prozessunterstützung erweitert den theoretischen Forschungsstand um ein zielführendes modulares Systemkonzept zur Bewältigung zunehmend komplexer und individualisierbarer Dienstleistungsprozesse in der Logistik (von Wehberg 2016).

Auch die durchgeführten prototypischen Instanziierungen eines Systems (FF2 und FF3) stellen, entsprechend Gregor und Hevner (2013), eine Erweiterung der Wissensbasis dar. Die entstandenen Artefakte können als Referenzmodell (Thomas 2006) für die Konzeption und Implementierung entsprechender Systeme in weiteren Projekten oder Organisationen innerhalb der Logistikbranche herangezogen werden. Darüber hinaus dienen die gewonnenen Erkenntnisse als Grundlage für die Übertragung in andere Branchen (Kammler et al. 2018). Die vorliegende Dissertation stellt daher auch Innovationspotenzial außerhalb der Logistikbranche bereit. Hierzu gehören besonders branchenübergreifende Anwendungsfälle für Smart-Glasses-basierte Assistenzsysteme sowie eine Auswahl an branchenübergreifenden Anwendungsfällen (Kortekamp et al. 2019).

Mit der Beantwortung der drei Teilforschungsfragen geht auch die Beantwortung der übergeordneten Hauptforschungsfrage „*Wie können logistische Wertschöpfungs-systeme mittels augmentierter Prozessunterstützung gestaltet werden?*“ einher. Insbesondere wird der Forschungsstand zur Mensch-Computer-Interaktion (Oberquelle 1991) und hier speziell zur Computer-Supported Cooperative Work (Oberquelle 1991; Gesellschaft für Informatik 2019) erweitert. Zusätzlich wird Wissen zur Gestaltung von Dienstleistungssystemen (Böhmann et al. 2014) geschaffen.

#### 5.4 Praktische Implikationen

Die gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik zeichnet sich dadurch aus, dass sie Realweltprobleme durch konkrete Lösungen für den produktiven Einsatz in der Praxis bewältigt (Hevner et al. 2004; Thomas 2006; Österle et al. 2011). Das dieser Dissertation zugrundeliegende Forschungsvorhaben ist geprägt von einer hohen Praxisintegration. Der Grund hierfür liegt in der angewandten Konsortialforschung (Österle, Otto 2010). Charakteristisch für die Logistikbranche sind eine hohe Mitarbeiterfluktuation, stets komplexer werdende und zugleich individualisierbare Prozesse und ein damit einhergehender wachsender Informationsbedarf (Berkemeier et al. 2019b).

Diese Dissertation liefert konkretes Gestaltungswissen für die Konzeption von Smart-Glasses-basierten Assistenzsystemen, die der augmentierten Prozessunterstützung für Mitarbeiter in der Logistik dienen und die Gestaltung nutzenstiftender logistischer Wertschöpfungs-systeme ermöglichen. Entsprechende Systeme assistieren dem Anwender, wodurch dieser den Arbeitsprozess nicht für Informationsabrufe oder anderweitige Kollaborationen unterbrechen muss und beide Hände weiterhin frei benutzen kann (Niemöller et al. 2017a).

Zur Beantwortung von FF1 liefert Beitrag B1 im ersten Schritt konkrete Anwendungsfälle, die von Logistikunternehmen oder Entwicklungsunternehmen für die Auswahl eigener Anwendungsfälle genutzt werden können. Aufgrund der vorgenommenen Priorisierung (Niemöller et al. 2017b) können Unternehmer ausgewählte Anwendungsfälle mit hohem Nutzen bei gleichzeitig geringem Innovations- bzw. Entwicklungsbedarf fokussieren. Mit dem Ziel, die Implementierung einer augmentierten Prozessunterstützung zu beschleunigen und damit verbundene Aufwendungen zu reduzieren, identifiziert Beitrag B2 branchenübergreifende Anwendungsfälle. Durch die Branchenübertragbarkeit (Kammler et al. 2018) wird es Unternehmen und Entwicklungshäusern ermöglicht, branchenfremde Anwendungsfälle mit ähnlichen oder identischen Anforderungen zu identifizieren und ggf. vorhandene Lösungskomponenten auf die eigene Branche zu übertragen.

Beitrag B5 liefert Unternehmen und Entwicklern einen Architekturvorschlag für Smart-Glasses-basierte Assistenzsysteme (FF2a). Die Stärke dieser modularen Architektur liegt in der Berücksichtigung einer Anbindung an die IS eines Logistikdienstleisters. Auf Grundlage der Erfahrungen aus den durchgeführten Instanziierungen liefert Beitrag B5 auch ein Rahmenwerk für die Implementierung entsprechender Systeme (FF2b).

Zur Beantwortung von FF3 liefern die Beiträge B4, B5 und B6 umfangreiche Erfahrungen aus den prototypischen Instanziierungen von Smart-Glasses-basierten Assistenzsystemen in der Praxis. Das abgeleitete Gestaltungswissen in Form von Gebrauchstauglichkeitsprinzipien und Kollaborationsfunktionen unterstützt Entwickler bei der Gestaltung entsprechender Systeme unter Berücksichtigung eines nutzerorientierten Arbeitsplatzes in der Logistik.

## 5.5 Limitationen

Die verwendeten Forschungsmethoden (Kapitel 4.2) zur Beantwortung der Forschungsfragen (Kapitel 4.1) wurden sorgfältig ausgewählt und angewandt. Die Forschungserkenntnisse sind in den sechs eingebrachten Beiträgen publiziert. Die Veröffentlichungen unterlagen einem separaten Begutachtungsprozess (mehrstufig, anonymisiert), wobei die wissenschaftliche Qualität aller sechs eingebrachten Beiträge durch Rankings der Kategorie A, B entsprechend WKWI oder B, C, D nach VHB-Jourqual 3 bestätigt wurden. Wie jede wissenschaftliche Arbeit beinhaltet auch die vorliegende Dissertation inhaltliche und methodische Limitationen, die im Folgenden zusammengefasst werden.

Innerhalb des Forschungsprozesses baute der Autor inhaltlich auf bereits existierende Forschungserkenntnisse auf und verwendete bereits verfügbare Methoden zur Erbringung von neuen Forschungserkenntnissen. Demnach werden ggf. vorhandene Einschränkungen der genutzten Artefakte weiter mitgeführt. Dies gilt auch für die hier forcierte Technologiegruppe der Smart Glasses. So sind die prototypischen Instanziierungen auf Grundlage von zwei Smart-Glasses-Produkten entstanden, der Vuzix M100 und der Vuzix M300 (Vuzix 2019). Die ergonomischen und funktionalen Einschränkungen der jeweils eingesetzten Hardware wurden übernommen, wodurch Einflüsse auf die durchgeführten Evaluationen und hier besonders die Gebrauchstauglichkeit der getesteten IS nicht auszuschließen sind. Ebenfalls ist festzustellen, dass die Entwicklung von AR-Glasses stetig voranschreitet und neue Produkte die Marktreife erreichen. Die Beschreibung von Funktionalitäten und existierenden Beschränkungen ist daher als Momentaufnahme zu verstehen. Dies gilt beispielsweise für die getesteten Mikrofonsysteme und darauf aufbauende Sprachsteuerungen und die getesteten Kamerasysteme, die zumindest mit der hier verwendeten Hardwareauswahl punktuell zu Limitationen in den jeweiligen Anwendungsfällen geführt haben.

Auch das für die Dissertation gewählte methodische Vorgehen unterliegt Limitationen. Die gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik zeichnet sich durch die überwiegende Verwendung von qualitativen Forschungsmethoden aus. Daher wird auch das Methodenspektrum dieser Dissertation (Kapitel 4.2) von qualitativen Methoden geprägt. Damit einhergehend ergibt sich im Fall von geringen Stichprobengrößen das Risiko der Subjektivität von abgeleiteten Aussagen und darauf aufbauenden Artefakten. Eine Ergänzung des hier verwendeten Methodenspektrums um quantitative Forschungsmethoden würde die aufgezeigten Ergebnisse weiter validieren. Zusätzlich würde die Verwendbarkeit und Skalierbarkeit der aufgezeigten Forschungserkenntnisse verbessert. Zuletzt ist festzustellen, dass der zeitliche Rahmen der Dissertation und des zugrundeliegenden Forschungsvorhabens eingeschränkt ist. Die aufgestellten Aussagen und die gesammelten Erfahrungen lassen keine Schlussfolgerungen zur langfristigen Anwendung einer augmentierten Prozessunterstützung in der Praxis zu.

## 6 Zusammenfassung

Im Rahmen der Dissertation wurden logistische Wertschöpfungssysteme durch augmentierte Prozessunterstützung mithilfe von Smart-Glasses-basierten Assistenzsystemen gestaltet. Dazu wurden (1) logistische und branchenübergreifende nutzenstiftende Anwendungsfälle identifiziert. Zusätzlich wurden (2) eine Systemarchitektur zur Einbindung entsprechender Assistenzsysteme unter Berücksichtigung der vorhandenen IT-Landschaft von Logistikunternehmen und ein Implementierungsrahmenwerk konzipiert. Abschließend wurde (3) Gestaltungswissen für die nutzerorientierte Entwicklung entsprechender IS aggregiert. Hierbei wird auf den gebrauchstauglichen Einsatz von Smart-Glasses-basierten Assistenzsystemen und auf die Kollaboration von Anwendern innerhalb der Wertschöpfungssysteme fokussiert. Das Vorhaben bewegt sich entsprechend Österle et al. (2011) primär in den Phasen der Analyse, Gestaltung und Evaluation der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik. Inhaltliche Orientierung erfährt die Dissertation durch die in Kapitel 4.1 aufgestellten Forschungsfragen.

Mit Beantwortung der FF1 wurden aktuelle nutzenstiftende Anwendungsfälle für Smart-Glasses-basierte Assistenzsysteme in der Logistik konzipiert. Diese wurden systematisch identifiziert, induktiv aggregiert und im Rahmen einer Multiple Case Study evaluiert. In Ergänzung wurden branchenübergreifende Anwendungsfälle identifiziert und nachgelagert induktiv kategorisiert. Zu deren Interpretation wird eine Priorisierung mit dem Ziel der Branchenübertragung abgeleitet. Dabei wurden die Prozessunterstützung, die Dokumentation und die Mitarbeiterschulung als Anwendungsfälle von hoher branchenübergreifender Relevanz identifiziert. Aufbauend auf den zur Beantwortung von FF1 definierten Anwendungsfällen wurde für FF2 eine modulare Architektur zur Gestaltung entsprechender Assistenzsysteme unter Berücksichtigung der vorhandenen IT-Landschaft vorgestellt. Dazu wurden Anforderungen definiert, aus denen ein Architekturentwurf abgeleitet wurde. Durch die prototypische Instanziierung und Fokusgruppen mit Anwendern konnte die modulare Architektur verbessert werden. Abschließend wurden die Erfahrungen aus einer Vielzahl an Instanziierungen aggregiert und in Form eines Rahmenwerks zur Gestaltung und Einführung von Smart-Glasses-basierten Assistenzsystemen in der Logistik weiterentwickelt. Zuletzt wurden für die Beantwortung von FF3 Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit einer augmentierten Prozessunterstützung in der Logistik erhoben. Diese wurden zu insgesamt zwölf Gestaltungskriterien transformiert und für die Konzeption bzw. Implementierung von drei unterschiedlichen Prototypen (Qualitätsprüfung, Pro-

zessführung, Einarbeitung von Mitarbeitern) herangezogen. Dabei wurden (1) die Akzeptanz, (2) die Gebrauchstauglichkeit und (3) die Prozessführung als zentrale Entwicklungsfelder eines nutzenstiftenden Smart-Glasses-basierten Assistenzsystems identifiziert.

Dennoch ist die Erforschung von Smart-Glasses-basierten Assistenzsystemen zur Gestaltung einer augmentierten Prozessunterstützung innerhalb logistischer Wertschöpfungs-systeme nicht abgeschlossen. So liefert die vorliegende Dissertation eine Vielzahl an Artefakten für den praktischen Einsatz von Smart-Glasses-basierten Assistenzsystemen, die Ansatzpunkte für weitere Wissenschaftler und deren Forschungen sein können. Der Fokus dieser Arbeit liegt auf der Unterstützung von logistischen Geschäftsprozessen und dem Mitarbeiter im Mittelpunkt des logistischen Arbeitsplatzes. Als zukünftig vielversprechendes Forschungsfeld ist daher die tiefere Anwendung von Kollaborationsfunktionen (Mensch-Mensch-Kollaboration und Mensch-Maschine-Kollaboration) anzusehen. Mit Blick auf die weitere Forschung hält der Autor auch die Übertragung der erbrachten Forschungserkenntnisse auf weitere Anwendungsgebiete oder Branchen für zielführend (Kortekamp et al. 2019). Aufgrund einer stetig wachsenden Integration von produzierenden Unternehmen und Logistikdienstleistern besteht besonders in dem Umfeld des produzierenden Gewerbes und der Supply Chains ein vielversprechendes Potenzial zur Übertragung der entwickelten Lösungskomponenten (Werning et al. 2019b). Hierzu gehören die Prozessunterstützung, die Qualitätskontrollen und die Dokumentation, aber auch die Schulung von Mitarbeitern. Zusätzlich sollten Erfahrungsstufen von Nutzern in der Visualisierung und im Funktionsangebot berücksichtigt werden (Werning et al. 2019a). Zuletzt empfiehlt der Autor bei der Konzeption von Lösungskomponenten die Verwendung zusätzlicher Wearables für spezifische Aufgabenstellungen (White et al. 2014). So ist zum Beispiel die zusätzliche Anbindung von Barcodescannern als zielführend zu bezeichnen, um aktuelle Limitationen von AR-Glasses als Hardwareplattform zu umgehen. Ebenfalls denkbar ist die Anbindung von Handhelds, um die Interaktion mit den Assistenzsystemen weiter zu verbessern.

## 7 Literatur

- Abele, E.; Reinhart, G. (2011): *Zukunft der Produktion*. München, Carl Hanser Verlag.
- Ayyagari, R.; Grover, V.; Russell, P. (2011): *Technostress: Technological Antecedents and Implications*. MIS Quarterly 4 (35): 831–858.
- Bai, Z.; Blackwell, A. F. (2012): *Analytic review of usability evaluation*. Interacting with Computers 6 (24): 450–460.
- Bechtle; SAP (2016): *Smarte Brillen optimieren Lagerlogistik*. it&t business (02-03/2016): 27–28.
- Becker, J.; Holten, R.; Knackstedt, R.; Niehaves, B. (2004): *Epistemologische Positionierungen in der Wirtschaftsinformatik am Beispiel einer konsensorientierten Informationsmodellierung*. In: Frank, U. (Hrsg.): *Wissenschaftstheorie in Ökonomie und Wirtschaftsinformatik – Theoriebildung und -bewertung, Ontologien, Wissensmanagement*. Wiesbaden, Deutscher Universitätsverlag, 335–366.
- Berkemeier, L.; McGuire, M.-R.; Steinmann, S.; Niemöller, C.; Thomas, O. (2017a): *Datenschutzrechtliche Anforderungen an Smart Glasses-basierende Informationssysteme in der Logistik*. In: Eibl, M.; Gaedke, M. (Hrsg.): *Informatik 2017*. Chemnitz, Lecture Notes in Informatics (LNI), 1037–1048.
- Berkemeier, L.; Werning, S.; Zobel, B.; Ickerott, I.; Thomas, O. (2017b): *Der Kunde als Dienstleister: Akzeptanz und Gebrauchstauglichkeit von Smart Glasses im Self-Service*. HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik 6 (54): 781–794.
- Berkemeier, L.; Zobel, B.; Werning, S.; Hinrichs, U.; Ickerott, I.; Thomas, O. (2019a): *Introducing Smart Glasses to Logistics Services Providers: A Single Case Study from a Wholesale Warehouse*. In: Stich, V.; Schumann, J.H.; Beverungen, D.; Gudergan, G.; Jussen, P. (Hrsg.): *Digitale Dienstleistungsinnovationen Smart Services agil und kundenorientiert entwickeln*. Springer Vieweg.
- Berkemeier, L.; Zobel, B.; Werning, S.; Ickerott, I.; Thomas, O. (2019b): *Engineering of Augmented Reality-Based Information Systems*. Business & Information Systems Engineering 1 (61): 67–89.
- Bogner, A.; Littig, B.; Menz, W. (2009): *Interviewing Experts*. Palgrave Macmillan UK.
- Böhmman, T.; Leimeister, J.M.; Möslin, K. (2014): *Service Systems Engineering*. Business & Information Systems Engineering 2 (6): 73–79.
- Brooke, J. (1996): *SUS: A quick and dirty usability scale*. In: Jordan, P. W.; Thomas, B.; Weerdmeester, B. A.; McClelland, I. L. (Hrsg.): *Usability Evaluation in Industry*. London, UK, Taylor & Francis, 189–194.
- Bundesagentur für Arbeit (2018): *Der Arbeitsmarkt in Deutschland 2017*. Berichte: Blickpunkt Arbeitsmarkt. Nürnberg.
- Bundesvereinigung Logistik (2018a): *Logistik – Bedeutung für die deutsche Wirtschaft*. <https://www.bvl.de/service/zahlen-daten-fakten/umsatz-und-beschaeftigung>. Abruf am 11.1.2019.
- Bundesvereinigung Logistik (2018b): *Das Logistikjahr 2019 – eine qualitative und quantitative Prognose der Logistikweisen*. <https://www.bvl.de/blog/logistikjahr-2019/>. Abruf am 1.1.2020.
- Chung, G.; Gesing, B.; Chaturvedi, K.; Bodenbrenner, P. (2018): *DHL Logistics Trend Radar, Version 2018/19*. <https://www.dhl.com/content/dam/dhl/global/core/documents/pdf/glo-core-trend-radar-widescreen.pdf>. Abruf am 1.1.2020.
- Czernin, J.; Schocke, K.-O. (2016): *Handlungsfelder der Personalarbeit in der Logistik – Studienbericht*. Frankfurt.
- Deutscher Speditions- und Logistikverband (2015): *Zahlen · Daten · Fakten aus Spedition und Logistik*. [https://www.dslv.org/dslv/web.nsf/id/pa\\_de\\_zdf.html](https://www.dslv.org/dslv/web.nsf/id/pa_de_zdf.html). Abruf am 1.1.2020.
- Dybå, T.; Dingsøy, T. (2008): *Empirical studies of agile software development: A systematic review*. Information and Software Technology 9–10 (50): 833–859.

- Eberhard, K. (1999): *Einführung in die Erkenntnis- und Wissenschaftstheorie*. 2. Auflage. Stuttgart, Verlag W. Kohlhammer.
- Eurostat (2019): *Umsatz nach Wirtschaftszweig (NACE) für das Jahr 2016*. <https://ec.europa.eu/eurostat/de/web/structural-business-statistics/data>. Abruf am 1.1.2020.
- Fettke, P. (2006): *State-of-the-Art des State-of-the-Art*. WIRTSCHAFTSINFORMATIK 4 (48): 257.
- Frohn, J. (2006): *Mehrwertleistungen in der Kontraktlogistik. (German)*. University of St. Gallen, Business Dissertations 3210.
- Gesellschaft für Informatik (2019): *Fachgruppe: Computer-Supported Cooperative Work*. <https://fg-cscw.gi.de/>. Abruf am 3.6.2019.
- Gregor, S.; Hevner, A. R. (2013): *Positioning and presenting design science research for maximum impact*. Management Information Systems Quarterly 2 (37): 337–355.
- Haufe Online Redaktion (2018): *Mitarbeiterfluktuation in Deutschland*. [https://www.haufe.de/personal/hr-management/fluktuation-wechselbereitschaft-der-arbeitnehmer-steigt\\_80\\_193940.html](https://www.haufe.de/personal/hr-management/fluktuation-wechselbereitschaft-der-arbeitnehmer-steigt_80_193940.html). Abruf am 18.2.2019.
- Heiserich, O.-E.; Helbig, K.; Ullmann, W. (2011): *Logistik – Eine praxisorientierte Einführung*. 4. Auflage. Wiesbaden, Gabler Verlag.
- Herterich, M. M.; Peters, C.; Uebernickel, F.; Brenner, W.; Neff, A. A. (2015): *Mobile Work Support for Field Service: A Literature Review and Directions for Future Research*. Proceedings of the Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik (WI 2015): 134–148.
- Hevner, A. R.; March, S. T.; Park, J.; Ram, S. (2004): *Design science in information systems research*. Management Information Systems Quarterly 1 (28): 75–105.
- Hobert, S.; Schumann, M. (2017): *Enabling the Adoption of Wearable Computers in Enterprises – Results of Analyzing Influencing Factors and Challenges in the Industrial Sector*. Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS). 4276–4285.
- Ickerott, I. (2007): *Agentenbasierte Simulation für das Supply Chain Management*. In: Hoppe, U.; Rieger, B.; Teuteberg, F.; Witte, T. (Hrsg.): *Schriften des Instituts für Informationsmanagement und Unternehmensführung (IMU)*. 2. Auflage. Köln, Josef Eul Verlag.
- Kalogerakis, K. (2010): *Innovative Analogien in der Praxis der Produktentwicklung*. Wiesbaden, Gabler.
- Kalogerakis, K.; Lüthje, C.; Herstatt, C. (2010): *Developing Innovations Based on Analogies: Experience from Design and Engineering Consultants*. Journal of Product Innovation Management 3 (27): 418–436.
- Kammler, F.; Berkemeier, L.; Zarvić, N.; Zobel, B.; Thomas, O. (2018): *Smart Glasses Applications – Branchenübertragbarkeit und Cross Innovation*. In: Thomas, O.; Metzger, D.; Niegemann, H. (Hrsg.): *Digitalisierung in der Aus- und Weiterbildung: Virtual und Augmented Reality für Industrie 4.0*. Berlin, Heidelberg, Springer, 211–222.
- Kersten, W.; Seiter, M.; von See, B.; Hackius, N.; Maurer, T. (2017): *Trends und Strategien in Logistik und Supply Chain Management – Chancen der digitalen Transformation*.
- Kille, C.; Meißner, M. (2019): *Logistik 2019 – HERAUSFORDERUNGEN IN ZEITEN GLOBALER VERÄNDERUNGEN*. <http://www.logistikweisen.de/wAssets/docs/ergebnisbericht-logistikjahr-2019.pdf>. Abruf am 1.1.2020.
- Kohl, A.; Pfrezschner, F. (2018): *Logistikmonitor 2018: Der Wirtschaftszweig in Zahlen*. [https://www.bvl.de/files/1951/1988/2128/Logistikmonitor\\_2018\\_-\\_Der\\_Wirtschaftszweig\\_in\\_Zahlen.pdf](https://www.bvl.de/files/1951/1988/2128/Logistikmonitor_2018_-_Der_Wirtschaftszweig_in_Zahlen.pdf). Abruf am 01.01.2020.
- Kortekamp, S.; Werning, S.; Ickerott, I.; Thomas, O. (2019): *The future of digital work – use cases for augmented reality glasses*. Proceedings of the 27th European Conference on Information Systems (ECIS). Stockholm & Uppsala, Sweden.

- Lippold, D. (2017): *Marktorientierte Unternehmensführung und Digitalisierung – Management im digitalen Wandel*. Berlin, Walter de Gruyter.
- Maguire, M. (2014): *Socio-technical systems and interaction design – 21st century relevance*. JERG 2 (45): 162–170.
- Mayring, P. (2002): *Einführung in die qualitative Sozialforschung: Eine Anleitung zu qualitativem Denken*. Weinheim, Beltz.
- Mayring, P. (2010): *Qualitative Inhaltsanalyse*. Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie. Wiesbaden, VS Verlag für Sozialwissenschaften, 601–613.
- McDonald, S. (2005): *Studying actions in context: a qualitative shadowing method for organizational research*. Qualitative Research 4 (5): 455–473.
- McKinsey&Company (2018): *Travel and logistics: Data drives the race for customers*. <https://www.mckinsey.de/~ /media/mckinsey/locations/europe%20and%20middle%20east/deutschland/news/presse/2018/2018-07-12/travel-and-logistics-data-drives-the-race-for-customers.ashx>. Abruf am 1.1.2020.
- Misoch, S. (2015): *Qualitative Interviews*. Berlin, de Gruyter Oldenbourg.
- Möller, K. (2006): *Unternehmensnetzwerke und Erfolg – Eine empirische Analyse von Einfluss- und Gestaltungsfaktoren*. Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung 8 (58): 1052–1077.
- Myers, M. (2009): *Qualitative Research in Business & Management*. London, UK, Sage Publications Ltd.
- Nambu, R.; Kimoto, T.; Morita, T.; Yamaguchi, T. (2016): *Integrating Smart Glasses with Question-Answering Module in Assistant Work Environment*. Procedia Computer Science (96): 1772–1781.
- Niemöller, C.; Metzger, D.; Fellmann, M.; Özcan, D.; Thomas, O. (2016): *Shaping the Future of Mobile Service Support Systems – Ex-Ante Evaluation of Smart Glasses in Technical Customer Service Processes*. In: Mayr, H. C.; Pinzger, M. (Hrsg.): *Informatik von Menschen für Menschen (Informatik 2016)*. Klagenfurt, Österreich, LNI 259, 753–767.
- Niemöller, C.; Metzger, D.; Thomas, O. (2017a): *Design and Evaluation of a Smart-Glasses-based Service Support System*. In: Leimeister, J. M.; Brenner, W. (Hrsg.): *Wirtschaftsinformatik 2017*. St. Gallen, Schweiz, AISel, 106–120.
- Niemöller, C.; Metzger, D.; Thomas, O.; Ickerott, I.; Till, S.; Mollen, T.; Neumann, T.; Hucke, S. (2015): *Smart Glasses zur Unterstützung von Logistikdienstleistungen*. Productivity 5 (20): 13–16.
- Niemöller, C.; Zobel, B.; Berkemeier, L.; Metzger, D.; Werning, S.; Adelmeyer, T.; Ickerott, I.; Thomas, O. (2017b): *Sind Smart Glasses die Zukunft der Digitalisierung von Arbeitsprozessen? Explorative Fallstudien zukünftiger Einsatzszenarien in der Logistik*. In: Leimeister, J. M.; Brenner, W. (Hrsg.): *13th International Conference on Wirtschaftsinformatik (WI 2017)*. St. Gallen, Schweiz, 410–424.
- Oates, B. J. (2006): *Researching Information Systems and Computing*. London, UK, SAGE Publications.
- Obermaier, R. (2016): *Industrie 4.0 als unternehmerische Gestaltungsaufgabe*. Wiesbaden, Springer Gabler.
- Oberquelle, H. (1991): *MCI – Quo vadis ? Perspektiven für die Gestaltung und Entwicklung der Mensch-Computer-Interaktion*. In: Ackermann, D. & Ulich, E. (Hrsg.), *Software-Ergonomie '91: Benutzerorientierte Software-Entwicklung*. Stuttgart, B.G.Teubner. 9–24.
- Österle, H.; Becker, J.; Frank, U.; Hess, T.; Karagiannis, D.; Krcmar, H.; Loos, P.; Mertens, P.; Oberweis, A.; Sinz, E. J. (2011): *Memorandum on design-oriented information systems research*. European Journal of Information Systems 20: 7–10.
- Österle, H.; Otto, B. (2010): *Konsortialforschung: Eine Methode für die Zusammenarbeit von Forschung und Praxis in der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatikforschung*. Business and Information Systems Engineering 5 (52): 273–285.

- Paetsch, F.; Eberlein, A.; Maurer, F. (2003): *Requirements Engineering and Agile Software Development*. Twelfth IEEE International Workshop on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises.
- Palvia, P.; Leary, D.; Mao, E.; Midha, V.; Pinjani, P.; a. F. Salam (2004): *Research Methodologies in MIS: An Update*. Communications of the Association for Information Systems 1 (14): 526–542.
- Peffer, K.; Tuunanen, T.; Rothenberger, M. a.; Chatterjee, S. (2008): *A Design Science Research Methodology for Information Systems Research*. Journal of Management Information Systems 3 (24): 45–77.
- Pfohl, H.-C. (2018): *Logistiksysteme: Betriebswirtschaftliche Grundlagen*. 9. Auflage. Berlin, Heidelberg, Springer.
- Plutz, M. (2015): *Gastkommentar / Datenbrillen: Neuer Blick*. Logistik Heute (6): 61.
- PwC (2019): *Five Forces Transforming Transport & Logistics – Trend Book 2019*. <https://www.pwc.com/hu/hu/kiadvanyok/assets/pdf/transport-logistics-trendbook-2019-en.pdf>. Abruf am 1.1.2020.
- Rauschnabel, P. A.; Ro, Y. K. (2016): *Augmented reality smart glasses: an investigation of technology acceptance drivers*. International Journal of Technology Marketing (11): 1–26.
- Recker, J. (2013): *Scientific Research in Information Systems: A Beginner's Guide*. Heidelberg, New York, Dordrecht, London, Springer.
- Richter, A.; Heinrich, P.; Stocker, A.; Unzeitig, W. (2015): *Der Mensch im Mittelpunkt der Fabrik von morgen*. HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik 5 (52): 690–712.
- Scheer, A.-W. (1990): *Beschreibung von Informationssystemen*. Wirtschaftsinformatik: Informationssysteme im Industriebetrieb. Berlin, Heidelberg, Springer, 1–71.
- Schulte, C. (2016): *Logistik – Wege zur Optimierung der Supply Chain*. 7. Auflage. München, Vahlen Verlag.
- Schumann, S. (2012): *Repräsentative Umfrage: Praxisorientierte Einführung in empirische Methoden und statistische Analyseverfahren*. 6. Auflage. München, Oldenbourg Verlag.
- Schwantzer, S. (2018): *Konzeption und Implementierung eines Smart-Glasses-basierten Informationssystems für technische Dienstleistungen*. Digitalisierung in der Aus- und Weiterbildung: 94–112.
- Segura, S.; Thiesse, F. (2015): *Extending UTAUT2 to Explore Pervasive Information Systems*. Proceedings of the European Conference on Information Systems (ECIS 2015). Paper 154.
- Spath, D. (2013): *Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0*. Stuttgart.
- Stocker, A.; Brandl, P.; Michalczuk, R.; Rosenberger, M. (2014): *Mensch-zentrierte IKT-Lösungen in einer Smart Factory*. e & i Elektrotechnik und Informationstechnik 7 (131): 207–211.
- Sucky, E. (2004): *Koordination in Supply Chains*. Wiesbaden, Deutscher Universitätsverlag.
- Thomas, O. (2006): *Management von Referenzmodellen – Entwurf und Realisierung eines Informationssystems zur Entwicklung und Anwendung von Referenzmodellen*. Berlin, Logos Verlag.
- Thomas, O.; Metzger, D.; Niegemann, H. (Hrsg) (2018): *Digitalisierung in der Aus- und Weiterbildung: Virtual und Augmented Reality für Industrie 4.0*. Wiesbaden, Springer Gabler.
- United Nations Statistics Division (2018): *International Standard Industrial Classification of All Economic Activities (ISIC)*. Rev. 4. Auflage. UN.
- Venkatesh, V.; Morris, M. G.; Davis, G. B.; Davis, F. D. (2003): *User Acceptance of Information Technology: Towards a Unified View*. MIS Quarterly 3 (27): 425–478.
- Vuzix (2019): *Vuzix M300 Smart Glasses*. <https://www.vuzix.com/Products/m300-smart-glasses>. Abruf am 6.6.2019.



- Wannenwetsch, H. (2010): *Service-, Marketing- und Dienstleistungs-Logistik*. Integrierte Materialwirtschaft und Logistik: Beschaffung, Logistik, Materialwirtschaft und Produktion. Berlin, Heidelberg, Springer, 361–377.
- Webster, J.; Watson, R. T. (2002): *Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review*. MIS Quarterly 2(26): xiii–xxiii.
- von Wehberg, G. G. (2016): *Logistik 4.0 – die sechs Säulen der Logistik in der Zukunft*. In: Göpfert, I. (Hrsg.): *Logistik der Zukunft – Logistics for the Future*. Wiesbaden, Springer Fachmedien, 319–344.
- Werning, S.; Berkemeier, L.; Zobel, B.; Fitte, C.; Ickerott, I.; Thomas, O. (2019a): *Smart Glasses als Assistenzsystem in der betrieblichen Einarbeitung*. HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik 3 (56): 612–627.
- Werning, S.; Berkemeier, L.; Zobel, B.; Ickerott, I.; Thomas, O. (2019b): *Der Kunde als Dienstleister in der Supply Chain: Akzeptanz und Gebrauchstauglichkeit von Smart-Glasses-Systemen im Self-Service*. In: Robra-Bissantz, S.; Lattermann, C. (Hrsg.): *Digital Customer Experience*. HMD. Wiesbaden, Springer Vieweg, 197–211.
- White, J.; Edmondson, J.; Anderson, W. (2014): *Next Generation Mobile Computing*. Next Generation Mobile Computing 2 (31): 44–47.
- Wilde, T.; Hess, T. (2006): *Methodenspektrum der Wirtschaftsinformatik: Überblick und Portfoliobildung*. Arbeitsbericht, Institut für Wirtschaftsinformatik und Neue Medien der Ludwig-Maximilians-Universität München 2/2006.
- Wilde, T.; Hess, T. (2007): *Forschungsmethoden der Wirtschaftsinformatik*. WIRTSCHAFTSINFORMATIK 4 (49): 280–287.
- Wingert, G. M. (1997): *Wettbewerbsvorteile durch Lieferantenintegration*. Wiesbaden, Deutscher Universitätsverlag.
- WKWI; GI FB WI (2011): *Profil der Wirtschaftsinformatik*. <https://www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de/lexikon/uebergreifendes/Disziplinen%20der%20WI/Wirtschaftsinformatik/profil-der-wirtschaftsinformatik>. Abruf am 1.1.2020.
- Yin, R. K. (2009): *Case Study Research: Design and Methods*. 4. Auflage. Thousand Oaks, CA, USA, Sage.
- Zanker, C. (2018): *Branchenanalyse Logistik. Der Logistiksektor zwischen Globalisierung, Industrie 4.0 und Online-Handel*. Düsseldorf.
- Zobel, B.; Berkemeier, L.; Werning, S.; Thomas, O. (2016): *Augmented Reality am Arbeitsplatz der Zukunft: Ein Usability-Framework für Smart Glasses*. In: Mayr, H. C.; Pinzger, M. (Hrsg.): *Informatik von Menschen für Menschen (Informatik 2016)*. Lecture Notes in Informatics (LNI 259). Klagenfurt, Österreich, 46: 1727–1740.
- Zobel, B.; Werning, S.; Berkemeier, L.; Thomas, O. (2018a): *Augmented- und Virtual-Reality-Technologien zur Digitalisierung der Aus- und Weiterbildung – Überblick, Klassifikation und Vergleich*. In: Thomas, O.; Metzger, D.; Niegemann, H. (Hrsg.): *Digitalisierung in der Aus- und Weiterbildung*. Wiesbaden, Springer Gabler, 20–34.
- Zobel, B.; Werning, S.; Metzger, D.; Thomas, O. (2018b): *Augmented und Virtual Reality: Stand der Technik, Nutzenpotenziale und Einsatzgebiete*. In: de Witt, C.; Gloerfeld, C. (Hrsg.): *Handbuch Mobile Learning*. Wiesbaden, Springer Fachmedien, 123–140.

## **Teil B – Einzelbeiträge**

## Beitrag 1: Sind Smart Glasses die Zukunft der Digitalisierung von Arbeitsprozessen? Explorative Fallstudien zukünftiger Einsatzszenarien in der Logistik

Titel	Sind Smart Glasses die Zukunft der Digitalisierung von Arbeitsprozessen? Explorative Fallstudien zukünftiger Einsatzszenarien in der Logistik
Autoren	Christina Niemöller Benedikt Zobel Lisa Berkemeier Dirk Metzger <b>Sebastian Werning</b> Thomas Adelmeyer Ingmar Ickerott Oliver Thomas
Publikationsorgan	13. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik (WI 2017)
Ranking	WKWI: A / VHB JQ3: C
Status	Veröffentlicht
Bibliographische Information	Niemöller, C.; Zobel, B.; Berkemeier, L.; Metzger, D.; <b>Werning, S.</b> ; Adelmeyer, T.; Ickerott, I.; Thomas, O. (2017): Sind Smart Glasses die Zukunft der Digitalisierung von Arbeitsprozessen? Explorative Fallstudien zukünftiger Einsatzszenarien in der Logistik. In: Leimeister, J. M.; Brenner, W. (Hrsg.): Proceedings of 13. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik (WI 2017), St. Gallen, Schweiz. AISel, S. 410-424.
Zusammenfassung	Die Einführung von Smart Glasses eröffnet neue Chancen für die Gestaltung zukünftiger Arbeitsprozesse. Bisher sind diese Technologien wenig erforscht und werden nur experimentell hinsichtlich einzelner Aspekte untersucht. Zur Priorisierung zukünftiger Forschungsthemen und Identifikation relevanter Problemstellungen für den Bereich der Wirtschaftsinformatik wurden daher explorative Fallstudien mit zwei Logistikdienstleistern durchgeführt. Zur Ermittlung relevanter Einsatzszenarien wurde eine Triangulation aus Experteninterviews, Beobachtungen und Fokusgruppen gewählt und durch eine systematische Literaturrecherche ergänzt. Die 36 resultierenden Anwendungsfälle wurden mithilfe einer Umfrage priorisiert und auf Basis ihrer qualitativen Aussagen bzgl. der Herausforderungen analysiert. Die Ergebnisse des Beitrags sind (1) Einsatzszenarien für Smart Glasses in der Logistik sowie (2) daraus abgeleitete Forschungsthemen für die Wirtschaftsinformatik. Somit leistet diese Studie einen Beitrag zur Forschung im Bereich des ganzheitlichen Designs von Dienstleistungssystemen und zukünftiger Aufgaben digitaler Arbeit.
Identifikation	-/-
Link	<a href="https://aisel.aisnet.org/wi2017/track04/paper/3/">https://aisel.aisnet.org/wi2017/track04/paper/3/</a>
Copyright	„Das Copyright verbleibt bei den Autoren“ (Copyright-Vereinbarung der WI 2017-Website: <a href="http://wi2017.ch/de/submission">http://wi2017.ch/de/submission</a> )

**Tab. 6.** Factsheet Beitrag 1

## Beitrag 2: The Future of Digital Work – Use Cases for Augmented Reality Glasses

---

Titel	The Future of Digital Work – Use Cases for Augmented Reality Glasses
Autoren	Sarah Kortekamp <b>Sebastian Werning</b> Ingmar Ickerott Oliver Thomas
Publikationsorgan	27th European Conference on Information Systems, (ECIS2019)
Ranking	WKWI: A / VHB JQ3: B
Status	Veröffentlicht
Bibliographische Information	Kortekamp, S.; <b>Werning, S.</b> ; Ickerott, I.; Thomas, O. (2019): The future of digital work – use cases for augmented reality glasses. In: Proceedings of the 27th European Conference on Information Systems (ECIS), Stockholm & Uppsala, Sweden. <a href="https://aisel.aisnet.org/ecis2019_rp/165">https://aisel.aisnet.org/ecis2019_rp/165</a>
Zusammenfassung	Microsoft’s HoloLens enables true augmented reality (AR) by placing virtual objects within the real world. This paper aims at presenting trades (based on ISIC) that can benefit from AR as well as possible use cases. Firstly, the authors conducted a systematic literature search to identify relevant papers. Six databases (including EBSCOhost, ScienceDirect and SpringerLink) were scanned for the term “HoloLens”. Out of 680 results, two researchers identified 150 articles as thematically relevant. Secondly, these papers were analysed utilising qualitative content analysis. Findings reveal 26 trades where AR glasses are in use for practice or research purposes. The most frequent are human health, education and research. In addition, we provide a catalogue of 7 main use cases, such as Process Guidance or Data Access and Visualisation as well as 27 sub use cases addressing corresponding functionalities in more detail. The results of this paper are trades and application scenarios for AR glasses. Thus, this article contributes to research in the field of service systems design, especially AR glasses-based service systems, and provides evidence for the future of digital work.
Identifikation	-/-
Link	<a href="https://aisel.aisnet.org/ecis2019_rp/165">https://aisel.aisnet.org/ecis2019_rp/165</a>
Copyright	„For all papers accepted into ECIS2019, authors of accepted papers will retain copyright.“ (Copyright-Vereinbarung der ECIS 2019-Website: <a href="http://ecis2019.eu/information-to-authors">http://ecis2019.eu/information-to-authors</a> )

---

Tab. 7. Factsheet Beitrag 2

### Beitrag 3: Engineering of Augmented Reality-Based Information Systems: Design and Implementation for Intralogistics Services

---

Titel	Engineering of Augmented Reality-Based Information Systems: Design and Implementation for Intralogistics Services
Autoren	Lisa Berkemeier Benedikt Zobel <b>Sebastian Werning</b> Ingmar Ickerott Oliver Thomas
Publikationsorgan	Business and Information Systems Engineering (BISE), Nr. 61/1
Ranking	WKWI: A / VHB JQ3: B
Status	Veröffentlicht
Bibliographische Information	Berkemeier, L.; Zobel, B.; <b>Werning, S.</b> ; Ickerott, I.; Thomas, O. (2019): Engineering of Augmented Reality-Based Information Systems: Design and Implementation for Intralogistics Services. In: Business and Information Systems Engineering (BISE) (61): 67–89.
Zusammenfassung	The development of augmented reality glasses is still ongoing and faces barriers in diffusion and concerns about their impact on users, organizations and society. This research aims to find sufficient solutions for this struggling digital innovation and to provide guidance for the implementation of augmented reality glasses in design-oriented projects. During a three-year consortium research, acceptance and privacy are identified as major phenomena that influence the adoption of augmented reality glasses in the logistics domain. To forge ahead digital innovation research, the focus of the presented research lies on the diffusion of this technology with design knowledge for the development of augmented reality glasses-based systems. Evidence and artifacts are contributed to the still-limited knowledge base of augmented reality glasses-based system design from a domain-specific instantiation and an implementation framework.
Identifikation	DOI: 10.1007/s12599-019-00575-6 Print ISSN: 2363-7005 Online ISSN: 1867-0202
Link	<a href="https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12599-019-00575-6">https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12599-019-00575-6</a>
Copyright	Copyright © 2019, Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature

---

Tab. 8. Factsheet Beitrag 3

## Beitrag 4: Augmented Reality am Arbeitsplatz der Zukunft: Ein Usability-Framework für Smart Glasses

---

Titel	Augmented Reality am Arbeitsplatz der Zukunft: Ein Usability-Framework für Smart Glasses
Autoren	Benedikt Zobel Lisa Berkemeier <b>Sebastian Werning</b> Ingmar Ickerott Oliver Thomas
Publikationsorgan	Informatik 2016. Lecture Notes in Informatics (LNI 259)
Ranking	WKWI: B / VHB JQ3: C
Status	Veröffentlicht
Bibliographische Information	Zobel, B.; Berkemeier, L.; <b>Werning, S.</b> ; Thomas, O. (2016): Augmented Reality am Arbeitsplatz der Zukunft: Ein Usability-Framework für Smart Glasses. In: Mayr, H. C.; Pinzger, M. (Hrsg.): Informatik von Menschen für Menschen (Informatik 2016), Klagenfurt, Österreich. Lecture Notes in Informatics (LNI 259), S. 1727-1740.
Zusammenfassung	Mobile Endgeräte werden immer präsenter. Insbesondere für nicht-stationäre Anwendungsgebiete und dynamische Prozesslandschaften, wie in der Logistik, sind Mobilität und Flexibilität entscheidend. Smart Glasses und weitere Wearables vereinen diese Eigenschaften, sind einfach auf unterschiedliche Anwendungsfälle adaptierbar und beeinträchtigen dabei nicht die Bewegungsfreiheit wie herkömmliche handgeführte Bediengeräte. Für eine effiziente und zielorientierte Auswahl und Einführung solcher Technologien ist die Gebrauchstauglichkeit zu berücksichtigen. Gängige Usability-Richtlinien sind nicht auf die speziellen Anforderungen von Smart Glasses angepasst. In diesem Beitrag wird deshalb ein, durch eine systematische Literaturrecherche erarbeitetes, Usability-Framework vorgestellt, das konkret auf diese Anforderungen eingeht und auf konventionellen Richtlinien aufbaut. Dieses Framework eröffnet für Forschung und Praxis Möglichkeiten zur Untersuchung der Usability von Smart Glasses und ähnlichen Wearables und bietet durch die Literaturrecherche einen Überblick des aktuellen Wissensstandes als Ausgangspunkt für weitere Forschung im Bereich Usability mobiler Endgeräte.
Identifikation	ISBN: 978-3-88579-653-4 ISSN: 1617-5468
Link	<a href="https://dl.gi.de/handle/20.500.12116/1059">https://dl.gi.de/handle/20.500.12116/1059</a>
Copyright	© 2016 Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)

---

Tab. 9. Factsheet Beitrag 4

## Beitrag 5: Der Kunde als Dienstleister in der Supply Chain: Akzeptanz und Gebrauchstauglichkeit von Smart Glasses-Systemen im Self-Service

Titel	Der Kunde als Dienstleister: Akzeptanz und Gebrauchstauglichkeit von Smart Glasses im Self-Service
Autoren	<b>Sebastian Werning</b> Lisa Berkemeier Benedikt Zobel Ingmar Ickerott Oliver Thomas
Publikationsorgan	Digital Customer Experience
Ranking	WKWI: - / VHB JQ3: -
Status	Veröffentlicht
Bibliographische Information	<b>Werning, S.</b> ; Berkemeier, L.; Zobel, B.; Ickerott, I.; Thomas, O. (2019): Der Kunde als Dienstleister in der Supply Chain: Akzeptanz und Gebrauchstauglichkeit von Smart Glasses-Systemen im Self-Service. In: Robra-Bissantz, S.; Lattemann, C. (Hrsg.): Digital Customer Experience, Springer Vieweg, Wiesbaden, S. 197-211. (Überarbeiteter und erweiterter Beitrag basierend auf (Berkemeier et al. 2017b)).
Zusammenfassung	Die Akzeptanz und Gebrauchstauglichkeit Smart-Glasses-basierter Systeme sind essenziell für die erfolgreiche Bereitstellung darauf aufbauender Self-Services. Im Rahmen eines Experiments wurden Gestaltungsprinzipien für die nutzerfreundliche Gestaltung und die damit einhergehende Sicherung der Nutzerakzeptanz eines entsprechenden Systems hergeleitet. Die Untersuchung baut auf den Modellen der Unified Theory of Acceptance and Use of Technology und der System Usability Scale auf. Die Ergebnisse erweitern die Wissensbasis im Bereich von Self-Service-Technologien durch die Umsetzung von Self-Services auf Smart Glasses anhand der Entwicklung und Evaluation eines Prototyps. Darüber hinaus wird ein praktischer Beitrag in der Ableitung konkreter Design-Prinzipien zur Gestaltung eines positiven Nutzungserlebnisses für Smart-Glasses-basierte Self-Service-Systeme geleistet. Eine Bewertung des Einsatzpotenzials erfolgt vor dem Hintergrund verschiedener Anwendungen in der Supply Chain.
Identifikation	DOI: 10.1007/978-3-658-22542-1_14 Print ISSN: 978-3-658-22541-4 Online ISBN: 978-3-658-22542-1
Link	<a href="https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-658-22542-1_14">https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-658-22542-1_14</a>
Copyright	© Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 2019

**Tab. 10.** Factsheet Beitrag 5

## Beitrag 6: Smart Glasses als Assistenzsystem in der betrieblichen Einarbeitung

---

Titel	Smart Glasses als Assistenzsystem in der betrieblichen Einarbeitung
Autoren	<b>Sebastian Werning</b> Lisa Berkemeier Benedikt Zobel Christian Fitte Ingmar Ickerott Oliver Thomas
Publikationsorgan	HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik Nr. 56/3
Ranking	WKWI: B / VHB JQ3: D
Status	Veröffentlicht
Bibliographische Information	<b>Werning, S.</b> ; Berkemeier, L.; Zobel, B.; Fitte, C.; Ickerott, I.; Thomas, O. (2019): Smart Glasses als Assistenzsystem in der betrieblichen Einarbeitung. In: HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik, Nr. 56/3, S. 612-627.
Zusammenfassung	Smart Glasses haben das Potenzial, die Einarbeitungsphase von Mitarbeitern durch eine kontextsensitive Informationsversorgung und Kommunikation direkt im Blickfeld des Nutzers zu erweitern und zu verbessern. Im Rahmen eines gestaltungsorientierten Ansatzes wird das Einsatzszenario mit Hilfe von Experteninterviews analysiert und durch fachbezogene Literatur strukturiert. Als Resultat liefert dieser Beitrag spezifische Anforderungen an Smart-Glasses-basierte Assistenzsysteme in der Einarbeitungsphase von Mitarbeitern am Beispiel der Logistik-Branche aus Sicht der Praxis. Zusätzlich werden eine entsprechende Konzeption mit anschließender Evaluation eines korrespondierenden Systems sowie die dafür spezifizierten Kollaborationsfunktionen vorgestellt. Die Meta-Anforderungen, die Evaluation des vorgeschlagenen Konzeptes und die identifizierten Kollaborationsfunktionen erweitern die Wissensbasis der Wirtschaftsinformatik hinsichtlich des wenig erforschten Gestaltungswissens für Smart-Glasses-basierte Applikationen. Der Einsatz von Smart Glasses in der Einarbeitung stellt einen nutzenstiftenden Anwendungsfall für diese aktuell noch wenig verbreitete Technologie sowie eine neue Interaktionsebene und zugehörige Kollaborationsfunktionen in der Einarbeitungsphase von Mitarbeitern dar und ist somit von hoher Relevanz sowohl für die Praxis als auch für die Wissenschaft.
Identifikation	DOI: 10.1365/s40702-018-00478-2 Print ISSN: 1436-3011 Online ISSN: 2198-2775
Link	<a href="https://link.springer.com/article/10.1365/s40702-018-00478-2">https://link.springer.com/article/10.1365/s40702-018-00478-2</a>
Copyright	© Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 2018

---

Tab. 11. Factsheet Beitrag 6