

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

Benedikt Zobel¹, Lisa Berkemeier¹, Sebastian Werning² und Oliver Thomas¹

Abstract: Mobile Endgeräte werden immer präsenter am Arbeitsplatz. Insbesondere für nicht-stationäre Anwendungsgebiete und dynamische Prozesslandschaften, wie in der Logistik, sind Mobilität und Flexibilität entscheidend. Smart Glasses und weitere Wearables vereinen diese Eigenschaften, sind einfach auf unterschiedliche Anwendungsfälle adaptierbar und beeinträchtigen dabei nicht die Bewegungsfreiheit wie herkömmliche handgeführte Bediengeräte. Für eine effiziente und zielorientierte Auswahl und Einführung solcher Technologien ist die Gebrauchstauglichkeit zu berücksichtigen. Gängige Usability-Richtlinien sind nicht auf die speziellen Anforderungen von Smart Glasses angepasst. In diesem Beitrag wird deshalb ein, durch eine systematische Literaturrecherche erarbeitetes, Usability-Framework vorgestellt, das konkret auf diese Anforderungen eingeht und auf konventionellen Richtlinien aufbaut. Dieses Framework eröffnet für Forschung und Praxis Möglichkeiten zur Untersuchung der Usability von Smart Glasses und ähnlichen Wearables und bietet durch die Literaturrecherche einen Überblick des aktuellen Wissenstandes als Ausgangspunkt für weitere Forschung im Bereich Usability mobiler Endgeräte.

Keywords: Usability, Smart Glasses, Wearables, Logistik, DIN EN ISO 9241-11

1 Einleitung

In aktuellen Trends wie Consumerization und Bring-Your-Own-Device (BYOD) wird die verstärkte Integration mobiler Endgeräte am Arbeitsplatz deutlich [DK13, HIJ12, WL12]. Diese mobilen Technologien werden zum zentralen Treiber einer effizienten Prozessunterstützung und bieten somit neue Möglichkeiten der Informationsbereitstellung für wissensintensive Tätigkeiten [NTF14], deren Beschaffenheit u.a. freie Hände bei der Ausführung erfordert. Dies sind Anforderungen, die verstärkt in der Logistikbranche auftreten. Richtig eingesetzt liegt der Innovationsgehalt des Einsatzes von Wearables und speziell Smart Glasses als Primäranwendung von Augmented Reality in der verbesserten Integration von Mitarbeitern in Unternehmensprozesse. Die Einsetzbarkeit dieser Technologie in der Logistik wurde bereits im Rahmen von Pilotprojekten und Studien erprobt [BS16, P115]. So unterstützen Datenbrillen den Anwender durch kontextadaptive Informationsbereitstellung sowie freihändige Bedienung bei informationsintensiven und bimanuellen Aktivitäten [P115]. In diesem

¹ Universität Osnabrück, Informationsmanagement und Wirtschaftsinformatik, Katharinenstr. 3, 49074 Osnabrück, vorname.nachname@uni-osnabrueck.de

² Hochschule Osnabrück, Betriebswirtschaftslehre, insbesondere Logistikmanagement, Kaiserstr. 10c, 49809 Lingen, s.werning@hs-osnabrueck.de

Zusammenhang hat die Gebrauchstauglichkeit (engl. Usability) der eingesetzten Geräte einen signifikanten Einfluss auf die Arbeitslast der Mitarbeiter [AGR11].

Usability wird in der Industrie häufig mit Frameworks wie der Norm DIN EN ISO 9241 beurteilt [Ma14]. Durch den Einsatz von Smart Glasses ergeben sich neue Anforderungen an Aspekte, wie die Ergonomie und Interaktion, die von konventionellen Rahmenwerken nicht abgedeckt werden [BB12]. Darüber hinaus basiert die ISO-Norm auf dem Technologie- und Wissensstand von 1998, ihre Aktualität und Übertragbarkeit auf neue Technologien, wie Smart Glasses, ist somit kritisch zu betrachten.

In diesem Beitrag wird daher eine Erweiterung dieser Rahmenwerke durch spezifische Usability-Anforderungen an Smart Glasses vorgestellt. Hierzu wird in Kapitel 2 ein Überblick der betrachteten Technologie sowie aktuellen Ausprägungen des Logistikarbeitsplatzes geschaffen. Erweitert durch potenzielle Entwicklungen, wird ein Ausblick auf einen Arbeitsplatz der Zukunft geschaffen. Darauf folgend werden in der Wissenschaft verbreitete Usability-Standards analysiert sowie ein geeigneter Standard als Ausgangspunkt selektiert. Durch eine systematische Literaturrecherche, dessen methodisches Vorgehen in Kapitel 3 erklärt wird, werden entsprechende Bewertungsaspekte und Anforderungen für Smart Glasses identifiziert. Diese werden in Kapitel 4 zu Usability-Kriterien aggregiert und anschließend in das selektierte Grundlagen-Rahmenwerk integriert. Das entstehende Usability-Framework für Smart Glasses bildet mit den Erkenntnissen aus der Literaturrecherche eine Grundlage für weitere Forschung im Bereich Gebrauchstauglichkeit mobiler Endgeräte. Des Weiteren wird die derzeit bestehende Wissensbasis der Evaluation soziotechnischer Systeme am Arbeitsplatz erweitert. Abschließend erfolgen eine kritische Würdigung der Ergebnisse sowie weiterer Forschungsbedarf in Kapitel 5.

2 Grundlagen

2.1 Smart Glasses-basierte Arbeitsplatzgestaltung in der Logistik

Seit Erreichen der Marktreife mobiler Endgeräte wurde die Digitalisierung stark vorangetrieben. Neue Technologien, wie z. B. Smartphones, Tablets und schnellere mobile Internetverbindungen, lösten eine Innovationswelle aus [Et15]. Nach der Expansion des Smartphone Marktes wird eine ähnliche Entwicklung auch für innovative tragbare Endgeräte wie Wearables erwartet [Lu13, WEA14]. Serienreife Produkte wie die Vuzix M100 Smart Glasses bestätigen, dass dieser Technologie-Trend bereits begonnen hat [Vu16]. Für das Jahr 2019 wird so eine Absatzmenge von 156 Mio. Wearables prognostiziert [Id14, Id15].

Die Logistik ist Deutschlands drittgrößte Branche und ein vom technologischen Wandel besonders gezeichneter Dienstleistungszweig [CG13]. Sie ist geprägt von komplexen Arbeitsschritten mit vielfältigen Prozessvarianten. In Zukunft wird sich ein produktiver

Arbeitsplatz durch ein hohes Maß an Mobilität und Flexibilität definieren [MN89]. Speziell für den Einsatz in der Logistik können heute bereits Kommissionierszenarien durch die Anwendung von Smart Glasses in Form von Pick-by-Vision-Systemen umgesetzt werden [BS16, We16]. Zukünftig werden blickgeführte Funktionen der Smart Glasses, wie zum Beispiel das Scannen von Barcodes, MDE-Geräte ersetzen und eine integrierte Bestandserfassung ermöglichen. Mitarbeitern der Transportlogistik werden in Echtzeit mit Informationen zu Lieferaufträgen versorgt ohne den eigentlichen Arbeitsprozess zu unterbrechen und Kunden werden bei abstimmungsintensiven Prozess direkt in die Arbeitsschritte integriert [BS16, Er16]. Des Weiteren bieten Wearables Lösungen für die Anforderungen globaler Wertschöpfungs-systeme. Zukünftig ist vorstellbar, dass im Rahmen des Qualitätsprüfungsprozesses einzelne Prüfprotokolle mit Hilfe der Smart Glasses visualisiert und durch Verwendung der Smart Watch interaktionsbasiert abgearbeitet werden. So entsteht durch den Einsatz von Wearables die Möglichkeit der Erkennung von stark individuellen Waren. Für die Wahl adäquater Systeme in einem speziellen Anwendungsfall sind Bewertungskriterien der Usability notwendig, welche im Rahmen dieser Publikation gezielt für Smart Glasses erarbeitet werden.

2.2 Konventionelle Usability-Frameworks

Usability bewertet alle Aspekte der Interaktion von Anwender und System hinsichtlich ihrer Qualität der Nutzung von systemseitigen Funktionen [Ni93]. Die Messung von Usability erfolgt durch Frameworks, diese können detaillierte Aspekte umfassen oder kontextbezogene Kategorien vorgeben. Detaillierte Rahmenwerke geben häufig einen Fragenkatalog zur Messung der Usability vor [Ma14]. Ein anerkanntes Framework ist das NASA-TLX, das die Einflussfaktoren der subjektiven Arbeitslast eines Anwenders von soziotechnischen Systemen im betrieblichen Kontext erfasst [AV16, BB12, Bru15, Ol13, Ra14, Th16, TLR14, WD06]. Neben dem NASA-TLX wird auch die System-Usability-Scale als Rahmenwerk verwendet, das durch einen detaillierten Fragebogen gekennzeichnet ist [Bra15, KA12, TLR14]. Des Weiteren ist eine heuristische Evaluation von Usability nach Nielsen [NM90] verbreitet [BGK06, MAA13, Ni92]. Die Anforderungen an die Usability für Bildschirmgeräte der Normenreihe DIN EN ISO 9241 („Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten“) resultieren aus entsprechenden Richtlinien [Ma14]. Der zugehörige Teil 11 („Anforderung an die Gebrauchstauglichkeit – Leitsätze“) definiert weiterführend abstrakte Maße für die Gebrauchstauglichkeit. Obwohl es sich um ein Rahmenwerk für Bürotätigkeiten handelt, ist es durch seine generische Formulierung flexibel auf einen anderen Kontext übertragbar [Ce98]. Diese Flexibilität ist auch ein Anspruch an die Ableitung und Strukturierung Smart Glasses-spezifischer Usability-Aspekte. Die DIN EN ISO 9241-11 ist darüber hinaus nicht nur ein in der Literatur verbreitetes Framework, sondern gleichzeitig ein internationaler Standard für Usability. Als initiales Rahmenwerk für die Konstruktion eines Usability-Frameworks für Smart-Glasses wird daher die DIN EN ISO 9241-11 untersucht. Die Norm nutzt normierte Kriterien für eine vereinheitlichte Messung von Usability. Die Maße dieser Gebrauchstauglichkeit sind

Effektivität, Effizienz und Zufriedenstellung; sie werden in Relation zum Anwendungskontext bewertet. Der Anwendungskontext wird beeinflusst durch Gebrauchsfaktoren, wie die Nutzer, die technische Infrastruktur, soziale Einflüsse oder auch physische Einwirkungen auf den Anwender. Effektivität misst die Aufgabenerfüllung hinsichtlich der Übereinstimmung der Ergebnisse mit den Zielvorgaben im spezifischen Anwendungsfall. Die Effizienz setzt diese Aufgabenerfüllung in Relation zu dem erbrachten Aufwand. Das dritte Maß der Gebrauchstauglichkeit, die Zufriedenstellung, erfasst schließlich die Interdependenzen zwischen Mensch, Endgerät und Aufgabe durch die subjektive Einstellung des Anwenders zum System. Diese kann durch die Intensität der Nutzung oder geäußerte Reaktion des Anwenders auf die Interaktion im System erfasst werden. Die Gestaltung des Endgerätes und die Interaktion im soziotechnischen System sind dabei starke Einflussfaktoren der Zufriedenstellung [Ce98]. Der Einsatz der ISO 9241-11 wird limitiert durch die abstrakten Messkriterien, deren kontextbezogene Spezifizierung in messbare Einzelfaktoren, nicht statistisch validiert ist und weiterhin keine Angaben zur Interpretation der Ergebnisse vorliegen [Se06]. Die Usability-Maße der Norm DIN EN ISO 9241-11 werden im Folgenden für Smart Glasses spezifiziert.

3 Methodisches Vorgehen

Zur Erforschung des aktuellen Kenntnisstandes in der Wissenschaft wurde eine systematische Literaturrecherche ausgewählt. Die Recherche wurde nach den Richtlinien von Webster & Watson [WW02] durchgeführt. Zur Strukturierung der qualitativen Analyse wurden die von Dyba & Dingsoyr [DD08] definierten Phasen durchlaufen: (1) Datenbanken zur Identifizierung relevanter Forschung durchsuchen, (2) Beiträge aufgrund von Titeln ausschließen, (3) Beiträge aufgrund von Abstracts ausschließen, sowie (4) Primärbeiträge identifizieren und Forschung kritisch würdigen. Die von [WW02] empfohlene Vorwärts- und Rückwärtssuche wurde als letzter Schritt angewandt.

Aktuelle Forschung im Bereich Smart Glasses, Wearables und Usability ist in verschiedenen Forschungsfeldern zu finden, wie z.B. in der Informatik, der Wirtschaftsinformatik, und weiteren. Um diese Bereiche in die Suche miteinzubeziehen, wurden insgesamt 9 unterschiedliche Forschungsdatenbanken durchsucht. Diese sind *Elsevier ScienceDirect*, *ISI Web of Knowledge*, *EBSCO Host*, *Springer Link*, *Emerald*, *Wiley Online Library*, *AIS Electronic Library*, *IEEE Xplore* sowie *WISO*. Um möglichst breitenwirksam den aktuellen Stand der Forschung im Bereich Usability für Smart Glasses identifizieren zu können, wurde eine entsprechende Schlüsselwortmatrix entworfen. In der ersten Dimension wurden alle gängigen Bezeichnungen von Smart Glasses sowie eventuell vorhandene Abkürzungen aufgeführt, also *Smart Glasses*, *Data Glasses*, *HMD*, *Head Mounted Display*, *Wearables*, *HUD*, *Head-Up Display* sowie *Head Worn Display*, die zweite Dimension beinhaltet das Wort *Usability*. Da die Thematik von Datenbrillen erst mit der Ankündigung der ersten alltagstauglichen

Datenbrille, der *Google Glass*, Aufmerksamkeit erhielt, wurde die Anfangssuche auf Beiträge mit Veröffentlichungsdatum ab 2012 beschränkt. Ferner wurden nur Beiträge in den Sprachen Englisch und Deutsch betrachtet.

Von den in Phase 1 identifizierten 3232 Beiträgen konnten durch das Herausfiltern von nicht verwertbaren Einträgen und Duplikaten 69 Elemente entfernt werden. In Phase 2 konnten weitere 2537 Beiträge aufgrund ihrer Titel eliminiert werden. So wurden Beiträge entfernt, die offensichtlich keinen thematischen Bezug zu Smart Glasses oder Usability haben. Durch das Filtern von Abstracts der verbliebenen 626 Beiträge konnten 513 weitere Quellen entfernt werden. So wurden Betrachtungen von reinen Smartphone-Apps als „Augmented Reality“-Anwendung eliminiert. In Phase 4 wurden die verbliebenen 113 Beiträge durch Analyse des Volltextes weiter eingeteilt. Dabei wurden die Identifikation von Usability-Prinzipien, Untersuchungen oder Kriterien die zur Herleitung dieser dienen können, und ein konkreter Bezug zu Smart Glasses oder Wearables als Relevanzkriterien festgelegt. Auf diesem Weg wurden 49 Primärquellen identifiziert. Unter Einbezug relevanter Verweise in diese Quellen wurde diese Auswahl durch eine Vorwärts- und Rückwärtssuche auf 53 Beiträge erweitert. Der Auswahlprozess ist in Abb. 1 dargestellt.

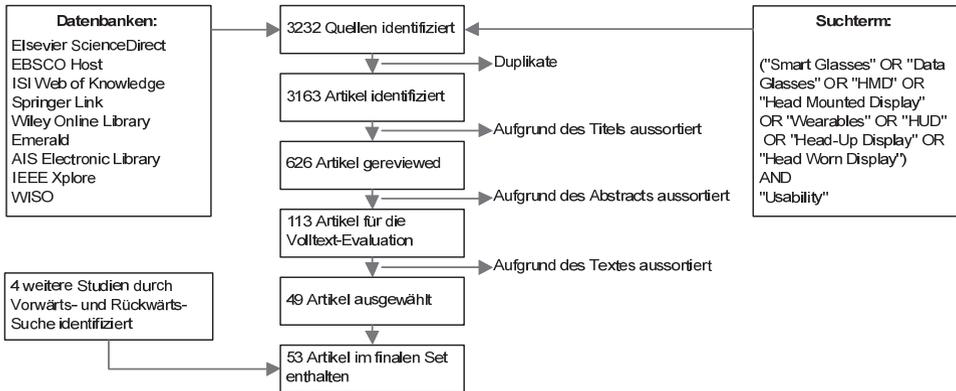


Abb. 1: Prozessdarstellung der systematischen Literaturrecherche

4 Usability-Framework zur Gestaltung von Smart Glasses

In der Literaturanalyse sind 40 Usability-Aspekte identifiziert worden, die mindestens von zwei verschiedenen Quellen als relevant postuliert werden. Diese Aspekte werden in Tab. 1 beschrieben und zu zwölf Usability-Kriterien aggregiert.

| <i>Usability Kriterium (UK)</i> | <i>Usability Aspekt</i> | <i>Beschreibung</i> | <i>Quelle</i> |
|---------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Performanz (UK1) | Leistungsfähigkeit | Durch das System induzierte Leistungsfähigkeit und damit verbundene Kosteneinsparungen. | [AI14, AV16, Ba14, BB12, BLB13, WD13] |
| | Effizienz | Nutzen-Aufwand-Verhältnis des mittels Smart Glasses erzielten Ergebnisses. | [AV16, Bra15, Gi13, Gr13] |
| | Arbeitslast | Subjektive Arbeitslast insbesondere im Verhältnis zur Nichtnutzung des Systems. | [AV16, KS15, Ne12] |
| Perzeption (UK2) | Wahrnehmung | Die bereitgestellten Informationen können einfach erfasst werden (Farbe, Helligkeit, Kontrast, Positionierung virtueller Objekte). | [AV16, Ba14, BB12, Bra15, DM15, MAB14, Ya13] |
| | Informationsverarbeitung | Der Nutzer erfasst die Informationen unmittelbar. | [BGK06, DM15, MAA13, Ra14, St16, TSK15, Ya13] |
| | Immersion | Vertiefung in die virtuelle bzw. erweiterte Realität. | [Ba14, BGK06, DM15, MAA13, Ne12, Ra14, RMP15, WD13] |
| Präferenz (UK3) | Zufriedenheit | Zufriedenheit des Nutzers mit dem System. | [Bra15, CCL15, RMP15, WD06, Gi13, Gr13, Ha14, HLH15, IR15, JL13, Lv15, O113] |
| | Einstellung | Die Einstellung gegenüber der Nutzung des Systems. | [AI14, CG12, KA12, KS15, RMP15] |
| | Motivation | Das System motiviert zur Nutzung und Aufgabenerfüllung. | [O113, Ra14] |
| User Interface (UK4) | Informationsdarstellung | Die Informationen werden für eine qualitativ hochwertige Darstellung visuell aufbereitet. | [AV16, BGK06, Ha14, IR15, LMN04, MAA13, Ne12, St16, WD13] |
| | Menüführung | Strukturierte Navigation durch das Menü, z.B. durch eine hierarchische Menüstruktur. | [JL13, TSK15] |
| | Individualisierung / Adaption | Das User Interface kann an die Bedürfnisse und soziokulturellen Anforderungen des Nutzers angepasst werden. | [BGK06, Bo13, LS12, TSK15] |
| | Konsistenz | Konsistente Gestaltung und Funktionsweise des User Interface. | [BGK06, BL12, KA12, LMN04, MAA13] |
| | Schlichtheit | Ein minimalistisches Design steigert die Benutzerfreundlichkeit des Interface. | [BGK06, KA12, LMN04, MAA13] |

| <i>Usability Kriterium (UK)</i> | <i>Usability Aspekt</i> | <i>Beschreibung</i> | <i>Quelle</i> |
|---------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Interaktion (UK5) | Feedback | Rückmeldung des Wearables über Systemstatus an den Nutzer durch ein haptisches oder auch visuelles Feedback. | [BGK06, BL12, JL13, LMN04, Ne12] |
| | Natürlichkeit | Die Interaktion erfolgt intuitiv und durch für den Nutzer natürliche Bewegungen. | [Ba14, KA12, Ne12, TSK15, WD13] |
| | Intuitivität (Steuerung) | Die Bedienung erfolgt intuitiv, z.B. mittels Gesten eines simplen Gestensets. | [BL12, Lv15, Or15, Pi13] |
| | Bedienkomfort | Der Aufwand der für die Interaktion mit dem Gerät und der Nutzung der Funktionen erforderlich ist. Z.B. ist eine automatisierte Erkennung der Situation und Anzeige der benötigten Informationen weniger aufwändig als bewusstes Abrufen von Informationen durch den Nutzer. Ein hoher Bedienkomfort spiegelt sich z.B. in einer leichten Erlernbarkeit der Systemsteuerung wieder. | [AI14, BGK06, Ne12, WD13, Bra15, CCL15, IR15, KA12, KP14, KS15, MAA13, MAB14] |
| | Integration des Nutzers | Der Nutzer wird in das System integriert, z.B. durch Feedback. | [Ce12, CG12, Ne12, St16] |
| Kognitiver Aufwand (UK6) | Mentaler Anspruch | Mentaler Aufwand der zur Nutzung des Systems erforderlich ist. | [AV16, Ba14, BB12, Bra15, Ha14, Ne12, WD06] |
| | Komplexität | Den Umfang des Interaktions- und Funktionsrahmens angemessen gestalten. | [KA12, MAA13, MAB14, WD06] |
| Tauglichkeit (UK7) | Nützlichkeit | Das System bildet einen Mehrwert bei der Aufgabenerfüllung. | [AI14, AV16, Bo13, Bra15, KS15, MAA13, Pu12, RMP15, St16, Ta15] |
| | Aufgabengemessenheit | Das System ist geeignet für die Aufgabenerfüllung ohne überdimensioniert zu sein. | [AV16, LB13, Ma14, RMP15, TSK15, WD13] |
| | Effektivität | Das mit dem System erzielte Ergebnis entspricht der Zielvorstellung. | [Do14, Gi13, Gr13, Ne12] |
| Systemstabilität (UK8) | Robustheit | Fehlertoleranz und Laufzeitstabilität des Systems. | [AI14, AV16, LMN04, MAA13, Ne12] |
| | Fehlermanagement | Fehlerprävention, -behandlung und Userunterstützung. | [Ba14, BB12, BGK06, HLH15, Ma14, TSK15] |
| Anwendungskontext (UK9) | Kontextsensitivität | Besondere Anforderungen aus dem Kontext der Nutzung, wie z.B. eine Helmpflicht auf Baustellen. | [BL12, LMN04, Ta15] |
| | Einsatzort | Umwelteinflüsse in Form von Lichtverhältnissen, Umgebungsgläuschen, etc. | [AV16, Ne12, Ta15] |

| <i>Usability Kriterium (UK)</i> | <i>Usability Aspekt</i> | <i>Beschreibung</i> | <i>Quelle</i> |
|---------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Ergonomie (UK10) | Tragekomfort | Physischer Komfort bei der Nutzung des Systems. | [AV16, BGK06, CCL15, Na12, Ne12, St16, TSK15, WD06, WD13] |
| | Physische Beeinträchtigung | Gesundheitliche Folgen einer Nutzung des Systems. | [Bo13, Bra15, Ne12, Od14, Or15] |
| soziale Erfahrung (UK11) | Konventionen | Das System entspricht den soziokulturellen Normen. | [BGK06, KS15] |
| | Datenschutz | Datenschutz wird durch das System gewährleistet. | [BGK06, MAA13, OI13] |
| | Kollaboration | Eine Interaktion mit anderen Personen wird gefördert. | [BB12, OI13], |
| Technologie (UK12) | Sensorik | Die Sensorik Unterstützung ermöglicht einen adäquaten Funktionsumfang. | [Bru15, JL13, MAB14, Ne12, OI13] |
| | Display | Das Display ist geeignet für die Informationsbereitstellung hinsichtlich Auflösung, Transparenz und ggf. 3D-Darstellung. | [Do14, MAB14, Ne12, Ta15] |
| | Mobilität | Das System ist mobil einsetzbar. | [Bru15, KS15] |
| | Systemintegration | Das System kann in die vorhandene Systemlandschaft integriert werden. | [Bru15, Ce12, DM15, MAB14, Ne12] |
| | Latenz | Die Wartezeit des Systems ist akzeptabel. | [Ba14, HLH15, IR15, Ne12] |
| | Eingabemedien | Es sind verschiedene Eingabemedien als Basis für die Interaktion vorhanden. | [Bru15, Ce12] |
| | Standards | Industriestandards und Erwartungen an die Hardware werden erfüllt. | [Bo13, Do14] |

Tab. 1: Usability-Kriterien und -Aspekte

Die identifizierten Usability-Kriterien werden in Abb. 2 durch eine Zuordnung zu den Maßen der Gebrauchstauglichkeit in die DIN EN ISO 9241-11 integriert. Eine eindeutige Abgrenzung der Kriterien ist jedoch nicht möglich, da Interdependenzen zwischen den Aspekten bestehen. Die übergeordneten Usability-Faktoren der DIN EN ISO 9241-11 sind durch ihre Abstraktheit für verschiedene Anwendungsfälle geeignet. Das vorliegende Framework spezifiziert diese Variablen zunächst hinsichtlich der Technologie Smart Glasses und bleibt dadurch kontextadaptiv für verschiedene Einsatzszenarien, und somit auch für Smart Glasses im Anwendungsfall Logistik.



Abb. 2: Integration von Usability-Kriterien und ISO

5 Diskussion und Fazit

In diesem Beitrag wird der aktuelle Wissensstand zum Thema Usability für Smart Glasses in der Wissenschaft erhoben. Die durchgeführte Recherche reagiert auf ein Defizit von konkreten Gestaltungsrichtlinien für diese Technologiegruppe. Durch Kombination von aus der Literatur entnommenen Usability-Kriterien und dem verbreiteten Standard DIN EN ISO 9241-11 ist ein Usability-Framework für Smart Glasses definiert worden. Bei der Literaturanalyse hat sich allerdings ein abweichendes Verständnis von Usability gezeigt. Daraus folgt die Möglichkeit einer nicht trennscharfen Abgrenzung der Usability-Kriterien zu angrenzenden Forschungsgebieten, wie der Akzeptanzforschung. Darüber hinaus sind die identifizierten Experimente mit verschiedenen Arten von Smart Glasses durchgeführt worden, teilweise auch mit nicht mehr aktuellen Modellen. Eine Weiterentwicklung der Usability der Geräte wird somit nicht konsequent berücksichtigt. Ebenso ist das Framework durch die Durchführung einer Literaturrecherche auf bereits benannte Kriterien aus wissenschaftlicher Forschung limitiert. Das vorliegende Framework ist u.a. aus diesen Gründen in Experimenten und weiterer Forschung zu ergänzen, validieren und schließlich in dem fokussierten Anwendungskontext, Smart Glasses in der Logistik, zu evaluieren. Für die Anwendbarkeit des Frameworks auf Smart Glasses Systeme ist die Erstellung eines korrespondierenden Fragen- und Messkatalogs erforderlich. Dazu sind die folgenden Schritte geplant: Erstellung des Usability Katalogs aus der vorliegenden Literatur, Ergänzung durch Experteninterviews und weitere Literaturrecherche sowie eine abschließende Konsolidierung der Ergebnisse in einem Fragen- und Messkatalog. Weiterhin ist eine Evaluation des Katalogs durch eine Anwendung im Experiment geplant, um das Modell um konkrete Vorgehenshilfen anzureichern.

Das Usability-Framework ist Basis für die Bewertung von Smart Glasses-Systemen und wird somit zu einem effizienten Werkzeug der Entscheidungshilfe bei der Auswahl und Einführungen von Smart Glasses-Technologien für Unternehmen in der Praxis. Gleichzeitig bietet es eine wissenschaftliche Grundlage zur Evaluation und Gestaltung der Usability mobiler Endgeräte der entsprechenden soziotechnischen Systeme und stellt

dadurch eine Erweiterung der Wissensbasis dar. Für die Logistikbranche ist das hier aufgezeigte Framework zur Gebrauchstauglichkeit von Smart Glasses notwendig, um heutige Arbeitsplätze, welche von statischen Strukturen geprägt sind, mit adäquaten Smart Glasses-Technologien auszurüsten. Hierdurch entsteht ein mobiler, flexibler und somit zukunftsfähiger Arbeitsplatz. Das vorliegende Framework kann dahingehend auf weitere einzelne Wearables wie Smart Watches oder auch eine holistische Perspektive, die die Kombination verschiedener Wearables berücksichtigt, erweitert werden. Technologische Innovationen am Arbeitsplatz, wie Wearables, können nachhaltig umgesetzt werden, wenn deren Usability berücksichtigt wird.

Literaturverzeichnis

- [AGR11] Ayyagari, R.; Grover, V.; Russell, P.: Technostress: Technological Antecedents and Implications. In: MIS Quarterly Bd. 35 (2011), Nr. 4, S. 831–858
- [AI14] Ahlan, A. R.; Isma, B.: User Acceptance of Health Information Technology (HIT) in Developing Countries: A Conceptual Model. In: Procedia Technology Bd. 16, Elsevier B.V. (2014), S. 1287–1296
- [AV16] Aromaa, S.; Väänänen, K.: Suitability of virtual prototypes to support human factors/ergonomics evaluation during the design. In: Applied Ergonomics Bd. 56 (2016), S. 11–18
- [Ba14] Barbieri, L. et al.: Effects of device obstruction and tool-hand misalignment on user performance and stiffness perception in visuo-haptic mixed reality. In: International Journal of Human-Computer Studies Bd. 72 (2014), Nr. 12, S. 846–859
- [BB12] Bai, Z.; Blackwell, A. F.: Analytic review of usability evaluation in ISMAR. In: Interacting with Computers Bd. 24 (2012), Nr. 6, S. 450–460
- [BGK06] Bertini, E.; Gabrielli, S.; Kimani, S.: Appropriating and assessing heuristics for mobile computing. In: AVI '06: Proceedings of the working conference on Advanced visual interfaces (2006), S. 119–126
- [BL12] Billingham, M.; Lee, M.: Multimodal Interfaces for Augmented Reality. In: Dill, J. et al. (Hrsg.): Expanding the Frontiers of Visual Analytics and Visualization: Springer London, 2012, S. 449–465
- [BLB13] Budhiraja, R.; Lee, G. A.; Billingham, M.: Using a HHD with a HMD for mobile AR interaction. In: 2013 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR): IEEE, 2013, S. 1–6
- [Bo13] Borisov, N. et al.: Integrating Production Workers into User Interface Design for Diagnosis Devices in Automotive Production Environments: Field Experiences and Lessons Learned. In: Stephanidis, C. (Hrsg.): HCI International 2013 - Posters' Extended Abstracts. Bd. 374: Springer Berlin Heidelberg, 2013, S. 469–473
- [Bra15] Brancati, N. et al.: Usability Evaluation of a Wearable Augmented Reality System for the Enjoyment of the Cultural Heritage. In: 2015 11th International Conference on Signal-Image Technology & Internet-Based Systems (SITIS): IEEE, 2015, S. 768–774

- [Bru15] Brusie, T. et al.: Usability evaluation of two smart glass systems. In: Systems and Information Engineering Design Symposium (SIEDS) : IEEE, 2015, S. 336–341
- [BS16] Bechtle; SAP: Smarte Brillen optimieren Lagerlogistik Bd. 03/2016 (2016), S. 27–28
- [CCL15] Cha, J.; Choi, E.; Lim, J.: Virtual Sliding QWERTY : A new text entry method for smartwatches using Tap-N-Drag. In: Applied Ergonomics Bd. 51, Elsevier Ltd (2015), S. 263–272
- [Ce12] Cernea, D. et al.: Tangible and Wearable User Interfaces for Supporting Collaboration among Emergency Workers. In: Hutchison, D. et al. (Hrsg.): Collaboration and Technology. Bd. 7493 : Springer Berlin Heidelberg, 2012, S. 192–199
- [Ce98] CEN: ISO 0241: Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten; Teil 11: Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit - Leitsätze (1998)
- [CG12] Chong, M. K.; Gellersen, H.: Usability classification for spontaneous device association. In: Personal and Ubiquitous Computing Bd. 16 (2012), Nr. 1, S. 77–89
- [CG13] Clausen, U.; Geiger, C. (Hrsg.): Verkehrs- und Transportlogistik : Springer Berlin Heidelberg, 2013
- [DD08] Dybå, T.; Dingsøy, T.: Empirical studies of agile software development: A systematic review. In: Information and Software Technology Bd. 50 (2008), Nr. 9-10, S. 833–859
- [DK13] Disterer, G.; Kleiner, C.: BYOD - Bring Your Own Device. In: HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik Bd. 50 (2013), Nr. 2, S. 92–100
- [DM15] Dini, G.; Mura, M. D.: Application of Augmented Reality Techniques in Through-life Engineering Services. In: Procedia CIRP Bd. 38 (2015), S. 14–23
- [Do14] Donovan, A. et al.: Understanding How Network Performance Affects User Experience of Remote Guidance. In: Baloian, N. et al. (Hrsg.): Collaboration and Technology. Bd. 8658. Cham : Springer International Publishing, 2014, S. 1–12
- [Er16] Ernst, C.-P.: The Drivers of Wearable Device Usage : Springer International Publishing, 2016
- [Et15] Etezadzadeh, C.: Smart City - Stadt der Zukunft? Die Smart City 2.0 als lebenswerte Stadt und Zukunftsmarkt : Springer Fachmedien Wiesbaden, 2015
- [Gi13] Di Gironimo, G. et al.: A virtual reality approach for usability assessment: case study on a wheelchair-mounted robot manipulator. In: Engineering with Computers Bd. 29 (2013), Nr. 3, S. 359–373
- [Gr13] Gross, T.: Mensch-Computer-Interaktion in Wissenschaft und Praxis. In: HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik Bd. 50 (2013), Nr. 6, S. 6–15
- [Ha14] Ham, J. et al.: Smart Wristband: Touch-and-Motion-Tracking Wearable 3D Input Device for Smart Glasses. In: Streit, N.; Markopoulos, P. (Hrsg.): Distributed, Ambient, and Pervasive Interactions, Lecture Notes in Computer Science. Bd. 8530. Cham : Springer International Publishing, 2014, S. 109–118
- [HIJ12] Harris, J.; Ives, B.; Junglas, I.: IT Consumerization: When Gadgets Turn Into Enterprise IT Tools. In: MIS Quarterly Executive Bd. 11 (2012), Nr. 3, S. 99–112

- [HLH15] Hall, N.; Lowe, C.; Hirsch, R.: Human Factors Considerations for the Application of Augmented Reality in an Operational Railway Environment. In: *Procedia Manufacturing* Bd. 3 (2015), S. 799–806
- [Id14] IDC: Absatz von Wearables weltweit in den Jahren 2014 und 2015 (in Millionen Stück). URL <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/515723/umfrage/absatz-von-wearables-weltweit/>. - abgerufen am 2016-05-11. — Statista - Das Statistik-Portal
- [Id15] IDC: Unit shipments forecast basic/smart wearables worldwide from 2014 to 2019 (in millions). URL <http://www.statista.com/statistics/296565/wearables-worldwide-shipments/>. - abgerufen am 2016-05-11. — Statista - Das Statistik-Portal
- [IR15] Irshad, S.; Rambli, D. R. A.: User Experience Satisfaction of Mobile-Based AR Advertising Applications. In: Badioze Zaman, H. et al. (Hrsg.): *Advances in Visual Informatics*. Bd. 9429. Cham : Springer International Publishing, 2015, S. 432–442
- [JL13] Jeon, M.; Lee, J.-H.: The Ecological AUI (Auditory User Interface) Design and Evaluation of User Acceptance for Various Tasks on Smartphones. In: Hutchison, D. et al. (Hrsg.): *Human-Computer Interaction. Interaction Modalities and Techniques*. Bd. 8007 : Springer Berlin Heidelberg, 2013, S. 49–58
- [KA12] Kluge, M.; Asche, H.: Validating a Smartphone-Based Pedestrian Navigation System Prototype. In: Hutchison, D. et al. (Hrsg.): *Computational Science and Its Applications – ICCSA 2012*. Bd. 7334 : Springer Berlin Heidelberg, 2012, S. 386–396
- [KP14] Kim, Y.; Park, J.: Study on interaction-induced symptoms with respect to virtual grasping and manipulation. In: *International Journal of Human-Computer Studies* Bd. 72 (2014), Nr. 2, S. 141–153
- [KS15] Kim, K. J.; Shin, D.-H.: An acceptance model for smart watches: Implications for the adoption of future wearable technology. In: *Internet Research* Bd. 25 (2015), Nr. 4, S. 527–541
- [LB13] Lee, M.; Billinghamurst, M.: A usability study of multimodal input in an augmented reality environment. In: *Virtual Reality* Bd. 17 (2013), Nr. 4, S. 293–305
- [LMN04] Longoria, R. G.; McGee, M.; Nash, E.: Heuristics for Designing Mobile Applications. In: Sammes, A. J.; Longoria, R. (Hrsg.): *Designing Software for the Mobile Context* : Springer London, 2004, S. 109–134
- [LS12] Law, E. L.-C.; Sun, X.: Evaluating user experience of adaptive digital educational games with Activity Theory. In: *International Journal of Human-Computer Studies* Bd. 70 (2012), Nr. 7, S. 478–497
- [Lu13] Luftman, J. et al.: Key information technology and management issues 2012–2013: an international study. In: *Journal of Information Technology* Bd. 28, Nature Publishing Group (2013), Nr. 4, S. 354–366
- [Lv15] Lv, Z. et al.: Extending touch-less interaction on vision based wearable device. In: *2015 IEEE Virtual Reality (VR) : IEEE*, 2015, S. 231–232
- [Ma14] Maguire, M.: Socio-technical systems and interaction design: 21st century relevance. In: *JERG* Bd. 45, Elsevier (2014), Nr. 2, S. 162–170
- [MAA13] Marcus, A.; Abromowitz, S.; Abulkhair, M. F.: Heuristic Evaluation of

- iCalamityGuide Application. In: Hutchison, D. et al. (Hrsg.): Design, User Experience, and Usability. User Experience in Novel Technological Environments. Bd. 8014 : Springer Berlin Heidelberg, 2013, S. 130–139
- [MAB14] Mantzios, V.-M.; Apostolopoulos, T.; Beltramello, O.: Augmented Reality Applications Assisting Maintenance Activities in Extreme Environments: HCI Issues. In: Junqueira Barbosa, S. D. et al. (Hrsg.): HCI International 2014 - Posters' Extended Abstracts. Bd. 434. Cham : Springer International Publishing, 2014, S. 613–618
- [MN89] Macrae, N.: Workplace flexibility: Past, present, and future. In: Journal of Labor Research Bd. 10 (1989), Nr. 1, S. 51–55
- [Na12] Navab, N. et al.: First Deployments of Augmented Reality in Operating Rooms. In: Computer Bd. 45 (2012), Nr. 7, S. 48–55
- [Ne12] Nee, A. Y. C. et al.: Augmented reality applications in design and manufacturing. In: CIRP Annals - Manufacturing Technology Bd. 61 (2012), Nr. 2, S. 657–679
- [Ni92] Nielsen, J.: Finding usability problems through heuristic evaluation. In: Proceedings of the SIGCHI conference on Human, 1992, S. 373–380
- [Ni93] Nielsen, J.: Usability Engineering. Cambridge : Academic Press, Inc., 1993
- [NM90] Nielsen, J.; Molich, R.: Heuristic Evaluation of user interfaces. In: CHI '90 Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 1990, S. 249–256
- [NTF14] Nüttgens, M.; Thomas, O.; Fellmann, M. (Hrsg.): Dienstleistungsproduktivität: Mit mobilen Assistenzsystemen zum Unternehmenserfolg : Springer Fachmedien Wiesbaden, 2014
- [Od14] Odenthal, B. et al.: A Comparative Study of Head-Mounted and Table-Mounted Augmented Vision Systems for Assembly Error Detection: Augmented Vision Systems for Assembly Error Detection. In: Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries Bd. 24 (2014), Nr. 1, S. 105–123
- [OI13] Olsson, T.: Concepts and Subjective Measures for Evaluating User Experience of Mobile Augmented Reality Services. In: Huang, W.; Alem, L.; Livingston, M. A. (Hrsg.): Human Factors in Augmented Reality Environments. New York : Springer New York, 2013, S. 203–232
- [Or15] Orlosky, J. et al.: ModulAR: Eye-Controlled Vision Augmentations for Head Mounted Displays. In: IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics Bd. 21 (2015), Nr. 11, S. 1259–1268
- [Pi13] Piumsomboon, T. et al.: User-Defined Gestures for Augmented Reality. In: Hutchison, D. et al. (Hrsg.): Human-Computer Interaction – INTERACT 2013. Bd. 8118 : Springer Berlin Heidelberg, 2013, S. 282–299
- [Pl15] Plutz, M.: Gastkommentar / Datenbrillen : Neuer Blick. In: Logistik Heute Bd. 6 (2015), Nr. c, S. 61
- [Pu12] Puig, J. et al.: Towards an efficient methodology for evaluation of quality of experience in Augmented Reality. In: 2012 Fourth International Workshop on Quality of Multimedia Experience (QoMEX) : IEEE, 2012, S. 188–193

- [Ra14] Radu, I.: Augmented reality in education : a meta-review and cross-media analysis. In: Personal and Ubiquitous Computing Bd. 18 (2014), Nr. 6, S. 1533–1543
- [RMP15] Rashid, Z.; Melià-Seguí, J.; Pous, R.: Bridging Offline and Online World Through Augmentable Smart Glass Interfaces. In: De Paolis, L. T.; Mongelli, A. (Hrsg.): Augmented and Virtual Reality. Bd. 9254. Cham : Springer International Publishing, 2015, S. 420–431
- [Se06] Seffah, A. et al.: Usability measurement and metrics: A consolidated model. In: Software Quality Journal Bd. 14 (2006), Nr. 2, S. 159–178
- [St16] Stocker, A. et al.: Datenbrillengestützte Checklisten in der Fahrzeugmontage, 2016
- [Ta15] Talip, B. A.: Dimension of structural usability for Augmented Reality system. In: 2015 IEEE Confernece on Open Systems (ICOS) : IEEE, 2015, S. 34–39
- [Th16] Theis, S. et al.: Head-Mounted Displays – Bedingungen des sicheren und beanspruchungsoptimalen Einsatzes, 2016
- [TLR14] Tiefenbacher, P.; Lehment, N. H.; Rigoll, G.: Augmented Reality Evaluation : A Concept Utilizing Virtual Reality. In: Virtual, Augmented and Mixed Reality. Designing and Developing Virtual and Augmented Environments (2014), S. 226–236
- [TSK15] Tomberg, V.; Schulz, T.; Kelle, S.: Applying Universal Design Principles to Themes for Wearables. In: Antona, M.; Stephanidis, C. (Hrsg.): Universal Access in Human-Computer Interaction. Access to Interaction. Bd. 9176. Cham : Springer International Publishing, 2015, S. 550–560
- [Vu16] Vuzix: M100 Smart Glasses. URL <https://www.vuzix.com/Products/m100-smart-glasses>. - abgerufen am 2016-05-11
- [WD06] Wang, X.; Dunston, P. S.: Compatibility issues in Augmented Reality systems for AEC: An experimental prototype study. In: Automation in Construction Bd. 15 (2006), Nr. 3, S. 314–326
- [WD13] Wang, X.; Dunston, P. S.: Tangible mixed reality for remote design review: a study understanding user perception and acceptance. In: Visualization in Engineering Bd. 1 (2013), Nr. 1, S. 8
- [We16] Wesp, R.: Picken per Datenbrille wird salonfähig. In: Lebensmittel Zeitung Bd. 15 (2016), S. 41–42
- [WEA14] White, J.; Edmondson, J.; Anderson, W.: Next Generation Mobile Computing. In: Next Generation Mobile Computing Bd. 31 (2014), Nr. 2, S. 44–47
- [WL12] Weiß, F.; Leimeister, J. M.: Consumerization. In: WIRTSCHAFTSINFORMATIK Bd. 54 (2012), Nr. 6, S. 351–354
- [WW02] Webster, J.; Watson, R. T.: Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review. In: MIS Quarterly Bd. 26 (2002), Nr. 2, S. xiii – xxiii
- [Ya13] Yang-Mao, S.-F. et al.: Exploring Psychophysical Factors Influencing Visibility of Virtual Image Display. In: Hutchison, D. et al. (Hrsg.): Universal Access in Human-Computer Interaction. User and Context Diversity. Bd. 8010 : Springer Berlin Heidelberg, 2013, S. 327–335