Konzeption und Implementierung nutzerfreundlicher Smart-Glasses-Applikationen in der Logistik

Lisa Berkemeier, Sebastian Werning, Benedikt Zobel, Jannis Vogel,
Ingmar Ickerott und Oliver Thomas

Die Entwicklung von benutzerfreundlichen Applikationen verlangt eine multiperspektivische Betrachtung hinsichtlich Wirtschaftlichkeit, technischer Machbarkeit, Datenschutz, Akzeptanz sowie Benutzerfreundlichkeit. Das in diesem Beitrag vorgestellte Rahmenwerk zur Konzeption und Implementierung von Augmented-Reality-Brillen-basierten Anwendungen unterstützt bei der effektiven Integration von neuen Technologien in unternehmerischen Prozessen. Die Autoren stellen sechs Phasen vor, die ein zielgerichtetes Design und eine Entwicklung von Augmented-Reality-Systemen ermöglichen. Dabei erhält der Leser einen Überblick über die Herausforderungen bei der Integration von Augmented-Reality-Brillen in logistische Prozesse und wie diesen effektiv begegnet werden kann.¹

1 Einleitung

Aktuell nähern sich mehrere neue Innovationswellen den globalen Märkten (Fichman et al. 2014). Augmented Reality (AR), beschrieben als innovative Technologie (Hein und Rauschnabel 2016), oder technische (Koelle et al. 2017) und technologische Innovation (Herterich et al. 2015), ist eine davon. Neue Produkte, die durch die Digitalisierung ermöglicht werden, bezeichnet man als digitale Innovationen (Yoo et al. 2010a). Dieses Konzept ist dabei nicht auf die Hardware beschränkt und kann sich auf drei verschiedenen Ebenen manifestieren, (1) Produkte, (2) Prozesse oder (3) Geschäftsmodelle (Fichman et al. 2014). Innovative Technologien wie AR-Brillen können auf allen drei Ebenen als digitale Innovation auftauchen. (1) AR-Brillen als Produkt sind mit Sensoren zur Erfassung von Um-

¹ Bei diesem Kapitel handelt es sich um eine überarbeitete und gekürzte Fassung des Journal-Beitrags „Berkemeier L, Zobel B, Werning S, Ickerott I, Thomas O (2019) Engineering of Augmented Reality-Based Information Systems. In: Business & Information Systems Engineering 61, Nr. 1, <https://doi.org/10.1007/s12599-019-00575-6>“.

weltdaten und Anzeigefunktionen zur Visualisierung von Informationen im Sichtfeld des Benutzers ausgestattet (Niemöller et al. 2016). Die Hardware befindet sich jedoch noch in der Entwicklung und nur wenige Anwendungen sind bis jetzt verfügbar. (2) Die Daten können von dem Gerät verarbeitet werden, um kontextabhängige Funktionen zu realisieren und etablierte Geschäftsprozesse neu zu strukturieren. Neue Arbeitsabläufe und die intelligenten Funktionalitäten der Systeme ermöglichen innovative (3) Dienstleistungsmodelle in verschiedensten Branchen und Industrien. AR-Brillen gelten als eine digitale Innovation, da sie das Potenzial besitzen, in den primär noch zu entwickelnden Anwendungsszenarien eine positive Veränderung in Prozessen und Services zu erzielen. Die Entwicklung entsprechender Produkte, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle ist noch im Gange und stößt auf Hindernisse bei der Akzeptanz und Bedenken hinsichtlich der Auswirkungen des Geräts auf Nutzer, Organisationen und die Gesellschaft. So musste bspw. Intel aufgrund fehlender Marktstützung die Entwicklung seines AR-Brillenprodukts „Vaunt“ im April 2018 einstellen (Bohn 2018).

AR-Brillen-basierte Systeme haben ein großes Potenzial zur Unterstützung der Leistungserbringung in Branchen (Elder und Vakaloudis 2015) wie Logistik (Niemöller et al. 2017b), Gesundheitswesen (Klinker et al. 2017) und Technischer Kundenservice (Niemöller et al. 2017a). Ein Erfolgsfaktor von AR-Brillen ist dabei die Unterstützung bzw. Ausübung von wissensintensiven und bimanuellen Aufgaben (Niemöller et al. 2016). Darüber hinaus erkennen Herterich et al. (2015) die Möglichkeit, Serviceprozesse mit Wearable-Technologie, wie bspw. Augmented Reality, zu verbessern. Für deren nutzenstiftende Integration in die betrieblichen Prozesse sind weitere Forschungsaktivitäten notwendig. Ebenfalls eignet sich Augmented Reality gut für Prozessleitsysteme und ist damit ein wertvolles mobiles Informationssystem für den Bereich der Logistikdienstleistungen (Rauschnabel und Ro 2016). Da die Mitarbeiterfluktuation hoch ist und die Mitarbeiter Aktivitäten mit hohem Informationsbedarf und mit beiden Händen durchführen müssen, ist die Logistik eine ideale Anwendungsdomäne für AR-basierte Informationssysteme. Die Logistik verfügt nicht nur über eine Vielzahl von wiederkehrenden Aktivitäten, sondern ist auch stark mit dem Bereich Fertigung und Handel verbunden. Damit ist die Logistik die fünftgrößte Branche in Deutschland (Statistisches Bundesamt 2019) und erwirtschaftete 2017 einen Gesamtumsatz von 263 Milliarden € (Fraunhofer 2018). Aufgrund ihrer zentralen Position und der Nähe zum Endkunden ist die Logistik eine wichtige Branche für den Erfolg der deutschen Industrie. Die sog. Value Added Services (VAS), die Tätigkeiten und Aufgaben beschreiben, die der Logistikdienstleister von Herstellern oder anderen Parteien der Lieferkette übernimmt (z.B. Montage von Produkten, Montage und Befüllung von Warenpräsentationen oder Management von Retouren und Qualitätskontrolle), sind zu nennenswerten Produkten für den Logistikbereich geworden (Soinio et al. 2012).

Die Erfindung von Head-Mounted-Displays (HMD) geht auf die späten 1960er-Jahre zurück (Sutherland 1968). Die Google Glass eröffnete eine neue Ära in der AR-Technologie als erstes populäres und weit verbreitetes mobiles HMD, das die

Realität des Nutzers durch die Bereitstellung unauffälliger Informationen erweiterte. Bei der ersten Einführung im Jahr 2012 sah sich die Google Glass mit vielfältigen Akzeptanzbarrieren konfrontiert. Zwei dieser Barrieren waren ein Mangel an praxiserprobten Nutzungsszenarien und eine schlechte Wahrnehmung in der Öffentlichkeit. Aufgrund gesellschaftlicher Bedenken, insb. der unfreiwilligen Aufnahme durch Google-Glass-Nutzer, wurde der Gesamteindruck und die Konnotation der Google Glass in Bezug auf Akzeptanz und Datenschutz schnell negativ (Koelle et al. 2015). Als Konsequenz zog Google sein Produkt 2015 vom Markt zurück (Google Inc. 2015a). Eine überarbeitete Version des Produkts wurde dann 2017 unter strengen Auflagen ausschließlich für den B2B-Markt vorgestellt.

Die anfängliche Missachtung der Nutzer- und Technologieakzeptanz wurde durch diese Erkenntnis zu einem Schlüsselaspekt bei der Einführung von disruptiven Technologien. Daher sollte die Akzeptanz bereits in der Designphase innovativer Lösungen integriert werden, um eine Ablehnung der Technologie im Massenmarkt zu vermeiden (Kim 2015). Eine entsprechende Designtheorie für AR-Brillen-basierte Systeme kann in der Gestaltung entscheidende Hilfestellungen liefern, um eine vom Nutzer akzeptierte Anwendung zu erstellen. Die weitere Notwendigkeit folgt aus dem Grund, dass nur wenige Designrichtlinien und reale Implementierungen, auf denen man eine Konzeption und Entwicklung aufbauen könnte, existieren (Niemöller et al. 2017a).

Den verfügbaren Lösungen fehlt es weiterhin an Reife und präskriptivem Wissen über AR-Brillen-basiertes Systemdesign (Hobert und Schumann 2017). Zusätzlich ist aufgrund der fehlenden Erfahrung die Implementierung dieser Systeme mit hohen Risiken verbunden. Daher verfolgt dieser Beitrag einen explorativen Ansatz, der die Erfolgsfaktoren unterstützender Aktivitäten bei der Einführung von AR-Systemen anhand erfolgreicher AR-Brillen-Implementierung strukturiert in einem Rahmenwerk darstellt. Durch einen zyklischen Aufbau des Rahmenwerks und die Ableitung von entsprechenden Designempfehlungen dient das Rahmenwerk zur Generierung von langfristig zufriedenstellenden Lösungen. Das Rahmenwerk unterstützt zudem bei der Konzeption des Designs und der Implementierung von AR-Brillen-basierten Informationssysteme (IS) und trägt zur Wissensbasis bei. Neuartige und validierte Artefakte werden dabei in einen Designrahmen integriert. Dabei integriert das Rahmenwerk die Theorien des IS-Designs (Hevner et al. 2004; Österle et al. 2011) und des AR-Systemdesigns (Metzger et al. 2017) und bezieht die Perspektiven beider Problemdomänen ein.

Die Herleitung des Rahmenwerks erfolgte im Rahmen des Konsortialprojektes GLASSHOUSE, sodass Forschungserkenntnisse gemeinsam durch Praxis und Wissenschaft generiert wurden. Mit einem Design Science Research (DSR)-Ansatz adressieren wir Hindernisse bei der Einführung von AR-Brillen und beziehen entsprechende Maßnahmen und Lösungen in ein designorientiertes Projekt mit ein. Das erste Problem besteht darin, diese Auswirkungen zu identifizieren und ein entsprechendes System erfolgreich und nachhaltig umzusetzen.

2 Herleitung eines Rahmenwerks für die Gestaltung von AR-Brillen-basierten Informationssystemen

Das erfolgreiche Design und die Instanziierung sollte nicht ausschließlich aus der Perspektive der Softwareentwicklung betrachtet werden. Vielmehr hängen sie ebenfalls von der Auswahl sinnvoller Nutzungsszenarien, der organisatorischen Umsetzung, dem Content Management und der Nutzerakzeptanz ab. Um die Verbreitung von AR-Brillen zu unterstützen, ist ein umfassender Ansatz für Design und Instanziierung erforderlich. Basierend auf einer Konzeption und Entwicklung eines AR-Brillen-basierten Informationssystems im Bereich der intralogistischen Dienstleistungen wird implizites Designwissen in einem Rahmenwerk für AR-Brillen-basierte Systeme formalisiert. Die Anwendung dieses Rahmenwerk leitet und unterstützt die Entwicklung von AR-Brillen-basierten Systemen. Die Anpassung der Artefakte in verschiedenen Bereichen und Industrien fördert die Generierung von Designwissen, das iterativ in das Rahmenwerk integriert werden kann. Nach Gregor und Hevner (2013) kann dies ein erster Schritt hin zu einer Designtheorie für AR-Brillen-basierte Systeme gewertet werden. Basierend auf Erkenntnissen aus dem Design und der Instanziierung von AR-Brillen-basierten Systemen haben wir das in [Abb. 1](#) dargestellte Rahmenwerk entwickelt.

Abb. 1. Rahmenwerk für die Konzeption von AR-basierten Anwendungen

Dieses Rahmenwerk bietet Orientierungshilfe für Projekte und Teams mit dem Ziel einer erfolgreichen und schnellen Implementierung von AR-Brillen-basierten Systemen. Das Design und die Implementierung eines AR-Brillen-basierten Systems erfolgt in sechs Phasen. Die fünf Projektphasen (1) Initialisierung, (2) Potenzialanalyse, (3) Anforderungsanalyse, (4) Design und (5) Implementierung bilden einen Zyklus zur Unterstützung eines iterativen Verfahrens. Die phasenbildende Evaluation dient als konstante Unterstützung und als Standard für eine nutzer- sowie akzeptanzorientierte Ausrichtung von Anwendungen, sodass mehrere Projekte oder Anwendungsfälle gleichzeitig durchgeführt werden können und gleichzeitig kontinuierliches Feedback zur Verbesserung der Lösungen gegeben wird.

Die Phasen befassen sich mit den drei Ebenen – Produkte, Prozesse oder Geschäftsmodelle – der digitalen Innovation (Fichman et al. 2014). Dabei wird die Entwicklung des Produkts unterstützt mit der Verbesserung der Geschäftsprozesse. Neue und modifizierte Geschäftsmodelle können entweder durch neue Prozesse integriert werden oder die Entwicklung auf den anderen Ebenen im Hinblick auf die Anpassung an die Marktnachfrage auslösen. Diese nachfolgend beschriebenen Phasen beschränken sich nicht ausschließlich auf AR-Brillen als spezifische digitale Innovation. Dennoch liegt ein besonderer Fokus auf diesen, sodass in den sechs Phasen AR-Brillen-spezifische Berücksichtigungen zu finden sind.

Die folgenden Abschnitte geben einen Überblick über das Rahmenwerk, die jeweiligen Artefakte und unterstützen die Anpassung und den Einsatz der Artefakte in anderen Projekten. Damit unterstützt das erstellte Rahmenwerk bei einer erfolgreichen Verbreitung von AR-Brillen.

Die Verbindung von Geschäftsperspektive und technischem Design hat sich bei der Implementierung von AR-Brillenlösungen als größte Herausforderung erwiesen. Als eine sich stetig weiterentwickelnde Technologie unterscheiden sich die Erwartungen an AR-Brillen und deren Implementierungspotenziale. Das in diesem Artikel entwickelte Rahmenwerk legt fest, welche Phasen von Prozessspezialisten (1: Initialisierung, 2: Potenzialanalyse, 3: Anforderungsanalyse) und welche von technischen Experten (4: Design, 5: Implementierung) gestaltet werden. Eine Zusammenarbeit ist während des Projektverlaufs von Vorteil, dennoch sollte die Hauptperspektive beibehalten werden.

Darüber hinaus befassen wir uns mit der Unsicherheit bei Konzeption und Umsetzung von digitalen Innovationsprojekten mit technologiebezogenen „Gates“. Aufbauend auf Design Thinking (Vaishnavi und Kuechler Jr. 2007) kombiniert die Innovation drei Komponenten: Wirtschaftlichkeit, technische Machbarkeit und Nutzerakzeptanz. Das vorgestellte Rahmenwerk schlägt drei „Gates“ vor, um eine Überprüfung und Bestätigung der oben genannten Komponenten durchzuführen. Nur Projekte oder Anwendungsfälle, die sich als potenziell vorteilhaft für eine Lösung erweisen, werden das „Viability Gate“ passieren. Durch die Anforderungsanalyse kann daraufhin die technische Machbarkeit mit dem „Feasibility Gate“ beurteilt werden. Schließlich kann die Nutzerakzeptanz am besten durch erste Implementierungsbemühungen bewertet werden, ein Prozess, der dem Benutzer Lö-

sungsartefakte präsentiert und bei positiver Bewertung das „Desirability Gate“ passieren lässt.

2.1 Initiierung von AR-Brillen-basierten Entwicklungsprojekten

Die Initialisierungsphase bereitet die Identifikation und Beschreibung geeigneter Anwendungsfälle vor. Insb. die Identifikation von nutzenstiftenden Use Cases ist für den Einsatz von AR-Brillen im betrieblichen Umfeld essenziell. Dabei ist die Integration verschiedenster Stakeholder erforderlich, um sowohl entsprechende Anwendungsfälle zu identifizieren als auch Vorschläge und Unterstützung hinsichtlich der Umsetzung zu erhalten (Niemöller et al. 2017b). Basierend auf der Problemstellung zielt die Initialisierungsphase darauf ab, den Projektkontext oder den Use Case zu behalten. Um die Problemstellung zu analysieren, schlagen wir vor, den tatsächlich zu verbessernden Prozess mit einer AR-Brille zu visualisieren. Dabei können bestehende Prozessmodelle genutzt werden. Alternativ müsste der Prozess im Rahmen von Modellierungswshops erhoben und modelliert werden. Weiterhin haben wir, die von Myers (2009) beschriebene Methode des Shadowings eingesetzt, um die notwendigen Daten zu sammeln und BPMN als standardisierte Modellierungssprache verwendet. Die Erfassung von aktuellen Leistungskennzahlen bildet die Grundlage für eine nachgelagerte Kosten-Nutzen-Analyse. Eine Erhebung des tatsächlichen Prozesses erleichtert das Brainstorming und vermittelt Teilnehmenden ein einheitliches Verständnis des Prozesses.

Dabei ist es zunächst wichtig, sich einen Überblick über den Wissensstand hinsichtlich des Designs und existierender Implementierungen zu verschaffen. Allerdings ist bisher der Umfang wissenschaftlicher Literatur zu digitalen Innovationen wie AR-Brillen rar. Darum ist es zum Teil notwendig, Berichte über Tests und Pilotprojekte oder Designwissen aus verwandten Technologien einzubeziehen.

2.2 Potenzialanalyse von AR-Brillen-basierten Informationssystemen

In der Phase der Potenzialanalyse empfiehlt das Rahmenwerk eine weitere Validierung der identifizierten Anwendungsfälle und deren Zusammenfassung hinzu aggregierten, übergeordneten Anwendungsfällen (Niemöller et al. 2017b). Durch den Vergleich unseres Anwendungsfallkatalogs für Logistikdienstleistungen mit den Ergebnissen von Forschern, die AR-Brillen-basierte Informationssysteme in anderen Branchen (z.B. Maschinen- und Anlagenbau, Gesundheitswesen) implementiert haben, haben wir entsprechend elf branchenübergreifende Anwendungsfälle identifiziert (vgl. [Tabelle 1](#)).

Das Überwinden des „Viability Gate“ hängt maßgeblich vom Nutzen der Anwendungsfälle sowie der damit resultierenden funktionalen und organisatorischen Aufwände im Falle der Implementierung ab. Daher empfiehlt das Rahmenwerk eine Priorisierung der beiden Faktoren durch möglichst viele am Projekt beteiligte

Stakeholder. Die grundlegende Idee ist, dass die Umsetzung von Use Cases mit einer sehr nützlichen und technisch realisierbaren Bewertung eine frühzeitige Integration in die unternehmerischen Prozesse und die Einholung von ersten Rückmeldungen von Endanwendern ermöglicht. Jene Anwendungsfälle, die hinsichtlich der Nützlichkeit deutlich negativ bewertet oder deren technische Machbarkeit nicht realisierbar ist, werden vom Implementierungsprozess ausgeschlossen und passieren das „Viability Gate“ nicht. Die Beschreibung der Anwendungsfälle sollte nicht ausschließlich einen technischen Fokus beinhalten, sondern ebenfalls eine betriebswirtschaftliche Sichtweise berücksichtigen. Die Beachtung einer ähnlichen Abstraktionsebene bei allen Use-Case-Beschreibungen ermöglicht einen einfacheren Vergleich und ein besseres Verständnis für die am Projekt beteiligten Stakeholder. Weiterhin bietet sich eine frühe Analyse der bestehenden Abhängigkeiten und technisch notwendigen Module der Anwendungsfälle an, um redundante Entwicklungen zu reduzieren.

Tabelle 1. Branchenübergreifende Anwendungsfälle für AR-Brillen-basierte Systeme

<i>Anwendungsfall</i>	<i>Beschreibung</i>
Kommunikation	AR-Brillen als Informations- und Kommunikationstechnologie, um Informationen an den Ort der Leistungserbringung zu senden.
Dokumentation	Prozesse und Abläufe können mittels AR-Brillen während der Arbeitstätigkeit dokumentiert werden.
Prozessunterstützung	Informationen können vom Nutzenden auf der AR-Brille abgerufen werden, welche die Prozessausführung unterstützen.
Aus- und Weiterbildung	Didaktische Elemente ermöglichen die Aus- und Weiterbildung von Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen mit AR-Brillen für ihre Arbeitstätigkeit.
Warn- und Sicherheitshinweise	Die Einblendung von Warn- und Sicherheitshinweisen ermöglicht die Vorbeugung von Unfällen.
Datenvisualisierung	Die Visualisierung von Daten ermöglicht die Darstellung von Echtzeitdaten vor Ort, bspw. vor einer Maschine.
Automatische Kontrolle	Die automatische Kontrolle ermöglicht es, Fehler in kritischen Prozessen zu reduzieren.
Lagerverwaltung und automatische Auftragsabwicklung	AR-Brillen-basierte Systeme können in Zusammenhang mit QR-Codes oder RFID-Lesern die Anzahl an Objekten und Ressourcen im Lager erfassen, deren Verwendung und mögliche Nachbestellungen anstoßen.
Ressourcenverteilung	Abteilungsleiterinnen können mittels AR-Brillen-basierten Systemen bestimmte Aufträge priorisieren, sodass Zeit- und Mitarbeiterkapazitäten effektiver verteilt werden.
Spracheingabe und Übersetzungen	Nutzer von AR-Brillen können mittels Spracheingaben während der Arbeitstätigkeit Notizen anfertigen und Übersetzungen generieren.
Navigation	Anwender von AR-Brillen können sich zu bestimmten Orten innerhalb der Betriebsstätte navigieren lassen, um dort Arbeitstätigkeiten durchzuführen.

In Abhängigkeit von den bestehenden Anwendungsfällen und der Branche muss im Projektverlauf eine Technologieauswahl getroffen werden. Je nach Gerätetyp (z.B. monokulare vs. binokulare AR-Brille) können sich die nachfolgenden Anforderungen an die Systemgestaltung unterscheiden. Weiterhin sollten bei der Auswahl von Hardware, die in einem industriellen Umfeld verwendet wird, ein ergonomisches Design und ein angenehmer Tragekomfort berücksichtigt werden. Daher schlägt das Rahmenwerk eine testweise Erprobung der Hardware am Arbeitsplatz von bis zu 8 Stunden vor. Die gewonnenen Erkenntnisse im Test liefern wichtige Ansätze für eine begründete Technologieauswahl und Investitionsentscheidung. Im Wesentlichen gibt es vier Hauptkriterien bei der Hardwareauswahl.

(1) Das Hauptkriterium ist der Tragekomfort, um die Benutzerfreundlichkeit und ein ergonomisches Design zu gewährleisten. Aktuelle Geräte verursachen durch eine unausgewogene oder unflexible Positionierung des Displays ggf. Einschränkungen im Komfortempfinden des Trägers. Ein leichtes und stabiles Gerät unterstützt den Tragekomfort, insb. bei Bewegungen. Clip-on-Lösungen zur Befestigung der Brille an Brillengestellen sind besonders vorteilhaft für Brillenträger, aber auch und vor allem in Arbeitsumgebungen, die eine Sicherheitsausrüstung wie Helme oder Brillen erfordern. In diesem Fall können sie auf kundenspezifische Produkte (z.B. Helme) montiert werden.

(2) Die Eignung für einen industriellen Zweck ist ein weiteres entscheidendes Kriterium. Industriestandards, wie z.B. die International Protection Schutzklassen, in Form von verschiedenen IP-Codes, dienen zur leichten Überprüfung der Robustheit der Technologien. Darüber hinaus ermöglicht eine flexibel gelagerte Kamera einen ergonomischen Arbeitsplatz, im Gegensatz zu einer festen Kamera, die den Benutzer zwingt, seinen Kopf in die richtige Position zu bewegen, um Bilder und Videos aufzunehmen oder einen Barcode zu scannen. Nicht alle Anwendungsfälle erfordern das gesamte Spektrum an Funktionalitäten, wie z.B. eine integrierte Kamera.

(3) Die gewonnene Projekterfahrung zeigt, dass ein minimalistisches und anpassbares Hardware-Design einen positiven Einfluss auf die Akzeptanz, Privatsphäre und Sicherheit, Benutzerfreundlichkeit sowie das ergonomische Design hat. Daher sollten Funktionalitäten dem Nutzungskontext angepasst werden, um unnötige Optionen für Datenschutzverletzungen zu vermeiden und das Gewicht der Hardware zu reduzieren. Bei der Auswahl von AR-Brillen sollte zusätzlich beachtet werden, dass Recheneinheiten und Akkus beim längeren Tragen durch zusätzliches Gewicht und eine resultierende Wärmeentwicklung den Tragekomfort verringern. Ansätze wie eine am Gürtel getragene Recheneinheit, die mit einem Kabel mit der AR-Brille verbunden ist, heben dieses Problem auf.

(4) Umwelteinflüsse wie diffuse Lichtverhältnisse können die Lesbarkeit der auf AR-Brillen visualisierten Inhalte beeinträchtigen. Daher wird als ein weiteres Kriterium eine gute Lesbarkeit der Inhalte auf AR-Brillen festgelegt. Ausschlaggebende Faktoren sind dabei im Wesentlichen eine hohe Bildschirmauflösung sowie, speziell bei halbtransparenten Displays, ein breites Sichtfeld. Es bietet sich an, eine Option für eine Anpassung der Helligkeit für den Anwender zur Verfü-

gung zu stellen, damit er die Helligkeit für verschiedene Einsatzbereiche anpassen kann. Ein Schutz in Form eines Helmes oder einer Mütze kann eine Verbesserung der Lesbarkeit bei zu hellen Sonneneinstrahlungen erzielen.

Schließlich kann als ein weiterer Faktor die Konnektivität zu anderen Systemen und Geräten für die Technologieauswahl herangezogen werden. Mit zunehmender Anzahl von Internet of Things (IoT)-Geräten können bspw. entsprechende Architekturen oder Dienste mit in die Technologieauswahl integriert werden. Eine Kombination aus IoT-Services und AR-Brillen kann Kommunikationsflüsse verbessern oder gar automatisieren. Daher gilt es auch, Technologiekombinationen in der Technologieauswahl zu berücksichtigen.

2.3 Anforderungserhebung für AR-Brillen-basierte Use Cases

Nach der Identifikation und Bewertung der Anwendungsfälle ist eine systematische Erhebung der Anforderungen an das AR-Brillen-basierte System notwendig. Die Definition von Meta-Anforderungen hilft bei einer strukturierten Anforderungserhebung, die in diesem Beitrag für Logistikdienstleistungen vorgestellt werden. Neben der Unterscheidung zwischen funktionalen und nicht-funktionalen Anforderungen wurden granulare Kategorien gebildet, die sich auf das technische Design für den Einsatz von AR-Brillen in einem intralogistischen Szenario konzentrieren: (1) Architektur, (2) Datensicherheit, (3) Informationsbereitstellung, (4) Systemintegration, (5) Interaktion und Kommunikation. Diese Kategorien können als Grundlage für die Anforderungserhebung bei der Entwicklung von AR-Brillen-basierten Systemen verwendet werden. Die in der Anforderungserhebung angewandten Methoden sollen das kreative Denken fördern und die Anwenderperspektive in den Mittelpunkt der Erhebung stellen, um nützliche Szenarien und deren Akzeptanz zu gewährleisten.

In einer Fokusgruppe mit Technik- und Domänenexperten wurde die technische Machbarkeit potenzieller Anwendungsfälle diskutiert und evaluiert, indem der Nutzen eines durch AR-Brillen unterstützten Prozesses und der geschätzte Aufwand für die Implementierung der notwendigen Module zur Realisierung eines Anwendungsfalles bewertet wurde. Darüber hinaus sind die Datenschutzbestimmungen von Anfang an zu berücksichtigen, um die Einhaltung der Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) zu gewährleisten (weitere Informationen zum Thema Datenschutz vgl. S. 85 ff). [Tabelle 2](#) zeigt den Datenschutzstatus der AR-Brillen-Funktionalitäten (Reichweite, Funktion, Funktionsmerkmale), die von Niemöller et al. (2016) nach einer Ampellogik identifiziert wurden. Grün markierte Funktionalitäten können im industriellen Kontext ohne besondere Maßnahmen, wie z.B. die Messung der Umgebungstemperatur, eingesetzt werden. Rote Ampeln kennzeichnen Funktionalitäten, die in den meisten Branchen nicht eingesetzt werden können, da sie die Privatsphäre des Benutzers beeinträchtigen. Die gelb markierten Funktionalitäten der AR-Brille können eingesetzt werden, erfordern aber Maßnahmen zum Schutz der Privatsphäre des Benutzers. Nach Abschluss der An-

forderungsanalyse passieren realisierbare Szenarien das „Feasibility Gate“ und werden in der nächsten Phase konzipiert und weiter gestaltet.

Tabelle 2. Status des Datenschutzes bei verschiedenen AR-Funktionalitäten basierend auf den definierten funktionalen Eigenschaften von Niemöller et al. (2016)

Reichweite	Funktionalität	Funktionale Eigenschaften	Status des Datenschutzes			Empfohlene Maßnahmen
			Grün	Gelb	Rot	
Reichweite des Geräts (Sensoren)	Tracking	Temperaturmessgerät	•			
		Gesundheitstracking			•	Keine Erfassung von persönlichen Daten
		GPS Navigation		•		Reduktion der Datenspeicherung; Keine Verarbeitung von persönlichen Daten; Freiwillige Speicherung von persönlichen Daten
	Interaktionen mit der Brille	Sprachbasierte (hand-freie) Interaktionen	•			
		Spracherkennung		•		Reduktion der Datenspeicherung; Keine Verarbeitung von persönlichen Daten
		Gestenerkennung		•		
		Eye-Tracking		•		
		Head-Tracking		•		
Direkte Reichweite (Umgebung)	Identifikation der Umgebung	Erkennung von Objekten	•			
		Erkennung von Personen	•	•		Reduktion der Datenspeicherung; Keine Verarbeitung von persönlichen Daten
		Nacht- und Wärmebild	•			
	Bilder und Videos	Bilder und Videos		•		Reduktion der Datenspeicherung; Freiwillige Speicherung von persönlichen Daten
Entfernte Reichweite (Internet)	Informationsbereitstellung	Suchergebnisse	•			
		Kontextbasierte Informationen	•			
		Echtzeitstatistiken		•		Reduktion der Datenspeicherung; Freiwillige Registrierung von persönlichen Daten
		Informationsüberlagerung	•			
	Erweiterte Kommunikation	Textbasierte Kommunikation		•		Reduktion der Datenspeicherung
		Videokonferenz		•		
		Echtzeit Übersetzung		•		
		Echtzeit Videostreaming		•		Reduktion der Datenspeicherung; Umfassende Datensicherheitsmaßnahmen

2.4 Gestaltung von AR-Brillen-basierten Informationssystemen

In der Designphase müssen die tatsächlichen Geschäftsprozesse der entsprechenden Use Cases überprüft und neue Zielprozesse definiert werden – vorzugsweise sind dies standardisierte wiederverwendbare Prozesse. Um die Systemperspektive in den Anwendungsfall zu integrieren, müssen die Bewertung der technischen Machbarkeit analysiert, Abhängigkeiten zwischen den Use Cases identifiziert und fehlende Systemkomponenten hinzugefügt werden, um modulare Komponenten, sog. Systemmodule, abzuleiten. Eine cloud-basierte Architektur ist insb. im Kontext der Informationsbereitstellung für AR-Brillen nützlich. Entsprechende Daten-basierte Services, welche auf einer Cloud laufen, stellen die Informationen bereit und reduzieren damit die Verarbeitung von Daten auf dem Gerät. Dadurch werden zwei negative Usability-Aspekte aktueller AR-Endgeräte zum Teil reduziert, wie kurze Akkulaufzeiten und Wärmeentwicklungen, welche andernfalls bei anspruchsvollen Datenverarbeitungen bzw. einer intensiven Nutzung auftreten. Ferner bietet es sich an, eine strukturierte Architektur, insb. während des Prototypings von weniger komplexen (Teil-) Anwendungsfällen, zu entwerfen, um spezifische Anwendungen basierend auf der Architektur in einer kürzeren Zeit zu erstellen. Zusätzlich sollten bei der Gestaltung möglichst alle Interaktionsmöglichkeiten der AR-Brille berücksichtigt werden, wie z.B. Spracherkennung und Gestensteuerung. Schließlich sollte eine Anwendung die Option bieten, zwischen einer Experten- oder Anfängersicht zu wählen, um basierend auf den Wissenstand des Nutzers angepasste Inhalte bereitzustellen.

Die von den Hardware-Lieferanten bereitgestellten Design-Richtlinien für die Benutzeroberfläche sind eine wichtige Quelle, um die spezifischen Anforderungen des gewählten Geräts zu erfüllen. Diese Richtlinien beschränken sich jedoch auf die Benutzerfreundlichkeit und das User Interface der entwickelten Software und geben keine Anleitung für die Entwicklung eines umfassenden Systems, welches u. a. die Schnittstellen zu betriebswirtschaftlichen Systemen (z.B. ERP-Systeme), Benutzersysteme und Cloud-basierte Services umfasst. Aufbauend auf den gewonnenen Design-Erfahrungen während des Projekts konnten weitere 12 wichtige Designprinzipien für AR-Brillen-basierte Systeme entwickelt werden. Diese werden mit Design-Richtlinien der Hardware-Lieferanten angereichert, um eine bestmögliche Akzeptanz und Privatsphäre zu erzielen. Erkenntnisse über das datenschutzkonforme Design von AR-Brillen-basierten Systemen konnte aus einer Zusammenarbeit zwischen den Wissenschaftsdisziplinen der Wirtschaftsinformatik und der Rechtswissenschaft hergeleitet werden (Berkemeier et al. 2017a). Designprobleme hinsichtlich der Akzeptanz von AR-Brillen-basierten Systemen können auf der Grundlage der Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT) (Venkatesh et al. 2003) und den Erkenntnissen aus der Zusammenarbeit mit potenziellen Anwendern identifiziert werden. Datenschutz sowie Akzeptanz wurden als wichtige Faktoren identifiziert und müssen daher im Rahmen des De-

signprozesses von Beginn an berücksichtigt werden. All diese genannten Faktoren sind für eine industrielle AR-Brillen-Anwendung unerlässlich.

2.5 Implementierung von AR-Brillen-basierten Informationssystemen in unternehmerischen Prozessen

Durch eine prototypische Implementierung werden die zuvor definierten Systemmodule und die modellierte Architektur im angestrebten AR-Brillen-System realisiert. Aufbauend auf den allgemeinen Prinzipien der agilen Softwareentwicklung können durch schnelle und kurze Iterationszyklen häufige Rückmeldungen von Anwendern und Interessengruppen gesammelt werden. Um testbare Prototypen und Systemmodule zu entwickeln, müssen Software- und Entwicklertests häufig und kontinuierlich durchgeführt werden. Das Low-Code-Engineering (für weitere Informationen vgl. S. 222 ff) ermöglicht eine einfache Implementierung und Prozessintegration in das System und ermöglicht es den Anwendern, bei externen Änderungen die Inhalte des Systems auszutauschen oder zu ändern. So können Verbesserungen im organisatorischen Ablauf eines Use Case in das System integriert werden, ohne dass der Programmiercode geändert oder ein Softwareentwickler eingestellt werden muss. Der Einsatz von herstellerunabhängigen Implementierungsframeworks kann helfen, auf einer bereits bewährten Wissensbasis aufzubauen und eine Plattformunabhängigkeit zu gewährleisten.

Darüber hinaus sollten an dieser Stelle erfolgreich implementierte Module auf ihre Einhaltung der Datenschutzbestimmungen getestet werden. Durch den Einsatz von DSGVO-Audits kann die Anwendung solcher Vorschriften validiert und dokumentiert werden. Nach der Fertigstellung von auswertbaren Systemen oder Prototypen kann das „Desirability Gate“ passiert werden, sobald eine Lösung von potenziellen Nutzern als wünschenswert bewertet wurde.

2.6 Formative Evaluation von AR-Brillen-basierten Informationssystemen im Einsatzfeld

Die Bewertung der Systeme trägt zu ihrer kontinuierlichen Verbesserung bei. Die realisierte Implementierung der vorherigen konzeptionellen Ideen und Ansätze, wie z.B. die Anforderungen an die Systementwicklung, werden in der Evaluationsphase verifiziert und das Eintreffen der erhofften Ergebnisse validiert. Da langfristige Implementierungen und Erfahrungswerte von AR-Brillen-basierten Systemen wenig verbreitet und erforscht sind, ist unklar, ob bestehende Bewertungsmodelle für diese neue Technologie geeignet sind. Daher sollten Feldtests durchgeführt werden. Dies hat weiterhin den Vorteil, dass sich potenzielle Anwender kontinuierlich in das Systemdesign einbringen können. Auf diese Weise wird die Benutzerfreundlichkeit des Systems gewährleistet und die Beteiligung der Benutzer unterstützt die Akzeptanz eines für den langfristigen Einsatz implementierten Systems. Die Auswertung ermöglicht es den Anwendern auch, Erfahrungen in der Interaktion mit dem Gerät zu sammeln. Dies kann zu veränderten Anforderungen

an das System führen. In Bezug auf AR-Brillen gibt es verschiedene Vorbehalte, sodass bei einer Bewertung menschenzentrierte Aspekte wie Akzeptanz, Benutzerfreundlichkeit und Ergonomie berücksichtigt werden sollten. Es ist daher vorteilhaft, kurze Iterationen im Design zu verwenden und frühzeitig einen Dialog mit potenziellen Anwendern zu beginnen. Bei der Messung der Akzeptanz und Benutzerfreundlichkeit der Systeme wurden verschiedene Akzeptanz- und Usability-Theorien auf AR-Brillen-basierte Systeme angewendet. Da die meisten Anwender mit der Hardware nicht vertraut waren, ist es zum Teil schwierig, ein separates Feedback zum Softwaredesign zu erhalten. Aufgrund dessen sollten die Teilnehmer in mehrere Evaluierungszyklen miteinbezogen werden, um ihre Erfahrungen mit der Technologie in mehreren Iterationen zu erfassen.

3 Fazit

Der vorliegende Beitrag stellt ein Rahmenwerk zur Konzeption und Implementierung von nutzerfreundlichen Anwendungen dar. Er ist im Speziellen auf die Instanziierung von AR-Brillen-basierten Anwendungen in der Logistik ausgerichtet. Dennoch ist das Rahmenwerk auch für andere Technologien anwendbar, insb. für Wearable-Technologien. Das Rahmenwerk basiert dabei auf Erkenntnissen des dreijährigen Forschungsprojekts GLASSHOUSE mit einer interdisziplinären Sichtweise zwischen Wissenschaft, Entwicklung und der fachlichen Domäne der Logistik.

Praktiker können dieses Rahmenwerk heranziehen, um gestaltungsorientiert technologische Innovationen in Unternehmen zu implementieren. Dabei können sie sich an den insg. sechs Phasen Initialisierung, Potenzialanalyse, Anforderungsanalyse, Design, Implementierung sowie Evaluation orientieren. Drei „Gates“ überprüfen und hinterfragen die Wirtschaftlichkeit, technische Machbarkeit und Nutzerakzeptanz der Innovation.

4 Literatur

- Berkemeier L, McGuire M-R, Steinmann S, Niemöller C, Thomas O (2017) Datenschutzrechtliche Anforderungen an Smart-Glasses-basierende Informationssysteme in der Logistik. In: Eibl M, Gaedke M (Hrsg) Informatik 2017. Lecture notes in informatics (LNI), Chemnitz, 1037–1048
- Bohn D (2018) Intel is giving up on its smart glasses. In: Theverge.com. <https://www.theverge.com/2018/4/18/17255354/intel-vaunt-shut-down>, abgerufen am 23.07.2019
- Elder S, Vakaloudis A (2015) Towards uniformity for smart glasses devices: an assessment of function as the driver for standardisation. In: 2015 IEEE international symposium on technology and society. IEEE, New York, 1–7
- Fichman RG, Dos Santos BL, Zheng Z (2014) Digital innovation as a fundamental and powerful concept in the information systems curriculum. MIS Q 38:329–343. doi:10.25300/MISQ/2014/38.2.01

- Fraunhofer SCS (2018) Umsatz der Logistikbranche in Deutschland von 1995 bis 2017. In: Handelsblatt, Nr. 45/2018 und Statista.
<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/166970/umfrage/umsatz-der-logistikbranche-in-deutschland/>, abgerufen am 25.11.2019
- Google Inc. (2015) We're graduating from Google[x] labs. In: Google Plus Public Status.
<https://plus.google.com/?Google+Glass/posts/9uiwXY42tvc>, abgerufen am 23.06.2018
- Gregor S, Hevner AR (2013) Positioning and presenting design science: types of knowledge in design science research. *MIS Quarterly* 37:337–355
- Hein DW, Rauschnabel AP (2016) Augmented reality smart glasses and knowledge management: a conceptual framework for enterprise social networks. In: Rossmann A, Stei G, Besch M (Hrsg) *Enterprise social networks: Erfolgsfaktoren für die Einführung und Nutzung – Grundlagen, Praxislösungen, Fallbeispiele*. Springer, Wiesbaden, 83–109
- Herterich M, Peters C, Neff AA, Uebernickel F, Brenner W (2015) Mobile work support for field service: a literature review and directions for future research. In: Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik, 134–148. <https://aisel.aisnet.org/wi2015/10/>
- Hevner AR, March ST, Park J, Ram S (2004) Design science in information systems research. *MIS Quarterly* 28:75–105. doi:10.2307/25148625
- Hobert S, Schumann M (2017) Enabling the adoption of wearable computers in enterprises – results of analyzing influencing factors and challenges in the industrial sector. In: Proceedings of the 50th Hawaii international conference on system sciences. 4276–4285
- Kim H-C (2015) Acceptability Engineering: the study of user acceptance of innovative technologies. *Journal of Applied Research and Technology* 13(2):230–237. doi:10.1016/j.jart.2015.06.001
- Klinker K, Fries V, Wiese M, Krcmar H (2017) CatCare: designing a serious game to foster hand hygiene compliance in health care facilities. In: Proceedings of the 12th international conference on design science research in information systems and technology. 20–28
- Koelle M, Kranz M, Andreas M (2015) Don't look at me that way! – understanding user attitudes towards data glasses usage. In: *MobileHCI'15*. 362–372
- Koelle M, El Ali A, Cobus V, Heuten W, Boll S (2017) All about acceptability? Identifying factors for the adoption of data glasses. In: Proceeding of the 2017 CHI conference human factors computing systems. 295–300. doi:10.1145/3025453.3025749
- Metzger D, Niemöller C, Thomas O (2017) Design and demonstration of an engineering method for service support systems. *Information Systems and e-Business Management* volume 15:789–823. doi:10.1007/s10257-016-0331-x
- Myers M (2009) *Qualitative research in business and management*. Sage, London
- 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 HC, Pinzger M (Hrsg) *Informatik von Menschen für Menschen*. LNI 259, Klagenfurt, 753–767
- Niemöller C, Metzger D, Thomas O (2017a) Design and evaluation of a smart glasses-based service support system. In: Leimeister JM, Brenner W (Hrsg) *Proceedings der 13. Internationalen Tagung Wirtschaftsinformatik. AISel*, St. Gallen, 106–120
- 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 JM, Brenner W (Hrsg) Proceedings der 13. Internationalen Tagung Wirtschaftsinformatik. St. Gallen, 410–424
- Österle H, Becker J, Frank U, Hess T, Karagiannis D, Krcmar H, Loos P, Mertens P, Oberweis A, Sinz EJ (2011) Memorandum on design-oriented information systems research. *European Journal of Information Systems* 20:7–10. doi:10.1057/ejis.2010.55
- Rauschnabel PA, Ro YK (2016) Augmented reality smart glasses: an investigation of technology acceptance drivers. *International Journal of Technology Marketing* 11(2):123–148. doi:10.1504/IJTMKT.2016.075690
- Soinio J, Tanskanen K, Finne M (2012) How logistics-service providers can develop value-added services for SMEs: a dyadic perspective. *International Journal of Logistics Management* 23(1):31–49. doi:10.1108/09574091211226911
- Statistisches Bundesamt (2019) Umsatz der rechtlichen Einheiten/ Unternehmen* in Deutschland nach Wirtschaftszweigen im Jahr 2018. Dargestellt auf Statista, <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/242084/umfrage/umsatz-der-unternehmen-in-deutschland-nach-wirtschaftszweigen/>, abgerufen am 07.07.2020
- Sutherland IE (1968) A head-mounted three dimensional display. In: AFIPS'68 (Fall, part I) Proceedings of the December 9–11, 1968, fall joint computer conference, part I. ACM, New York, 757–764
- Vaishnavi VK, Kuechler W Jr (2007) Design science research methods and patterns: innovating information and communication technology. Auerbach, Boston
- Venkatesh V, Morris MG, Davis GB, Davis FD (2003) User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *MIS Quarterly* 27(3):425–478. doi:10.2307/30036540
- Yoo Y, Henfridsson O, Lyytinen K (2010a) The New Organizing Logic of Digital Innovation : An Agenda for Information Systems Research. *Information Systems Research* 21:724–735. doi:10.1287/isre.1100.0322