

Auswirkungen des Einsatzes von Gamification in einer Datenbrillen-unterstützten Kommissionierung auf Mitarbeiter und Prozess

Nela GEBAUER

*BMW Group, Logistikplanung, Projekt Innovationen und Industrie 4.0
Max-Diamand-Staße 5, D-80788 München*

Kurzfassung: Kern des Forschungsvorhabens ist die Untersuchung des Einsatzes von Datenbrillen in der automobilen, manuellen Kommissionierung. Zunächst wird ein für den Datenbrilleneinsatz geeigneter Supermarkt beim Industriepartner ausgewählt. Die Klassifizierung der Arbeitsplätze erfolgt anhand des Rasmussen Modells menschlicher Leistung. Anschließend werden in einem Vollschiebversuch im Realbetrieb die psychischen und physischen Auswirkungen auf den Mitarbeiter sowie die Auswirkungen auf die Fehleranzahl, die Fehlerart und die Durchführungszeit analysiert. Einer ggf. auftretenden Monotonie und abnehmenden Motivation aufgrund der datenbrillenbedingten Reduzierung des Verantwortungsumfangs des Kommissionierers soll durch den Einsatz von Serious Games entgegengewirkt werden.

Schlüsselwörter: Augmented Reality, Datenbrillen, Kommissionierung, Ergonomie, Gamification, Serious Games

1. Einleitung

Gemäß Jünemann ist die Aufgabe der Logistik, „die richtige Menge, der richtigen Objekte [...], am richtigen Ort [...], zum richtigen Zeitpunkt, in der richtigen Qualität, zu den richtigen Kosten“ bereitzustellen (Jünemann 1989). Die Komplexität dieser Aufgabe steigt mit der stetig wachsenden Variantenvielfalt und der zunehmenden Individualisierbarkeit in der Automobilindustrie. Um flexibel auf Nachfrageschwankungen reagieren zu können, gestalten immer mehr Automobilunternehmen ihre Produktion derivatunabhängig, sodass in einem Werk zeitgleich verschiedene Modelle gefertigt werden können (Roth 2016). Während viele Tätigkeiten der Logistik automatisiert durchgeführt werden, „spielt der Mensch u.a. aufgrund seiner Flexibilität bezüglich der Aufgabeneinteilung und der Fähigkeit, unterschiedliche Objekte leicht handzuhaben [in der Kommissionierung] eine wesentliche Rolle“ (Stinson & Wehking 2012). Durch Bewegung zwischen verschiedenen statischen Bereitstellungspositionen bearbeitet der Mitarbeiter den Kommissionierauftrag (Mann-zur-Ware-Prinzip) mithilfe einer Pickliste, die alle Aufträge, inkl. Ordnernummer, Ort, Artikelnummer und Anzahl enthält (Schwerdtfeger 2009). Da ein Kommissionierfehler zum Bandstillstand führen kann (Guo et al. 2015) ist das sogenannte „Zero defect Picking“ (Hompel & Schmidt 2003) eines der wichtigsten anzustrebenden Ziele.

Eine Technologie, mit deren Hilfe Unternehmen sich eine deutliche Verbesserung der Fehlerquoten erhoffen, ist die erweiterte Realität (Augmented Reality). Laut Tümler (2009) versteht man unter „Mobile Augmented Reality [...] die situationsgerechte Anzeige rechnergenerierter Informationen auf im Sichtfeld positionierten, vom Benutzer mitführbaren Anzeigegegeräten, die die Bearbeitung primärer Arbeitsaufgaben nicht

behindern“. Mithilfe des Einsatzes von Augmented Reality-Technologien können mitarbeiterunterstützende Funktionen wie Indoornavigation (Rehman & Cao 2015), das Anzeigen des richtigen Regalfachs, das Anzeigen der richtigen Menge, das Anzeigen des Ablageorts (Guo et al. 2015) sowie eine Fehlererkennung (Schwerdtfeger & Klincker 2008) realisiert werden. Als Visualisierungsprinzipien nennt Tümler (2009) die Optical See-Through-, die Projection See-Through-, die Video See-Through-, die Look Around- und die Handheld-Technik (Tümler 2009). Ein Beispiel für letztere ist der Einsatz von Smartphones oder Tablets. Beispiele für die Optical See-Through-Technik sind Datenbrillen, wie z.B. die Google Glass oder die Epson Moverio BT-300. Ein Beispiel für eine Video-See-Through-Brille ist die Vuzix M100.

2. Stand der Technik

Es existieren einige Veröffentlichungen im Themengebiet Head Mounted Displays (HMD) in der Produktion und Logistik. Die Versuche, die sich in der Untersuchungsdauer und der Hardware unterscheiden, kommen dabei zu verschiedenen, sich widersprechenden Ergebnissen. Tümler (2009) ließ 20 Probanden über zwei Stunden hinweg ein Microvision Nomad ND2000-HMD tragend kommissionieren und verglich diesen Augmented Reality-Einsatz mit einer Papierliste. Dabei konnte er keine signifikanten Unterschiede der subjektiv empfundenen Beanspruchung zwischen beiden Methoden erkennen. Jedoch stellte er fest, dass die Probanden fast die vierfache Anzahl an Typfehlern mit der Papierliste gegenüber der Anzahl an Typfehlern beim Einsatz des HMDs machten. Die Differenz der Auslassungsfehler waren nicht signifikant. Die Ausführungszeit war bei der Papierliste aber 30% niedriger als bei dem verwendeten HMD, was Tümler (2009) auf die unpräzise Kalibrierung, die Latenz und auf den fehlenden Komfort bedingt durch lose Kabel zurückführte. Des Weiteren war ein Anstieg der Auslassungsfehler gegen Ende der Versuchsdurchführung zu beobachten, was durch weitere Untersuchungen hinsichtlich der Veränderung der Konzentration genauer analysiert werden kann (Tümler 2009).

Kampmeier et al. (2007) untersuchten den HMD-Einsatz in einem Versuch mit 45 Probanden, welche über 7,5 Stunden hinweg Montage- und Kommissioniertätigkeiten durchführten. Ihr Fokus lag bei der Untersuchung auf ophthalmologischen Kennwerten. Auch sie nutzten das Microvision Nomad-HMD. Sie kamen zum Ergebnis, dass die subjektiv erlebte Beanspruchung nicht signifikant von der der Papierliste abwich. Auch die Herzaktivität und die Konzentration zeigten keine signifikanten Unterschiede. 13% der Probanden gaben an Kopfschmerzen zu bekommen, was auf die wenig ergonomische Gestaltung des HMDs zurückgeführt wurde (Kampmeier et al. 2007).

Funk et al. (2015) führten einen Versuch mit 16 Probanden durch, in dem sie das Kommissionieren mit einem HMD (Pick-by-Vision) mit einem Cart-mounted Display, einer Papierliste und einem Pick-by-Voice-Verfahren gegenüberstellten. Sowohl die Durchführungsdauer, als auch die Fehlerrate waren bei dem Einsatz eines HMD (Epson Moverio BT-200) signifikant höher als alle anderen Verfahren. Auch die wahrgenommene Beanspruchung wies bei dem Einsatz des HMDs den höchsten NASA-TLX-Wert auf, unterschied sich jedoch nur signifikant gegenüber dem Cart-mounted Display (Funk et al. 2015).

Wiedenmaier (2004) führte einen Versuch mit 36 Probanden in der Montage durch. Dabei setzte er ein hybrides Augmented-Reality-System, bestehend aus einem HMD (MicroOptical Clip-on) und einem Touch Panel Display, ein. Die 22 Mon-

tageaufgaben wurden mit dem hybriden System 23% schneller durchgeführt als mit einer Papieranleitung. Die Fehlerrate war aufgabenspezifisch unterschiedlich. Signifikante Unterschiede hinsichtlich der subjektiv empfundenen Beanspruchung waren nicht nachzuweisen (Wiedenmaier 2004).

Auch Guo et al. (2015) führten einen Vergleich verschiedener Kommissionierverfahren durch. Sie verglichen Pick-by-Paper, Pick-by-Light, ein HMD und ein Cart-mounted Display. Das HMD (ebenfalls MicroOptical) war dabei mit einem in einem Rucksack getragenen Laptop verbunden. Bei der Studie mit 8 Probanden wiesen sie nach, dass das HMD signifikant niedrigere Durchführungszeiten aufwies als Pick-by-Light und Pick-by-Paper. Darüber hinaus hatte das HMD den niedrigsten NASA-TLX-Wert und wurde somit als am wenigsten subjektiv beanspruchend wahrgenommen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass sich die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen hinsichtlich ihrer Ergebnisse bzgl. der Durchführungszeiten, Fehlerraten und der subjektiv empfundenen Beanspruchung deutlich unterscheiden. Dies lässt vermuten, dass die Auswirkungen auf Proband und Prozess aufgaben- und hardwarespezifisch sind. Da eine Vielzahl an Versuchen mit HMDs durchgeführt wurden, welche aus einem mit einem Display versehenen Helm bestanden, sind zudem die gewonnenen Erkenntnisse nicht auf den Einsatz von Datenbrillen mit höherem Tragekomfort, wie z.B. einer Google Glass, übertragbar.

3. Versuch

Aus diesem Grund soll im Rahmen des Forschungsprojekts der Einsatz von Datenbrillen in der automobilen, manuellen Kommissionierung erforscht werden. Der Industriepartner, die BMW Group, erhofft sich durch den Einsatz von Datenbrillen in der Kommissionierung Vorteile gegenüber dem bisherigen Prozess, einer Anzeige der Aufträge auf Monitoren, teilweise unterstützt durch eine Pickliste. Die vermuteten Vorteile reichen von einer Fehlerreduzierung, über Zeit- und dadurch Kosteneinsparungen, über ein verbessertes Anlernen neuer Mitarbeiter, bis hin zum flexiblen Einsatz von Mitarbeitern unabhängig von deren Qualifikation. Letzterer Aspekt könnte insbesondere beim Einsatz von leistungsgewandelten Mitarbeitern vorteilhaft sein, die teilweise über Jahrzehnte an demselben Kommissionierarbeitsplatz arbeiten. Die Vorgabe aller relevanten Informationen mithilfe von Augmented Reality könnte eine vermehrte Umsetzung von Job Rotation ermöglichen. Da die Gestaltung eines augmentierten Kommissioniersystems abhängig von den bisher divergierenden Zielen ist, soll zunächst folgende Frage untersucht werden:

Welche Ziele verfolgt die Industrie mit dem Einsatz von Datenbrillen in der Kommissionierung?

Zudem sollen verschiedene Kommissionierarbeitsplätze sowie deren einzelne Prozessschritte hinsichtlich ihrer Eignung für einen Datenbrillen-Einsatz geprüft werden:

Welche Prozessschritte in der Kommissionierung eignen sich für den Einsatz von Datenbrillen? Welche Funktionen eignen sich bei welchem Prozessschritt?

Die Klassifizierung soll angelehnt an Wiedenmaier (2004) anhand des Rasmussen-Modells menschlicher Leistung für die Kommissionierung durchgeführt wer-

den. Laut Wiedenmaier (2004) eignen sich vor allem regelbasierte Tätigkeiten für den Einsatz von HMDs.

Basierend auf den in diesem Schritt ermittelten Ergebnissen wird ein Referenzarbeitsplatz ausgewählt, der in einem Feldversuch in der realen Werksumgebung als Versuchsumgebung dient.

Im Rahmen einer empirischen Studie sollen nutzer- und prozessbezogene Aspekte der Auswirkungen des Einsatzes von Datenbrillen in der Kommissionierung analysiert werden. Dabei sollen die Probanden am Referenzarbeitsplatz, wie in der Literatur vorgeschlagen (Tümler 2009), über die Dauer einer vollen Schicht kommissionieren. Um mögliche Einflüsse verschiedener Messzeitpunkte auszuschließen, wird der Versuch ausschließlich während der Frühschicht von 5.45 Uhr bis 14.45 Uhr durchgeführt. Während des Versuchs sollen ca. 25 erfahrene Kommissionierer je einen Tag mithilfe der Datenbrille und einen Tag mithilfe des herkömmlichen Monitors kommissionieren. Die Probanden nehmen freiwillig am Versuch teil. Die Bereitschaft zu freiwilligen Teilnahme soll nach Rosenthal & Rosnow (1975) durch das persönliche Anfragen durch die bekannte Versuchsleitung sowie durch kleine Geschenke gefördert werden, welche die Kommissionierer vor dem Entscheiden bekommen (Rosenthal & Rosnow 1975). Kern der Untersuchung sind folgende Fragen:

Welche psychischen und physischen Auswirkungen hat der Vollschicht-Einsatz auf den Mitarbeiter? Welche Auswirkungen hat der Vollschicht-Einsatz auf den Prozess?

Nach einer Erfassung personenbezogener Daten, wie Alter, Geschlecht, Kommissioniererfahrung, Erfahrung mit Datenbrillen, Augendominanz, Sehhilfe, Sehbeeinträchtigung sowie aktueller Beschwerden, werden dem Probanden seine Aufgabe und die Messmethoden erklärt. Im Anschluss wird dem Probanden die Möglichkeit gegeben offene Fragen zu klären. Um eine vermutete Abnahme der Aufmerksamkeit zu untersuchen, wird der d2-Aufmerksamkeits-Belastungstest zu Schichtbeginn und -ende durchgeführt (Brickenkamp 1976). Ebenfalls zu Schichtende ist als Methode zur Erfassung der psychischen und physischen Beanspruchung der NASA-TLX vorgesehen (NASA 1986). Zudem soll der Visual Fatigue Questionnaire die Müdigkeit der Probanden sowie aufgetretene Auswirkungen auf das Auge bewerten (Bangor 2000). Der Simulator Sickness Questionnaire dient zur Erfassung einer möglichen auftretenden Simulatorkrankheit in virtuellen Umgebungen (Kennedy 1993). Des Weiteren wird die Methode „Laut Denken“ angewandt, um weitere qualitative Ergebnisse zu erfassen (Wiedenmaier 2004). Dazu erfolgt entweder eine Videoaufzeichnung des Versuchs oder ein Protokollieren der Kommentare durch den Versuchsleiter.

Die Auswirkungen auf den Prozess sollen durch die Erfassung der benötigten Durchführungszeit, der Fehlerquote und der Fehlerart abgebildet werden. Guo et al. (2015) unterteilen die Fehlerart in Falschteil, falsche Anzahl und falsche Ablagebox (Guo et al. 2015). Schwerdtfeger (2009) nennt neben der falschen Anzahl und dem falschen Teil, Auslassungsfehler und kaputte Teile als Fehlerart (Schwerdtfeger 2009). Die im Rahmen des Versuchs gemessenen Durchführungszeiten sollen anschließend mit den theoretisch ermittelten Soll-Zeiten der Methods-of-Time-Measurement-Zeiten verglichen werden.

Zur Sicherstellung der fehlerfreien und rechtzeitigen Belieferung des Montagebands wird während des Versuchs ein Mitarbeiter als Springer zur Verfügung stehen.

4. Gamification

Da mithilfe der Datenbrille Funktionen, die vormalig durch den Mitarbeiter durchgeführt wurden, wie bspw. die Indoornavigation, die Verarbeitung der Information auf der Pickliste, das Scannen von Barcodes oder die Qualitäts- und Fehlerkontrolle, durch die Brille übernommen werden können, reduziert sich der Verantwortungsbereich des Kommissionierers mit der Integration jeder zusätzlichen Funktion. In einem Szenario, in dem alle denkbaren Funktionen systemseitig übernommen werden, besteht die Hauptaufgabe des Mitarbeiters folglich aus der Fortbewegung, dem Greifen und dem Ablegen. Es liegt die Vermutung nahe, dass die Wegnahme von Verantwortungsumfängen beim Mitarbeiter zu einer sinkenden Motivation, einer Monotonie und einer Frustration führen kann. Gemäß Gudehus (2010) ist die Leistungsbereitschaft abhängig von der Motivation und dem Befinden des Mitarbeiters.

Eine Möglichkeit zur Motivationssteigerung ist der Einsatz von Gamification. Korn et al. (2015) führten eine Studie mit beeinträchtigten Arbeitern durch, welche den Unterschied eines Augmented Reality Systems mit und ohne Integration von Serious Games untersuchte. Die Montage einer Metallzange wurde durch eine Projektorbasierte Anleitung der Montageschritte unterstützt, die in einer der beiden Versuchsgruppen durch eine spielerische Fortschrittsanzeige erweitert wurde. Die Ergebnisse zeigten eine signifikante Steigerung des subjektiv empfundenen Glücksgefühls und der Motivation zur Leistungssteigerung. Eine Störung der Arbeit konnte nicht nachgewiesen werden (Korn et al. 2015). Unklar ist jedoch, ob die gewonnenen Erkenntnisse auf nicht beeinträchtigte Mitarbeiter sowie auf einen Kommissionierkontext übertragbar sind. Aus diesem Grund soll im Rahmen des Forschungsvorhabens folgende Fragestellung untersucht werden:

Wie verändern sich die identifizierten Auswirkungen auf Mitarbeiter und Prozess bei der Integration von Serious Games?

Dazu sollen Serious Games für den Referenzarbeitsplatz des ersten Versuchs entwickelt werden, welche die Monotonie mindern und die Motivation der Mitarbeiter fördern. Entscheidend ist die Gestaltung von Spielen, welche weitestgehend positive Auswirkungen mit sich bringen können. Eine spielerische Visualisierung, die ein leistungs-basiertes Ranking der Mitarbeiter untereinander ermöglicht, ist aufgrund möglicher negativer Auswirkungen nicht vorgesehen. Der Versuch soll analog des ersten Versuchs mit Integration der Serious Games durchgeführt werden, um die Datenbrillen-unterstützte Kommissionierung mit und ohne des Einsatzes von Gamification bestmöglich gegenüberzustellen.

Zusammenfassend sollen die gewonnenen Erkenntnissen der Versuche in der automatisierten, manuellen Kommissionierung dazu dienen eine abschließende Aussage bzgl. der folgenden Zielfragestellung zu treffen:

Wie muss ein nutzerorientierter Einsatz einer Datenbrillen-unterstützten Kommissionierung gestaltet sein?

5. Bedeutung für Wissenschaft und Industrie

Mithilfe der empirischen Studie werden erstmals die Auswirkungen des Vollschiecht-Einsatzes von Datenbrillen in der automatisierten, manuellen Teilekommissionierung auf Mitarbeiter und Prozess im Realbetrieb untersucht. Im Gegensatz zu bekannten Studien werden, dem technologischen Fortschritt folgend, Datenbrillen mit einem höherem Tragekomfort genutzt. Durch die Integration von Gamification werden die Forschungsgebiete Gamification und Augmented Reality miteinander kombiniert und der Einsatz von Serious Games in der Logistik analysiert. Die Ziele der Industrie einer Fehlerreduktion, verkürzter Durchführungszeiten, einer höheren Mitarbeiterflexibilität sowie ein schnelleres Anlernen werden hinsichtlich deren Umsetzbarkeit überprüft.

6. Literatur

- Bangor, A.W.: Display Technology and Ambient Illumination Influences on Visual Fatigue at VDT Workstations. Dissertation, Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, 2000.
- Brickenkamp, R.: Test d2. Aufmerksamkeits-Belastungstest. Hogrefe, Göttingen, 1962.
- Funk, M.; Shirazi, A.S.; Mayer, M.; Lischke, L.; Schmidt, A.: Pick from Here!- An Interactive Mobile Cart using In-Situ Projection for Order Picking. Proceedings of the 2015 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing, September 07-11, Osaka, 2015.
- Guo, A.; Wu, X.; Shen, Z.; Starner, T.; Baumann, H.; Gilliland, S.: Order Picking with Head-Up Displays, 2015. In *Computer* 48 (6), S.16-24.
- Jünemann, R.: Materialfluß und Logistik; Systemtechnische Grundlagen mit Praxisbeispielen. Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH, Berlin Heidelberg, 1989.
- Hompel, M.; Schmidt, T.: Warehouse Management; Automatisierung und Organisation von Lager- und Kommissioniersystemen. Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York, 2003.
- Kampmeier, J.; Cucera, A.; Fritzsche, L.; Brau, H.; Duthweiler, M.; Lang, G.K.: Eignung monokularer „Augmented Reality“- Technologien in der Automobilproduktion. In: *Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde* 224 (7), S.590-596.
- Kennedy, R.; Lane, N.E.; Berbaum, K.S.; Lilienthal, M.G.: Simulator Sickness Questionnaire. An Enhanced Method for Quantifying Simulator Sickness. In: *The International Journal of Aviation Psychology* 3 (3), S.203-220.
- Korn, O.; Funk, M.; Schmidt, A.: Towards a Gamification of Industrial Production. A Comparative Study in Sheltered Work Environments. EICS'15 Proceedings of the 7th ACM SIGCHI Symposium on Engineering Interactive Computing Systems, New York, 2015, S.84-93.
- NASA Ames Research Center, Human Performance Research Group: NASA TASK LOAD INDEX (TLX) v1.0; Paper and Pencil Package. Moffett Field, California (415) 694-6072.
- Rehman, U.; Cao, S.: Experimental Evaluation of Indoor Navigation Devices. In Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting 59 (1), S.1783-1787. Washington, 2015.
- Rosenthal, R.; Rosnow, R.L. (1975): *The Volunteer Subject*. Wiley, New York, 1975.
- Roth, A. (Hrsg.): *Einführung und Umsetzung von Industrie 4.0; Grundlagen, Vorgehensmodell und Use Cases aus der Praxis*. Springer Gabler, Berlin Heidelberg, 2016.
- Schwerdtfeger, B.; Klinker, G.: Supporting Order Picking with Augmented Reality. In Livingston, Mark A.: *7th IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality*, Cambridge, 2008, S. 91-94.
- Schwerdtfeger, B.: *Pick-by-Vision: Bringing HMD-based Augmented Reality into the Warehouse*. Dissertation, Institut für Informatik, Technische Universität München, München, 2009.
- Stinson, M.; Wehking, K.-H.: Leistungsbewertung und -optimierung in der manuellen Kommissionierung. In: *Logistics Journal*, Vol. 2012.
- Tümler, J.: *Untersuchung zu nutzerbezogenen und technischen Aspekten beim Langzeiteinsatz mobiler AR-Systeme in industriellen Anwendungen*. Dissertation, Fakultät für Informatik, Otto-von-Guericke Universität Magdeburg, Magdeburg, 2009.
- Wiedenmaier, S.: *Unterstützung manueller Montage durch Augmented Reality-Technologien*. Shaker (Schriftenreihe Rationalisierung und Humanisierung, Bd. 58), Aachen, 2004.



Gesellschaft für
Arbeitswissenschaft e.V.

Soziotechnische Gestaltung des digitalen Wandels – kreativ, innovativ, sinnhaft

63. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

FHNW Brugg-Windisch, Schweiz

15. – 17. Februar 2017

GfA Press

Bericht zum 63. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 15. – 17. Februar 2017

FHNW Brugg-Windisch, Schweiz

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Dortmund: GfA-Press, 2017

ISBN 978-3-936804-22-5

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Dortmund**

Schriftleitung: Matthias Jäger

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. ist es nicht gestattet, den Kongressband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen.

USB-Print: Dr. Philipp Baumann, Olten

Screen design und Umsetzung

© 2017 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de