Logistische Prozesse in der erweiterten Realität: Konzeption und Implementierung eines Smart-Glasses-basierten Systems

Holger Straede, Jonas Rebstadt, Sebastian Hucke und Oliver Thomas

Im Rahmen des GLASSHOUSE-Projekts wurde ein Prototyp entwickelt, welcher logistische Prozesse mithilfe erweiterter Realität unterstützt. Hierbei soll eine zeitliche Optimierung mit gesicherter Qualität und umfassender Dokumentation vereinbart werden. Dafür wurden Smart-Glasses-gestützte Prozesse definiert und für die Vuzix M300 implementiert. Die definierten Prozesse und der entwickelte Prototyp werden aufgeschlüsselt nach den relevanten Use Cases präsentiert.

1 Einleitung

Die Logistik zeichnet sich durch komplexe Arbeitsschritte mit hoher Prozessvariabilität bei einer gleichzeitigen starken Mitarbeiterfluktuation aus (Zobel et al. 2016; Niemöller et al. 2017). Aufgrund der zusätzlichen Notwendigkeit des beidhändigen Arbeitens in vielen Prozessschritten entstehen Probleme bei der Bereitstellung von relevanten Informationen durch Handheld-Geräten wie Smartphones oder Tablets (Niemöller et al. 2017). Hier kann durch die Integration von AR-Systemen in die logistischen Prozesse ein Mehrwert generiert werden.

Um die Potenziale von AR-Unterstützung in logistischen Prozessen realitätsnah evaluieren zu können, wurde ein Prozessmodell entwickelt, welches Smart Glasses gewinnbringend in Standardprozesse der Logistik integriert. Auf Grundlage des Prozessmodells wurde eine Anwendung für die Smart Glasses Vuzix M300 implementiert, welche die beschriebenen Prozesse prototypisch umsetzt. Die unterstützten Prozesse sind hierbei die Dokumentation von Schäden, die Qualitäts- und Vollständigkeitssicherung von Warensendungen, die Einlagerung von Waren in das Lager, die Verladung von Ware, die Abwicklung der Retoure und die Kommissionierung. Im Folgenden werden zuerst die technischen Grundlagen des Prototyps sowie der Aufbau der Anwendung beschrieben. Anschließend werden die im Prozessmodell definierten Use Cases einzeln vorgestellt. Hierzu wird jeweils der Gesamtprozess visualisiert und die darauf aufbauende prototypische Implementierung erläutert. Abschließend erfolgt eine Zusammenfassung der Ergebnisse.

2 Technische Grundlagen

Wie zuvor beschrieben wurde die Anwendung primär für die Smart Glasses Vuzix M300 unter dem Betriebssystem Android 6.0.1 entwickelt. Durch die vorwiegende Umsetzung der Anwendung in C++ mithilfe des QT-Frameworks wird neben einer guten Performanz eine hohe Cross-Plattformfähigkeit erreicht. QT ist ein Framework zur plattformübergreifenden Entwicklung grafischer Benutzeroberflächen und Programme, welches für verschiedene Betriebssysteme wie Windows, Linux, MacOS als auch iOS und Android genutzt werden kann. Hierdurch wird eine hohe Portabilität auf andere Android-Systeme wie auch auf Windows-basierte Systeme erreicht. Aufgrund der systemspezifischen Vorgaben bei bestimmten Funktionen, wie der Spracheingabe, war es jedoch notwendig, diese Android-spezifisch in Java zu implementieren. Durch die Technologieauswahl können alle mit QT bereitgestellten Funktionen bereits in Windows vorgetestet und somit eine hohe Zeitersparnis im Entwicklungsprozess erreicht werden. Die Java-gestützten Komponenten werden in diesem Fall ignoriert und lassen sich somit nur auf Android-Systemen testen. Die Fokussierung auf Android-Geräte basiert hierbei auf der Annahme, dass das Betriebssystem auch zukünftig eine vorherrschende Marktposition bei Endgeräten wie Smart Glasses und Smartphones haben wird (IDC 2019).

Um beide Hände bei den durch die Smart Glasses unterstützten Arbeitsprozessen zur Verfügung zu haben, wird die Spracheingabe mit dem „Android Google SpeechRecognizer“ realisiert. Hierdurch wird es ermöglicht, mit Hilfe von Kommando-Wörtern, wie „Links“, „Rechts“ und „Auswahl“, durch das Menü der Smart Glasses zu navigieren.

Da die Google-Spracheingabe jedoch nicht zwischen verschiedenen Personen unterscheiden kann, können in einem Arbeitsumfeld mit mehreren Personen oder auch in sehr lautstärkeintensiven Umgebungen Schwierigkeiten entstehen. Dem kann auf verschiedene Arten entgegengewirkt werden. Es wäre denkbar, Technologien wie Kehlkopfmikrofone einzusetzen, um eine eindeutige Identifizierung des Nutzers zu ermöglichen oder zusätzlich eine Steuerung durch die in den Smart Glasses integrierten Tasten zu ermöglichen. Hierbei ist es zwar nicht mehr möglich, komplett freihändig zu arbeiten, jedoch kann auf zusätzliches Equipment verzichtet werden.

Beim Einsatz der Spracheingabe wird oben rechts im Bild ein kleines Mikrofon-Symbol eingeblendet, wobei sich die generelle Strukturierung des Interfaces und die zu automatisierenden Teilprozesse an Shneiderman und Plaisant (1997) sowie den Google-Design-Richtlinien (Google Developers 2019) orientieren.

3 Aufbau der Anwendung

Den Ausgangspunkt des entwickelten Systems ist das in [Abb. 1](#) dargestellte Hauptmenü der Vuzix M300.

Abb. 1. Hauptmenü der Vuzix M300 als Ausgangspunkt für die verschiedenen Prozesse

Von hier aus lassen sich die in [Tabelle 1](#) dargestellten Use Cases sowohl durch eine tastenbasierte Navigation als auch direkt durch Sprachbefehle aufrufen, wobei jeder Use Case durch den in der rechten Spalte von [Tabelle 1](#) definierten Befehle erreichbar ist.

Tabelle 1. Use Cases mit zugehörigen Sprachbefehlen zum Aufrufen der Prozesse

<i>Use Case</i>	<i>Sprachbefehle</i>
Schadensdokumentation	„Schadensdoku“ / „Schaden“
Prüfpläne	„Prüfpläne“ / „Prüf“ / „Prüfen“
Vollzähligkeitskontrolle der Lieferung	„Lieferung“ / „Vollzähligkeit“ / „Vollzähligkeitskontrolle“
Einlagerung (Lagerplatzvorschau)	„Einlagern“ / „Einlagerung“
Verladung	„Verladung“
Retouren	„Retouren“ / „Retoure“
Kommissionierung	„Kommissionierung“

Die einzelnen Use Cases sind in verschiedene Prozessschritte gegliedert, die im folgenden Abschnitt spezifischer vorgestellt werden. Zur Nutzung der entwickelten Prozesse ist ein initialer Login des Anwenders notwendig. Hierfür kann der Nutzer in einem Dialog seinen Nutzernamen und das dazugehörige Passwort eingeben. Hierdurch wird neben einer erhöhten IT-Sicherheit auch eine Mandantenzuordnung ermöglicht. Aufgrund der hohen Relevanz von Zeitersparnissen im logistischen Umfeld wurde die Möglichkeit geschaffen, den Login-Vorgang mithilfe einer Benutzerkarte abzukürzen. Hierbei wird die persönliche Benutzerkarte des Mitarbeiters eingescannt und die in einem Barcode codierten Informationen werden zum Login genutzt.

4 Logistische Prozesse mit AR-Unterstützung

4.1 Schadensdokumentation

Mit Hilfe der Schadensdokumentation wird die Möglichkeit geschaffen, Zustände von und Schäden an Waren mit Fotos zu dokumentieren und diese mit einem Schadenscode zu versehen. Die Schadensdokumentation ist sowohl als eigenständiger Use Case als auch aus anderen Prozessen heraus aufrufbar, wobei im vorherigen Prozess erhobene Informationen für die Schadensdokumentation genutzt werden können. Der Prozess ist in [Abb. 2](#) grafisch aufbereitet worden und besteht aus vier Hauptkomponenten, dem NVE Scannen-Dialog, dem NVE Info-Dialog, dem Schadenscode-Dialog und dem Fotoliste-Dialog, wobei NVE für die Nummer der Versandeinheit steht.

Abb. 2. Prozess der Schadensdokumentation

Im ersten Prozessschritt, dem „NVE Scannen-Dialog“, wird zunächst die Nummer der Versandeinheit aufgenommen. Hierbei kann zwischen dem Scannen einer

Barcode-Identifikationsnummer, der Eingabe über die Tastatur oder dem Sprachinterface durch den Befehl „Scannen“ gewählt werden. Darüber hinaus kann auch mithilfe der Kamera ein Foto vom Versand-Etikett erstellt und per OCR (Optical Character Recognition) durch die Google Vision API ausgewertet werden. Dieser Service ist allerdings kostenpflichtig.

Zum Scannen der Barcode-Identifikationsnummer muss der Barcode mithilfe der Kamera vollständig innerhalb des rot markierten Bereiches erfasst und ruhig gehalten werden, um eine Decodierung zu ermöglichen. Nachdem der in [Abb. 2](#) in Prozessabschnitt 1 visualisierte Vorgang abgeschlossen wurde, schließt sich der Scann-Dialog und der Barcode steht für die weitere Verarbeitung zur Verfügung. Bei dem alternativen OCR-gestützten Ansatz wird mit der Kamera der Smart Glasses ein Foto gemacht, welches auf der Smart Glasses gespeichert und anschließend ausgewertet wird. Basierend auf der hierbei extrahierten Identifikationsnummer werden im folgenden Dialog, abhängig vom genutzten Lagerverwaltungssystem, zusätzliche Informationen angezeigt.

Im nächsten Schritt können, wie in [Abb. 1](#) in Prozessabschnitt 3 zu sehen, Schadenscodes mit der aktuellen Identifikationsnummer verknüpft werden. Die verfügbaren Schadenscodes werden über eine cloud-basierte Architektur mit einer API-Schnittstelle bereitgestellt. Zusätzlich zu den vordefinierten Schadenscodes ist es möglich, einen Freitext-Kommentar zum beschädigten Gegenstand hinzuzufügen.

Zum Abschluss des Schadensdokumentations-Prozesses werden die bereits erstellten Bilder in Listenform aufbereitet. Wenn zusätzliche Bilder hinzugefügt werden sollen, kann dies direkt aus der Liste heraus erfolgen, woraufhin neu erstellte Bilder direkt ans Backend des Systems übertragen werden.

4.2 Prüfpläne

Der Use Case „Prüfpläne“ fokussiert sich auf die Qualitätssicherung. Hierbei wird die Entnahme von Stichproben aus Warensendungen sowie das Überprüfen dieser auf Abweichungen und Fehler unterstützt. Der Prozess untergliedert sich in sechs Schritte (vgl. [Abb. 3](#)): (1) Auswahl des Prüfauftrags, (2) Anzeigen von Detailinformationen zum Auftrag, (3) Anzeigen von Informationen zur aktuellen Prüfposition, (4) Durchlaufen der eigentlichen Prüfung, (5) Auswahl eines Fehlercodes und (6) abschließende Selektion der darauf aufbauenden Handlungsempfehlung. Generell erfolgt der Ablauf der genannten Schritte sequenziell, es ist jedoch möglich, während der Schritte zwei, drei und vier die Aktion abubrechen und direkt auf die Zuweisung des Gesamt-Schadenscodes zu springen.

Abb. 3. Prozess des Prüfplans

Im ersten Schritt, der Auswahl des Prüfauftrages, kann wie bereits beim vorherigen Use Case zwischen der Eingabe des Auftrages durch die Tastatur, durch Spracherkennung und durch das Scannen eines Barcodes gewählt werden. Nach Auswahl eines Prüfauftrages werden im zweiten Schritt die verfügbaren Kopfdaten des Auftrages angezeigt, wie in Abb. 3 in Prozessabschnitt 1 zu sehen. Nach der Bestätigung der angezeigten Informationen erfolgt der Sprung in die erste Prüfposition. Hierbei werden, wie in Abb. 3 in Prozessabschnitt 2 zu sehen, relevante Informationen, sowie ein Bild mit Handlungshinweisen angezeigt. Für jede der im Prozess definierten Prüfpositionen werden im Anschluss die einzelnen Prüfschritte durchlaufen. Hierbei besteht für jeden in der Stichprobe ausgewählten Fall die Möglichkeit, einen Text einzugeben, numerische Angaben per Ja/Nein-Auswahl zu bestätigen oder, wie in Abb. 3 in Prozessabschnitt 3 zu sehen, Abweichungen mithilfe einer Skala zu definieren. Nach dem Durchlaufen aller Prüfschritte für alle definierten Positionen kann ein Fehlercode für den gesamten Prüfauftrag festgelegt werden. Die auswählbaren Fehlercodes werden hierbei für jeden Mandanten einzeln spezifiziert und sind im Backend hinterlegt.

Bei der Auswahl eines Fehlercodes kann der zuvor beschriebene Use Case Schadensdokumentation aufgerufen werden, um die Prüfung mit Fotos zu dokumentieren. Den Abschluss des Prüfprozesses stellt die Wahl einer Handlungsempfehlung dar. Wie bei der Festlegung auf einen Schadenscode werden auch die Handlungsempfehlungen Mandantenspezifisch über die API bereitgestellt.

4.3 Lieferung Vollzähligkeitskontrolle

Ziel des Use Cases ist es, eine Lieferung – bestehend aus 1 bis n Packstücken – während der Entladung auf Vollständigkeit zu prüfen und ggf. Zusatzinformationen (wie Warn- und sonstige Hinweise) anzuzeigen. Hierzu wird dem Mitarbeiter über die Smart Glasses eine Liste der zu erwartenden Anlieferungen angezeigt. Die Liste wird vom Lagerverwaltungssystem für jeden Mitarbeiter spezifisch zusammengestellt.

Abb. 4. Prozess der Lieferung und Vollzähligkeitskontrolle

Der Prozess untergliedert sich, wie in [Abb. 4](#) dargestellt, in vier verschiedene Schritte: (1) Auswählen einer Lieferung, (2) Scannen aller enthaltenen Packstücke, (3) Anzeigen von Warninformationen und (4) Anzeigen von Detailinformati-

onen zu jedem Packstück. Sollten Beschädigungen an einem Packstück festgestellt werden, können diese über die in Absatz 4.1 beschriebene Schadensdokumentation erfasst werden.

4.4 Einlagerung (Lagerplatzvorschlag)

Der Use Case „Einlagerung“ beschreibt die Unterstützung des Einlagerns von Packstücken mithilfe einer Smart Glasses. Der Prozess ist in [Abb. 5](#) visualisiert.

Abb. 5. Prozess der Einlagerung

Hierzu scannt der Mitarbeiter eine Packstück-ID und bekommt einen passenden Lagerplatz angezeigt. Für jedes gescannte Packstück bekommt der Mitarbeiter einen Lagerplatz ausgewiesen, welcher bestätigt werden muss, wenn das Packstück an dem gegebenen Lagerplatz abgelegt wurde (siehe Prozessabschnitt 1 in [Abb. 5](#)). Zur Bestätigung wird der gewählte Lagerplatz gescannt. Danach kann das nächste Packstück bearbeitet werden.

4.5 Verladung

Der Smart-Glasses-gestützte Verladungsprozess ist ähnlich aufgebaut wie der Prozess der Vollzähligkeitskontrolle bei Anlieferungen (vgl. [Abb. 6](#)). Hierzu wählt der Mitarbeiter einen Verladeprozess aus, scannt die einzelnen Packstücke und dokumentiert die Ladesicherung fotografisch.

Abb. 6. Prozess zur Bearbeitung der Ladeliste

Im ersten Schritt scannt der Mitarbeiter den Barcode einer Ladeliste ein; die vollständige Ladeliste mit den IDs der Packstücke und ihrem Status auf der Smart Glasses wird visualisiert (siehe Prozessabschnitt 1 in [Abb. 6](#)). Aus der Liste heraus können die Barcodes der Packstücke gescannt werden. Beim Scannen der Barcodes wird entweder der Status des gefundenen Packstückes auf „Verladen“ gesetzt oder es erscheint ein Warnhinweis, dass das Packstück nicht zu der aktuellen Lieferung gehört. Sobald alle Barcodes der Liste gescannt sind, wird dieser Vorgang abgeschlossen und die Verladung kann fotografisch dokumentiert werden.

4.6 Retouren

Der nächste Use Case ist die Smart-Glasses-gestützte Abwicklung von Retouren. Der Prozess besteht hierbei aus sechs Schritten: (1) Auswahl eines Lieferscheins, (2) Einscannen der zurückgesendeten Artikel, (3-4) zweiteilige Klassifizierung der Artikel, (5) Auswahl eines Retourgrundes und (6) die Anzeige von Lagerplätzen für die Artikel (vgl. [Abb. 7](#)). Zunächst scannt der Mitarbeiter den Barcode eines Retourenlieferscheins oder gibt die entsprechende Nummer per Tastatur ein. Für die Retoure wird eine Liste mit allen verfügbaren Lieferscheinen angezeigt (siehe Prozessabschnitt 1 in [Abb. 7](#)). Aus dieser Maske heraus können die Barcodes der zu einem Lieferschein gehörenden Artikel gescannt werden. Nach dem Einscannen eines Artikels muss der Nutzer den Artikel klassifizieren. Dies erfolgt zum Beispiel aufgrund des vorliegenden Verpackungszustandes. Mögliche Verpackungen sind unter anderem Polybeutel, Sockel- und offene Verpackungen, Blisterboxen oder geschlossene Boxen.

Abb. 7. Prozess zur Abwicklung von Retouren

Wenn diese mandanten- und artikelspezifische Klassifizierung (siehe Prozessabschnitt 2 in [Abb. 7](#)) abgeschlossen ist, folgt der nächste Klassifizierungsschritt. Hierbei werden dem Mitarbeiter mehrere „Ja“ beziehungsweise „Nein“-Fragen zum Zustand des zurückgesendeten Artikels gestellt, welche er beantworten muss (siehe Prozessabschnitt 3 in [Abb. 7](#)). Basierend auf den gewählten Antworten ergibt sich eine Gesamteinordnung in A- oder C-Ware. Aufsetzend auf dieser vom System bestimmten Einordnung wird vom Mitarbeiter ein Retourgrund in einer

durch die API vordefinierten Liste ausgewählt (siehe Prozessabschnitt 4 in [Abb. 7](#)). Abschließend wird dem Mitarbeiter ein Lagerplatz für die Verbringung des Artikels angezeigt.

4.7 Kommissionierung

Der letzte Use Case ist die Smart-Glasses-gestützte Kommissionierung. Der Prozess besteht aus drei Schritten (vgl. [Abb. 8](#)): (1) Auswahl des bearbeitenden Mitarbeiters, (2) Zuweisung des Kommissionierungsauftrags und (3) Abarbeitung der einzelnen Positionen.

Abb. 8. Prozess der Kommissionierung

Die Auswahl des Mitarbeiters kann entweder durch das Scannen eines Barcodes oder textuell über eine Liste erfolgen (siehe Prozessabschnitt 1 in [Abb. 8](#)). Im zweiten Schritt wird dem jeweiligen Mitarbeiter ein Pickauftrag aus einer Liste mit allen aktuell vorliegenden Aufträgen zugewiesen oder per Barcode eingescannt. Für den ausgewählten Auftrag müssen im Folgenden alle Positionen abgearbeitet werden. Hierzu werden dem Mitarbeiter auf der Smart Glasses neben der Artikel-ID, der Bezeichnung und der Menge des Artikels auch der Lagerplatz so-

wie eine detailliertere Picking-Anweisung angezeigt. Zusätzlich ist eine Abbildung des zu pickenden Bauteils zu sehen (siehe Prozessabschnitt 2 [Abb. 8](#)), um dem Mitarbeiter die Identifizierung des Bauteils zu erleichtern. Nach dem Auffinden des Bauteils wird der Barcode des korrekten Bauteils eingescannt und somit der Prozessschritt für den aktuellen Artikel abgeschlossen und für den nächsten Artikel initiiert. Wenn alle Positionen abgearbeitet wurden, kann mithilfe eines Buttons oder der Spracheingabe der Kommissionierungsvorgang abgeschlossen werden (siehe Prozessabschnitt 3 in [Abb. 8](#)).

5 Zusammenfassung

In dem vorliegenden Beitrag wurden die im GLASSHOUSE-Projekt konzipierten Prozessmodelle zur Unterstützung von Logistikprozessen mit Smart Glasses in Kombination mit deren prototypischer Implementierung vorgestellt. Die Prozesse zielen durch die Unterstützung von Technologien aus dem Bereich der erweiterten Realitäten auf eine Zeiteinsparung bei einer gleichzeitigen Steigerung der Qualität sowie Dokumentation ab. Der Einsatz von Smart Glasses ermöglicht hierbei eine Unterstützung insb. mit weniger Medienbrüchen als durch den Einsatz verschiedenster Displays und papierbasierten Informationsquellen. Darüber hinaus können die Mitarbeiter trotz der kontinuierlichen Informationsbereitstellung weiterhin mit beiden Händen arbeiten. Jedoch muss sichergestellt werden, dass durch den Einsatz von AR-Technologien keine Einschränkungen zum Beispiel durch ein eingeschränktes Blickfeld im Arbeitsalltag entstehen. Wie in Abschnitt 4.1 beschrieben, können auch KI-basierte Verfahren, vor allem zur Bilderkennung, in AR-Systeme integriert werden. Neben einer dezidierten Bereitstellung von Informationen, basierend auf erkannten Objekten im Blickfeld, kann auch die Reduktion von menschlichen Interaktionen angestrebt werden, sodass der Smart-Glasses-Anwender auch gezielte Informationen ohne Spracheingaben oder Eingaben durch Kontrollknöpfe erhält. Darüber hinaus ist zukünftig die Qualitätssicherung und Kategorisierung der Ware unterstützt durch KI-basierte Ansätze denkbar.

6 Literatur

- IDC (2019) Prognose zu den Marktanteilen der Betriebssysteme am Absatz vom Smartphones weltweit in den Jahren 2019 und 2023. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/182363/umfrage/prognostizierte-marktanteile-bei-smartphone-betriebssystemen/>, abgerufen am 29.07.2019
- Google Developers (2019) Design for Glass. <https://developers.google.com/glass/design/>, abgerufen am 20.11.2019
- Niemöller C, Zobel B, Berkemeier L, Metzger D, Werning S, Adelmeyer T, Ickerott I, Thomas O (2017) Sind Smart Glasses die Zukunft der Digitalisierung von Arbeitsprozessen? Explorative Fallstudien zukünftiger Einsatzszenarien in der Logistik. In: Leimeister J, Marco BW (Hrsg) 13. International Conference on Wirtschaftsinformatik (WI). St. Gallen, 410–424

- Shneiderman B, Plaisant C (1997) *Designing the User Interface*. Pearson Addison Wesley
- Zobel B, Berkemeier L, Werning S, Thomas O (2016) *Augmented Reality am Arbeitsplatz der Zukunft: Ein Usability-Framework für Smart Glasses*. In: *Lecture Notes Informatics (LNI)*. Gesellschaft für Informatik e.V., Bonn, 1727–1740