



# Freight Fleet Glasses – Augmented Reality Einsatz zur Unterstützung eines automatisierten und vernetzten Flottenmanagements

Christoph Heinbach  · Tobias Dreesbach · Oliver Thomas

Eingegangen: 2. September 2022 / Angenommen: 1. Dezember 2022  
© Der/die Autor(en) 2022

**Zusammenfassung** Innovative Wearable-Technologien haben sich in Form von Smart Glasses (dt.: Datenbrillen) für eine anwender- und prozessorientierte Bereitstellung von Informationen mit einem hohen betrieblichen Nutzen für lagerlogistische Prozesse etabliert. Durch die Verarbeitung von Detailinformationen in Echtzeit sowie die Anbindung an bestehende Informationssysteme, wird der Technologieeinsatz zur Bewältigung komplexer und datengetriebener Arbeitsaufgaben in einem dynamischen Betriebsumfeld auch für das Reparatur- und Instandhaltungsmanagement von Fahrzeugflotten hochrelevant. In Kombination mit einer visuellen Überlagerung von Objekten oder Inhalten in die reale Umgebung durch Augmented Reality (AR) eröffnen sich weitere Potenziale. In diesem Beitrag zeigen die Autoren die Einsatzbereiche von AR für ein automatisiertes und vernetztes Flottenmanagementsystem auf, das im Rahmen eines vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz geförderten Konsortialforschungsprojekts entsteht. Dazu wird der neuartige Ansatz Freight Fleet Glasses zur kontextadaptiven und automatisierten Ausführung identifizierter Werkstattprozesse präsentiert. Eine Einblendung fahrzeugspezifischer Reparatur- und Instandhaltungsdaten sowie die Dokumentation der Arbeitsprozesse mithilfe einer integrierten Kamera unterstützen die Arbeitsprozesse und den Informati-

---

✉ Christoph Heinbach · Tobias Dreesbach · Oliver Thomas  
Smart Enterprise Engineering, Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH (DFKI), Parkstraße 40, 49080 Osnabrück, Deutschland  
E-Mail: christoph.heinbach@dfki.de

Tobias Dreesbach  
E-Mail: tobias.dreesbach@dfki.de

Oliver Thomas  
E-Mail: oliver.thomas@uni-osnabrueck.de

Oliver Thomas  
Fachgebiet Informationsmanagement und Wirtschaftsinformatik, Universität Osnabrück, Parkstraße 40, 49080 Osnabrück, Deutschland

onsaustausch des vernetzten Systems. Im Anschluss wird das präsentierte Konzept in das Entwicklungsvorhaben Smart Managed Freight Fleet eingeordnet. Abschließend werden Implikationen für die Akteure im Flottenmanagement im Kontext der digitalen Transformation der Güterverkehrsbranche formuliert. AR-Technologien erhöhen die Prozesseffizienz und können gewinnbringend integriert werden, um nicht ausgeschöpfte Dienstleistungspotenziale für das Flottenmanagement zu heben.

**Schlüsselwörter** Freight Fleet Glasses · Augmented Reality · Reparatur- und Instandhaltung · Vernetzter Werkstattprozess · Datengetriebenes Flottenmanagement

## **Freight Fleet Glasses—Augmented Reality Application to Support an Automated and Interconnected Fleet Management**

**Abstract** Innovative wearable technologies have been established in the form of smart glasses (Ger.: Datenbrillen) for the user- and process-oriented provision of information with significant operational benefits for warehouse logistics processes. By processing detailed information in real-time connected to existing information systems, the use of technology to manage complex and data-driven work tasks within a dynamic operational environment is likewise highly relevant for the repair and maintenance management of fleet assets. In combination with a visual overlay of objects or content into the real environment through augmented reality (AR), further opportunities arise. In this paper, the authors show the application areas of AR for an automated and networked fleet management system that is being developed within a consortium research project funded by the Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action. For this purpose, the novel approach Freight Fleet Glasses for context-adaptive and automated execution of identified repair station processes is presented. An overlay of vehicle-specific repair and maintenance data and the documentation of labor tasks utilizing an integrated camera support the work processes and the exchange of information in the interconnected system. Subsequently, the presented concept is integrated into the use case Smart Managed Freight Fleet of the consortium research project. Finally, implications are emphasized for the stakeholders in fleet operations in the context of the digital transformation of the freight transport industry. AR technologies increase process efficiency and provide opportunities to leverage uncovered data-driven services for fleet management.

**Keywords** Freight Fleet Glasses · Augmented Reality · Repair and Maintenance · Connected Repair Station Process · Data-driven Fleet Management

### **1 Der gewerbliche Güterkraftverkehr im digitalen Zeitalter**

Als drittgrößtem Wirtschaftszweig in Deutschland kommt der Logistikbranche mit einem Umsatz von 293 Mrd. € und über 3 Mio. Beschäftigten im Jahr 2021 (Bundesvereinigung Logistik 2022) eine herausragende Rolle in unserer Volkswirtschaft zu. Durch den hohen Informationsbedarf zur Gestaltung und Ausführung von Logis-

tikprozessen werden die von den Logistikern erbrachten Dienstleistungen kundenindividuell mithilfe digitaler Technologien in informationsintensive Prozessabläufe integriert (Hausladen 2020). Diese Entwicklung bringt logistische Wertschöpfungs-systeme mit dem Ziel hervor, die Branche auf dem Weg zu einer autonomen Logistik 4.0 vollständig mit den beteiligten Akteuren zu vernetzen und das wachsende datenbasierte Wertschöpfungspotenzial übergreifend zu nutzen (Ten Hompel und Kerner 2015).

Die daraus resultierende digitale Transformation wird insbesondere in der omni-präsenten Transportlogistik und seiner erfolgskritischen Versorgungsfunktion sichtbar. Während der Einsatz digitaler Plattformen Netzwerk- und Integrationseffekte für einen ressourcenoptimalen Einsatz der Transportressourcen ermöglichen (Heinbach et al. 2021), durchdringen telematikbasierte Flottenmanagementlösungen und „as a Service“ Geschäftsmodelle zunehmend den Transportlogistikmarkt (Bez et al. 2019), die auf Grundlage fahrzeugbezogener Echtzeitdaten ein automatisiertes Flottenmanagement für einen optimalen Fuhrparkbetrieb unterstützen (Heinbach et al. 2022c). Eine von Shell durchgeführte Studie kommt zu dem Schluss, dass durch den Einsatz intelligenter Flottenmanagementsoftware, die bis zu 200 Datenpunkte in Gütertransportfahrzeugen mit Unterstützung von KI nutzt, die notwendigen Planungs-, Verwaltungs- und Steuerungsaufgaben für einen reibungslosen Flottenbetrieb automatisiert erledigt werden können (Shell Deutschland Oil GmbH 2019). Allerdings ist mit genauerem Blick auf das Flottenmanagement festzustellen, dass das prozessorientierte Tätigkeitsspektrum der Transportdienstleister mit eigenem Fuhrpark unvernetzte Aktivitäten impliziert, die sich auf das ungenutzte Datenpotenzial durch die Ausführung von Reparatur- und Instandhaltungsaufgaben in der digitalisierten Transportkette beziehen (Heinbach et al. 2020).

Obwohl die Sicherstellung eines verkehrssicheren Fuhrparkbetriebs eine Kernaufgabe im gewerblichen Güterkraftverkehr ist, unterliegen die für den Kunden nicht sichtbaren Backstage-Aktivitäten zu Reparaturen und Instandhaltungen wissensintensiven Abläufen, die trotz der Digitalisierungsfortschritte zukünftig weiterhin einen hohen Personaleinsatz erfordern werden. Das wird in der hohen Interaktion mit externen Werkstattbetrieben, den personalintensiven Aufgaben für eine effiziente Planung (z. B. Ersatzteilbeschaffung) sowie der Durchführung (z. B. Dokumentation) und Kontrolle (z. B. Qualitätssicherung) der Aufgaben deutlich. Gleichzeitig ist neben den technologischen Entwicklungen eine hohe Mitarbeiterfluktuation im Logistiksektor festzustellen (Czernin und Schocke 2016), der sich im Güterkraftverkehr nicht nur auf den anhaltenden Fahrermangel<sup>1</sup> beschränkt. Vor diesem Hintergrund bietet der Einsatz mobiler Assistenzsysteme in Form von Smart Glasses oder Augmented-Reality (AR)-Brillen die Möglichkeit, neue Entfaltungspotenziale für das digitale und vernetzte Flottenmanagement im gewerblichen Güterkraftverkehr zu erschließen. Während Smart Glasses eine reine Informationsdarstellung durch ein Display im oberen Bereich des Sichtfelds ermöglichen, verfügen AR-Brillen über transparente Displays und eine Umgebungserkennung, sodass digitale Inhalte visuell mit der realen Umgebung überblendet werden können. Mithilfe von AR-

<sup>1</sup> Zugunsten des Leseflusses nutzen wir in diesem Beitrag fortan das generische Maskulinum und weisen ausdrücklich darauf hin, dass stets alle Geschlechter gemeint sind.

Brillen lassen sich kontextabhängige Funktionen realisieren und damit Prozessabläufe durch eine visuelle Bereitstellung von Informationen anwenderorientiert verbessern (Niemöller et al. 2018). Bisherige Untersuchungen von Smart Glasses im Bereich der Kontraktlogistik haben bereits ein hohes Einsatzpotenzial für Logistikdienstleister deutlich gemacht. Besonders vorteilhaft ist die digitale Unterstützung für die Leistungserstellung und der damit verbundenen Ausübung wissensintensiver und bimanueller Aufgaben in der Logistik (Thomas et al. 2020; Rejeb et al. 2021). Es liegt somit nahe, die Einsatzpotenziale von AR-Brillen für die informations- und wissensintensiven Prozesse aus Sicht der Flottenbetreiber in Hinblick auf ein digitales Reparatur- und Instandhaltungsmanagement genauer zu untersuchen. Werkstattbetriebe zeichnen sich durch eine Vielfalt manueller Aufgaben, und informationsintensiver Prozesse aus, die bereits durch den Einsatz von Telematiksystemen unterstützt werden, damit durch die Nutzung fahrzeugdiagnostischer Daten ein Ersatzteilmanagement unterstützt wird (Bez et al. 2019). Mit der Verfügbarkeit umfangreicher Daten zum Betriebszustand der Gütertransportfahrzeuge sowie der ablaufseitig notwendigen Informationsversorgung zur Ausführung der manuellen Prozesse wird der Einsatz von AR-Brillen besonders attraktiv. Diese digitalen Innovationen können gleichsam Produkte, Prozesse und Geschäftsmodelle durchdringen (Fichman et al. 2014) und dabei sensorgestützte Informationen erfassen, diese in intelligente Funktionen übersetzen und neue Dienstleistungsmodelle im digitalen Wettbewerb unterstützen (Berkemeier et al. 2020). Die Frage, die sich stellt, lautet: *Wie kann ein AR-Brillen-basiertes System konzipiert werden, das die Reparaturen und Instandhaltungen von Gütertransportfahrzeugen für ein automatisiertes und vernetztes Flottenmanagement unterstützt?*

Um diese Frage zu beantworten, untersucht dieser Beitrag die Einsatzpotenziale von AR-Brillen für ein automatisiertes und vernetztes Flottenmanagement, das im vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) geförderten Anwendungsfall *Smart Managed Freight Fleet* (Heinbach et al. 2022b) entwickelt wird. AR-Brillen offerieren an der Schnittstelle zwischen telematikgestützten Gütertransportfahrzeugen und den betrieblichen Prozessen in den Werkstätten neue Einsatzmöglichkeiten, um das Spektrum datenbasierter und fahrzeugzentrierter Prozesse im Ökosystem umfassend zu erschließen. Die Autoren entwerfen auf Grundlage eines Fokusgruppeninterviews, das mit Experten des Konsortialforschungsprojekts durchgeführt wurde, das Konzept *Freight Fleet Glasses*. Mit dieser erstmaligen Konzeption wird die AR-gestützte Einblendung fahrzeugspezifischer Reparatur- und Instandhaltungsdaten sowie die Dokumentation der Arbeitsprozesse mithilfe einer integrierten Kamera unterstützt und in die Arbeitsprozesse des vernetzten Systems integriert. Anschließend werden strategische Handlungsempfehlungen für die Fahrzeughersteller, Werkstattbetriebe und Flottenbetreiber aufgezeigt, um das durch den Einsatz von AR-Brillen resultierende Potenzial für datenbasierte Dienstleistungsprozesse und einen integrierten Fuhrparkbetrieb anwendungsorientiert zu nutzen.

## 2 Wearable-Technologien als Innovationstreiber in der Logistik

### 2.1 Einsatzpotenziale von Smart Glasses in der Logistik

Mit der Einführung erster käuflich erhältlicher Geräte im Jahr 2012 nahm die Zahl der untersuchten Anwendungsbereiche von Smart Glasses in der Logistik und damit verbunden auch die Zahl der wissenschaftlichen Veröffentlichungen zu (Hüer et al. 2020). Praktische Anwendungsfälle mit Smart Glasses wurden in den folgenden Jahren insbesondere in der Kommissionierung umgesetzt (Rejeb et al. 2021). Für die Kommissioniermethode Pick-by-Vision werden mit den Smart Glasses Abbildungen der zu entnehmenden Produkte sowie ihrer Warenposition in der Lagerhaltung angezeigt. Die Wirtschaftlichkeitsbewertung von Pick-by-Vision ergibt Kostenvorteile gegenüber der klassischen papierbasierten Kommissionierung sowie gegenüber Handheld-Geräten durch eine erhöhte Pickleistung und eine reduzierte Fehlerquote (Werning et al. 2020). Durch die Prozessführung auf den Smart Glasses können folglich aktuelle Informationen effizient bereitgestellt und Fehlgriffe vermieden werden (Werning et al. 2020). Beim Einsatz von Smart Glasses in der Logistik sind jedoch Herausforderungen zu berücksichtigen, die sich nach Rejeb et al. (2021) in die drei Bereiche Technik, Organisation und Ergonomie einordnen lassen. Die technischen Kernherausforderungen, zu denen die visuelle Darstellung von Objekten sowie die Speicher- und Verarbeitungsleistung zählen, werden innerhalb der nächsten Jahre voraussichtlich durch technologische Weiterentwicklungen verringert. Während für die organisatorischen Herausforderungen an Faktoren wie der Entwicklung von Fähigkeiten, begrenzter Erfahrung und Technologieakzeptanz (Rejeb et al. 2021) gearbeitet werden muss, betreffen die Herausforderungen im ergonomischen Bereich gesundheitlich unbedenkliche und sichere Arbeitsbedingungen (Rejeb et al. 2021). Trotz der bisherigen Herausforderungen hat sich der nutzenstiftende Einsatz von Smart Glasses heute auf unterschiedliche Bereiche in der Lagerlogistik ausgeweitet. Die aktuellen Einsatzbereiche von Smart Glasses reichen vom Wareneingang über die Sortierung, Einlagerung und Kommissionierung hin zum Warenausgang (Hüer et al. 2020). Der Ausweitung tragen unter anderem eine weiterentwickelte Hardware, vereinheitlichte Standards sowie verbesserte Entwicklungsframeworks und fertige Softwarelösungen zum Einsatz in Unternehmen bei.

Die Zielsetzung für den Einsatz von Smart Glasses stellt dabei sowohl (1) eine Optimierung der Geschwindigkeit als auch eine (2) Reduzierung von Fehlern und (3) eine Reduzierung von Verschwendung dar (Rejeb et al. 2021). Beispiele für Anwendungsgebiete sind die Prüfung von Gütern am Wareneingang und -ausgang sowie Dokumentation der Ladungssicherung und Schäden zur Qualitätssicherung. Beim Einlagern können Smart Glasses außerdem durch die Angabe eines Lagerplatzes, der Positionierung oder der Stapelung von Gütern unterstützen (Wang et al. 2020). Neues Lagerpersonal kann mittels Smart Glasses durch das Lager navigiert (Hüer et al. 2020) und durch Warn- und Sicherheitshinweise über die Smart Glasses für gefährliche Situationen sensibilisiert werden (Wang et al. 2020). Zu Trainingszwecken können auf den Smart Glasses mobile Trainings bereitgestellt werden (Hüer et al. 2020). Zum Erstellen von Trainingsszenarien dienen digitalisierte Prozessdaten, aus denen Anleitungen und Lehrformate erstellt werden können (Dreesbach

et al. 2021). Durch die Abbildung von Anleitungen und Lehrformaten innerhalb des Sichtfelds des Lagerpersonals haben die Trainingsszenarien einen direkten visuellen Bezug zu den Arbeitsobjekten.

## 2.2 Augmented Reality als Enabler für datenbasierte Logistikprozesse

Als Schnittstelle zwischen Mitarbeitern, betrieblichen Prozessen und steigenden Datenmengen durch komplexer werdende Abläufe innerhalb der Logistikketten stellen AR-Endgeräte Prozessinformationen visuell bereit (Thomas et al. 2020). AR beschreibt eine erweiterte Realität durch die Einbettung virtueller Inhalte in die reale Umgebung. Im Gegensatz zu Virtual-Reality-Endgeräten nehmen Nutzer die Umgebung um sich herum mit AR-Endgeräten weiterhin vollständig wahr. Die augmentierten Einblendungen in die reale Umgebung werden durch AR-Brillen mit transparenten Displays ermöglicht. Die in Abschn. 2.1 vorgestellten Anwendungsfälle in der Logistik beziehen sich maßgeblich auf sehr einfache textuelle und 2D-Einblendungen ohne visuelle Überblendung von Inhalten in die reale Umgebung. Um AR als Enabler für datenbasierte Logistikprozesse zu klassifizieren, unterscheiden wir daher zwischen Smart Glasses und AR-Brillen und nutzen die Definition von Vogel et al. (2020). Vogel et al. (2020) untersuchten in einem interdisziplinären Literaturvergleich die unterschiedlichen definitorischen Ansätze von AR und kamen zu dem Ergebnis, dass die in Echtzeit stattfindende visuelle Einblendung bzw. Überblendung von Objekten das Hauptmerkmal von AR darstellt. AR wird demnach gezielt eingesetzt, um die reale Umgebung mit zusätzlichen Inhalten anzureichern.

Je nach Anwendungsfall bieten Smart Glasses, AR-Brillen und Tablet-/Smartphone-basierte AR auf Basis ihrer Merkmale unterschiedliche Vorteile. Smart Glasses ermöglichen eine ununterbrochene Informationsverfügbarkeit in 2D und freihändiges Arbeiten. Sie sind leichtgewichtig, wodurch die zumutbare Tragzeit während der Arbeitstätigkeit im Vergleich zu AR-Brillen höher ausfällt. Im Gegensatz zu Smart Glasses ermöglichen AR-Brillen immersive Erfahrungen, indem die punktuell eingeblendeten Inhalte durch die dreidimensionale Verortung im Raum als nahezu real empfunden werden. Virtuelle Erklärungen und 3D-Objekte können die Arbeitstätigkeit realistisch beschreiben und komplexe Sachverhalte sichtbar machen. Ihre Laufzeit fällt wegen der leistungsfähigen Komponenten für die dreidimensionale Visualisierung (Rendering) und einem ergänzenden Einsatz von z. B. Tiefensensoren hingegen geringer aus als bei Smart Glasses. Die Interaktion mit Smart Glasses oder AR-Brillen erfolgt in der Regel durch Tasten am Gerät, Controllern, einer Spracherkennung oder bei AR-Brillen auch durch eine Gestenerkennung. Vor diesem Hintergrund bietet AR erweiterte Chancen für ein datenbasiertes Flottenmanagement, um im Bereich der Reparatur- und Instandhaltungsprozesse neue Entfaltungspotenziale erschließen zu können. Die Integration der Geräte ist jedoch häufig aufgrund der Vielfalt der AR-Geräte und des Mangels an Fachwissen zu AR mit Unsicherheiten behaftet. Aufgrund der noch geltenden technischen Beschränkungen von AR-Endgeräten hinsichtlich der begrenzten Rechenleistung, Visualisierungsqualität und Batterielebensdauer sollten AR-Anwendungen bei der Entwicklung auf die Anforderungen und Komplexität der spezifischen Logistikumgebungen angepasst werden, da eine Objekterkennung sowie eine Raumverortung nur unter angemessenen Umge-

bungsbedingungen einsetzbar sind (Rejeb et al. 2021). Außerdem müssen sowohl der Integrationsaufwand in die IT-Infrastruktur als auch der Datenschutz berücksichtigt werden.

Für einen geringen Anfangsinvestment sollten Unternehmen Anwendungsfälle identifizieren, bei denen ein geringer Integrationsaufwand einem möglichst großen Nutzen entgegensteht. Berkemeier et al. (2020) entwickelten ein Rahmenwerk für die Konzeption von AR-basierten Anwendungen. Das Rahmenwerk besteht aus den fünf aufeinanderfolgenden Schritten (1) Initialisierung, (2) Potenzialanalyse, (3) Anforderungsanalyse, (4) Design und (5) Implementierung sowie einer konstanten Evaluation als Unterstützung. In der ersten Phase werden der Projektrahmen festgelegt und Anwendungsfälle identifiziert. Die Hardwareauswahl findet erst in der zweiten Phase statt, in der auch einer der identifizierten Anwendungsfälle ausgewählt und näher definiert wird. Denn nur durch eine erfolgte initiale Definition des ausgewählten Anwendungsfalls können die relevanten Anforderungen an die Endgeräte identifiziert und eine entsprechende Hardwareauswahl getroffen werden. Der Nutzen des definierten Anwendungsfalls wird ebenfalls in der zweiten Phase abgeschätzt. In der Anforderungsanalyse, der dritten Phase, werden die Anforderungen an den Anwendungsfall erhoben und die technische Machbarkeit bewertet. Neben der Wirtschaftlichkeit und der technischen Machbarkeit, sind insbesondere auch die Nutzerakzeptanz sowie die Belastung der Nutzer und Sicherheitsbedenken zu berücksichtigen (Berkemeier et al. 2020; Hüer et al. 2020). Durch die empfohlenen kontinuierlichen formativen Evaluationen können diese Herausforderungen untersucht werden. Wurde die Umsetzbarkeit des Projekts nach den ersten drei Phasen festgestellt, dienen die anschließenden Phasen vier und fünf dem technischen Design.

In Abschn. 2.1 wurden bereits Einsatzpotenziale von Smart Glasses in der Logistik vorgestellt. Da es zahlreiche datenbasierte Anwendungsfälle in Logistikprozessen gibt, in denen die Informationsbereitstellung jeweils unterschiedliche Zielsetzungen verfolgt, sollten die für den ausgewählten Anwendungsfall im Flottenmanagement relevanten Informationen aus den Reparatur- und Instandhaltungsprozessen eingegrenzt und den jeweils passenden Technologien zugeordnet werden.

### **3 Konzeption Freight Fleet Glasses für die Unterstützung von Reparaturen und Instandhaltungen im Güterkraftverkehr**

#### **3.1 Automatisiertes und vernetztes Flottenmanagement durch Softwareagenten**

Ein datengetriebenes Flottenmanagement erfordert eine übergreifende Integration der Datentechnologien und -systeme, um einen auftragsorientierten Fahrzeugeinsatz, eine durchgängige Sendungsverfolgung, eine effiziente Routen- und Tourenplanung für einen optimalen Fuhrparkbetrieb zu gewährleisten (Heinbach et al. 2022b). Intermodale Betrachtungen werden dabei durch die wachsende Bedeutung des E-Commerce motiviert und versuchen, die Fahrzeugdaten der eingesetzten Fahrzeuge im Hauptlauftransport mit innovativen Transporttechnologien in der letzten Meile zu verbinden (Heinbach et al. 2022b). Dieser Ansatz wird in dem vom BMWK ge-

förderten Konsortialforschungsprojekt „GAIA-X 4 ROMS“ (Remote Operation for Automated and Connected Mobility Services) verfolgt, damit der Aufbau eines föderierten Daten- und Dienstökosystem auf der Grundlage souveräner und sicherer Dateninfrastruktur in Europa – Gaia-X – ermöglicht wird (Otto et al. 2021). Konkret werden im Anwendungsfall *Smart Managed Freight Fleet* Softwareagenten entwickelt. Softwareagenten sind als modulare Softwarekomponenten auf bestimmte Funktionen spezialisiert und reagieren dynamisch auf Veränderungen in ihrer Umgebung. In dem Anwendungsfall realisieren die Softwareagenten ein automatisiertes und vernetztes Flottenmanagement durch eine ganzheitliche Transportauftragsplanung, ein durchgängiges Kapazitätsmanagement, ein intelligentes Reparatur- und Instandhaltungsmanagement sowie eine Remote Operation, einschließlich der Nutzung neuer Zustelldienstleistungen. Die Softwareagenten repräsentieren dazu Ressourcen, ordnen sich über Koordinationsmechanismen bestimmten Aufträgen und Aktivitäten zu und ermöglichen durch den Austausch lokale Optimierungen. In der Folge interagieren sogenannte „Werkstatt-Agenten“ mit den Operatoren der Werkstattbetriebe für eine weitestgehend autonome Auftragszuordnung zu den Ressourcen „intelligenter Trailer und Wechselbrücken“ (Heinbach et al. 2022b).

Dieser Entwicklungsgedanke bietet darüber hinaus die Möglichkeit, dass echtzeitbasierte Telematikdaten (z. B. Bremssystem, Reifendruck) für eine vorausschauende und automatisierte Auftragerstellung von Reparatur- und Instandhaltungsmaßnahmen durch die Agenten genutzt werden (Heinbach et al. 2022b). Ein datenbasiertes Reparatur- und Instandhaltungsmanagement entsteht in der Folge durch die Ergänzung des Kontexts zu den einzelnen Aufgaben in einem komplexen Arbeitsumfeld. AR-Brillen in ihrer Funktion als innovative Wearable-Technologien sind somit Enabler, mit denen durch visuelle Einblendung von Informationen in die reale Umgebung die Geschwindigkeit der Werkstattprozesse erhöht und gleichzeitig eine Fehlervermeidung erreicht werden kann.

### 3.2 Relevanz von Augmented Reality für fahrzeugorientierte Fuhrparkbetriebsprozesse

Eingangs wurde bereits deutlich gemacht, dass die Nutzung von fahrzeugbezogenen Echtzeitdaten das Management von Fahrzeugflotten unterstützen kann. Bestehende Dienstpotenziale werden durch plattformbasierte Lösungen im Güterverkehrsmarkt für die kundenindividuelle und sichtbare Leistungserbringung durch die Integration der Daten aus den unterschiedlichen Systemen entlang der Prozesse des Transportmanagements bereits adressiert (Heinbach et al. 2022a). Dennoch kann ein datenbasiertes Flottenmanagement bislang nicht realisiert werden, da isolierte Backstage-Aktivitäten und manuelle Prozesse von digitalen Technologien noch nicht vollständig durchdrungen sind. Obwohl Fahrzeugflotten die Transportressourcen für Kundenaufträge bereitstellen, ist das Flottenmanagement im Gegensatz zum datengetriebenen Transportmanagement keine vom Kunden sichtbare Aktivität. Datenbasierte Entfaltungspotenziale für den Fuhrparkbetrieb entstehen daher für die „internen“ Interaktionen zwischen Flottenbetreibern, Werkstattbetrieben und Fahrzeugherstellern (Heinbach et al. 2020). An dieser Schnittstelle, zwischen Anwendern und prozessorientierten Abläufen, setzen AR-basierte Anwendungen an und offerieren einen



fahrzeugorientierten Fuhrparkbetrieb in intermodalen Transportketten durch die Integration eines datenbasierten Reparatur- und Instandhaltungsmanagement.

Zur konkreten Identifikation der Potenziale wurde auf Grundlage des Rahmenwerks für die Konzeption von AR-basierten Anwendungen (vgl. Abschn. 2.2) mit 10 Experten des Konsortialforschungsprojekts „GAIA-X 4 ROMS“ ein Fokusgruppeninterview zum Einsatz von AR-Brillen für ein fahrzeugorientiertes Reparatur- und Instandhaltungsmanagement geführt. Eine vollständige Übersicht der Teilnehmer des Fokusgruppeninterviews ist online verfügbar (siehe Onlinematerial 1). Es wurde darauf geachtet, dass die Gesprächsteilnehmer ausreichend Erfahrungen mit AR-Anwendungen und zudem Kenntnisse im Umgang mit technologischen Mobilitätslösungen (z. B. Telematik) haben. In dem virtuellen Gespräch wurden mithilfe eines Online-Whiteboards die ersten drei Schritte des präsentierten Rahmenwerks (vgl. Abschn. 2.2) diskutiert: (1) Initialisierung (z. B. Probleme), (2) Potenzialanalyse (z. B. Nutzen) und (3) Anforderungsanalyse (z. B. Usability). Die aus dem Fokusgruppeninterview gewonnenen Erkenntnisse wurden anschließend konsolidiert und innerhalb der Gruppe in Bezug auf die praktische Anwendbarkeit AR-basierter Anwendungsfälle kritisch reflektiert. Die Ergebnisse wurden anschließend im Online-Whiteboard dokumentiert.

Alle Teilnehmer des Gesprächs sind sich darin einig, dass es sinnvolle Einsatzbereiche für AR-basierte Anwendungen zur Unterstützung für das Reparatur- und Instandhaltungsmanagement gibt. In der Phase (1) wurden vier Einsatzbereiche identifiziert, die durch AR-Anwendungen nutzenstiftende Vorteile für die Akteure bieten: (i) Prozessorientierte und automatische Dokumentation von Prozessen, (ii) Abruf echtzeitbasierter und kontextabhängiger Informationen, (iii) Erfassung der Fahrzeugzustände und (iv) digitale Abfahrts- und Ladungssicherungskontrollen, die in der Praxis oftmals nicht ausreichend intensiv und stark menschenzentriert durchgeführt werden. In der Phase (2) wurde das allgemeine Nutzenpotenzial AR-basierter Anwendungen für die identifizierten Probleme beschrieben. Neben der Bestandsoptimierung von Ersatzteilen bietet der AR-Einsatz für die Sicherung der Prozesse (z. B. Reparatur) und Qualität (z. B. Fehlervermeidung) einen Vorteil. Außerdem konnte ein Potenzial für die systematische Erfassung von Beschädigungen (z. B. regelmäßige Schäden) und Prozesszeiten ermittelt werden, die als Datenbasis für die Erkennung von systematischen Abweichungen (z. B. Anomalien) genutzt werden können. Die Schadensbilder und Anomalien können den Fahrzeugführern zur Sensibilisierung (z. B. Fahrerschulungen) und den Fahrzeugherstellern für Produktverbesserungen (z. B. durch Materialprobleme) dienen. Für eine digitale Lkw-Abfahrtskontrolle und Ladungssicherung seitens des Fahrers mithilfe von AR-Anwendungen ergeben sich Automatisierungspotenziale durch eine automatisierte und agentengestützte Erstellung von Reparaturaufträgen. Phase (3) fasst die technischen Anforderungen für AR-basierte Anwendungen zunächst unabhängig von einer konkreten Instanz eines Use Case zusammen (vgl. Abb. 1). Die allgemein formulierten Anforderungen wurden aus dem Gruppeninterview abgeleitet. Während der Gespräche wurde der Datenschutz sowie die Akzeptanz der Anwender als Kernherausforderung diskutiert, die in der weiteren technischen Designentwicklung adressiert werden müssen. Mit Rücksicht auf die Kosten- und Nutzensvorteile der Integration von AR-Anwendungen in Unternehmen und die damit verbundene Wirtschaftlichkeit,



**Abb. 1** Identifizierte Aspekte zu AR-basierten Anwendungen im datenbasierten Flottenmanagement

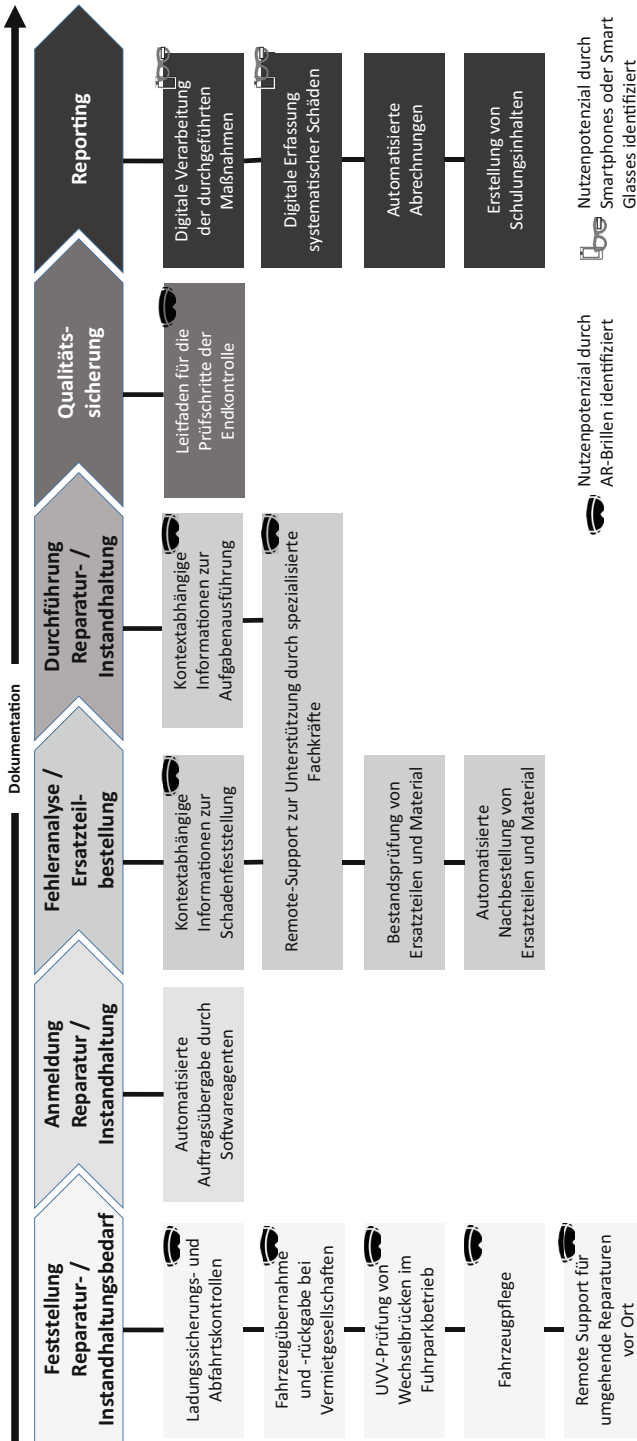
wurde ein praxisorientiertes Vorgehen als zielführend erachtet. Nach der Auswahl eines Use Case müssen die Anforderungen für die folgenden Phasen (4) Design und (5) Implementierung noch um spezifische Anforderungen ergänzt werden.

Resümierend ist festzustellen, dass der Einsatz von AR-Anwendungen für ein automatisiertes und vernetztes Flottenmanagement als relevant betrachtet werden kann.

### 3.3 Konzept Freight Fleet Glasses

Mit der Identifikation verschiedener Einsatzpotenziale für ein AR-basiertes Informationssystem wurden verschiedene Vorteile zur Unterstützung ganzheitlicher Reparatur- und Instandhaltungsprozesse von Gütertransportfahrzeugen im gewerblichen Güterkraftverkehr festgestellt. Im Rahmen des durchgeführten Fokusgruppeninterviews zu den Einsatzgebieten konnte eine Wertschöpfungskette mit einzelnen Prozessphasen abgeleitet werden, die für AR-basierte Anwendungen im Reparatur- und Instandhaltungsmanagement relevant sind. Diese lassen sich in sechs Arbeitsschritte einteilen: (1) Bedarfsfeststellung, (2) Anmeldung, (3) Fehleranalyse und Ersatzteilbestellung, (4) Durchführung, (5) Qualitätssicherung sowie (6) Reporting (vgl. Abb. 2).

Innerhalb der Wertschöpfungskette konnten 16 Anwendungsfälle problembasiert ermittelt und definiert werden, für die der Nutzen sowie die bestehenden Herausforderungen diskutiert wurden. Das Nutzenpotenzial von AR-Brillen für die diskutierten Anwendungen in den Arbeitsschritten wurde danach beurteilt, ob (1) ei-



**Abb. 2** Prozessphasen der Wertschöpfungskette im Reparatur- und Instandhaltungsmanagement eines automatisierten und vernetzten Flottenmanagements und mögliche Unterstützung durch AR-basierte Anwendungen

ne freihändige Informationsbereitstellung im Sichtfeld vorteilhaft erscheint und ob (2) die reale Arbeitsumgebung immersiv mit AR-Darstellungen angereichert werden soll. Trifft nur eines der beiden Kriterien zu, wurde ein Nutzenpotenzial durch Smartphone oder Smart Glasses dokumentiert. Aus der Verfeinerung der Anwendungsfälle ergaben sich für neun der Anwendungsfälle Nutzenpotenziale durch die Nutzung von AR-Brillen. Die Nutzenpotenziale ergeben sich insbesondere wegen einer möglichen Darstellung digitaler AR-Inhalte in Bezug auf die realen Fahrzeuge und Wechselbrücken. Für zwei weitere Anwendungsfälle wurden Smartphones oder Smart Glasses als vorteilhaft eingeschätzt, da in diesen Anwendungsfällen zwar eine digitale Erfassung der Arbeitsumgebung durch das Endgerät erfolgt, eine Rückmeldung an das Personal jedoch lediglich auditiv oder visuell über 2D-Abbildungen erfolgt.

Im Arbeitsschritt Feststellung des Reparatur- und Instandhaltungsbedarfs ist der Einsatz einer AR-Anwendung für die gesetzlich vorgeschriebene Lkw-Abfahrtskontrolle und Ladungssicherung durch die Fahrer aufgrund bestehender intransparenter Prozesse relevant. AR-basierte Darstellungen und Informationen zu den Kontrollinhalten können an den Kontrollpunkten fixiert und die Prozesse dadurch transparenter gestaltet werden. Eine ähnliche Kontrolle ist auch mit Blick auf die Vermietgesellschaften (z. B. Leasing) von Bedeutung, da eine vollständige und digitale Kontrolle bei Fahrzeugübernahmen und -rückgaben zahlreiche fahrzeugbezogene Kontrollpunkte enthalten. Ähnlich dazu wurden in dem Gruppeninterview auch regelmäßige Instandhaltungstermine nach der Unfallverhütungsvorschrift (UVV) im Fuhrparkbetrieb als möglicher Einsatzbereich beschrieben. Weiterhin ist die Fahrzeugpflege ein Einsatzgebiet von AR, damit der Status der Fahrzeugreinigung durch fest definierte Kontrollpunkte an den Fahrzeugen erfasst und notwendige Reinigungsmaßnahmen ergriffen werden können. Nach der Feststellung eines Reparatur- und Instandhaltungsbedarfs können im zweiten Schritt die erkannten Schäden bzw. Mängel über eine Anwendungsschnittstelle der AR-Brillen an ein Auftragsverwaltungssystem (z. B. Fuhrparkmanagement) übergeben werden. Hier ist eine Vernetzung der AR-Endgeräte mit Softwareagenten zur autonomen Zuordnung von Werkstattbetrieben sinnvoll.

Der Arbeitsschritt Fehleranalyse und Ersatzteilbeschaffung wird von AR-Anwendungen in Form einer kontextabhängigen Informationsbereitstellung unterstützt. Entsprechend dem Schadensbild und der Rückmeldung der Sensoren können kontextabhängige AR-Visualisierungen über das Fahrzeug zur Optimierung der Fehlersuche bereitgestellt werden. Auch Informationen aus den innerbetrieblichen Werkstatssystemen über den Ersatzteil- und Materialbestand sowie über automatisierte Nachbestellungen notwendiger Komponenten sollten auf der AR-Brille bereitgestellt werden. Im Anschluss an die Fehleranalyse und Ersatzteilbestellung erfolgt im vierten Arbeitsschritt die Durchführung der Reparatur oder Instandhaltung. In dieser Arbeitsphase ermöglichen AR-Brillen eine kontextabhängige Informationsbereitstellung, indem sie Tätigkeitsbeschreibungen in Bezug auf das reale Fahrzeug darstellen. Insbesondere für die Einarbeitung unerfahrenen Personals und regelmäßig auszuführende Tätigkeiten sind diese Formen der Unterstützung von Vorteil. Für tiefgreifende Problemstellungen, die sich mit dem Wissen vor Ort in der Werkstatt nicht lösen lassen, besteht die Möglichkeit eines Remote-Supports über eine AR-

Brille. Sowohl für die Fehleranalyse als auch für die Durchführung der Reparatur können spezialisierte Fachkräfte, beispielsweise direkt vom Hersteller, hinzugezogen werden. Mittels einer Liveschaltung auf die Kamera der AR-Brille können die spezialisierten Fachkräfte die Problemstellung nachvollziehen, bei der Arbeitsausführung beraten und über das Display der AR-Brille visuelle Markierungen in das reale Arbeitsumfeld zeichnen.

Zur Qualitätssicherung der durchgeführten Maßnahmen kann über eine AR-Brille kontextabhängig ein Leitfaden für die Prüfschritte der Endkontrolle gemäß der Vereinbarung zwischen Anbietern und Kunden, dem Service-Level-Agreement, bereitgestellt werden. Sowohl zu Zwecken der Qualitätssicherung als auch für das Reporting von Schäden und vorgenommenen Maßnahmen kann die Durchführung der Arbeitsschritte außerdem im letzten Arbeitsschritt über Smartphones oder Smart Glasses erfasst werden. Über das Display kann ein Auswertungsbericht bereitgestellt werden, der mit Informationen und Fotos versehen wird. Das Reporting lässt Rückschlüsse hinsichtlich systematischer Schäden durch das Fahrverhalten oder

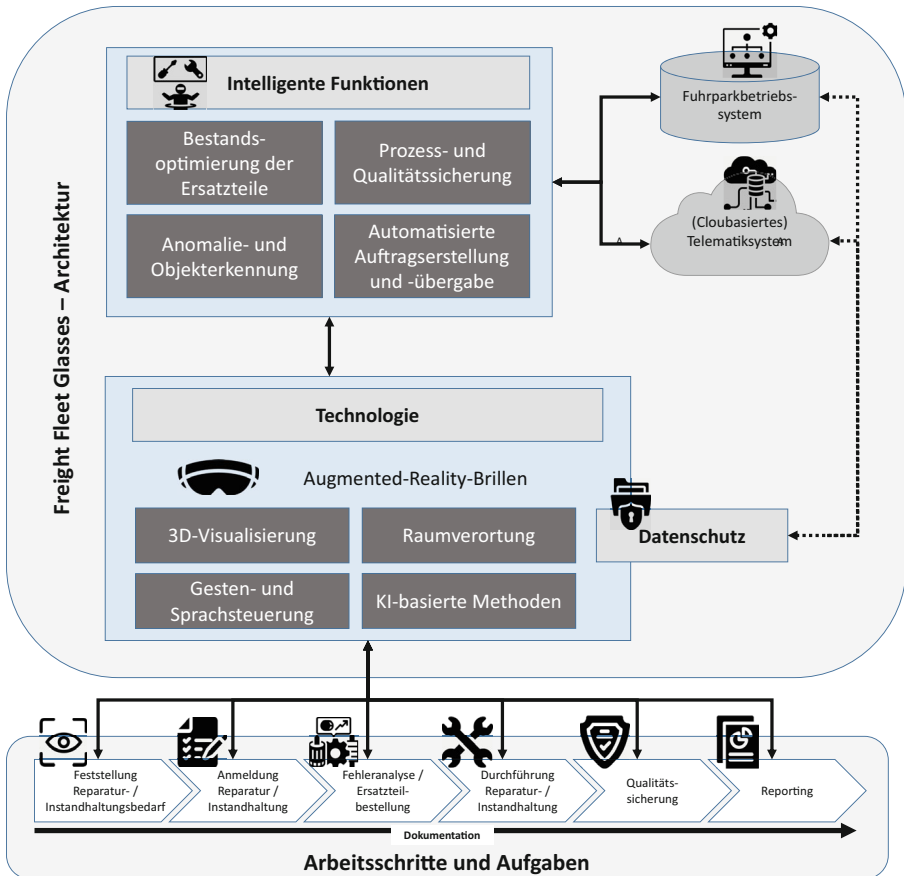


Abb. 3 Architektur zum Konzept Freight Fleet Glasses in Anlehnung an Thomas et al. (2020)

Produktschwächen zu. Zusätzlich können die durch die AR-Anwendung erzeugten Informationen für Abrechnungen oder Schulungszwecke genutzt werden. Die kontinuierliche Dokumentation der durchgeführten Maßnahmen wird durch die Vernetzung der einzelnen Prozessphasen anwendungsübergreifend sichergestellt. Um die Anforderungen an eine AR-Anwendung im Detail zu erläutern, wurde die im Gruppeninterview thematisierte Umsetzung der aufgestellten Anforderungen (vgl. Abb. 1) zur Ladungssicherungs- und Abfahrtskontrolle beschrieben, die online verfügbar ist (siehe Onlinematerial 2).

Auf Basis der zugrunde liegenden Arbeitsschritte für ein AR-basiertes Reparatur- und Instandhaltungsmanagement wird das Konzept *Freight Fleet Glasses* in Abb. 3 anhand einer zentralen Architektur für das Informationssystem vorgeschlagen. Die Architektur bildet eine durchgängige Informationsversorgung in den relevanten Wertschöpfungsprozessen von der Feststellung des Reparatur- und Instandhaltungsbedarfs bis zum Reporting ab. Mit dem Einsatz von unter anderem AR-Brillen und KI-basierten Methoden wird eine Kombination aus unterschiedlichen Technologien genutzt. Für eine mögliche Umsetzung der beschriebenen Anwendungsfälle werden intelligente Funktionen, wie Anomalie- und Objekterkennung oder eine automatisierte Prozess- und Qualitätssicherung, eingesetzt.

#### 4 Freight Fleet Glasses zur Unterstützung eines automatisierten und vernetzten Flottenmanagements

Das präsentierte Konzept *Freight Fleet Glasses* ermöglicht die IT-gestützte Bearbeitung von manuellen Prozessen, die im Rahmen der Reparatur- und Instandhaltungen oftmals noch papierbasiert ablaufen. AR dient als Enabler-Technologie, um das bisher isolierte Datenpotenzial in intermodalen Transportketten im Zusammenhang mit dem Flottenmanagement nutzbar zu machen. Der Gedanke einer interoperablen und souveränen Datennutzung in durchgängig datengetriebenen Transportketten ist ein Kernziel im Projektvorhaben *Smart Managed Freight Fleet*, das im Rahmen des vom BMWK geförderten Konsortialforschungsprojekts „GAIA-X 4 ROMS“ (Remote Operation for Automated and Connected Mobility Services) entwickelt wird (Heinbach et al. 2022b). Vor diesem Hintergrund ordnen die Autoren nachfolgend *Freight Fleet Glasses* in das bestehende Konzept ein und beschreiben nachfolgend die Gestaltung des innovativen Systems.

Ein automatisiertes und vernetztes Flottenmanagement erfordert mit Telematik ausgestattete Transportladegefäße, sog. *intelligente Wechselbrücken und Trailer (iWT)* (Heinbach et al. 2022b), die echtzeitbasierte und sensorische Daten an ein (cloudbasiertes) Telematiksystem übermitteln. Daneben kann ein Fuhrparkbetriebsystem zum Einsatz kommen, um die Stammdaten zu Routineprüfungen von Instandhaltungen zu übermitteln. Beide Informationssysteme sind direkt mit *Freight Fleet Glasses* verbunden, wobei die Telematikdaten zudem relevant für den iWT-Agenten sind (vgl. Abb. 4). Auf der Prozess- und Informationsebene unterliegt die Einsatzgestaltung der Flotten den Transportaufträgen der Kunden, die aus dem Einsatz von Transportmanagementsystemen resultieren. Die Prozessschritte für das Transportmanagement sind an die Arbeitsschritte des Flottenmanagements gekop-

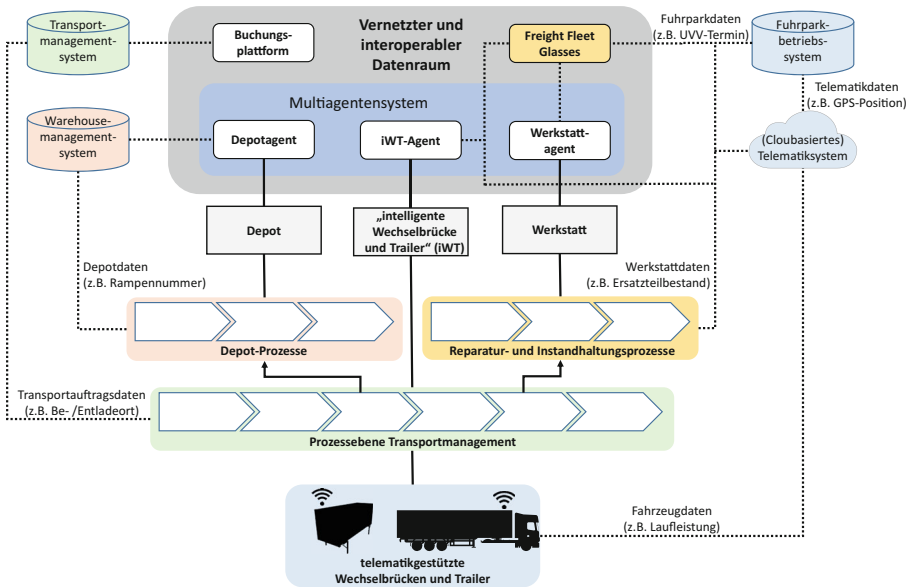


Abb. 4 Einordnung von Freight Fleet Glasses für automatisiertes und vernetztes Flottenmanagement

pelt. Relevante Sub-Prozesse, die wiederum mit spezifischen Informationssystemen operieren, bilden Depotstationen für den Güterumschlag in Verbindung mit Warehousemanagementsystemen (z.B. Ressourcenplanung im Depot) und Werkstätten mit den dargestellten AR-basierten Anwendungen. Das Auftragsmanagement für die jeweiligen Akteure (Depot, iWT, Werkstatt) wird durch einzelne Softwareagenten repräsentiert, welche die Auftragsplanung und -steuerung für die jeweilige Ressource übernehmen und auf Grundlage gemeinsamer Koordinationsmechanismen Entscheidungen über Auftragszuordnungen realisieren. *Freight Fleet Glasses* nutzen die über die AR-Brillen erfassten Daten und stellen die Reparatur- und Instandhaltungsbedarfe fest, um diese an die Werkstattagenten zu übergeben. Über die Agenten wird der Auftrag einer Werkstatt zugeordnet. Innerhalb der Werkstätten kann die optimierte Auftragsplanung schließlich über AR-Brillen abgerufen werden. Unter anderem wird angezeigt, welcher Auftrag von welchem Mitarbeiter bearbeitet werden soll und wann die iWT eintreffen. Die Mitarbeiter können sich entsprechend vorbereiten, Reparaturanleitungen auf den AR-Brillen laden, Ersatzteile und Werkzeuge bereitstellen oder Pausentätigkeiten einplanen. Durch das Zusammenwirken der Agenten und *Freight Fleet Glasses* entstehen folglich neue Leistungsangebote für die Akteure im Flottenmanagement auf der Anwendungsebene. Abb. 4 illustriert die beschriebenen Betrachtungen und ordnet das Konzept *Freight Fleet Glasses* in das Gesamtsystem *Smart Managed Freight Fleet* ein, das ein automatisiertes und vernetztes Flottenmanagement realisiert.

## 5 Strategische Implikationen für die Praxis

Gütertransportfahrzeuge stellen physische Ressourcen zur Erbringung von Gütertransportdienstleistungen dar, die durch den Einsatz digitaler Technologien effizienter gestaltet und prozessorientiert integriert werden können, damit im heterogenen Transportmarkt eine übergreifende Datenbereitstellung für digitale Innovationen erreicht werden kann. Die datenbasierte Betriebssteuerung stellt in diesem Zusammenhang für Flottenbetreiber und mit Blick auf das Reparatur- und Instandhaltungsmanagement isolierte und nicht sichtbare Backstage-Aktivitäten gegenüber den Kunden dar. Aus serviceorientierter Sicht ist die Gewährleistung der Fahrzeugeinsatzfähigkeit ein entscheidender Erfolgsfaktor, wobei eine Integration der Fahrzeugdaten in die bestehenden Prozessstrukturen mithilfe innovativer Technologien nachhaltiger, leistungsfähiger und resilientere Transportketten realisieren kann. Die eingangs formulierte Frage konnte durch das dargestellte Konzept *Freight Fleet Glasses* beantwortet werden. Dazu werden AR-basierte Anwendungen an der Schnittstelle zwischen Fuhrparkbetriebssystemen, telematikgestützten Gütertransportfahrzeugen, Softwareagenten und den betrieblichen Prozessen in den Werkstätten positioniert. Die so gewonnenen Daten werden mit der Entstehung interoperabler und vernetzter Datenräume integriert, um ein automatisiertes und vernetztes Flottenmanagement zu erreichen.

Flottenbetreiber werden dadurch in die Lage versetzt, einen reibungslosen und kostenoptimalen Fuhrparkbetrieb durch neue Informationsdienste und einen fahrzeugzentrierten Datenaustausch im Dienstleistungsökosystem zu realisieren, die für die Akteure Werkstatt und Fahrzeughersteller zusätzliche Vorteile bieten. Um einen vorteilhaften Einsatz von *Freight Fleet Glasses* zu erreichen, ergeben sich für die Anwendergruppen strategische Implikationen, die nachfolgend als konkrete Handlungsempfehlungen formuliert werden:

### 1. AR-Scouting: Kennenlernen der Technologie

Ein genaues Verständnis der technologischen Optionen von AR ist entscheidend, um die Fähigkeiten und Erwartungen an die Technologie erkennen zu können. Dies erfordert einen aktiven „pull“ der Flottenbetreiber, Werkstattbetriebe und Fahrzeughersteller, die beispielsweise auf Grundlage eines Technologie-Scoutings Anbieter ermitteln könnten, die für eine Produktdemonstration relevant sind. Neben den reinen Technologieanbietern können auch Forschungseinrichtungen erste Demonstrationen und (prototypische) Anwendungen von AR-Produkten unterstützen. Dadurch ist es möglich, die Technologien für den prozessorientierten Ablauf kennenzulernen und den Mitarbeitern zudem einen ersten Technologiezugang zu gewähren. In dem Fokusgruppeninterview wurde dieser Aspekt von verschiedenen Teilnehmern herausgestellt, damit ein initiales Know-how für ein technologisches Verständnis aufgebaut werden kann.

### 2. Identifikation relevanter Use Cases

Die Einsatzpotenziale für AR-basierte Anwendungen müssen sich anschließend an den konkreten Problemfeldern in der Praxis orientieren. Wie in der Phase „Initialisierung“ beschrieben wurde, ist die Identifikation relevanter Einsatzgebiete mithilfe von Use Cases entscheidend, um basierend auf einem existierenden



Problem in der Realität Verbesserungen erzeugen zu können. Die Akteure können sich dazu an den präsentierten Prozessschritten und Funktionen orientieren (vgl. Abb. 2), um die Identifikation nutzenstiftender Use Cases im betrieblichen Fuhrparkbetriebsumfeld der Akteure zu unterstützen. Mit der Durchführung von Modellierungsworkshops durch die Akteure können übergreifende und individuelle Prozesse identifiziert werden, die mit einer AR-Brille visualisiert werden sollen. Von hoher Bedeutung ist dabei die Integration verschiedener (interner) Stakeholder, damit neben der Identifikation weitere Angaben zur anschließenden Umsetzung erfasst werden. Entsprechend der identifizierten Prozesse kann anschließend eine geeignete Hardwareauswahl passend zur Einsatzumgebung und -dauer getroffen werden. Dabei ist die ausgewählte Technologie sowie der gewünschte Funktionsumfang entscheidend (vgl. Abb. 3), aber auch, welche Informationen visualisiert und in welcher Form diese für die Nutzer präsentiert werden sollen.

### 3. Bewertung der Einsatzpotenziale

Nachdem die Anwendungsoptionen für AR analysiert worden sind, gilt es eine Kosten-Nutzen-Analyse des Technologieeinsatzes aufzustellen. Eine Ermittlung des Grads der Wirtschaftlichkeit kann die Entscheidung für die Entwicklung AR-basierter Systeme auf Basis der Prozessmodelle unterstützen (Werning et al. 2020). Der AR-Einsatz stellt eine wirtschaftliche Digitalisierungsmaßnahme dar, die eine klare Investitionsbereitschaft für eine gemeinsame Technologienutzung erfordert. Insofern müssen sich die Akteure darüber verständigen, welche Investition mit welchem Nutzenpotenzial verbunden ist, damit eine wirtschaftlich tragfähige Lösung entsteht. Flottenbetreiber können die gemeinsame Nutzung der beschafften AR-Brillen, die möglicherweise zu einem Teil der Fahrzeugausstattung werden, mit Werkstattbetrieben und einer kostenseitigen Beteiligung vereinbaren. Dieser Gedanke kann zudem auf Fahrzeughersteller übertragen werden, die von der Nutzung der Fahrzeugdaten aus den Reparaturen (z. B. Ersatzteilen) profitieren.

### 4. Implementierung und Pilotierung

Vor Beginn der Implementierung müssen die spezifischen Anforderungen an die grafische Benutzeroberfläche und das zugrunde liegende System zur Verarbeitung erhoben werden. Dazu müssen Schnittstellen zu anderen Betriebssystemen (z. B. Fuhrparkbetriebssystem) vorab identifiziert werden (vgl. Abb. 3), damit relevante Echtzeitinformationen bereitgestellt und während der Laufzeit der Anwendung kontinuierlich aktualisiert werden können. Rahmenbedingungen, wie Arbeitssicherheit, Datenschutz oder die Akzeptanz des Personals für die verwendeten Endgeräte, müssen ebenfalls vor Beginn der Implementierung identifiziert werden. Sind die Anforderungen erhoben, erfolgt schließlich eine Implementierung und Prozessintegration. Die Umsetzung der Anwendung durch ein Low-Code-Engineering ermöglicht es den Anwendern, bei externen Änderungen die Inhalte des Systems auszutauschen oder zu ändern (Berkemeier et al. 2020). Für eine erste Anwendung im betrieblichen Umfeld ist der Rahmen für die Pilotierung (z. B. Anwender, Dauer) zu definieren. In der Folge können sich erste potenzielle Anwender kontinuierlich in das Systemdesign einbringen. Dieser Schritt sichert die Benutzerfreundlichkeit des Systems und unterstützt die damit verbundene Akzeptanz für einen langfristigen Technologieeinsatz.

## 5. Reflexion und Anpassung

Aus der Pilotphase mit einer implementierten AR-basierten Anwendung ergeben sich erste Erfahrungen und Erkenntnisse für die Akteure, die gemeinsam reflektiert werden sollten. Durch weitere Anpassungen an das Systemdesign kann eine langfristige Implementierung gesichert werden. Es bietet sich daher an, weitere Feldtests durchzuführen, um ein breiteres Feedback zum Softwaredesign zu erhalten und zudem die Akzeptanz der Technologie durch Anwender weiter zu erhöhen, die mit der Hardware bislang nicht vertraut sind. Damit verbunden ist die Bewertung menschenzentrierter Aspekte wie Akzeptanz, Benutzerfreundlichkeit und Ergonomie, die durch Modelle wie UTAUT unterstützt werden. Die Technologieerfahrungen durch die Anwender können in mehreren Iterationen erfasst werden, um ein endgültiges und akzeptanzorientiertes Systemdesign zu erhalten.

Mit den vorgeschlagenen Handlungsoptionen beschreiben die Autoren eine systematische und akteursübergreifende Vorgehensweise für die erfolgreiche Nutzung AR-basierter Anwendungen im Rahmen von Reparatur- und Instandhaltungsaufgaben eines datenbasierten Flottenmanagements. Die Schritte bieten daher einen generischen Einstieg in ein technologisches Umfeld, das mit Blick auf die individuellen Bedürfnisse der Akteure verfeinert und angepasst werden muss.

## 6 Fazit und Ausblick

Der gewerbliche Güterkraftverkehr repräsentiert eine versorgungskritische Querschnittfunktion in unserer Gesellschaft, die von der digitalen Transformation konsequent erfasst wird. Digitale Technologien bilden in der Folge das Fundament für eine datenbasierte und übergreifende Wertschöpfung, die neben der Synchronisierung von Güter- und Informationsflüssen zwischen den Akteuren neue nutzenstiftende digitale Leistungsangebote hervorbringen können. In diesem Beitrag haben die Autoren das Konzept *Freight Fleet Glasses* präsentiert, das eine prozessorientierte Integration der Reparatur- und Instandhaltungsaufgaben für einen zunehmend digitalisierten Fuhrparkbetrieb realisiert. Die aufgezeigten Anwendungsfälle eröffnen vielfältige Potenziale für die identifizierten Werkstattprozesse, damit ein automatisiertes und vernetztes Flottenmanagementsystem im Rahmen des vom BMWK geförderten Konsortialforschungsprojekts im Anwendungsfall *Smart Managed Freight Fleet* entsteht (Heinbach et al. 2022b).

In der Folge konnte der etablierte Einsatz von Wearable-Technologien im Logistikumfeld somit um eine fahrzeugorientierte Perspektive erweitert werden, die ein erhebliches Nutzenpotenzial für eine fahrzeugzentrierte Wertschöpfung aufweist. Dies wird durch die Einblendung fahrzeugspezifischer Reparatur- und Instandhaltungsdaten in einer AR-Anwendung, der Dokumentation der Tätigkeiten entlang der Arbeitsprozesse, den akteursübergreifenden Informationsaustausch sowie einer agentengestützten Automatisierung ermöglicht. Gleichwohl ist mit dem Konzept festzustellen, dass weitere Untersuchungen erforderlich sind, um eine Konkretisierung des Designs, eine erste Implementierung des Systems und formative Evaluation umzusetzen die damit nutzerfreundliche AR-Anwendungen verwirklichen können.

Die Autoren streben daher eine Weiterentwicklung an, die den Aufbau eines Gaia-X-konformen Datenraums unterstützt und das datentechnologische Anwendungspotenzial für eine höhere Interoperabilität und Datensouveränität demonstriert. In einem nächsten Schritt planen die Autoren im Rahmen des Konsortialforschungsprojekts, praxisnahe Detailanforderungen bezüglich der iWT und Werkstattumgebung zu erheben und eine erste prototypische Anwendung in einem iterativen Prozess zu entwickeln.

Kleine und mittelständische Flottenbetreiber befinden sich in der Wertschöpfungskette des Güterverkehrs in einer diffizilen Lage, da aufgrund des hohen Kostendrucks, limitierter Ressourcen und fehlender digitaler Kompetenzen datenbasierte Dienste nicht ausreichend innoviert werden können. Die in diesem Beitrag aufgezeigte Kollaboration zwischen Fahrzeughersteller, Flottenbetreiber und Werkstattbetrieb durch den Einsatz AR-basierter Anwendungen wird in der Zukunft einen höheren Stellenwert einnehmen, um den bestehenden klimatischen, gesellschaftlichen, politischen und wirtschaftlichen Herausforderungen erfolgreich begegnen zu können. Die Prozessphasen und die zentrale Architektur liefern den Akteuren neue Impulse für die Entwicklung vernetzter Transportdienstleistungssysteme, die außerdem eine Grundlage für die gemeinsame Gestaltung nachhaltiger und wettbewerbsfähiger digitaler Geschäftsmodelle bietet. Von hoher Bedeutung für den Erfolg wird dabei das technologische Verständnis, die eigenen Erfahrungen und die strategische Ausrichtung der Organisationen für mehr Offenheit und Partnerschaftlichkeit in der digital zu durchdringenden Transportlogistikbranche sein.

**Zusatzmaterial online** Zusätzliche Informationen sind in der Online-Version dieses Artikels (<https://doi.org/10.1365/s40702-022-00937-x>) enthalten.

**Danksagung** Dieser Beitrag ist im Rahmen des Projekts GAIA-X 4 ROMS – Support und Remote Operation automatisierter und vernetzter Mobility Services (FKZ: 19S21005C) entstanden. Das Verbundprojekt wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieses Beitrags liegt bei den Autoren.

**Funding** Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL.

**Open Access** Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

## Literatur

- Berkemeier L, Werning S, Zobel B et al (2020) Konzeption und Implementierung nutzerfreundlicher Smart-Glasses-Applikationen in der Logistik. In: Thomas O, Ickerott I (Hrsg) Smart Glasses. Springer, Berlin, Heidelberg, S 70–84 [https://doi.org/10.1007/978-3-662-62153-0\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-662-62153-0_4)
- Bez C, Bosler M, Burr W (2019) Digitale Connected-Truck-Services: Geschäftsmodelle für vernetzte Lkw. HMD 56:557–573. <https://doi.org/10.1365/s40702-019-00522-9>
- Bundesvereinigung Logistik (2022) Logistikumsatz und Beschäftigung – Bedeutung der Logistik für die deutsche Wirtschaft. <https://www.bvl.de/service/zahlen-daten-fakten/umsatz-und-beschaeftigung>. Zugegriffen: 15. Aug. 2022
- Czernin J, Schocke K-O (2016) Handlungsfelder der Personalarbeit in der Logistik. Studienbericht, Frankfurt University of Applied Science
- Dreesbach T, Berg M, Gössling H et al (2021) A methodology to enhance learning processes with augmented reality glasses. In: Ahlemann F, Schütte R, Stieglitz S (Hrsg) Innovation through information systems. Springer, Cham, S 149–154 [https://doi.org/10.1007/978-3-030-86800-0\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-030-86800-0_11)
- Fichman RG, Dos SBL, Zheng Z (2014) Digital innovation as a fundamental and powerful concept in the information systems curriculum. MISQ 38:329. <https://doi.org/10.25300/MISQ/2014/38.2.01>
- Hausladen I (2020) IT-gestützte Logistik: Systeme – Prozesse – Anwendungen. Springer, Wiesbaden [https://doi.org/10.1007/978-3-658-31260-2\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-658-31260-2_4)
- Heinbach C, Kammler F, Thomas O (2020) Smart Forwarding – Datengetriebene Wertschöpfung in der Logistikkette. Wirtsch Inform Manag. <https://doi.org/10.1365/s35764-020-00294-8>
- Heinbach C, Hagen S, Thomas O (2021) Freight-Logistics-as-a-Service-Innovative Geschäftsmodelle für ein datengetriebenes Transportmanagement. HMD 58:580–594. <https://doi.org/10.1365/s40702-021-00718-y>
- Heinbach C, Beinke J, Kammler F, Thomas O (2022a) Data-driven forwarding: a typology of digital platforms for road freight transport management. Electron Markets. <https://doi.org/10.1007/s12525-022-00540-4>
- Heinbach C, Gössling H, Meier P, Thomas O (2022b) Smart Managed Freight Fleet: Ein automatisiertes und vernetztes Flottenmanagement in einem föderierten Datenökosystem. HMD. <https://doi.org/10.1365/s40702-022-00887-4>
- Heinbach C, Kammler F, Thomas O (2022c) Exploring design requirements of fleet telematics systems supporting road freight transportation: a digital service side perspective. In Proceedings of the 17th Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik. Duisburg-Essen, Germany. [https://aisel.aisnet.org/wi2022/digital\\_retail/digital\\_retail/1/](https://aisel.aisnet.org/wi2022/digital_retail/digital_retail/1/)
- Hüer L, Zobel B, Birkel H, Thomas O (2020) State-of-the-Art von Smart Glasses zur Unterstützung von Logistikprozessen. In: Thomas O, Ickerott I (Hrsg) Smart Glasses. Springer, Berlin, Heidelberg, S 51–68 [https://doi.org/10.1007/978-3-662-62153-0\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-662-62153-0_3)
- Niemöller C, Schomaker T, Thomas O (2018) Einsatz von Smart Glasses in Unternehmen – Analyse und Gestaltung von Geschäftsmodellen. In: Thomas O, Metzger D, Niegemann H (Hrsg) Digitalisierung in der Aus- und Weiterbildung. Springer, Berlin, Heidelberg, S 170–181 [https://doi.org/10.1007/978-3-662-56551-3\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-662-56551-3_12)
- Otto B, Rubina A, Eitel A et al (2021) GAIA-X and IDS. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5675897>
- Rejeb A, Keogh JG, Leong GK, Treiblmaier H (2021) Potentials and challenges of augmented reality smart glasses in logistics and supply chain management: a systematic literature review. Int J Prod Res 59:3747–3776. <https://doi.org/10.1080/00207543.2021.1876942>
- Shell Deutschland Oil (2019) Datengetriebene Flotte: Management der Informationsflut. Shell Deutschland Oil, Hamburg
- Ten Hompel M, Kerner S (2015) Logistik 4.0: Die Vision vom Internet der autonomen Dinge. Informatik Spektrum 38:176–182. <https://doi.org/10.1007/s00287-015-0876-y>
- Thomas O, Ickerott I, Berkemeier L et al (2020) GLASSHOUSE – Smart Glasses zur Unterstützung von Logistkdienstleistungen. In: Thomas O, Ickerott I (Hrsg) Smart Glasses. Springer, Berlin, Heidelberg, S 2–18 [https://doi.org/10.1007/978-3-662-62153-0\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-662-62153-0_1)
- Vogel J, Koßmann C, Schuir J et al (2020) Virtual- und Augmented-Reality-Definitionen im interdisziplinären Vergleich. In: Thomas O, Ickerott I (Hrsg) Smart Glasses. Springer, Berlin, Heidelberg, S 19–50 [https://doi.org/10.1007/978-3-662-62153-0\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-662-62153-0_2)
- Wang W, Wang F, Song W, Su S (2020) Application of Augmented Reality (AR) Technologies in inhouse Logistics. E3S Web Conf 145:02018. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202014502018>. Zugegriffen: 15. Aug. 2022

Werning S, Konusch D, Ickerott I (2020) Effizienz von Smart Glasses: Ein Bewertungsmodell und Referenzwerte zur Bestimmung der Wirtschaftlichkeit. In: Thomas O, Ickerott I (Hrsg) Smart Glasses. Springer, Berlin, Heidelberg, S 190–218 [https://doi.org/10.1007/978-3-662-62153-0\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-662-62153-0_11)