

MASTERARBEIT

MULTIMODALE INTERAKTION MIT HMIs IN DER SMART FACTORY

ausgeführt am



Studiengang

Informationstechnologien und Wirtschaftsinformatik

Von: Andreas Gödl

Personenkennzeichen: 1510320007

Graz, am 16. Dezember 2016

.....

Unterschrift

EHRENWÖRTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen nicht benützt und die benutzten Quellen wörtlich zitiert sowie inhaltlich entnommene Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

.....

Unterschrift

DANKSAGUNG

Herzlich bedanken möchte ich mich in erster Linie bei meiner hervorragenden Betreuerin, **Dr. Elisabeth Pergler**, die sowohl durch ihre umfangreiche Expertise hinsichtlich Forschungsmethoden und Vorgehensweisen als auch durch kritisches Hinterfragen und konstruktives Feedback einen wertvollen Beitrag zur Entstehung dieser Masterarbeit geleistet hat.

Des Weiteren möchte ich mich bei **Dr. Peter Brandl** (*evolaris next level GmbH*) für die Zurverfügungstellung der benötigten Hardware bedanken.

Prof. Detlef Gerhard (*Pilotfabrik TU Wien*) gilt mein besonderer Dank für seine Unterstützung bezüglich der Organisation und Teilnehmermotivation im Hinblick auf die Datenbrillenstudie.

Zudem möchte ich mich bei **Dr. Christoph Pollak** (*researchTUb GmbH*) für seine Gastfreundschaft bedanken.

Mein Dank gilt außerdem den Personen, die sich bereitwillig an der Studie beteiligt haben.

Nicht zuletzt möchte ich mich ganz besonders bei meiner Familie und all jenen Menschen bedanken, die mich in den vergangenen Wochen und Monaten unterstützt haben.



KURZFASSUNG

Das Ziel dieser Arbeit liegt darin, unterschiedliche Ansätze der Mensch-Maschinen-Interaktion hinsichtlich ihres Beitrags zur MitarbeiterInnenzufriedenheit zu untersuchen. Die ausgewählten Formen der Interaktion sind Berührung und Sprache. Im Mittelpunkt der Evaluation stehen Datenbrillen und deren Einsatz in einer intelligenten Fabrikumgebung.

Diese Arbeit untersucht zunächst das Gebiet der Industrie 4.0 – insbesondere wie dieses Konzept entstand und was dieser Begriff bedeutet. Bestimmte Komponenten dieser Industrie werden nachfolgend beschrieben, gefolgt von einem Überblick über eine mögliche Zukunft der Industrie 4.0 und einigen wertvollen Tipps, wie kleine und mittelständische Unternehmen spezifische Features der Industrie 4.0 implementieren können. Da die Implikationen für die Belegschaft ein zentraler Bestandteil dieser Arbeit sind, werden sie am Ende dieses Teils ausführlich erläutert.

Der dritte Abschnitt konzentriert sich auf die Zufriedenheit der MitarbeiterInnen. Motivation, Engagement und Determinanten der Zufriedenheit werden zuerst beschrieben. Danach folgt eine Diskussion über relevante Aspekte des demografischen Wandels sowie über Methoden zur Messung von Zufriedenheit.

Der finale Abschnitt beschreibt die durchgeführte Studie. Alle verschiedenen Aspekte (d. h. Hardware, Software, Prozesse und Verfahren) werden in diesem Abschnitt detailliert beschrieben. Zusätzlich werden die gesammelten Daten qualitativ und quantitativ analysiert. Schließlich werden die Hypothesen bewertet.

Die Ergebnisse zeigen, dass menschliche Faktoren (z. B. Persönlichkeit, Erfahrung mit Datenbrillen, Erwartungen bezüglich potenzieller Vorteile der Nutzung digitaler Assistenzsysteme) keine wesentlichen Auswirkungen auf die Zufriedenheit haben. Vielmehr sind das Ausmaß der wahrgenommenen Vorteile auf die tatsächliche Nutzung der Technologie und die Benutzerfreundlichkeit die primären Faktoren, die Auswirkungen auf die Zufriedenheit der MitarbeiterInnen haben.

ABSTRACT

The aim of this thesis was to investigate different human-machine interaction approaches with regard to their contribution to employee satisfaction. The selected modes of interaction are touch and speech. The focus of the evaluation was on smart glasses and their use in a smart factory environment.

This paper first examines the field of Industry 4.0, specifically how this concept evolved and what this term actually means. Certain components of Industry 4.0 are then described, followed by a description of one possible future for Industry 4.0 and some valuable advice on how small and medium-size enterprises can implement specific features of Industry 4.0. Since implications for the workforce are a central part of this thesis, they are explained in detail at the end of this part.

The third section focuses on employee satisfaction. Motivation, commitment and determinants of satisfaction are described first, followed by a discussion of the relevant demographic change as well as techniques for measuring satisfaction.

The final section describes the present study. All different aspects (i. e. hardware, software, processes and methods) are described in detail within this section. In addition, the gathered data is analyzed in a qualitative and quantitative manner, and the hypotheses are assessed.

The results demonstrate that human-based factors (e. g. personality type, experience with smart glasses, expectations regarding potential benefits of the use of digital assistance systems) have no significant impact on the satisfaction. Rather, the extent of perceived advantages upon actually using the technology and the ease of use are the primary factors that impact employee satisfaction.

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINFÜHRUNG	1
1.1	Ausgangsüberlegungen.....	1
1.2	Zielsetzung und Methodik.....	2
2	INDUSTRIE 4.0	3
2.1	Evolutionsstufen der Industrie	3
2.2	Aktueller Stand der Implementierung in Österreich und Europa	4
2.3	Technologiebereiche der Industrie 4.0.....	6
2.3.1	Cyberphysical Systems.....	6
2.3.2	Robuste Netze	6
2.3.3	Cloud Computing	6
2.3.4	IT-Security	7
2.4	Die Zukunft für Unternehmen in der Industrie 4.0	8
2.5	Der Weg zur Industrie 4.0 für Unternehmen	9
2.5.1	Sieben Schritte zur erfolgreichen Umsetzung	9
2.5.2	Industrie-4.0-Maturitätsstufen	10
2.6	Smart Factory	11
2.6.1	Komponenten und Schlüsseltechnologien einer Smart Factory.....	12
2.6.2	Vertikale und horizontale Integration in das Produktionssystem.....	13
2.7	Implikationen für Arbeitskräfte in der Industrie 4.0.....	14
2.7.1	Auswirkung auf die Industriearbeit.....	14
2.7.2	Beschäftigungsperspektiven und Fortbildungsbedarf	15
3	ARBEITSZUFRIEDENHEIT	16
3.1	Motivationsbegriff und Kategorien des Commitments.....	17
3.2	Determinanten der MitarbeiterInnenzufriedenheit.....	17
3.2.1	Situative Faktoren.....	18
3.2.2	Dispositionelle Faktoren.....	20
3.2.3	Interaktionistische Ansätze	20

3.3	Demografischer Wandel	21
3.3.1	Differenzierung Babyboomer, Generation X und Y	21
3.3.2	Veränderung der Arbeitsmotivation im Alter	22
3.3.3	Socioemotional Selectivity Theory	23
3.3.4	Werte und Bindung der Generation Y	23
3.4	Messung der MitarbeiterInnenzufriedenheit.....	24
3.5	Zufriedenheitsaspekte von User Interfaces in der Industrie 4.0	25
4	EVALUIERUNG DER ZUFRIEDENHEIT VON HMI IN DER SMART FACTORY	28
4.1	Zielsetzung und formaler Rahmen	28
4.2	Hardwarekomponente	30
4.2.1	Google Glass	30
4.2.2	Vuzix M100	32
4.2.3	Zoller Venturion 600.....	33
4.3	Softwarekomponente	34
4.3.1	Google Glass Development Kit.....	34
4.3.2	Remote Support Tool.....	37
4.4	Basis der empirischen Untersuchung	40
4.4.1	Forschungsdesign	40
4.4.2	Kontextbasierte Evaluationsszenarien	45
4.4.3	Charakteristika des Artefakts	51
4.4.4	Methodik der empirischen Datenerhebung und Evaluierung	63
4.5	Diskussion der Untersuchungsergebnisse.....	66
4.5.1	Quantitative Analyse Pre-Erhebung.....	66
4.5.2	Quantitative Analyse Post-Erhebung	67
4.5.3	Qualitativ orientierte Inhaltsanalyse	71
4.5.4	Hypothesenprüfung.....	73
5	LIMITATIONEN UND ZUKÜNFTIGE FORSCHUNGSFELDER.....	79
6	ZUSAMMENFASSENDE BEWERTUNG DER ARBEIT	80
	ANHANG A - 1. ANHANG.....	82
	ANHANG B - 2. ANHANG.....	86
	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	144

ABBILDUNGSVERZEICHNIS	145
TABELLENVERZEICHNIS	147
LISTINGS	148
LITERATURVERZEICHNIS	149

1 EINFÜHRUNG

"Industry 4.0 is more than just a flashy catchphrase. A confluence of trends and technologies promises to reshape the way things are made."

Cornelius Baur, Dominik Wee

Die Anforderungen an Arbeitskräfte hinsichtlich komplexer Prozesse und anspruchsvoller Tätigkeiten in Industrie und Wirtschaft steigen kontinuierlich. Das Zusammenspiel zwischen Mensch und Technologie befindet sich in einer fortschreitenden Entwicklung. Mithilfe moderner Informationssysteme versucht man, den wachsenden Herausforderungen zu begegnen. Der Faktor Mensch wird bei der erfolgreichen Realisierung der digitalen Transformation eine zentrale Rolle einnehmen.

1.1 Ausgangsüberlegungen

Die Anzahl der vernetzungsfähigen Geräte nimmt, wie in Abbildung 1: Wachstumskurve vernetzter Geräte. dargestellt, fortwährend zu. Beginnend bei stationären PC über mobile Endgeräte bis hin zum Internet der Dinge (IoT) ist die Entwicklung rasant vorangeschritten. Gegenwärtig befindet sich das Internet of Everything (IoE) im Fokus des allgemeinen Interesses, wodurch der Alltag vieler Menschen in manchen Teilbereichen an Komplexität zunimmt. Allerdings lässt sich daneben auch ein Zuwachs an Komfort in zahlreichen Lebensbereichen verzeichnen.

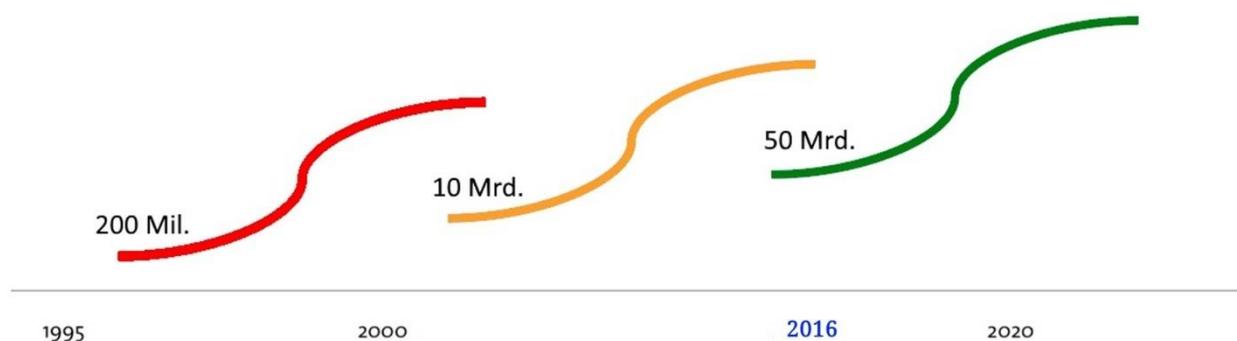


Abbildung 1: Wachstumskurve vernetzter Geräte. (Bradley et al., 2013)

1.2 Zielsetzung und Methodik

Das Ziel der vorliegenden Arbeit besteht darin, sich mit der Evaluierung der Zufriedenheit von multimodalen Interaktionsformen mit Human-Machine Interfaces in der Smart Factory zu beschäftigen.

Die Begriffe Industrie 4.0 und Smart Factory werden zu Beginn näher beschrieben, um eine Basis für die Einführung in die Evaluierung zu schaffen. Auf das Themengebiet der Arbeitszufriedenheit wird nachfolgend näher eingegangen, da es für das Verständnis des Forschungsdesigns äußerst förderlich ist.

Diese Arbeit dient der Beantwortung der folgenden Forschungsfrage:

„Wie steht der Einsatz von multimodalen Interaktionsformen mit der MitarbeiterInnenzufriedenheit im Kontext von Smart Factories in Zusammenhang?“

Zur Vertiefung der Forschungsfrage wurde folgende Arbeitshypothese aufgestellt:

H1: Der Einsatz einer geeigneten multimodalen Interaktionsform steht mit der MitarbeiterInnenzufriedenheit in Zusammenhang.

H0: Es besteht kein Zusammenhang zwischen dem Einsatz einer geeigneten multimodalen Interaktionsform und der MitarbeiterInnenzufriedenheit.

Es ist nicht das Ziel der vorliegenden Arbeit, Anwendungsmöglichkeiten von Augmented-Reality-Technologien zu evaluieren. Ebenso soll im Rahmen dieser Arbeit kein Schwerpunkt auf die Softwareentwicklungsaspekte gelegt werden.

Um die theoretische Basis zur besseren Nachvollziehbarkeit der Evaluierung zu vermitteln, ist der erste Abschnitt als Literaturarbeit gestaltet. Mithilfe einer argumentativ-deduktiven Analyse auf sprachlicher Formalisierungsstufe werden relevante Aspekte von Industrie 4.0 und Arbeitszufriedenheit diskutiert.

Nach dem theoretischen Abschnitt werden im Zuge der Evaluierung die in dem Theorieabschnitt dargelegten Inhalte weiter vertieft. In Kapitel 4.1 Zielsetzung und formaler Rahmen finden sich nähere Informationen über die Zielsetzung und die angewandte Methodik der Evaluierung.

2 INDUSTRIE 4.0

Industrie 4.0 ist ein Begriff, der verschiedene Aspekte in sich vereint. Das Gabler Wirtschaftslexikon definiert Industrie 4.0 wie folgt:

„Industrie 4.0 ist ein Marketingbegriff, der auch in der Wissenschaftskommunikation verwendet wird, und steht für ein „Zukunftsprojekt“ der deutschen Bundesregierung. Die sog. vierte industrielle Revolution zeichnet sich durch Individualisierung bzw. Hybridisierung der Produkte und die Integration von Kunden und Geschäftspartnern in die Geschäftsprozesse aus.“ (Bendel, 2016)

Die produzierende Industrie blickt auf mehrere Jahrhunderte Entwicklungsgeschichte zurück. Im nachfolgenden Kapitel 2.1 Evolutionsstufen der Industrie, wird diese in übersichtlicher Form zusammengefasst.

2.1 Evolutionsstufen der Industrie

Die Geschichte der Industrie wird traditionell in vier Stufen unterteilt. Beginnend im 18. Jhd. bis hinein in das 21. Jhd. haben zahlreiche Innovationen auf das Leben der Menschen Einfluss genommen.

Erste industrielle Revolution

Im Zuge der ersten industriellen Revolution wurden die Landwirtschaft und die Produktion mechanisiert. Die Erfindung der Dampfmaschine ermöglichte erstmals den Personen- und Gütertransport.

Zweite industrielle Revolution

Die Elektrifizierung und der Einsatz von Verbrennungsmotoren werden zur zweiten industriellen Revolution gezählt. Personenkraftfahrzeuge und Telefone haben die Lebensqualität in dieser Zeit wesentlich gehoben.

Dritte industrielle Revolution

Die dritte industrielle Revolution wurde durch die Erfindung des Computers eingeläutet. Die Automatisierung führte zur computergestützten Massenproduktion, während das Internet eine führende Rolle in der globalen Kommunikation einnahm.

Vierte industrielle Revolution

Das Internet dient als Basis für die vierte industrielle Revolution, in welcher computergestützte Maschinen und Anlagen über das Internet kommunizieren. Diese intelligente Vernetzung ermöglicht eine stärkere Integration von MitarbeiterInnen sowie KundInnen in den Produktionsprozess und führt folglich zur Entstehung neuer Geschäftsmodelle. (Bauer et al., 2015)

In Abbildung 2: Die vier Stufen industrieller Revolutionen. werden der Zeitverlauf und die damit einhergehende Erhöhung der Komplexität in grafischer Form veranschaulicht.

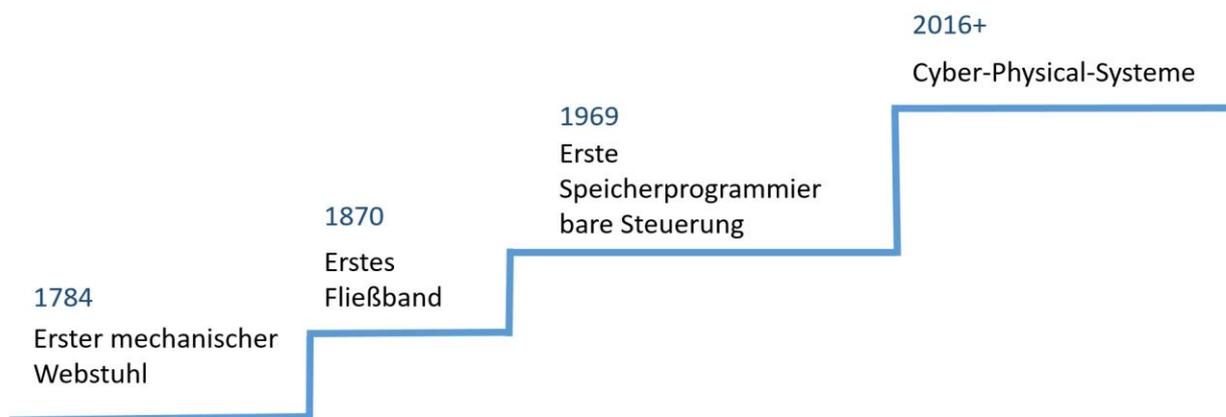


Abbildung 2: Die vier Stufen industrieller Revolutionen. (Bauer et al., 2015)

2.2 Aktueller Stand der Implementierung in Österreich und Europa

Das Ziel der Europäischen Kommission besteht in der Schaffung eines digitalen Marktes für Europa. Zu diesem Zweck wurden zahlreiche europaweite und nationale Initiativen ins Leben gerufen. Deutschland nimmt eine führende Rolle bei der Umsetzung der Industrie 4.0 ein. Bereits 2011 wurde auf der Hannover Messe durch die Forschungsunion *Wirtschaft – Wissenschaft* das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 verkündet. 2013 gründeten drei Verbände – die BITKOM, der Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau und der Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie – die Initiative I 4.0. Zwei Jahre darauf schlossen sich das Bundesministerium für Bildung und Forschung sowie das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie der Initiative

an und bildeten die Plattform Industrie 4.0. Neben dem Interesse der Politik fand das Themengebiet Industrie 4.0 auch in der Wirtschaft Anklang. Großkonzerne – wie beispielsweise Audi, Bosch und Siemens – beschäftigen sich seither ebenfalls mit der Industrie 4.0 und initiierten bereits erste Pilotprojekte. Kleine und Mittlere Unternehmen (KMU), sowohl in Deutschland als auch in Österreich, agierten bisher noch sehr zurückhaltend.

In Österreich arbeiteten im Jahr 2015 616.000 Menschen in 25.000 Industriebetrieben. Die Bruttowertschöpfung im Jahr 2012 betrug € 48.3 Milliarden. Zwei Drittel der österreichischen Exporte sind auf Industriebetriebe zurückzuführen. Österreich kann im Besonderen in den Bereichen Elektronik, Mechatronik, Pharmazie und Papier mit innovativen Industriebetrieben am internationalen Wettbewerb teilnehmen. Zu beachten ist, dass 99.6 % der österreichischen Industriebetriebe KMU sind. Die Budgets für Automatisierung sowie Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) sind als Herausforderung für die Implementierung von Industrie-4.0-Konzepten anzusehen. Die European Manufacturing Survey 2012 gibt an, dass in mehr als der Hälfte der 250 befragten Industriebetriebe Supply Chain Management, Industrieroboter und automatisierte Lagerverwaltung eingesetzt werden. Je höher die Anzahl der MitarbeiterInnen, desto intensiver der Einsatz von Industrie-4.0-Technologien. Die einzige Ausnahme besteht bei den Industrierobotern. Eine große Anzahl an KMU hat den Vorteil der Industrieroboter erkannt und nutzt diesen. (Aichholzer et al., 2015)

In Abbildung 3: Einsatz von Produktionstechnologien in Österreich wird die Verwendung definierter Produktionstechnologien näher veranschaulicht.

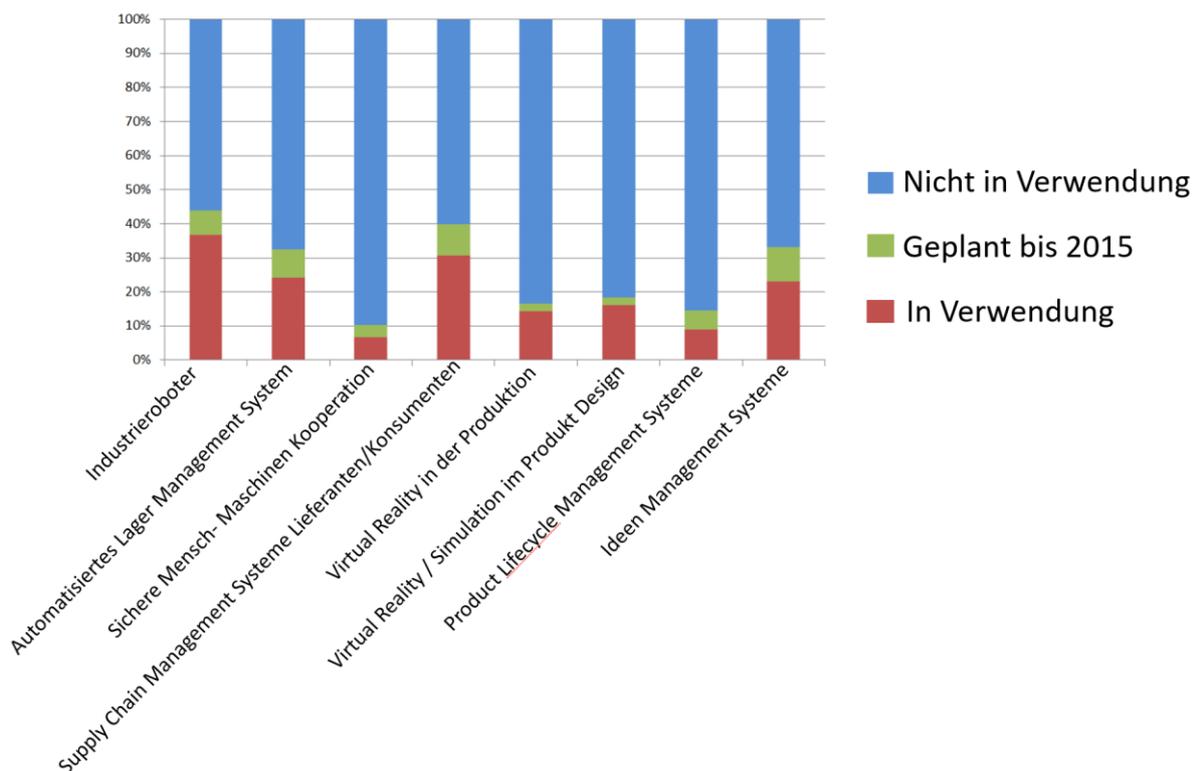


Abbildung 3: Einsatz von Produktionstechnologien in Österreich. (Aichholzer et al., 2015)

2.3 Technologiebereiche der Industrie 4.0

Die Industrie 4.0 kann in folgende Teilbereiche untergliedert werden:

- Cyberphysical Systems
- Robuste Netze
- Cloud Computing
- IT-Security

Intelligente Fabriken bilden ebenfalls einen wichtigen Teilbereich, welcher aufgrund seiner zentralen Bedeutung in Kapitel 2.6 Smart Factory näher ausgeführt wird.

2.3.1 Cyberphysical Systems

Im Rahmen von Cyberphysical Systems (CPS) werden passive Objekte mit Mikrocontrollern, Sensoren und Kommunikationssystemen ausgestattet. Sensoren liefern hierbei Daten, welche über die Kommunikationssysteme ausgetauscht werden. Der Informationsaustausch findet sowohl zwischen Mensch und Maschine als auch unter Maschinen ohne Beteiligung von Menschen statt. Daten werden innerhalb des Wertschöpfungsprozesses und weiter über den gesamten Produktlebenszyklus hinweg ausgetauscht. Dadurch wird beispielsweise eine bessere Planbarkeit von Wartungsintervallen ermöglicht. Standardisierte Schnittstellen und definierte Interaktionsprotokolle ermöglichen die Vernetzung zwischen Mensch, Maschine, Produkt, Objekt und IKT-Systemen, wodurch ebenso eine Austauschbarkeit von einzelnen Modulen gewährleistet wird.

2.3.2 Robuste Netze

Die Netzwerkinfrastruktur entspricht in Produktionsumgebungen häufig nicht dem aktuellen Stand der Technik. Aufgrund eines erhöhten Bedarfs an Informationsübermittlung steigen ebenfalls die Anforderungen an die Verfügbarkeit, Echtzeitfähigkeit und Sicherheit. Da mobile Endgeräte verstärkt eingesetzt werden, sind Funknetzwerke in besonderem Ausmaß zu berücksichtigen.

2.3.3 Cloud Computing

Cloud Computing bietet eine Plattform, auf der Daten gespeichert und Applikationen angeboten werden können. Eine zentrale Verwaltung vereinfacht die Administration der angebotenen

Services. Die hohen Datenmengen können für Verbesserungen, bezogen auf Wertschöpfungsprozesse oder intelligente Fabriken im Allgemeinen, herangezogen werden.

2.3.4 IT-Security

Sicherheit ist ein häufig diskutiertes Thema im Kontext von Industrie 4.0. Der Schutz von MitarbeiterInnen-, Unternehmens- und KundInnen Daten nimmt eine zentrale Rolle ein. Die Sicherung des Zugriffs auf das industrielle Internet muss zu jedem Zeitpunkt gewährt sein. Aufgrund des hohen Grades der Vernetzung ist die Gefahr eines Sabotageaktes in Betracht zu ziehen, weswegen Gegenmaßnahmen zu etablieren sind.

In Abbildung 4: Technologiefelder von Industrie 4.0. werden die Teilbereiche in grafischer Form zur Übersicht dargestellt.

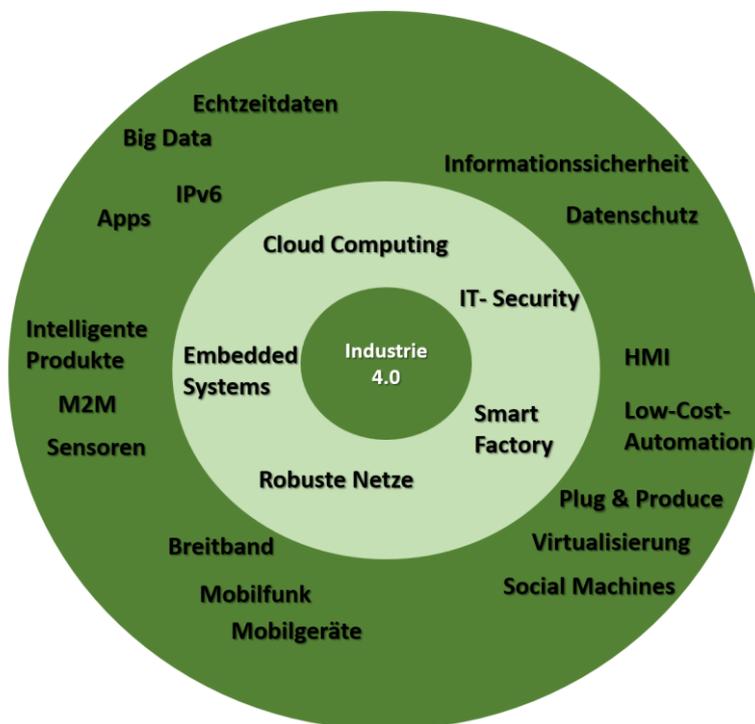


Abbildung 4: Technologiefelder von Industrie 4.0. (Bauer et al., 2015)

Bei den innovativen Technologien sollte man an dieser Stelle jedoch nicht vergessen, dass dem Menschen eine zentrale Rolle in der Produktion der Zukunft zukommen wird. Schlussendlich ist es der Mensch, der diese neuen technologischen Möglichkeiten für sich nutzen wird und für den ein Mehrwert geschaffen werden soll.

2.4 Die Zukunft für Unternehmen in der Industrie 4.0

Die Zukunft für Unternehmen in der Industrie 4.0 besteht aus mehr als nur dem Internet of Things und Services. Eine zentrale Schlüsselfunktion werden Smart Factories einnehmen. In diesen Smart Factories kommunizieren Menschen mit Maschinen auf natürliche Weise. Diese Kommunikation wird jener in sozialen Netzwerken ähnlich sein. Smart Factories sollten nicht für sich allein betrachtet werden. Schnittstellen zu weiteren Komponenten der Industrie 4.0 – wie beispielsweise zu Smart Mobility, Smart Logistics und Smart Grids – werden erheblichen Einfluss auf die Industrie von morgen nehmen. Industrie 4.0 ist ein Langzeitprojekt, welches schrittweise umgesetzt werden wird. Es ist von Bedeutung, den aktuellen Wert der Produktion in der Einführungsphase weiter zu erhalten. Die erfolgreiche Einführung von Industrie-4.0-Technologien führt zu größerer Flexibilität, Robustheit und höheren Qualitätsstandards. Eine durch dynamische Echtzeit optimierte, selbstorganisierte Wertschöpfungskette wird durch soziotechnische Interaktion unterstützt. In Smart Factories wird die Konvergenz zwischen der digitalen und physischen Welt erlangt, wodurch mit der hohen Komplexität des Produktionsprozesses umgegangen werden kann. Smarte Produkte sind zu jedem Zeitpunkt identifizierbar und lokalisierbar. Innerhalb des Produktionsprozesses können manche Produkte semiautonom auf die Produktionsschritte Einfluss nehmen, da das für die Herstellung benötigte Wissen bereits zu diesem frühen Zeitpunkt dem Produkt bekannt ist. Nach der Auslieferung erkennen intelligente Produkte Abnutzungerscheinungen und können somit in Bezug auf die Wartung Informationen bereitstellen. KonsumentInnen können bereits bei dem Design des Produkts eigene Wünsche einbringen. Erforderliche Änderungen können durch KundInnen kurz vor der Leistungserstellung oder selbst bei bereits begonnener Fertigung noch eingebracht werden. Die Produktion geringer Stückzahlen wird zudem für die HerstellerInnen aufgrund der neuen Technologien leistbar. Produktionsschritte sind von MitarbeiterInnen situations- und kontextbasiert anpassbar. Dadurch entfallen Routinetätigkeiten, wodurch wiederum die MitarbeiterInnenzufriedenheit positiv beeinflusst wird. In einer großen Anzahl an Fabriken werden Kommunikationssysteme in Form von Funknetzwerken aufgrund des höheren Datenaufkommens einer Verbesserung bedürfen. (acatech, 2013)

All die angeführten Aspekte von Industrie 4.0 vereint entsprechen dem gegenwärtig bekannten Ideal. Es ist höchst unwahrscheinlich, dass alle Teilbereiche für jedes produzierende Unternehmen von Relevanz sein werden. Eine durchdachte Auswahl und Priorisierung der Industrie-4.0-Implementierungsmaßnahmen wird maßgeblich für den Erfolg von Industrie-4.0-Strategien sein.

Auf weitere Schritte zur Einführung von Industrie-4.0-Technologien wird in Kapitel 2.5 Der Weg zur Industrie 4.0 für Unternehmen näher eingegangen.

2.5 Der Weg zur Industrie 4.0 für Unternehmen

Auf dem Weg zur Industrie 4.0 gilt es, primär drei Herausforderungen zu überwinden: Standardisierung, Arbeitsorganisation und Produktverfügbarkeit. Der Austausch mit Partnerunternehmen und Forschungseinrichtungen bildet eine wichtige Basis für eine erfolgreiche Transformation. Innerhalb des Industriebetriebes gilt es, die Verfügbarkeit von Services zu gewährleisten. Eine Netzwerkinfrastruktur, die den hohen Anforderungen von Industrie-4.0-Anwendungen gewachsen ist, wird benötigt. Statische Geschäftsprozesse sind in vielen Fällen auf nicht flexible Software zurückzuführen. Diesem Problem kann man mit serviceorientierten Systemen begegnen. In Zusammenhang mit dem Internet of Things ergeben sich neue Geschäftsmodelle, die man für das Unternehmen nutzen kann. Eine frühe Integration der MitarbeiterInnen bei der Planung der Arbeitsorganisation sowie der technischen Entwicklung ist ratsam. Um Unternehmen die benötigte Hardware bereitstellen zu können, wird eine verstärkte Kooperation zwischen der IKT-Industrie und MaschinenherstellerInnen notwendig sein. (acatech, 2013)

2.5.1 Sieben Schritte zur erfolgreichen Umsetzung

Die Einführung von Industrie 4.0 in einem Unternehmen stellt eine Herausforderung sowohl für die Geschäftsführung als auch für die MitarbeiterInnen dar. Gemäß Accenture (2015) sollten folgende sieben Schritte während der Einführung berücksichtigt werden.

1. Fokus auf den Mehrwert

Zu Beginn sollte man sich vor Augen führen, wem durch die Einführung welcher Mehrwert zuteilwird. Welche KundInnen adressiert werden und ob eine neue Dienstleistung mit den vorhandenen Kompetenzen realisierbar ist, wird in dieser Phase beantwortet werden müssen.

2. Künftiges Partnerökosystem berücksichtigen

Zur Einführung von Industrie-4.0-Technologien werden häufig Partnerschaften mit anderen Unternehmen eingegangen werden müssen. Mit den neu entwickelten intelligenten Produkten und Dienstleistungen kann dadurch eine breitere Zielgruppe erreicht werden, womit Synergieeffekte mit Partnerunternehmen darüber hinaus nutzbar werden.

3. Planung und Entwicklung einer Plattform

Eine genaue Betrachtung der spezifischen Vor- und Nachteile von neuen Technologien ist erforderlich, um eine für den Industriebetrieb geeignete Plattform zu schaffen. Es ist ratsam, Architekturentscheidungen bereits in dieser Phase zu treffen.

4. Finanzen evaluieren

Die Kosten müssen mit dem Nutzen in Einklang stehen. Es sind Kennzahlen zu definieren, um schlussendlich den Erfolg der Einführung beurteilen zu können.

5. Verkaufskanäle für neue digitale Produkte und Services erweitern

Marketing, Vertrieb und Support sind auf die neuen Herausforderungen vorzubereiten. Gegebenenfalls sind Schulungen erforderlich, um die erfolgreiche Vermarktung der neuen Produkte und Dienstleistungen sicherzustellen.

6. Juristische Rahmenbedingungen abklären

Juristische Aspekte sollten ebenfalls nicht außer Acht gelassen werden. Daten, die von Maschinen generiert wurden, müssen aufgrund gesetzlicher Bestimmungen unter Umständen wie besonders schützenswerte Daten behandelt werden.

7. Menschzentrierte Durchführung

Eine menschzentrierte Durchführung ist der erfolgsentscheidende Faktor. Durch Industrie 4.0 sollen Menschen bei ihrer täglichen Arbeit unterstützt werden. Gelingt dies, ist die Einführung als erfolgreich anzusehen.

Diese sieben Schritte bilden einen durchaus soliden Orientierungsrahmen, der jedoch lediglich als Empfehlung betrachtet werden soll. Die individuellen Anforderungen des Unternehmens, die Kerngeschäftsprozesse sowie der Unternehmenskontext sollten besondere Aufmerksamkeit bei der Einführung von Industrie-4.0-Komponenten geschenkt werden.

2.5.2 Industrie-4.0-Maturitätsstufen

Die Industrie-4.0-Maturitätsstufen gliedern sich in vier Bereiche: Digitaler Novize, Vertikaler Integrator, Horizontaler Kollaborateur und Digitaler Champion. Um in diesen Stufen vorrücken zu können, werden fünf Dimensionen unterschieden, die sich in zwei Blöcke, die Kerndimensionen und unterstützenden Dimensionen, unterteilen.

Die fünf Dimensionen lauten:

Kerndimensionen

1. Geschäftsmodell, Produkt & Serviceportfolio
2. Markt- & Kundenzugang
3. Wertschöpfungsketten, Prozesse & Systeme

Unterstützende Dimensionen

4. Compliance, Rechtliches, Risk & Datensicherheit
5. Organisation, Mitarbeiter & Kultur

Der digitale Novize zeichnet sich dadurch aus, dass bereits erste Digitalisierungsmaßnahmen erfolgen, dass allerdings noch keine konkrete Strategie definiert wurde. Auf der zweiten Stufe, der vertikale Integrator, weisen Produkte und Dienstleistungen bereits digitale Attribute auf. Der horizontale Kollaborateur zeichnet sich dadurch aus, dass Stakeholder, wie beispielsweise KundInnen und LieferantInnen, in die Wertschöpfungskette integriert werden. Eine globale Vernetzung der Prozesse sowie ein hohes Maß an Virtualisierung und Aktivitäten in einem Partnernetzwerk zeichnen einen digitalen Champion aus. (PwC Österreich GmbH, 2015)

Nicht jedes Unternehmen wird es sich zum Ziel setzen, ein digitaler Champion zu werden. Die Erreichung eines hohen Reifegrades geht mit dementsprechend hohen Kosten einher. UnternehmerInnen werden vor die Frage gestellt werden, ob sich Investments in Industrie 4.0 langfristig lohnen. Unternehmensspezifische Begebenheiten werden voraussichtlich vor allem in kleinen und mittelständischen Unternehmen zu einem eher überschaubaren Einsatz von Industrie-4.0-Technologien führen.

2.6 Smart Factory

Smart Factories sind jene Orte, an denen Konvergenz zwischen der virtuellen und der physischen Welt geschaffen wird. In den nachfolgenden Abschnitten werden die dafür benötigten Schlüsseltechnologien definiert. Ebenso werden Integrationsansätze näher beschrieben. Komplexität beherrschbar zu machen, ist eines der obersten Gebote im Rahmen von Smart Factories. Es bildet unter anderem die Grundlage für einen flexiblen Produktionsprozess und für die erfolgreiche Integration von KundInnen und LieferantInnen.

2.6.1 Komponenten und Schlüsseltechnologien einer Smart Factory

Aufgrund der nachfolgend beschriebenen Schlüsseltechnologien werden vermehrt Entscheidungen von technischen Systemen getroffen, wodurch die Stückkosten reduziert werden können.

Automatisierung, Robotik und autonome Mobilität

Automatisierung hat bereits in viele Industriebetriebe Einzug gehalten. Durch einen verstärkten Einsatz von Sensoren werden künftige Generationen von Robotern mit ihrer Umgebung direkt in Kontakt stehen. Werden beispielsweise Bauteile benötigt, können Roboter diese ohne das Zutun von Menschen anfordern.

Machine-to-Machine--Kommunikationssysteme (M2M)

M2M wird auch als Industrial Internet of Things bezeichnet. Basistechnologien, die M2M ermöglichen, sind Radio-Frequency Identification (RFID) und Near-field communication (NFC). Maschinen können durch diese Technologien direkt miteinander kommunizieren, sofern diese miteinander kompatibel sind. Industriestandards bezüglich Interoperabilität sind gegenwärtig noch nicht vollständig definiert.

Big Data

Der Begriff Big Data basiert auf den Aspekten Volume, Variety und Velocity. Aus einer großen Datenmenge Informationen abzuleiten, ist eine der größten Herausforderungen der Industrie 4.0. Echtzeitdatenverarbeitung birgt enormes Potenzial im Hinblick auf die Erhöhung der Produktivität.

Predictive Maintenance

Wartung ist ein Kostentreiber, der durch Echtzeitüberwachung reduziert werden kann. Mithilfe von Sensoren kann die Abnutzung von Komponenten festgestellt und der Bedarf einer Wartung proaktiv ermittelt werden.

Augmented Reality

Bei Augmented Reality (AR) werden Informationen unter anderem über Datenbrillen in der realen Welt dargestellt. Diese Technologie eignet sich hervorragend, um IndustriearbeiterInnen zu schulen, die Qualitätskontrolle zu optimieren oder aber auch Unterstützung bei komplexen Aufgabenstellungen zu bieten. (CRO Forum, 2015)

2.6.2 Vertikale und horizontale Integration in das Produktionssystem

Die vertikale sowie die horizontale Integration lassen sich äußerst anschaulich anhand der Automatisierungspyramide darstellen. In Abbildung 5: Vertikale und horizontale Integration in die Wertschöpfungskette werden die beiden Ansätze einander gegenübergestellt.

Vertikale Integration

In vielen Industriebetrieben finden sich starre hierarchische Kommunikationsstrukturen. Eine geringe Vernetzung zwischen der Managementebene und der Produktion ist häufig auf eine geringe Standardisierung zurückzuführen. Industrie 4.0 ist in der Lage, durch neue Technologien eine Brücke zwischen den Ebenen zu schaffen. Durch den „Plug & Produce“-Ansatz und durch eine optimierte Produktionsplanung lassen sich kundenspezifische Produktionsprozesse realisieren. Eine gute Vernetzung zwischen den Ebenen ist die Grundlage für die Herstellung kundenspezifischer und individualisierter Produkte.

Horizontale Integration

Im Bereich der horizontalen Integration findet eine Vernetzung entlang der Wertschöpfungskette statt. Diese Art der Integration erweitert eine intelligente Produktionsplanung um die Aspekte der bedarfsorientierten Beschaffung (Smart Sourcing) bis hin zur Zustellung (Smart Distribution) an EndkundInnen.

Um solche vernetzten Architekturen erstellen zu können, bedarf es der Ansätze und Methoden des Systems Engineering, da diese die Kombination von innovativen Prozessen, Software und Hardware ermöglichen. (Plass, 2015)

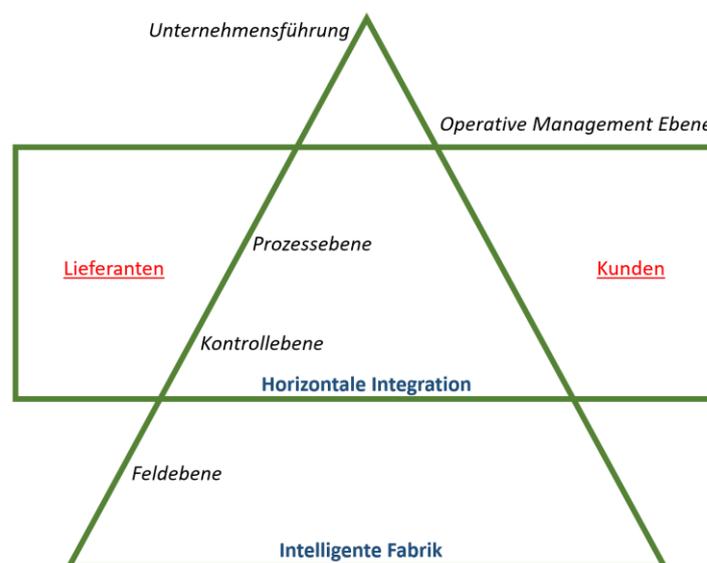


Abbildung 5: Vertikale und horizontale Integration in die Wertschöpfungskette. (Plass, 2015)

2.7 Implikationen für Arbeitskräfte in der Industrie 4.0

Die Industrie 4.0 wird zahlreiche Änderungen für die IndustriearbeiterInnen mit sich bringen. Qualitätskontrollen werden durch Big-Data-Anwendungen unterstützt werden. In der Fertigung werden vermehrt Roboter Tätigkeiten durchführen, die benötigte Werkstoffe von selbstfahrenden Logistikvehikeln beziehen werden. Predictive Maintenance wird die Wartungsintervalle verlängern, während die Durchführung der Wartung an sich darüber hinaus durch Augmented-Reality-Anwendung vereinfacht werden wird. Teilbereiche der Produktion werden durch selbstorganisierte Produktionsmethoden vollständig ohne menschliches Zutun erfolgen. (Boston Consulting Group, 2015)

2.7.1 Auswirkung auf die Industriearbeit

Im Allgemeinen wird sich die Industriearbeit flexibler gestalten. MitarbeiterInnen werden mehr Einfluss auf ihren Arbeitsplatz und ihre Arbeitszeit nehmen können. Hierarchische Strukturen werden abgebaut, da Digitalisierung eine dezentrale Führung ermöglicht. Die Transparenz der Prozesse wird sich erhöhen und Routinetätigkeiten werden reduziert. Die Form der Kooperation zwischen Mensch und Maschine lässt sich in drei mögliche Szenarien untergliedern.

Automatisierungsszenario

Das Automatisierungsszenario beschreibt ein von Maschinen dominiertes Produktionssystem. Menschen erhalten hierbei ihre Aufträge von den Maschinen, wodurch unter anderem weniger qualifizierte Arbeitskräfte abgebaut werden können.

Hybridszenarios

Im Rahmen des Hybridszenarios arbeiten Menschen mit Maschinen zusammen. Die Anforderungen an MitarbeiterInnen steigen, da sie flexibler agieren müssen.

Spezialisierungsszenario

Das Spezialisierungsszenario beschreibt ein System, in dem die Menschen CPS als Werkzeug zur Entscheidungsfindung verwenden. MitarbeiterInnen in mittleren Ebenen der Hierarchie werden am einfachsten zu ersetzen sein. Die Arbeitsorganisation wird entweder polarisiert oder schwarmtypisch aufgebaut sein. Die polarisierte Variante eignet sich besonders für Prozesse mit wenigen einfachen Arbeitsschritten, die von ExpertInnen wahrgenommen werden müssen, da mit unterschiedlichen Herausforderungen zu rechnen ist. Schwarmorganisationen setzen sich aus hochqualifizierten MitarbeiterInnen zusammen, die selbstorganisiert tätig sind. Strikte Hierarchien sind in dieser Organisationsform nicht vorgesehen. Sowohl in einer polarisierten als auch in einer

schwarmtypischen Organisationsform befindet sich der Mitarbeiter/die Mitarbeiterin im Zentrum. (Buhr, 2015)

2.7.2 Beschäftigungsperspektiven und Fortbildungsbedarf

Nahezu alle IndustriearbeiterInnen werden an die geänderten Rahmenbedingungen mit Schulungen und Fortbildungen herangeführt werden müssen. Kenntnisse in dem Umfeld von IKT werden neben interdisziplinären Fähigkeiten im besonderen Ausmaß erforderlich sein. Lebenslanges Lernen und die Fähigkeit, sich schnell in neuen Abläufen zurechtzufinden, werden von IndustriearbeiterInnen in Zukunft erwartet werden. Berufe wie beispielsweise Softwareentwickler oder Data Scientist werden auch in Industriebetrieben Einzug halten. (Ittermann et al., 2015)

Neben dem Bedarf an Fortbildungen drängt sich zudem die Frage nach einer effektiven und zukunftsicheren Ausbildung auf. Eine Ausbildung, von der man auf lange Sicht hin profitieren wird, ist weniger auf einen bestimmten Teilbereich spezialisiert, sondern bietet einen guten Überblick über diverse Aspekte eines Tätigkeitsumfeldes. Diesem Umstand wird das Bildungssystem über kurz oder lang Rechnung tragen müssen. Die Anforderungen an Hochschulen, generalisierte Fachkräfte dem Arbeitsmarkt zur Verfügung zu stellen, werden in den nächsten Jahrzehnten mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit stark zunehmen.

3 ARBEITSZUFRIEDENHEIT

Vielen Menschen fällt es äußerst schwer, Zufriedenheit und folglich Arbeitszufriedenheit zu definieren. Eine mögliche Ursache hierfür liegt darin, dass Zufriedenheit als ein sich ständig ändernder emotionaler Zustand interpretiert wird. Tatsächlich basiert die Arbeitszufriedenheit auf einer durchaus stabilen, objektiv nachvollziehbaren Bewertung der betrieblichen Begebenheiten, welche zu einer inneren Einstellung des Mitarbeiters/der Mitarbeiterin führt.

Ein Auszug dieser betrieblichen Begebenheiten lautet wie folgt:

- Weiterbildungsmöglichkeiten
- Aufstiegschancen
- Beziehung zu den KollegInnen
- Arbeitszeitregelung
- Gehalt
- uvm.

Die Bewertung der Arbeitslage erfolgt üblicherweise durch einen Soll-Ist-Vergleich. Mögliche Erkenntnisse des Bewertungsverfahrens sind in Abbildung 6: Formen der Arbeitszufriedenheit dargestellt.

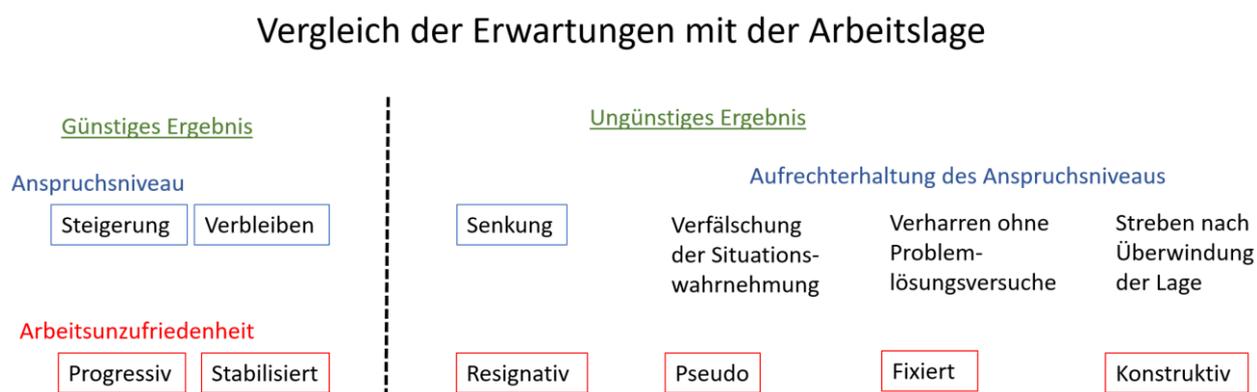


Abbildung 6: Formen der Arbeitszufriedenheit. (von Rosenstiel, 2015)

Eine stabilisierte Arbeitszufriedenheit sollte nicht als Ziel dienen. Die Leistungsbereitschaft ist in dieser Form der Arbeitszufriedenheit sehr gering ausgeprägt. Die progressive Arbeitszufriedenheit beinhaltet den Willen und das Verlangen des Mitarbeiters/der Mitarbeiterin nach weiteren Verbesserungen im Arbeitsumfeld. Eine resignative Arbeitszufriedenheit sollte vermieden werden. Diese Form der Arbeitszufriedenheit führt zu einer „inneren Kündigung“. Der/die betreffende MitarbeiterIn wird unter diesen Umständen mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit das Unternehmen verlassen. (von Rosenstiel, 2015)

3.1 Motivationsbegriff und Kategorien des Commitments

Motivation beruht auf einem oder auf mehreren Motiven. Ein Motiv ist ein für sich alleinstehender Beweggrund. Motive sind an sich nicht für dritte Personen sichtbar und führen zu einer konkreten beobachtbaren Handlung. Somit bilden Motive die Basis für darauf basierende Handlungen und stellen den Grund für ein definiertes Verhalten dar, welches aktiv vom Menschen initiiert wird. (von Rosenstiel, 2015)

Commitment bedeutet Bindung beziehungsweise Bekenntnis zu einer Organisation. Der Begriff Commitment wird in drei Bereiche untergliedert: Affective Commitment, Continuance Commitment und Normative Commitment.

Affective Commitment

Diese Kategorie des Commitments charakterisiert sich durch drei Faktoren. Zum einen ist eine Anerkennung der Werte und Ziele der Organisation notwendig. Der Wille für die Organisation, bis an die Grenzen der Leistungsfähigkeit zu gehen, ist ebenfalls Bestandteil des Commitments. Schlussendlich ist das Bedürfnis, Teil der Organisation zu sein, in dem/der MitarbeiterIn vorhanden.

Continuance Commitment

Continuance Commitment, auch als Calculative Commitment bezeichnet, unterscheidet sich wesentlich vom Affective Commitment. Das Commitment kommt nicht durch eine positive Bindung zur Organisation zustande, sondern durch die Vermeidung negativer Kosten bei der Lösung der Bindung. Das Commitment ist eine Entscheidung, die auf einer Betrachtung der Vor- und Nachteile der Bindung basiert. Die Leistungsbereitschaft ist bei dieser Form des Commitments nur sehr gering ausgebildet.

Normative Commitment

Normative Commitment basiert nicht auf den Vor- oder Nachteilen einer Bindung zu einer Organisation, sondern lediglich auf dem Pflichtgefühl des Mitarbeiters/der Mitarbeiterin. Die betreffende Person fühlt sich zu einer Bindung zu der Organisation aufgrund von Normen und Werten verpflichtet. Der persönliche Vorteil ist nicht von Belangen. Die Leistungsbereitschaft ist bei dieser Form des Commitments in Gegenüberstellung mit den anderen Commitment-Kategorien am höchsten ausgeprägt. (Schränk, 2015)

3.2 Determinanten der MitarbeiterInnenzufriedenheit

Die Einflussfaktoren auf die MitarbeiterInnenzufriedenheit werden grundsätzlich in drei Kategorien untergliedert: situative Faktoren, dispositionelle Faktoren und interaktionistische Ansätze. Situative Faktoren beziehen sich auf die Arbeitsumgebung. Dispositionelle Faktoren umfassen Persönlichkeitsmerkmale von MitarbeiterInnen und interaktionistische Ansätze bringen diese beiden Ansätze miteinander in Verbindung. In den nachfolgenden Abschnitten werden diese Determinanten näher erläutert.

3.2.1 Situative Faktoren

Ein Ansatz zur Definition der MitarbeiterInnenzufriedenheit ist das Job Characteristics Model (JCM) von Hackmann und Oldham. Dieses Modell ist in Abbildung 7: Job Characteristics Model dargestellt.

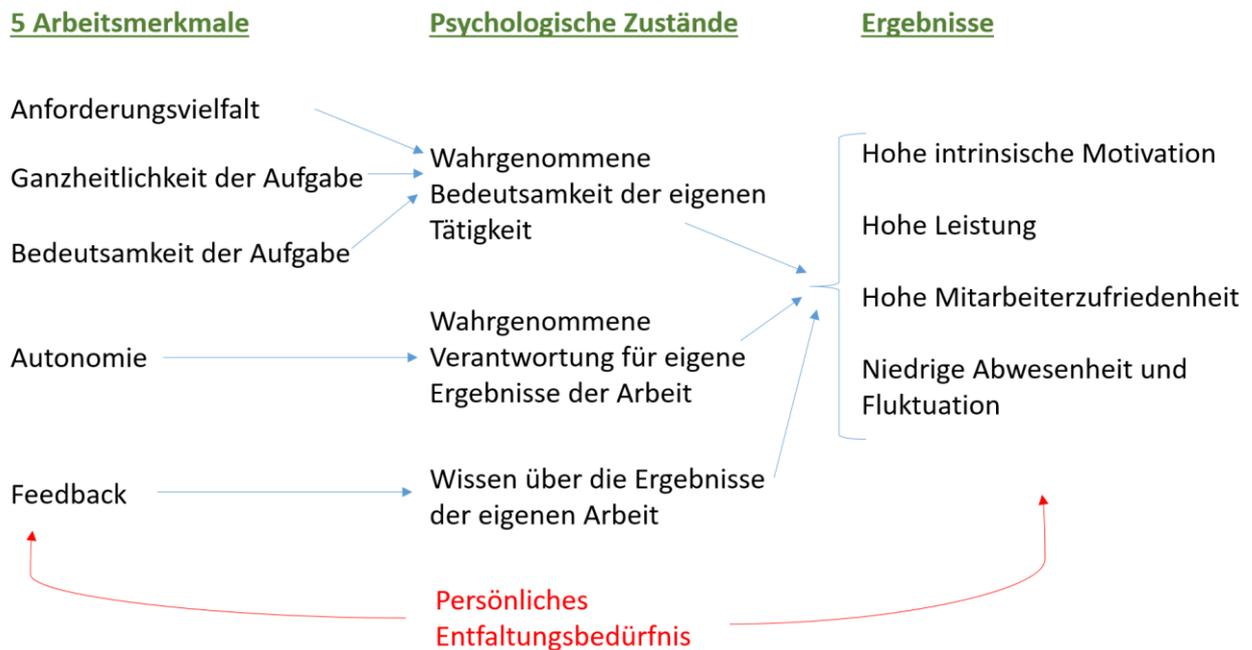


Abbildung 7: Job Characteristics Model. (Drabe, 2014)

Die Anforderungsvielfalt stellt bewusst interessante Herausforderungen für MitarbeiterInnen dar, um deren Fähigkeiten zu erweitern. Die ganzheitlichen Wirkungszusammenhänge der durchgeführten Tätigkeiten sollten den ausführenden MitarbeiterInnen bewusst sein. Dafür ist ein entsprechendes Maß an Transparenz erforderlich. MitarbeiterInnen sollten sich über die Bedeutsamkeit der Aufgabe und den Beitrag, den sie leisten, im Klaren sein. Durch eine autonome Ausführung sowie durch zeitnahes Feedback kann die Zufriedenheit der MitarbeiterInnen deutlich erhöht werden. Das persönliche Entfaltungsbedürfnis muss allerdings als moderierende Variable vorhanden sein, um den angestrebten Zustand der Zufriedenheit erlangen zu können. Die Liste der fünf Arbeitsmerkmale ist recht überschaubar. Im Laufe der Zeit wurden diese Punkte weiter ergänzt.

In Abbildung 8: Modell des arbeitsspezifischen Wohlbefindens wird der Entstehungsprozess von MitarbeiterInnenzufriedenheit dargestellt. Diese setzt sich aus Arbeitsmerkmalen, soziodemografischen und individuellen Faktoren zusammen. Den Persönlichkeitsmerkmalen sollte man eine besondere Aufmerksamkeit zukommen lassen, da diese die Wahrnehmung von Arbeitsmerkmalen beeinflussen.

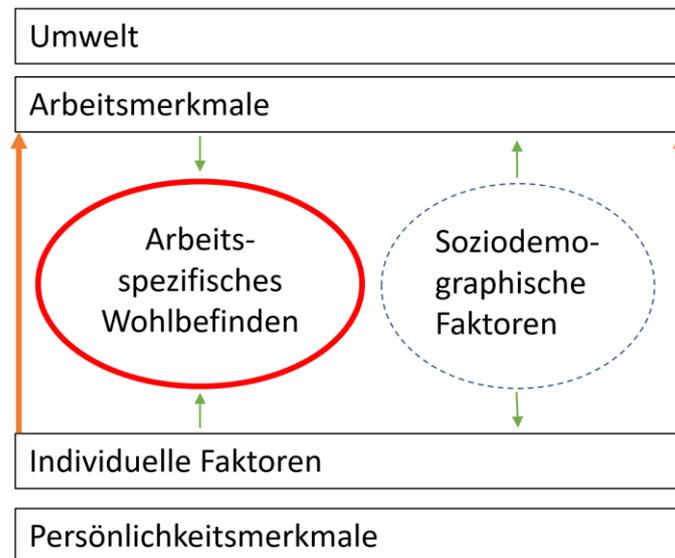


Abbildung 8: Modell des arbeitsspezifischen Wohlbefindens. (Drabe, 2014)

Eine bedeutende Komponente der Umwelt sind KollegInnen und andere Personen, mit denen MitarbeiterInnen in Kontakt stehen. Anhand der Balancetheorie wird nachfolgend näher darauf eingegangen.

Balancetheorie

Die Balancetheorie beschreibt zwei Personen, die in einer Beziehung zueinander und zu einem Bezugsobjekt stehen. Aufgrund des Strebens nach Gleichgewicht befinden sich die beiden Personen in einer guten Beziehung, wenn sich deren Einstellung in Bezug auf das betrachtete Objekt im Einklang befindet. Für ein besseres Verständnis der Situation siehe Abbildung 9: Situationsbeschreibung Balancetheorie. (Stock-Homburg, 2012).

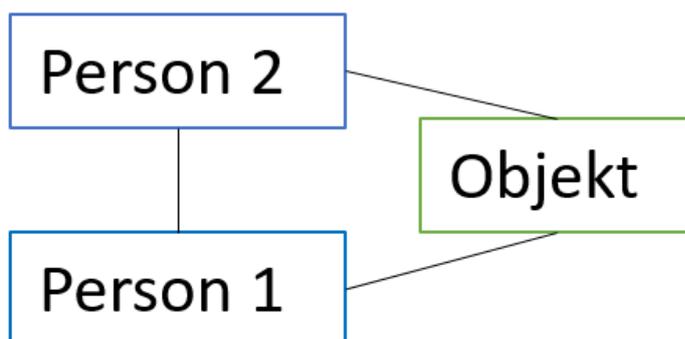


Abbildung 9: Situationsbeschreibung Balancetheorie. (Stock-Homburg, 2012)

Wenn dem nicht so sein sollte, wird sich die Ansicht der dominanten Person durchsetzen. Kritikpunkte bezüglich der Theorie bestehen in der Außerachtlassung von Rahmenbedingungen und dem sozialen Umfeld der beiden Personen. Im Unternehmenskontext ist diese Theorie in folgendem Fall anwendbar: Wenn eine Person sich mit angesehenen MitarbeiterInnen umgibt, wird diese ebenfalls als Person eines höheren Ranges angesehen. (Stock-Homburg, 2012)

3.2.2 Dispositionelle Faktoren

Neben Umweltfaktoren bilden Persönlichkeitsfaktoren eine wichtige Komponente der MitarbeiterInnenzufriedenheit. Das Fünf-Faktoren-Modell (FFM) – bestehend aus den Dimensionen Neurotizismus, Extraversion, Offenheit für Erfahrung, soziale Verträglichkeit und Gewissenhaftigkeit – bildet die wichtigsten Faktoren ab. Die Dimensionen sind der MitarbeiterInnenzufriedenheit prinzipiell zuträglich. Offenheit für Erfahrung verhält sich relativ neutral, während Neurotizismus die MitarbeiterInnenzufriedenheit negativ beeinflusst. Es existieren Theorien, welche dispositionelle Faktoren nicht berücksichtigten. Als Beispiel wird nachfolgend die Dissonanztheorie näher beschrieben.

Dissonanztheorie

Die Dissonanztheorie fokussiert auf innerpsychische Kognitionen. Diese Kognitionen können sich durch Wissen, Überzeugungen und Meinungen ausdrücken. Wenn die Erwartungen von Menschen nicht erfüllt werden, tritt eine Dissonanz auf. Menschen streben nach einem konsistenten Zustand. Die Meinungen und das Verhalten – bezogen auf andere Personen oder Objekte – müssen übereinstimmen, damit Konsonanz vorherrscht. Um eine etwaige Dissonanz zu reduzieren, gibt es drei Handlungsfelder:

- Änderung kognitiver Umweltelemente
 - Umgeben mit Personen mit übereinstimmender Einstellung
- Hinzufügung neuer kognitiver Elemente
 - Schaffung einer Wissensbasis, die die Einstellung unterstützt
- Änderung kognitiver Verhaltenselemente
 - Anpassung des vorherrschenden Gefühls zur Dissonanzreduktion

Ein zu beachtender Kritikpunkt dieser Theorie ist, dass Persönlichkeitsmerkmale unberücksichtigt bleiben. (Stock-Homburg, 2012)

3.2.3 Interaktionistische Ansätze

Interaktionistische Ansätze bringen die persönlichen Faktoren der MitarbeiterInnenzufriedenheit mit den Situationsfaktoren in Verbindung. Der Person-Job-Fit-Ansatz ist ein populärer Vertreter der interaktionistischen Ansätze. Bei diesem Ansatz wird davon ausgegangen, dass die

persönlichen Werte und Ziele mit jenen des Unternehmens in Einklang stehen müssen, um Zufriedenheit erreichen zu können. Die Affective Events Theory (AET) nach Weiss und Cropanzano, in Abbildung 10 dargestellt, ist eine Theorie, die den interaktionistischen Ansätzen zugeordnet werden kann.

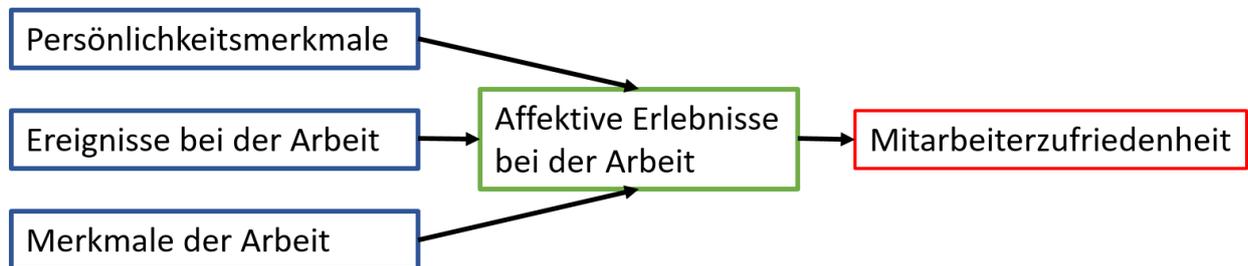


Abbildung 10: Affective Events Theory nach Weiss und Cropanzano. (Drabe, 2014)

Diese Theorie sagt aus, dass aufgrund persönlicher Merkmale – wie Optimismus oder Nervosität – Ereignisse bei der Arbeit unterschiedliche Emotionen bei den MitarbeiterInnen hervorrufen, wodurch die Bildung von MitarbeiterInnenzufriedenheit beeinflusst wird. Zu beachten ist jedoch, dass nur wenige empirische Untersuchungen bisher in Bezug auf diese Theorie durchgeführt wurden, wodurch keine zweifelsfreie empirische Fundierung vorliegt. (Drabe, 2014)

3.3 Demografischer Wandel

Im Laufe der letzten Jahrzehnte haben die Menschen die Nachkriegszeit, eine chronische Wirtschaftskrise und den Internetboom durchlaufen. Je nachdem, in welchem Alter sie diese Abschnitte miterlebten, haben diese einen unterschiedlichen Einfluss hinterlassen. Anhand des Geburtsdatums werden Menschen den Kategorien Babyboomer, Generation X und Y zugeteilt. Nähere Informationen zu diesen Kategorien finden sich in den nachfolgenden Abschnitten.

3.3.1 Differenzierung Babyboomer, Generation X und Y

Im Rahmen des demografischen Wandels wird in der vorliegenden Arbeit der Zeitverlauf mit dem Ausgangspunkt 1950 dargestellt. Ein Überblick ist in Abbildung 11: Charakteristika der Generationen. (Stock-Homburg, 2013) ersichtlich. Die Erwerbsbevölkerung lässt sich in drei Kategorien unterteilen: Baby Boomer, Generation X und Generation Y.

Baby Boomer

Zu der Kategorie Baby Boomer zählen zwischen 1943 und 1960 geborene Personen. Diese Kategorie zeichnet sich durch eine hohe KundInnenorientierung und durch Optimismus aus.

Selbstverwirklichung ist neben Gesundheit ein starkes Bedürfnis. Es ist eine Prozessorientierung vorherrschend und der Umgang mit Feedback ist als kritisch anzusehen.

Generation X

Personen, die zwischen 1960 und 1980 geboren wurden, zählen zur Generation X. Sie werden als eigenverantwortlich und antiautoritär mit einem starken Bedürfnis nach Individualität beschrieben.

Generation Y

Zwischen 1980 und 2000 geborene Menschen zählen zu der Kategorie der Generation Y. Personen dieser Kategorie sind sehr gut ausgebildet und äußerst motiviert. Detaillierte Charakteristiken finden sich in Kapitel 3.3.4 Werte und Bindung der Generation Y. (DGFP, 2011)

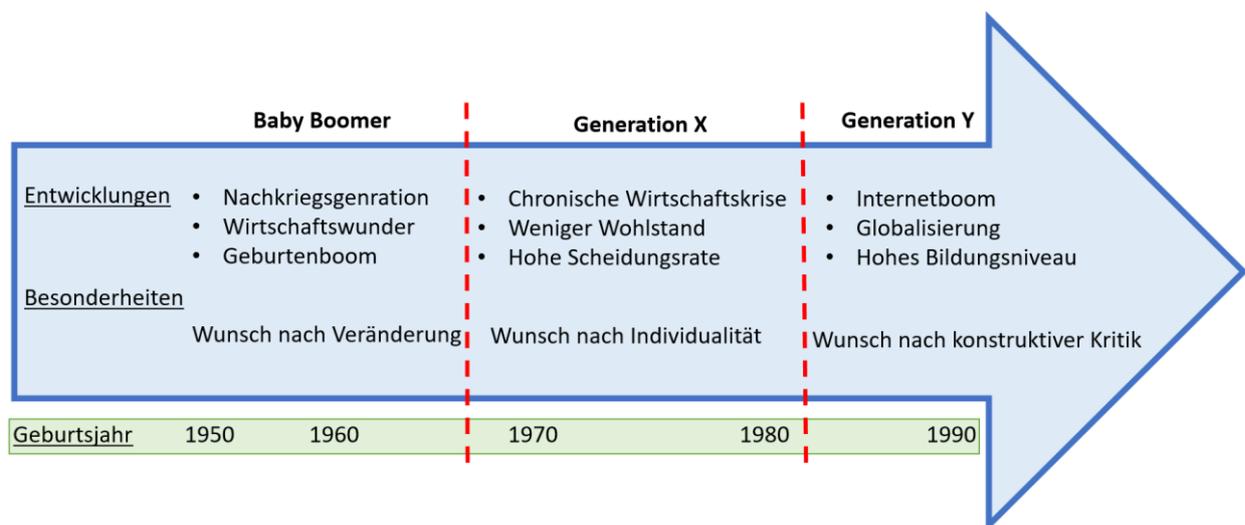


Abbildung 11: Charakteristika der Generationen. (Stock-Homburg, 2013)

3.3.2 Veränderung der Arbeitsmotivation im Alter

Ausgangspunkt der Veränderung der Arbeitsmotivation im Alter ist die Frage, ob – und wenn ja in welcher Form – eine Korrelation zwischen dem Alter und der MitarbeiterInnenzufriedenheit besteht. In frühen Studien verlief die Korrelation u-förmig, zwischenzeitlich verlief sie linear. Mit hoher Wahrscheinlichkeit aufgrund von optimierten statistischen Analyseverfahren ergaben aktuelle Studien wieder einen u-förmigen Verlauf. Allgemein lässt sich sagen, dass die Korrelation nur sehr schwach ausgeprägt ist. Gründe für die steigende MitarbeiterInnenzufriedenheit im Alter können sein: sinkende Ansprüche, geringere Erwartungen oder angenehmere Tätigkeitsbereiche. Im Verlauf der Karriere ergaben sich für die meisten ArbeitnehmerInnen

zahlreiche Wahlmöglichkeiten – auch das kann zu einer höheren MitarbeiterInnenzufriedenheit im Alter führen. Studien lieferten die Erkenntnis, dass im höheren Alter vor allem Autonomie, die Einsatzmöglichkeit der eigenen Fähigkeiten, der Arbeitsinhalt, die Arbeitsbelastung und die Beziehung zu KollegInnen für die MitarbeiterInnenzufriedenheit entscheidende Faktoren darstellen. Untersuchungen anhand des Fünf-Faktoren-Modells haben ergeben, dass die Gewissenhaftigkeit und die soziale Verträglichkeit im Alter zunehmen, während hingegen Neurotizismus abnimmt. Bezüglich der Aspekte Erfahrungsoffenheit und Extraversion ist keine eindeutige Änderung erkennbar. In Abschnitt 3.2.2 Dispositionelle Faktoren sind die Auswirkungen der Aspekte des Fünf-Faktoren-Modells näher beschrieben. (Drabe, 2014)

3.3.3 Socioemotional Selectivity Theory

Die Socioemotional Selectivity Theory (SST) beschreibt die Änderung der Motivation zur sozialen Interaktion mit zunehmendem Alter. Dieser Theorie liegen drei Annahmen zugrunde:

1. Soziale Interaktionen sind für das Überleben von Menschen notwendig
2. Menschen verfolgen mit ihren Handlungen individuelle Ziele
3. Diese Ziele müssen priorisiert werden

Menschen kommunizieren grundsätzlich aus zwei Gründen: Sie möchten sich neues Wissen aneignen oder die Beziehung zueinander verbessern. Junge Menschen sind primär an neuem Wissen interessiert. Aus diesem Grund ist für sie ein umfangreiches Netzwerk von Nutzen. Ältere Personen fokussieren sich in Anbetracht der Wahrnehmung eines nahenden Endes stärker auf die Gegenwart. Sie verbringen mehr Zeit mit der Familie und mit engen Freunden. Das zuvor erwähnte nahende Ende kann neben dem Ableben im Alter unter anderem ein Berufswechsel darstellen. Jüngeren Menschen sollte man möglichst viele Gelegenheiten bieten, um ihr Netzwerk zu vergrößern, während sich ältere Menschen besonders gut für Mentoringtätigkeiten eignen. Dieses Wissen sollte auf den Führungsstil Anwendung finden. Kritikpunkte an dieser Theorie bestehen in der Annahme, dass ein nahendes Ende die einzige Komponente ist, welche die Motivation erhöht, und dass ausschließlich zwischen zwei Zielkategorien unterschieden wird. (Bieling, 2011)

3.3.4 Werte und Bindung der Generation Y

Die Generation Y ist bereits mit der Verwendung von Informationstechnologien aufgewachsen. Aus diesem Grund wird die Kommunikation mittels Informationstechnologien als selbstverständlich angesehen. Generation Y zeichnet sich durch eine selbstbewusste Haltung aus. Das Bedürfnis, kontinuierlich Feedback zu erhalten, ist sehr stark ausgeprägt. Das zeigt eine

gewisse Tendenz zur Sicherheit, aber auch ein sehr starkes Leistungsbewusstsein. Flexibilität und Wahlmöglichkeiten sind für die Generation Y von großer Bedeutung. Um diese Generation erfolgreich an Unternehmen binden zu können, wird man künftig stärker auf emotionale Aspekte bei der Arbeitsumwelt achten und aktuelle Technologien, vor allem für die Kommunikation, bereitstellen müssen. (Parment, 2013)

3.4 Messung der MitarbeiterInnenzufriedenheit

Die Messung der MitarbeiterInnenzufriedenheit ist ein äußerst komplexes Vorhaben. Grundsätzlich gibt es zwei unterschiedliche Modelle, nach denen sich die MitarbeiterInnenzufriedenheit zusammensetzt: Diese sind das Faktorenmodell und das Aggregationsmodell.

Faktorenmodell

Bei dem Faktorenmodell wird davon ausgegangen, dass die MitarbeiterInnenzufriedenheit nicht direkt messbar ist. Um dennoch eine Aussage treffen zu können, wird ein Messmodell erstellt, welches auf Indikatorvariablen basiert. Die Indikatoren werden von der GesamtmitarbeiterInnenzufriedenheit abgeleitet, womit sich eine gute Operationalisierung des Konstruktes der MitarbeiterInnenzufriedenheit erreichen lässt.

Aggregationsmodell

Das Aggregationsmodell basiert auf der Annahme, dass die einzelnen Bestandteile der MitarbeiterInnenzufriedenheit die GesamtmitarbeiterInnenzufriedenheit ergeben. Durch Aggregation oder nichtlineare Verfahren wird ein Index gebildet, welcher Rückschlüsse auf die MitarbeiterInnenzufriedenheit zulässt. Da für die Berechnung nur eine begrenzte Auswahl an Bestandteilen, die gelegentlich relativ willkürlich gewählt werden, zur Verfügung steht, entspricht das Ergebnis häufig nicht der Realität. Des Weiteren wird von einem gemeinsamen Faktor der MitarbeiterInnenzufriedenheit ausgegangen, welcher bei einer Indexbildung nicht berücksichtigt wird.

Es gelten für MitarbeiterInnenzufriedenheitsbefragungen die üblichen Limitierungen, die bei allgemeinen Befragungen zu bedenken sind. Die Beantwortung von Fragebögen erfolgt deutlich positiver, als dies dem realen Empfinden entspricht. Diese Zustimmungstendenz bildet neben sozialer Erwünschtheit und sozialem Druck das Potenzial, Verzerrungen in dem Ergebnis hervorzurufen. Schlussendlich sollte auch die Zusammensetzung der TeilnehmerInnen kritisch hinterfragt werden. Häufig nehmen an diesen Zufriedenheitsbefragungen mehrheitlich zufriedene MitarbeiterInnen teil.

Zwei-Faktoren-Theorie

Die Zwei-Faktoren-Theorie von Herzberg et al. (1959) ist ein hervorragendes Beispiel, welches einige dieser Limitierungen in sich vereint. An der Pittsburgh-Studie nahmen ausschließlich IngenieurInnen und BuchhalterInnen teil. Die Ergebnisse lassen sich zudem nur mit der initial angewandten Forschungsmethodik erzielen. Die Erkenntnisse bezüglich der Hygienefaktoren und der Motivatoren sind äußerst weitverbreitet und dienen häufig als Beispiel für Arbeitsmotivation. (Drabe, 2014)

3.5 Zufriedenheitsaspekte von User Interfaces in der Industrie 4.0

User Interfaces und deren Entwicklung werden im Rahmen der Industrie 4.0 einen Veränderungsprozess durchlaufen. CPS stellen neue Herausforderungen an die Human-Machine-Interaction (HMI). Der Großteil der neuen Systeme bleibt den BenutzerInnen verborgen. Eine hohe Menge echtzeitgenerierter Daten, der Einsatz von mobilen Endgeräten sowie die Verarbeitung von kontextbasierten Informationen fordert einen Blick weg von den reinen Funktionalitäten hin zum Gesamtsystem. Diese neuen Systeme werden von diversen BenutzerInnen und Gruppen mit individuellen Bedürfnissen bedient. Ein möglichst früher Einbezug der EndanwenderInnen gilt aus diesem Grund als erstrebenswert. Der User-Centered-Design-Ansatz (UCD) ermöglicht diese vorteilhafte frühe Integration. In Abbildung 12: Prozessmodell für UCD anhand ISO 9241-210 werden die einzelnen Bestandteile des Prozesses dargestellt.

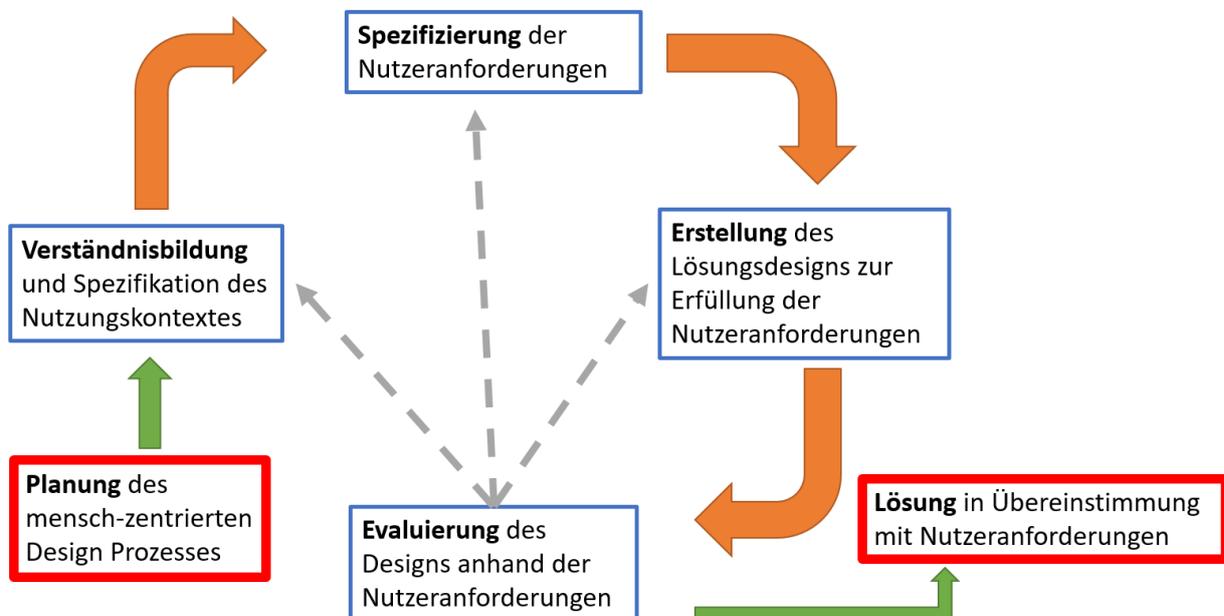


Abbildung 12: Prozessmodell für UCD anhand ISO 9241-210. (Pfeifer et al., 2016)

UCD ist ein Rahmenwerk, das auch in agilem Kontext eingesetzt werden kann. Grundsätzlich werden keine Methoden vorgegeben. Erfahrungen aus der Praxis belegen, dass Personas, Storyboards und Egocentric Attention-Interaction Documentation (EAID) äußerst erfolgreiche Methoden zur AnwenderInnenintegration darstellen. Personas und Storyboards können bereits vor Anlauf des Entwicklungsprozesses erfolgreich zur Kommunikation zwischen den EndanwenderInnen und EntwicklerInnen eingesetzt werden.

Personas

Personas werden von konkreten AnwenderInnenprofilen abgeleitet. Sie beinhalten Informationen bezüglich den Anforderungen, Zielen und persönlichen Informationen wie Name, Alter und Ähnliches. Es ist möglich, mit einigen wenigen Personas das gesamte BenutzerInnenspektrum zu adressieren. Vorteile, die in der Anwendung der Personas-Methode gesehen werden können, sind die Vereinfachung der Kommunikation und die Vermeidung von Fehlern durch falsche Annahmen.

Storyboards

Storyboards sind eine Methode, um Personas zu erweitern. Es besteht jedoch kein zwingender Bedarf, Personas zu erstellen. Storyboards bilden Arbeitsabläufe in Form einer Bildsequenz grafisch ab. Hauptanwendungsgebiete sind die Systemanalyse und Systemplanung. Die Vorteile der Methode liegen in der Anregung kreativer Gedanken und in der Überwindung von Sprachbarrieren.

EAID

EAID kann unter Verwendung von externen Kameras, wearable-Geräten oder durch Eye Tracking erfolgen. EAID eignet sich hervorragend zur Dokumentation von Informationen, wobei der Einsatz von neuen Technologien – wie beispielsweise Augmented Reality – eine Herausforderung für diese Methode darstellt.

In Abbildung 13: Abstraktionsschichten HMI für Industrie 4.0 werden die Anspruchsgruppen und Methoden in einen gemeinsamen Kontext gebracht.

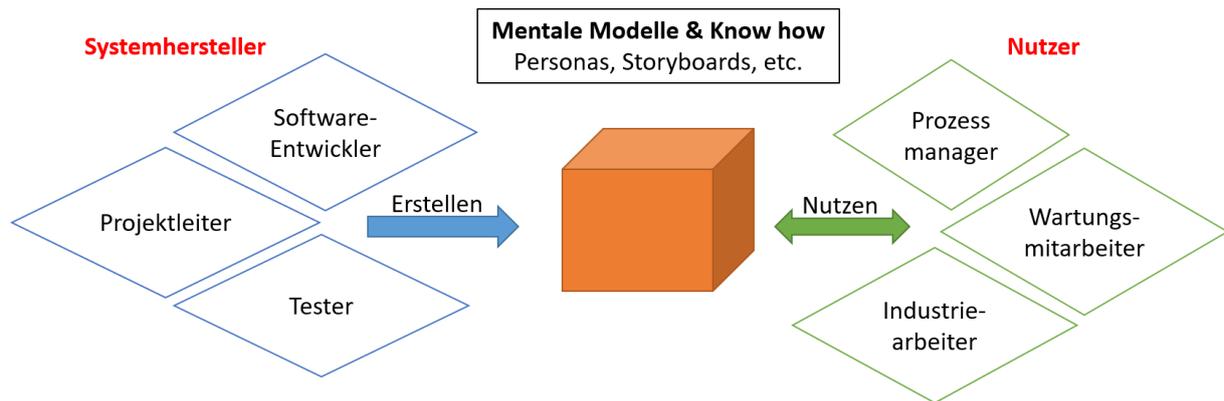


Abbildung 13: Abstraktionsschichten HMI für Industrie 4.0. (Pfeifer et al., 2016)

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass gute Usability ein strategisches Vorgehen verlangt und ganzheitlich in der Produktentwicklung verankert werden muss. Usability kann nicht im Nachhinein erzielt werden, sondern muss bereits bei der Planung berücksichtigt werden. (Merz, 2013) (Pfeifer et al., 2016)

4 EVALUIERUNG DER ZUFRIEDENHEIT VON HMI IN DER SMART FACTORY

Die Evaluierung der Zufriedenheit von HMI in der Smart Factory wird in einer Studie in Kooperation mit der Pilotfabrik der TU Wien durchgeführt. In diesem Kapitel wird nach einer kurzen Einführung in die Zielsetzung und den formalen Rahmen ein Überblick über die Hardware- und Softwarekomponenten gegeben. Zudem wird die Basis der empirischen Untersuchung erläutert und es werden die Untersuchungsergebnisse diskutiert.

4.1 Zielsetzung und formaler Rahmen

Im Rahmen der Masterarbeit wird in Kooperation mit der *Evolaris next level GmbH* und im Kontext des Horizon-2020-Projektes *facts4workers* die Eignung von Interaktionsformen in Bezug auf Wearable Devices (im Besonderen: Datenbrillen) in Smart Factories evaluiert.

Die für die Arbeit relevanten Interaktionsformen umfassen primär Sprach- und Touch-Steuerung (siehe Abbildung 14: Darstellung Systeminteraktion).

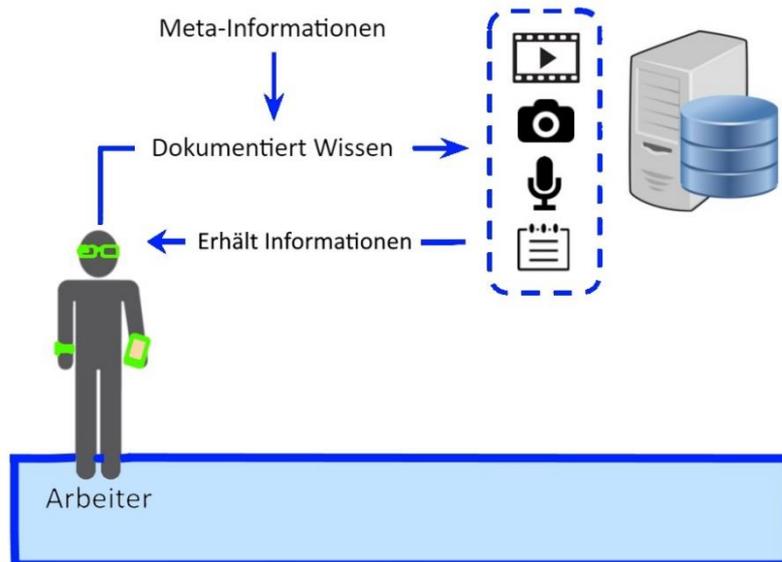


Abbildung 14: Darstellung Systeminteraktion.

Die Zielsetzung des Projekts *facts4workers* umfasst vier Kerngebiete:

- Erhöhung der Problemlösungs- und Innovationsfähigkeiten
- Erreichung des Technology-Readiness-Levels 5-7
- **Erhöhung der MitarbeiterInnenzufriedenheit**
- Erhöhung der MitarbeiterInnenproduktivität

Die Masterarbeit wird den Bereich der Erhöhung der MitarbeiterInnenzufriedenheit in Verbindung mit IKT näher betrachten.

Methode

Durch die Anwendung eines Mixed-Method-Ansatzes werden die Stärken einzelner Methoden genutzt und die Schwächen kompensiert. Das zu evaluierende Artefakt besteht aus einem Demonstrator, zwei Android-Apps für Google Glass, mit welchem definierte Szenarien im Rahmen eines Experimentes durchgeführt werden (siehe Abbildung 15: Zuordnung Artefakt – Methode). Im Zuge dessen wird eine nichtteilnehmende offene Beobachtung erfolgen. Bei dem Szenario 01b: Werkzeugvermessung (evoCall) erfolgt aufgrund des Versuchsaufbaus eine teilnehmende Beobachtung. Zwei standardisierte (Online-)Fragebögen werden zur Datenerhebung eingesetzt, um so eine hohe Ergebnisqualität der Datenauswertung zu erzielen. Details bezüglich der Methodik der empirischen Datenerhebung finden sich in Kapitel 4.4.4 Methodik der empirischen Datenerhebung und Evaluierung.

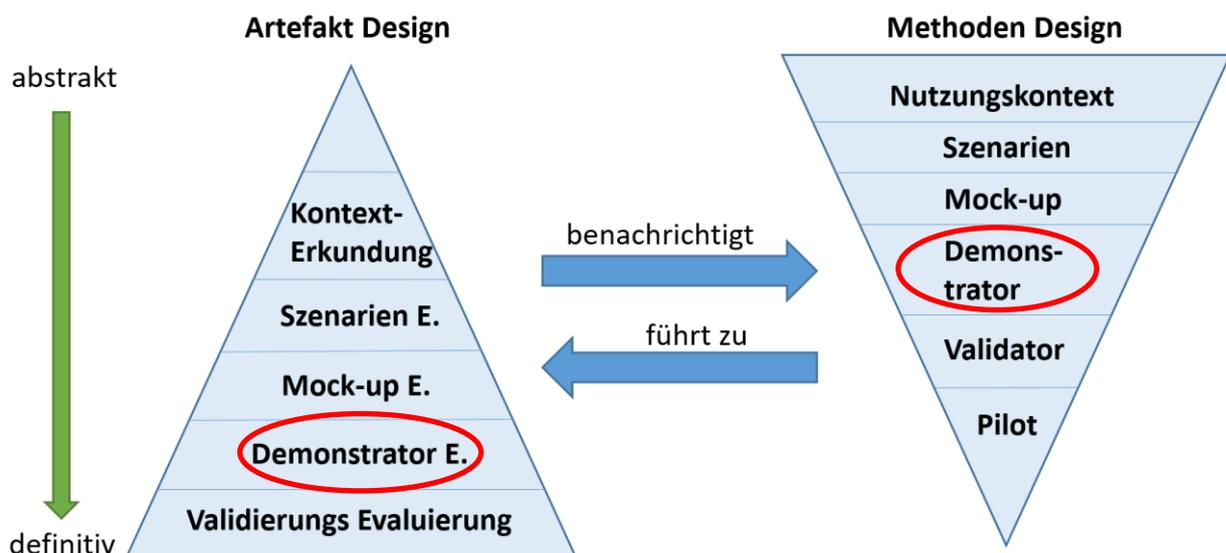


Abbildung 15: Zuordnung Artefakt – Methode.

4.2 Hardwarekomponente

Im Rahmen dieses Abschnitts wird die für den Versuchsaufbau benötigte Hardware näher beschrieben. Bei den im Rahmen der Studie durchlaufenen Szenarien wurde primär Google Glass verwendet. Aus diesem Grund wird im Besonderen auf dieses Device näher eingegangen. Darüber hinaus werden relevante Aspekte der Vuzix M100 Datenbrille sowie des Einstell- und Messgerätes Zoller Venturion 600 nachfolgend erläutert.

4.2.1 Google Glass

Bei Google Glass handelt es sich um ein Head-Mounted Display (HMD), welches auf einem Android-Betriebssystem basiert. In **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** sind die einzelnen Bestandteile der Google Glass und deren Positionierung dargestellt. Eine integrierte CPU ermöglicht einfache Berechnungen ohne die Notwendigkeit, Daten an einen Server übertragen zu müssen. Ein Mikrofon und ein Lautsprecher ermöglichen es darüber hinaus, Gespräche via Google Glass zu führen. Durch eine Kamera sind ebenfalls Bildübertragungen durchführbar. Zu beachten ist allerdings, dass Google Glass primär für Benachrichtigungen konzipiert wurde. Die Batterie ist üblicherweise für den Zeitraum von einem Tag ausgelegt – bei Videoübertragungen kann es passieren, dass die Batterieleistung lediglich eine Stunde anhält. (Brusie et al., 2015) Das Prisma ist ein zentraler Bestandteil der Google Glass. Das Touchpad unterstützt Multitouch, womit folglich zwischen einfachem und doppeltem Tippen unterschieden werden kann.

1: Batterie

2: CPU

3: Kamera

4: Prisma

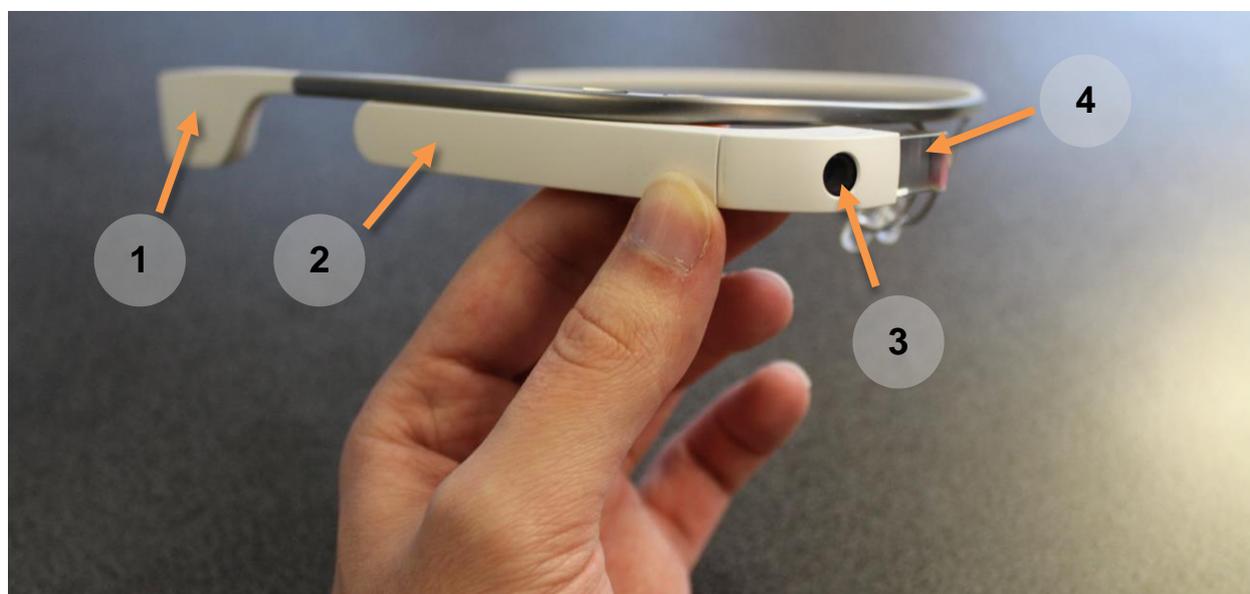


Abbildung 16: Komponenten Google Glass.

Technische Spezifikation

Nachfolgend findet sich die technische Spezifikation der Google Glass in Tabelle 1: Spezifikation Google Glass übersichtlich zusammengefasst.

Display	Hochauflösendes 640x320 Display entsprechend einem 25 Zoll High Definition Bildschirm aus acht Metern Entfernung.
Kamera	Photos 5 MP/Video 720p
Speicher	12 GB verfügbarer Speicher mit Google Cloud-Storage synchronisiert. 16 GB Flash-Speicher gesamt.
Batterie	Bei typischer Verwendung ein Tag. Bei Verwendung akkuintensiver Funktionen (Videoaufzeichnung) entsprechend weniger.

Tabelle 1: Spezifikation Google Glass. (Google Support, 2016)

Differenzierung zwischen Optical see-through und Video see-through

Optical see-through (OST) reichert die physikalische/reale Welt mit weiteren Informationen an. Die Umgebung verbleibt im Blickfeld des Anwenders/der Anwenderin, die Inhalte werden als weitere Schicht darübergelegt. Google Glass ist ein bekannter Vertreter dieser Kategorie.

Video see-through (VST) stellt dem Anwender/der Anwenderin ebenfalls weitere Informationen zur Verfügung. Der Unterschied zu OST liegt dabei in der Darstellung der Umwelt. Die physikalische/reale Welt wird bei VST digital als Video bereitgestellt. Der Vorteil von VST gegenüber OST liegt in der Option, Anpassungen an der digitalen Darstellung der Umwelt vornehmen zu können. (Brandl et al, 2016)

4.2.2 Vuzix M100

Die Vuzix M100 Datenbrille – siehe Abbildung 17: Übersicht Vuzix M100 – wurde für das Remote-Support-Szenario verwendet. Diese Datenbrille zeichnet sich unter anderem durch eine hervorragende Kamera sowie durch ein exzellentes Mikrofon aus, wodurch sich diese Datenbrille optimal für das Remote-Support-Anwendungsszenario eignet.



Abbildung 17: Übersicht Vuzix M100.

Da im Rahmen der Masterarbeit keine Softwareentwicklung im Zusammenhang mit diesem Device durchgeführt wurde, wird nachfolgend lediglich in Tabelle 2: Spezifikation Vuzix M100 eine Übersicht über die wichtigsten Merkmale bereitgestellt.

Display	WQVGA Farbdisplay, Verhältnis 16:9, 24 bit Farbe
Kamera	Fotos 5 MP/Video 1080p
Speicher	1 GB RAM, 4 GB Flash, 32 GB Micro SD
Batterie	550 mAh, 6 Std. (ohne Display), 2 Std. (mit Display), 1 Std. (Display, Kamera, hohe CPU-Auslastung)

Tabelle 2: Spezifikation Vuzix M100. (Vuzix, 2016)

4.2.3 Zoller Venturion 600

Das Zoller Einstell- und Messgerät Venturion 600 wird im Zuge der Datenbrillenstudie für zwei Szenarien herangezogen. Es ist ein klares NICHT-Ziel, den Umgang mit dem Messgerät im Detail zu erlernen. Aus diesem Grund werden in Abbildung 18: Übersicht Zoller Venturion 600 die für die Durchführung der Szenarien relevanten Komponenten hervorgehoben.



Abbildung 18: Übersicht Zoller Venturion 600. © E. Zoller GmbH & Co. KG Urheber

- **ROT**: Optikträger
- **ORANGE**: Folientastatur zum Ein- und Entspannen von Werkzeugen
- **BLAU**: Werkzeugvorsatzhalter
- **GRÜN**: >>pilot 3.0<<-Display

4.3 Softwarekomponente

Die Softwarekomponente der praktischen Ausarbeitung umfasst primär eine allgemeine Einführung bezüglich des Google Glass Development Kits (GDK) und einen Überblick über das von dem Partnerunternehmen bereitgestellte Remote Support Tool. Details zur spezifischen Implementierung der zur Evaluierung implementierten Glassware finden sich in dem Kapitel 4.4.3 Charakteristika des Artefakts.

4.3.1 Google Glass Development Kit

Zur näheren Beschreibung der Softwarekomponente und zur Einführung in die App-Entwicklung für Google Glass wird als Quelle die offizielle Webseite Google (2016) herangezogen.

Die Implementierung auf Quellcodeebene ist ein wesentlicher Bestandteil für die Erstellung von Glassware. Noch bevor man mit der Implementierung beginnt, sind Kenntnisse in den Bereichen Designprinzipien, User Interfaces und Design Patterns erforderlich, um dem Anwender/der Anwenderin schlussendlich eine konsistente User Experience bieten zu können.

Designprinzipien

Häufig verwenden AnwenderInnen von Google Glass mehrere unterschiedliche Geräte. Smartphones oder auch Tablets sind in diesem Zusammenhang beispielhaft anzuführen. Zu beachten ist, dass Google Glass nicht andere Geräte ersetzen soll, sondern dass die eigenen Stärken hervorgehoben werden sollten, um im Einklang mit den anderen Geräten den größtmöglichen Nutzen für die BenutzerInnen zu stiften. Dafür ist es erforderlich, sich auf die Darstellung von einfachen, relevanten und aktuellen Informationen zu beschränken.

BenutzerInnen haben das Display des Google Glass permanent im Blickfeld. Aus diesem Grund ist es von großer Bedeutung, sie nicht mit einer zu umfangreichen Informationsvielfalt zu überfordern.

Bei der Darstellung von Informationen ist im Besonderen auf den Kontext zu achten. Die richtigen Informationen zur richtigen Zeit am richtigen Ort sind für die Zufriedenheit der BenutzerInnen entscheidend.

Unvorhersehbare Informationen, die nicht mit dem aktuellen Kontext aus der Sicht des Benutzers/der Benutzerin vereinbar sind, stiften für ihn/sie keinen Nutzen und sind häufig der Grund für mangelnde BenutzerInnenakzeptanz.

BenutzerInnen sollten sich im Fokus der Anwendung wiederfinden. Durch eine natürliche Sprach- und Gesteninteraktion, basierend auf dem „Fire-and-forget“-Modell, welches sich durch sehr kurze Unterbrechungen der primären Tätigkeit des Benutzers/der Benutzerin auszeichnet, lässt sich der größte Mehrwert für BenutzerInnen erzielen.

User Interface

Das Google Glass User Interface zeichnet sich durch eine äußerst userfreundliche Handhabung aus. Die bedeutendste UI-Komponente ist die Timeline (siehe Abbildung 19: Google Glass Timeline).

Die Timeline setzt sich aus 640 x 360 Pixel Cards zusammen. Nach der Aktivierung des Google Glass wird die Home Card angezeigt. Wie in Abbildung 19: Google Glass Timeline dargestellt, befinden sich Static oder Live Cards, die in der Zukunft liegen, sowie die Einstellungen, links der Home Card und bei Navigation nach rechts werden ausschließlich Static Cards dargestellt, welche Inhalte zu vergangenen Ereignissen abbilden. Die aktuellsten Elemente befinden sich nahe der Home Card. Cards, die in der Vergangenheit liegen, sind mit 200 Elementen beschränkt und werden nach sieben Tagen entfernt.



Abbildung 19: Google Glass Timeline.

Die Funktionalität der Timeline reicht über die Darstellung von Cards hinaus. Die Navigation per Touchpad und das Starten von Glassware via Sprachsteuerung sowie die Durchführung von diversen Aktionen, Beantwortungen von Textnachrichten und das Teilen von Bildern werden durch die Timeline unterstützt.

Bei der Erstellung eigener Cards ist zu beachten, dass bevorzugt die von dem Glass Development Kit bereitgestellten Layoutvorlagen verwendet werden sollten. Bei dem Verfassen des individuellen Inhalts sind folgende Punkte zu beachten:

- **Kurzgefasst**
 - Inhalte sollen kurz und prägnant formuliert werden. Alternativen, wie beispielsweise Bilder und Videos, hierbei in Betracht ziehen.
- **Einfachheit**
 - Technische Fachbegriffe vermeiden und aktive Verben sowie gebräuchliche Bezeichnungen bevorzugen.
- **Freundlichkeit**
 - BenutzerInnen sollen direkt angesprochen werden. Inhalte sollen einem informellen Gespräch entsprechen.
- **Wichtiges zuerst**
 - Die ersten beiden verwendeten Begriffe sollen einen Überblick über den gesamten dargestellten Inhalt bieten.

- Keine Wiederholungen
 - Das Display einer Google Glass bietet nur sehr wenig Raum für Inhalte. Redundante Begriffe sind daher zu entfernen.

Design Pattern

Google Glass basiert grundsätzlich auf zwei Design Pattern: Ongoing Task und Immersion.

Ongoing Task

Ein Ongoing Task basiert auf einer Live Card innerhalb der Timeline. BenutzerInnen können diese Live Card aufrufen, wobei die Ausführung bei einem Wechsel zu einer anderen Card nicht unterbrochen wird.

Noch bevor die erste Zeile Source Code geschrieben wird, sollte man den Workflow konkret definiert haben. Ein klar definierter Workflow bildet die Basis für die Erstellung der Cards und für die Navigation. In Abbildung 20: Stoppuhr UI Main Flow wird der UI-Ablauf einer Stoppuhr grafisch dargestellt.

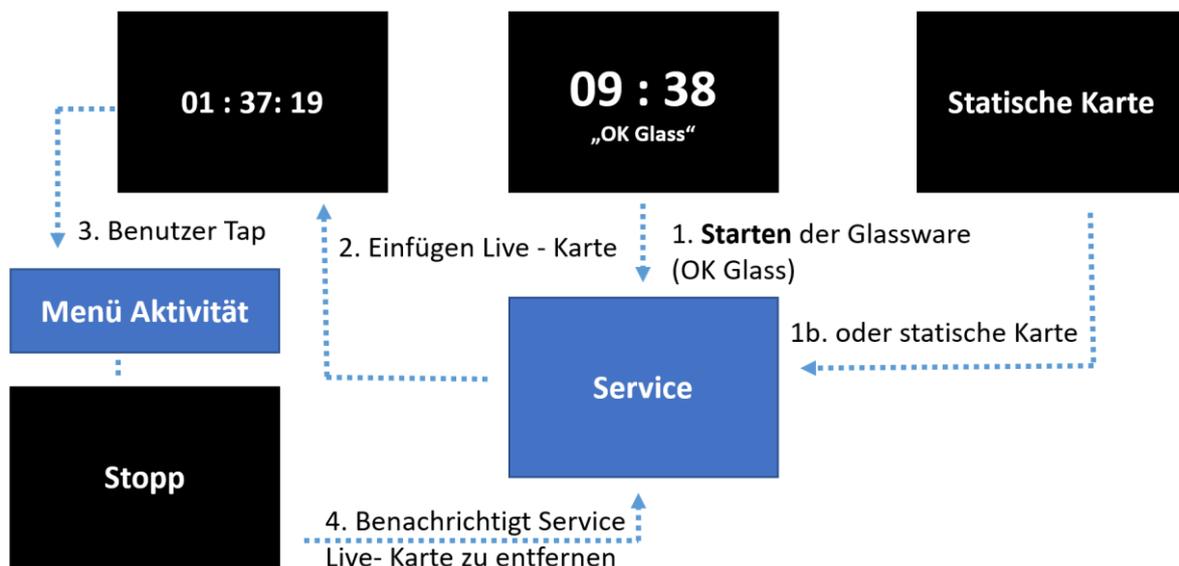


Abbildung 20: Stoppuhr UI Main Flow.

Für die Erstellung von Glassware wird zumindest eine View im XML-Format für das Layout sowie eine Java-Klasse zur Definition des Service, welcher die Verwaltung der Life Card und die Definition des Service Lifecycles darstellt, benötigt. Für Ongoing Tasks ist verpflichtend eine Menu Activity zum Stoppen des Task zu implementieren. Für Menu Activities ist ein Symbol mit der Auflösung 50 x 50 Pixel verpflichtend festzulegen, welches vorzugsweise aus dem Standardsymbolset ausgewählt werden sollte.

Immersion

Das Immersion Pattern unterscheidet sich in Bezug auf die Handhabung wesentlich von dem Ongoing Task Pattern. Die Timeline wird im Rahmen des Immersion Patterns verlassen. Erst nach Beendigung des Vorgangs kehren die BenutzerInnen zur Timeline zurück (siehe Abbildung 21: Ablauf Immersion). Aus technischer Sicht werden Android Activities zur Realisierung verwendet.

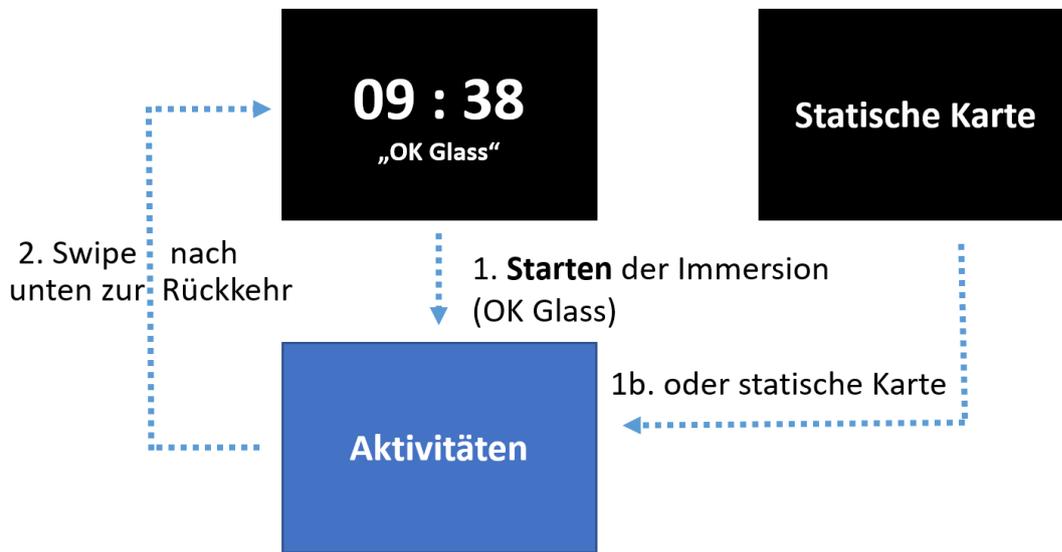


Abbildung 21: Ablauf Immersion.

Bei der Entwicklung von Immersions sollten ebenfalls die im vorangehenden Kapitel beschriebenen Designprinzipien eingehalten werden, da sich dadurch eine hervorragende User Experience gewährleisten lässt. Bei der Erstellung des Artefakts der vorliegenden Arbeit wird das Immersion Pattern zur Reduktion der hohen Komplexität verwendet.

4.3.2 Remote Support Tool

Zur Verwendung des Remote Support Tools werden zumindest zwei Devices benötigt: eine Datenbrille und ein Rechner. Im Rahmen der Masterarbeit wurde zur Verwendung des Remote Support Tools die Vuzix M100 Datenbrille genutzt. Google Glass hätte aufgrund der Akkulaufzeit und der Kühlung nicht die benötigte Performance geboten.

Mobile Anwendung

Sowohl bei der mobilen Anwendung als auch bei der Desktoplösung ist ein Login erforderlich. Dieser Login lässt sich via QR-Code, in Abbildung 22: evoCall QR-Code dargestellt, komfortabel lösen.



Abbildung 22: evoCall QR-Code.

Eine Supportsitzung kann per Datenbrille oder Webanwendung gestartet werden. Bei der mobilen Anwendung gibt es zwei Modi: den LiveView-Modus und den Feedbackmodus.

Der LiveView-Modus ermöglicht mobilen AnwenderInnen, das gleiche Bild wie in der Webanwendung dargestellt zu sehen. Dieser Modus erleichtert die Kommunikation und die Abstimmung zwischen den beiden GesprächspartnerInnen.

Der Feedbackmodus wird automatisch aufgerufen, sobald durch GesprächspartnerInnen ein visuelles Feedback gesendet wird, welches durch die Weboberfläche übermittelt werden kann.

Desktopanwendung

Die Desktopanwendung zeichnet sich, wie in Abbildung 23: evoCall Web UI dargestellt, unter anderem durch eine sehr intuitive und einfach gehaltene BenutzerInnenoberfläche aus. Aufgrund einer sehr guten Usability ist es AnwenderInnen möglich, die Applikation bereits ohne Einschulung oder andere Vorkenntnisse zu nutzen.

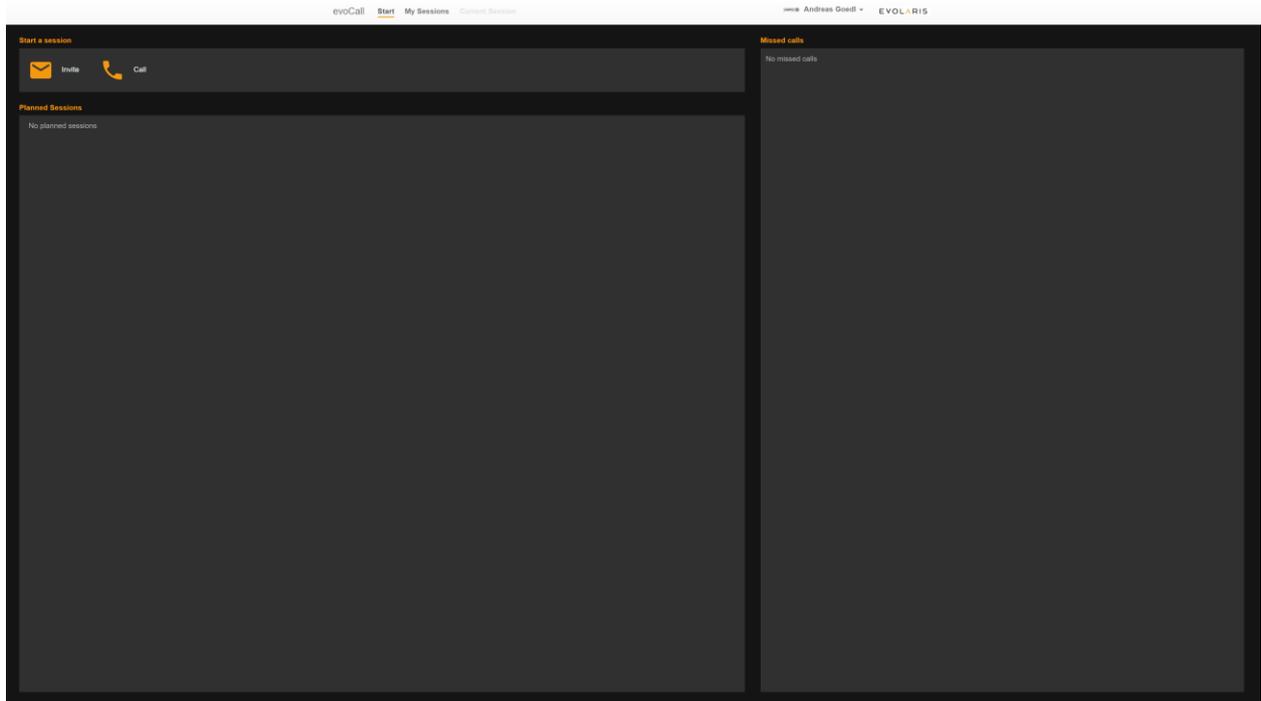


Abbildung 23: evoCall Web UI. © evolaris next level GmbH

Ein großer Mehrwert kann durch die Option der Bildererstellung des aktuellen Blickfeldes des mobilen Nutzers/der mobilen Nutzerin erzielt werden. Darüber hinaus können diese Aufnahmen annotiert und als Feedback an NutzerInnen direkt vor Ort gesendet werden.

4.4 Basis der empirischen Untersuchung

Im Rahmen der Aufarbeitung der Basis der empirischen Untersuchung wird ein Einblick in das Forschungsdesign, in die kontextbasierten Evaluationsszenarien, in die Charakteristika des Artefakts sowie der Methodik der empirischen Datenerhebung bereitgestellt.

4.4.1 Forschungsdesign

Den Kern des Forschungsdesigns bildet die Forschungsfrage. Die Masterarbeit wurde hinsichtlich der Struktur und des Inhalts zur Beantwortung folgender Forschungsfrage ausgerichtet:

„Wie steht der Einsatz von multimodalen Interaktionsformen mit der MitarbeiterInnenzufriedenheit im Kontext von Smart Factories in Zusammenhang?“

Aus der Forschungsfrage wurde folgende Arbeitshypothese abgeleitet:

H₁: Der Einsatz einer geeigneten multimodalen Interaktionsform steht mit der MitarbeiterInnenzufriedenheit in Zusammenhang.

H₀: Es besteht kein Zusammenhang zwischen dem Einsatz einer geeigneten multimodalen Interaktionsform und der MitarbeiterInnenzufriedenheit.

Zur Beantwortung der Arbeitshypothese wurde eine Studie durchgeführt. Für Detailinformationen hinsichtlich der Methode und Vorgehensweise siehe Kapitel 4.4.4 Methodik der empirischen Datenerhebung und Evaluierung.

In Bezug auf das Forschungsdesign ist neben den Theorien zur Definition von Hypothesen ein fundiertes Modell zur Durchführung der Studie von großer Bedeutung. Aufgrund des starken Bezugs zu dem Themengebiet Arbeits-/MitarbeiterInnenzufriedenheit wurde das Modell des arbeitsspezifischen Wohlbefindens (Abbildung 24: Angereichertes Modell des arbeitsspezifischen Wohlbefindens. (Drabe, 2014)) für die Evaluierung als Basis ausgewählt.

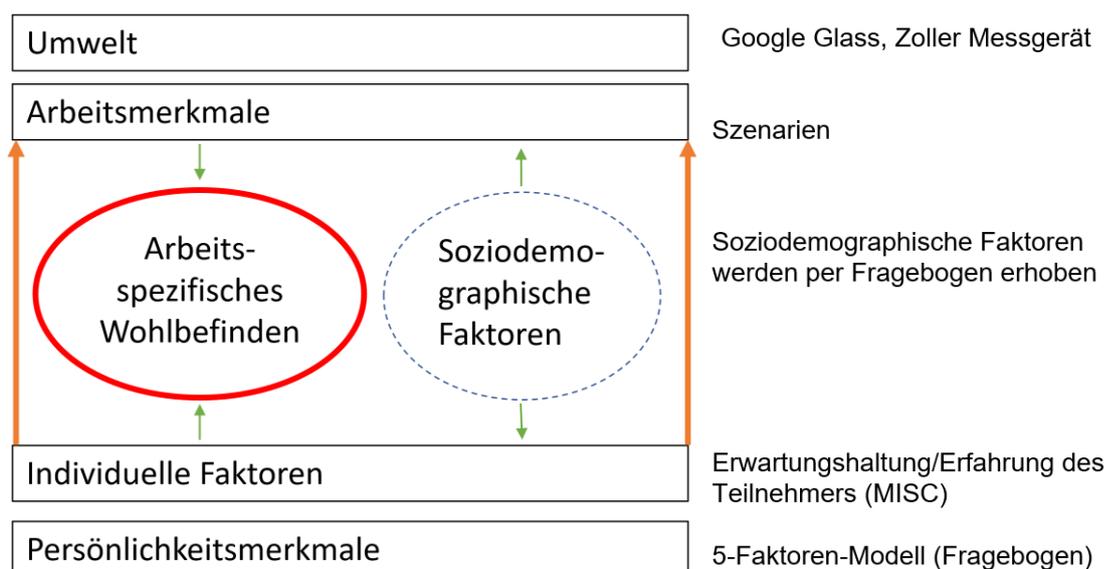


Abbildung 24: Angereichertes Modell des arbeitsspezifischen Wohlbefindens. (Drabe, 2014)

Die Hypothesen zur Beantwortung der Forschungsfrage wurden aus folgenden Theorien abgeleitet:

- Unified theory of acceptance and use of technology (UTAUT)
- IS success model
- Multi-motive information systems continuance model (MISC)

In den nachfolgenden Abschnitten wird ein grober Überblick über die verwendeten Theorien (Larsen, 2016) bereitgestellt. Zur besseren Übersicht und um spezifische Zusammenhänge darstellen zu können, wird folgende Farbcodierung in den nächsten Abbildungen verwendet:

Konstrukt – Hypothese

Konstrukt – Forschungsfrage

Konstrukt – wichtige Information, um auf Zufriedenheit schließen zu können

Unified theory of acceptance and use of technology (UTAUT)

Das UTAUT prüft die Intention eines/einer Anwenders/Anwenderin, ob dieser/diese ein Informationssystem bereitwillig verwendet. Es berücksichtigt darüber hinaus das Nutzungsverhalten. Die Theorie basiert auf vier Schlüsselkonstrukten: Leistungserwartung, Aufwandserwartung, sozialer Einfluss und Erleichterung der Arbeitsbedingungen. Neben den Schlüsselkonstrukten gibt es vier moderierende Konstrukte, welche Einfluss auf die Beziehung

der Schlüsselkonstrukte auf die Nutzungsintention und das Nutzungsverhalten nehmen. Diese Konstrukte sind: Geschlecht, Alter, Erfahrung und Freiwilligkeit der Verwendung. In Abbildung 25: Übersicht UTAUT werden die vorangehenden Zusammenhänge grafisch dargestellt.

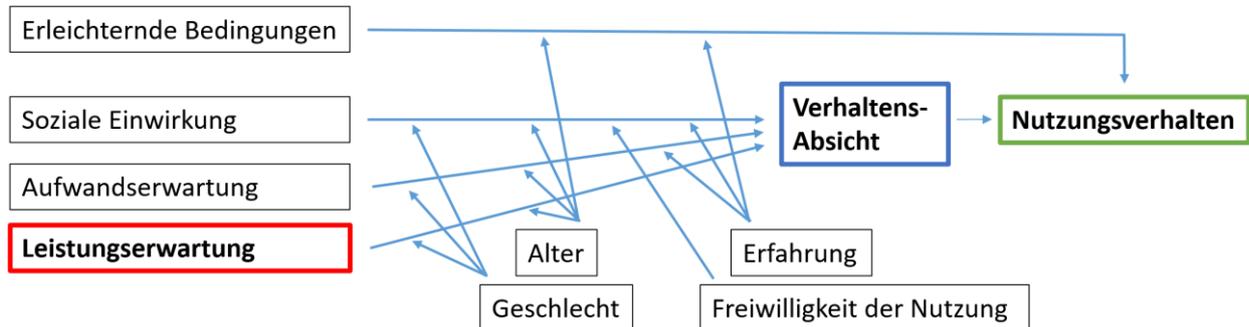


Abbildung 25: Übersicht UTAUT.

AutorInnen: Venkatesh et al. (2003)

Ebene der Analyse: Personenebene

Ursprünglicher Anwendungsbereich: Informationssysteme, Technologieakzeptanz

IS success model

Das IS success model besteht aus sechs Konstrukten: Informationsqualität, Systemqualität, Servicequalität, Nutzung/Absicht, Nettonutzen und BenutzerInnenzufriedenheit. Die Assoziationen zwischen den Konstrukten sind wie folgt zu interpretieren. Ein (IT-)System kann anhand folgender drei Determinanten evaluiert werden: Informations-, System- und Servicequalität. Diese Konstrukte beeinflussen die Nutzungsintention und die BenutzerInnenzufriedenheit. Durch die tatsächliche Verwendung des Systems kann ein spezifischer Nettonutzen erzielt werden. Dieser Nettonutzen kann einen positiven sowie negativen Effekt auf die BenutzerInnenzufriedenheit und folglich auf die Nutzungsabsicht des Benutzers/der Benutzerin in Bezug auf das betrachtete System haben. Die Assoziationen zwischen den Konstrukten sind in Abbildung 26: Übersicht IS success model. grafisch dargestellt.

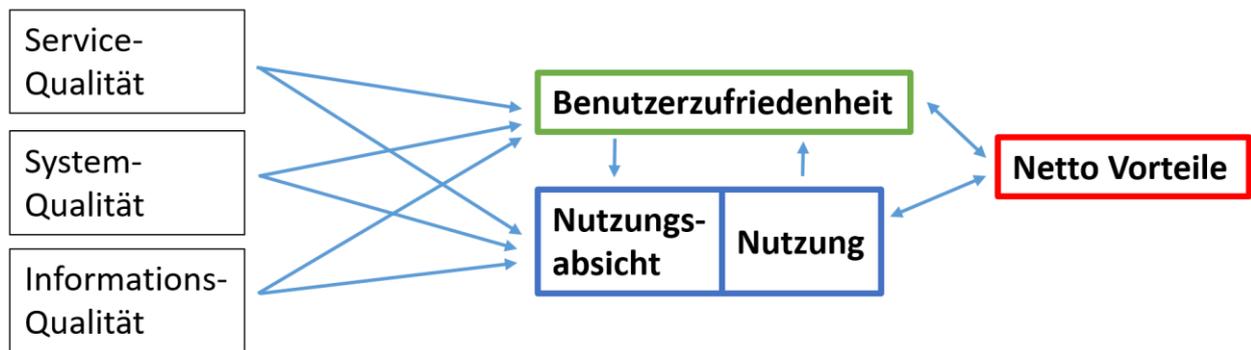


Abbildung 26: Übersicht IS success model.

AutorInnen:

DeLone & McLean (1992); DeLone & McLean (2002); DeLone & McLean (2003)

Ebene der Analyse: Personen- und Organisationsebene

Ursprünglicher Anwendungsbereich: Informationssysteme

Multi-motive information systems continuance model (MISC)

Den Kern des MISC-Modells bildet die Erwartungsunterscheidungstheorie (EDT). Anhand von drei Determinanten – Design expectations fit, Einfachheit der Verwendung und Designästhetik – wird bei der Nutzung die Leistungsfähigkeit des Systems, basierend auf der Erwartungshaltung der NutzerInnen, beurteilt. BenutzerInnen haben bereits vor der ersten Verwendung eines Systems eine bestimmte Erwartungshaltung in Bezug auf die vorangehend aufgezählten Determinanten.

Der Umstand, ob die Erwartungen erfüllt werden können oder schlussendlich enttäuscht werden, hat einen direkten Einfluss auf die BenutzerInnenzufriedenheit. Das Urteil bezüglich der Leistungsfähigkeit des Systems, die Erwartungshaltung und die Zufriedenheit ergeben in Kombination eine dem System gegenüber angepasste Einstellung, welche neben der Leistungsfähigkeit für sich einen wesentlichen Einfluss auf die weitere Nutzungsintention nimmt. In Abbildung 27: Übersicht MISC werden diese Wirkungszusammenhänge grafisch dargestellt.

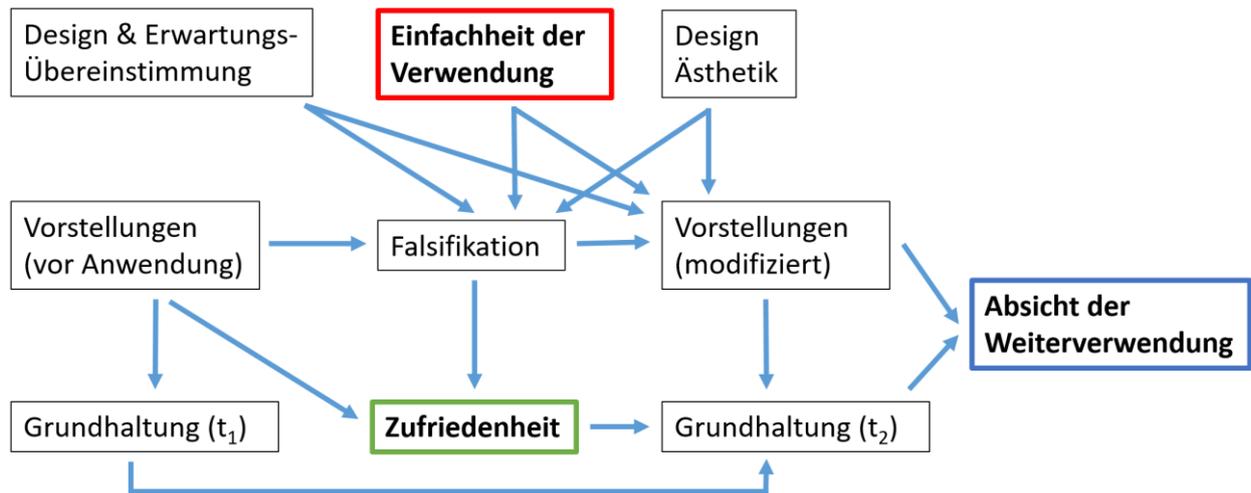


Abbildung 27: Übersicht MISC.

AutorInnen:

Paul Benjamin Lowry, James Eric Gaskin, Gregory D. Moody

Ebene der Analyse: Personenebene

Ursprünglicher Anwendungsbereich: Informationssysteme

Hypothesen

Aus den vorangehend angeführten drei Theorien wurden Hypothesen abgeleitet, welche im Rahmen einer Studie evaluiert werden.

Hypothese 1 (UTAUT – Performance expectancy)

H₁: Persönlichkeitsmerkmale, Erfahrung und Erwartungen an die Leistungsfähigkeit des Systems stehen mit der Zufriedenheit in Zusammenhang.

H₀: Es gibt keinen Zusammenhang zwischen den Persönlichkeitsmerkmalen, Erfahrungen und den Erwartungen an die Leistungsfähigkeit des Systems und der Zufriedenheit.

Hypothese 2 (IS success model – Net benefits)

H₁: Umso mehr Vorteile das System/die Interaktionsform bietet, umso wahrscheinlicher wird Zufriedenheit bei AnwenderInnen vorherrschen.

H₀: Zwischen der Anzahl an Vorteilen des Systems/der Interaktionsform und der Zufriedenheit besteht kein Zusammenhang.

Hypothese 3 (MISC – Ease of use)

H₁: Je einfacher das System/die Interaktionsform zu verwenden ist, desto höher gestaltet sich die Bereitschaft der Wiederverwendung.

H₀: Es gibt keinen Zusammenhang zwischen der Einfachheit der Anwendung des Systems/der Interaktionsform und der Bereitschaft zur Wiederverwendung.

Ursprünglich war die Berücksichtigung der in Tabelle 3: Ursprünglich angedachte Kennzahlen, aufgelisteten Kennzahlen beabsichtigt.

ID	Bezeichnung	Messgröße
1	Gesamtdauer	Min
2	Durchlaufzeit/Abschnitt (= Szenario)	Min
3	Fragen der TeilnehmerInnen	#
4	Unvorhergesehene Eingriffe der BeobachterInnen	#
5	Fehlversuche der TeilnehmerInnen	#
6	Wechsel von Life- zu Imageview (Szenario 2)	#

Tabelle 3: Ursprünglich angedachte Kennzahlen.

Im Rahmen der Evaluierung hat sich gezeigt, dass lediglich die Kennzahlen Gesamtdauer und Durchlaufzeit/Abschnitt einen Mehrwert hinsichtlich der Datenauswertung schaffen.

4.4.2 Kontextbasierte Evaluationsszenarien

Die Evaluierung wird im Rahmen einer Datenbrillenstudie an der Pilotfabrik der TU Wien durchgeführt. Dieser Studie sollten initial drei Evaluationsszenarien zugrunde liegen, welche nachfolgend kurz beschrieben werden. Nähere Informationen zu der verwendeten Hardware und Software finden sich in den Kapiteln 4.2 Hardwarekomponente und 4.3 Softwarekomponente.

Szenario 01: Werkzeug auswählen & vermessen

Bei diesem Szenario wird Google Glass und eine eigens für diesen Anwendungsfall entwickelte Applikation verwendet. Der/Die ProbandIn bekommt per Datenbrille Anweisungen übermittelt, welche Schritte zur Messung eines Werkzeugs benötigt werden. Der/Die ProbandIn navigiert per Touch-Steuerung zur jeweils nächsten Anweisung. Der Messvorgang wird mithilfe des Einstell- und Messgerätes Zoller Venturion 600 durchgeführt.

In Abbildung 28: Szenario 01 – visuelle Darstellung wird ein Überblick über das Szenario bereitgestellt.

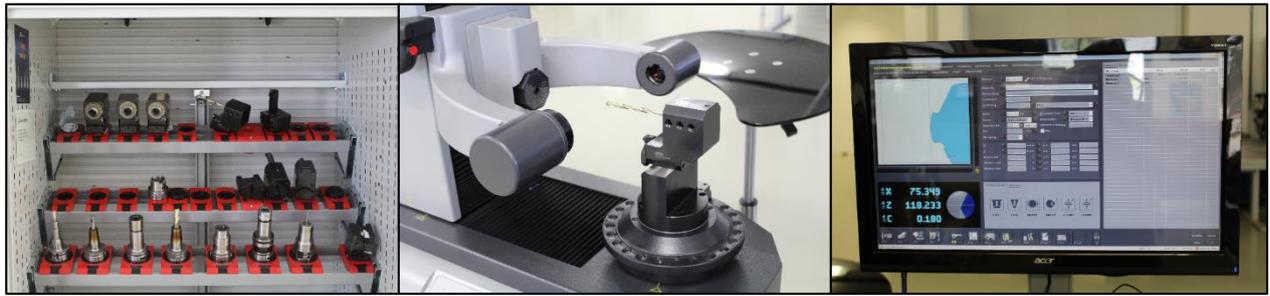


Abbildung 28: Szenario 01 – visuelle Darstellung.

Ziele/Nichtziele

Bereits zu Beginn des Szenarios soll der/die ProbandIn in der Lage sein, das richtige Werkzeug für den Messvorgang auszuwählen. Das Ergebnis besteht in einem dokumentierten Z-Wert. Dieser Wert soll via Sprachaufnahme und Foto dokumentiert sein. Evtl. benötigte Eingriffe des Beobachters/der Beobachterin sollten nicht oder zumindest nur geringfügig auftreten. Es besteht nicht die Absicht, verschiedene Anwendungsfälle mit der entwickelten Applikation zu adressieren.

Prozessbeschreibung

Der zu durchlaufende Prozess gliedert sich in folgende Schritte:

- a. Bohrer (7er) aus dem Werkzeugschrank entnehmen
- b. Bohrer auf der Werkzeugaufnahmespindel platzieren
- c. Optikträger einrichten (horizontale rote Linie an den Rand des Bohrers – in blau abgebildet)
- d. Messung durchführen (F4)
- e. Das Quermaß (Z-Wert) dokumentieren

In Abbildung 29: Szenario 01 – Prozessdarstellung wird der Prozess grafisch veranschaulicht.

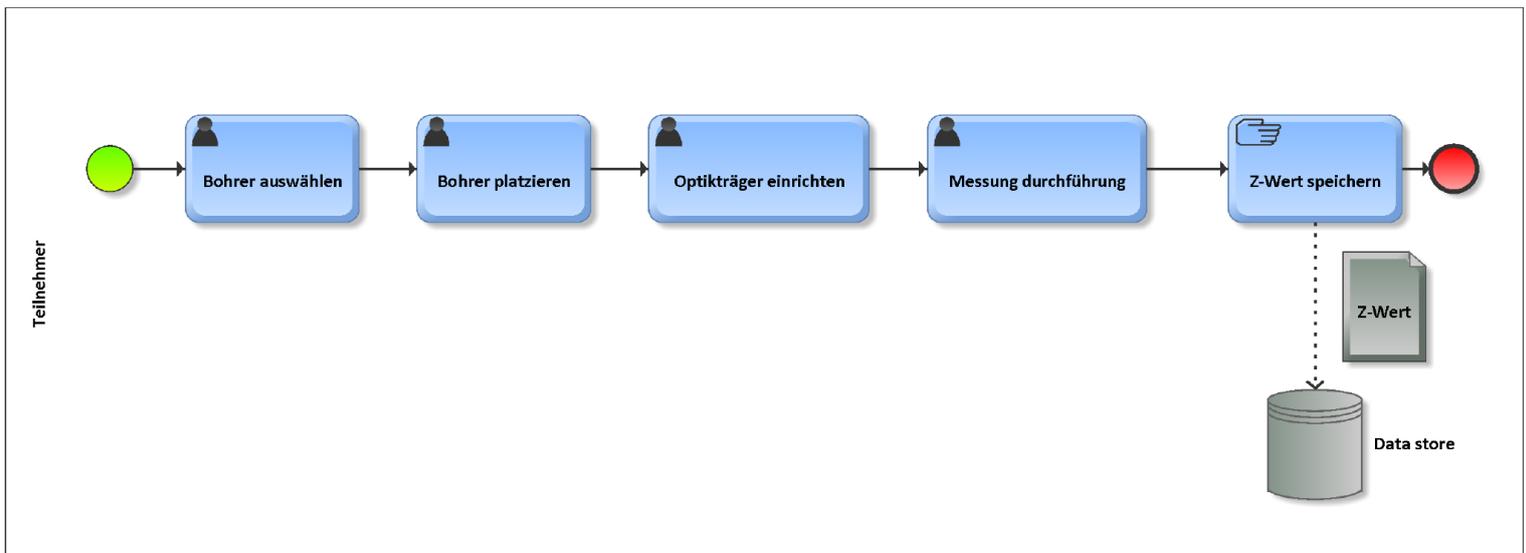


Abbildung 29: Szenario 01 – Prozessdarstellung.

Szenario 02: Werkzeugwechsel

Bei dem Werkzeugwechsel kommt die Vuzix M100 Datenbrille und eine von einer Partnerfirma zur Verfügung gestellte Applikation zum Einsatz. Bei dieser Applikation handelt es sich um den evoCall. Durch die Verwendung der Applikation kann der/die TeilnehmerIn durch Audio sowie durch eine visuell aufbereitete Hilfestellung durch das Szenario geführt werden. Der Werkzeugwechsel wird an einer EMCO Maxxturn 45 durchgeführt.

In Abbildung 30: Szenario 02 – visuelle Darstellung wird ein Überblick über den Werkzeugwechsel gegeben.

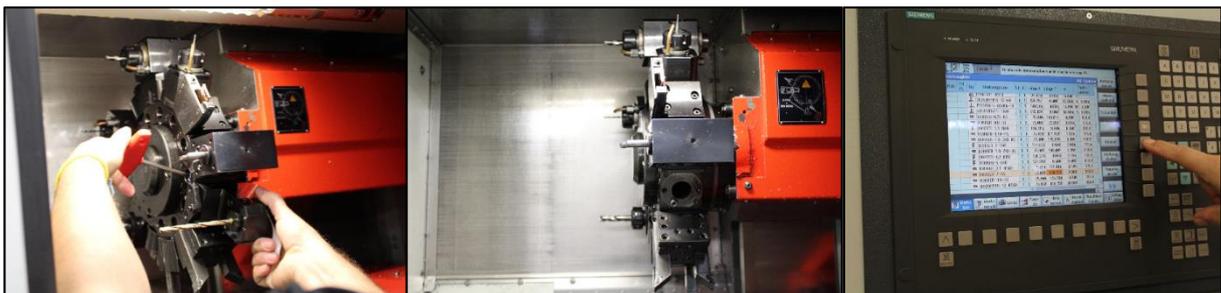


Abbildung 30: Szenario 02 – visuelle Darstellung.

Ziele/Nichtziele

TeilnehmerInnen, welche bis dato noch keinen Werkzeugwechsel selbst durchgeführt und darüber hinaus keine Einschulung erhalten haben, sollen in die Lage versetzt werden, diesen eigenständig unter Anleitung durchzuführen. Die teilnehmende Beobachtung erfolgt aus der Ferne und zur Kommunikation wird ausschließlich die Applikation evoCall herangezogen. Ein Test der Anwendung erfolgt beiläufig. Eine Systemprüfung entspricht nicht dem Kernaufgabengebiet des Szenarios.

Prozessbeschreibung

Der zu durchlaufende Prozess gliedert sich in folgende Schritte:

- a. Remote Call starten
- b. Werkzeugträger auf Platz 9 einschwenken
- c. Platz 9 mit dem Bohrer beladen
- d. Beladung am Steuersystem durchführen
- e. Den Z-Wert des Bohrers konfigurieren
- f. Entladung am Steuersystem durchführen
- g. Platz 9 entladen

In Abbildung 31: Szenario 02 – Prozessdarstellung wird der Prozess grafisch veranschaulicht.

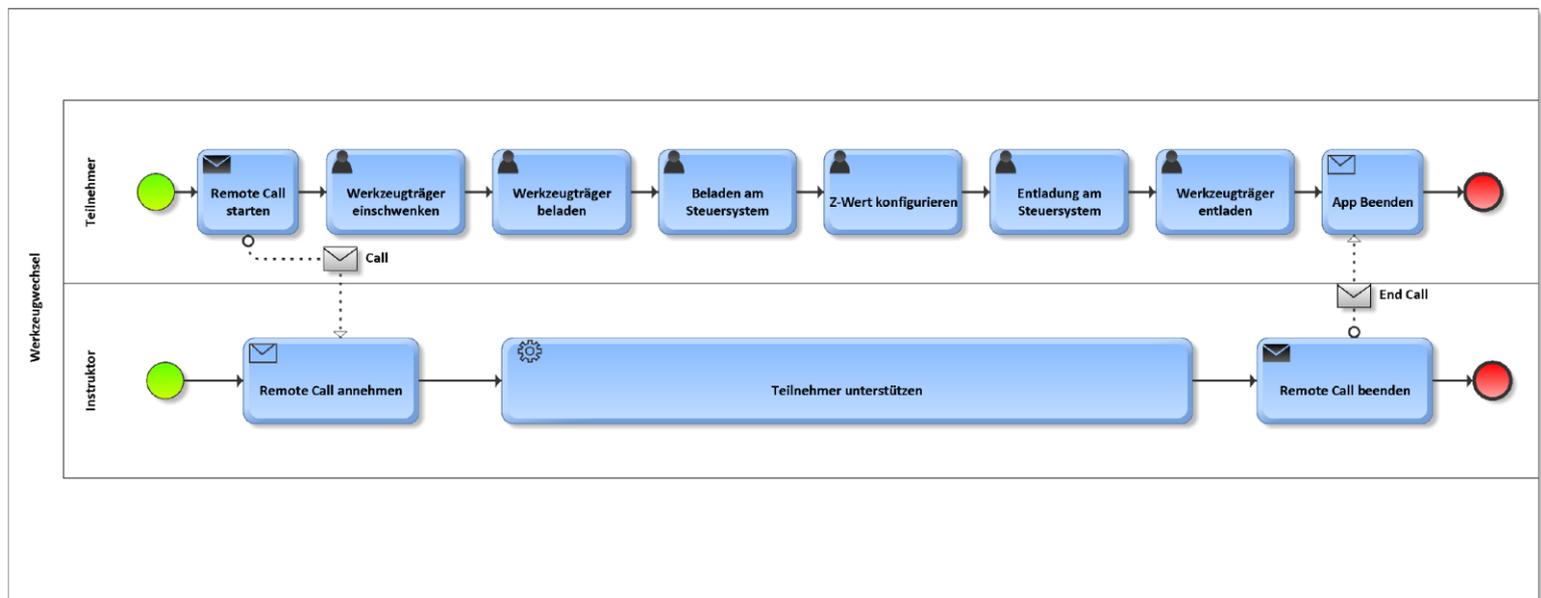


Abbildung 31: Szenario 02 – Prozessdarstellung.

Szenario 03: Werkstück vermessen

Bei diesem Szenario wird Google Glass und eine eigens für diesen Anwendungsfall entwickelte Applikation verwendet. Der/Die ProbandIn bekommt per Datenbrille Anweisungen übermittelt, welche Messpunkte eines Werkstücks zu prüfen sind. Er/Sie navigiert per Sprachsteuerung zur jeweils nächsten Anweisung. Die Messung wird unter Verwendung einer Schieblehre durchgeführt.

In Abbildung 32: Szenario 03 – visuelle Darstellung wird ein Überblick über das Szenario gegeben.

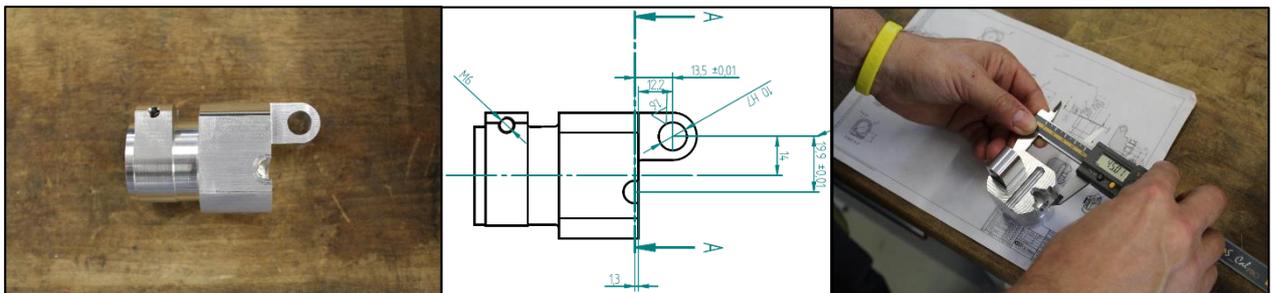


Abbildung 32: Szenario 03 – visuelle Darstellung.

Ziele/Nichtziele

Bereits zu Beginn des Szenarios soll der/die ProbandIn in der Lage sein, die Sprachsteuerung nach nur kurzer Einweisung zu verwenden. Das Ergebnis besteht in einem via Foto dokumentierten Messwert. Zur Aufnahme des Bildes wird ein eigens implementierter Direktzugriff auf die Kamera verwendet. Evtl. benötigte Eingriffe des Beobachters/der Beobachterin sollten nicht oder zumindest nur geringfügig auftreten. Es besteht nicht die Intention, verschiedene Werkstücke mit der entwickelten Applikation zu prüfen.

Prozessbeschreibung

Der zu durchlaufende Prozess gliedert sich in folgende Schritte:

- a. Messbereich auf Überblicksskizze lokalisieren
- b. Sollwert von Skizze ablesen
- c. Messung durchführen
- d. Istwert via Foto dokumentieren
- e. Für weitere Messungen wiederholen

In Abbildung 33: Szenario 03 – Prozessdarstellung wird der Prozess grafisch veranschaulicht.

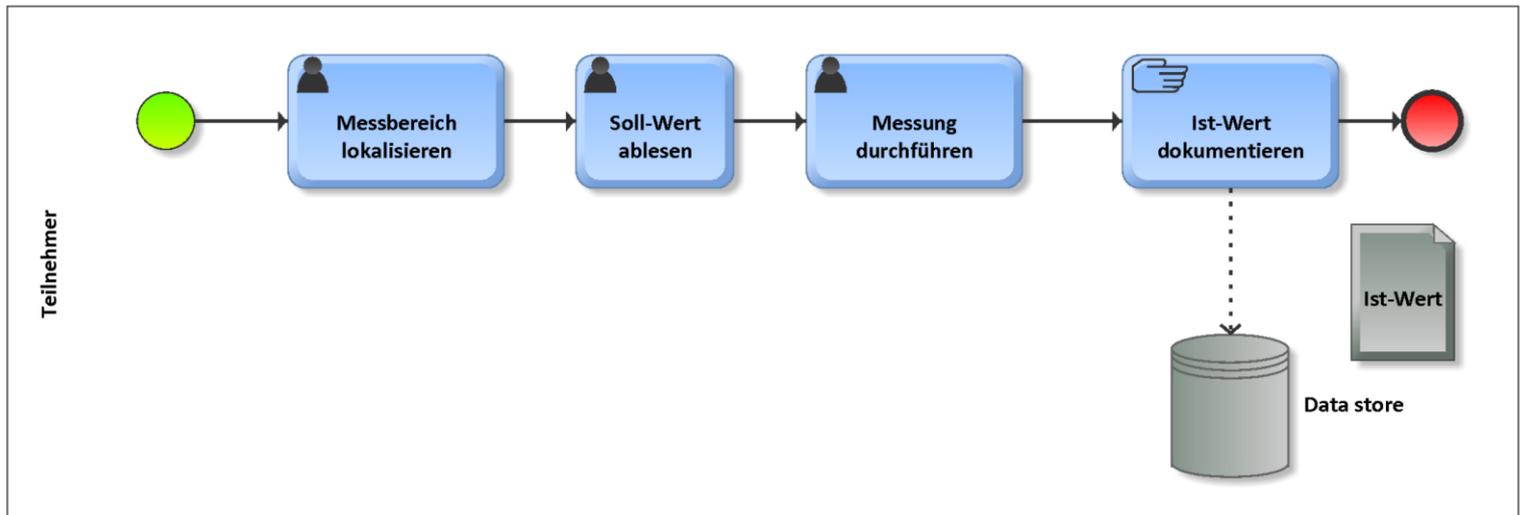


Abbildung 33: Szenario 03 – Prozessdarstellung.

Erforderliche Anpassung des Ablaufs der Szenarien

Vor der Durchführung der Datenbrillenstudie wurde eine technische Überprüfung hinsichtlich der Durchführbarkeit der Szenarien durchlaufen. Es zeigte sich, dass Szenario 02: Werkzeugwechsel einige Auffälligkeiten aufwies. Primär ist diesbezüglich Folgendes anzuführen:

- Dauer der Durchführung
- Erforderliche handwerkliche Fähigkeiten
- Verletzungsrisiko
- Mögliche Beschädigungen an der Werkzeugmaschine

Nachdem das Pro und das Kontra angeführt wurden, entschloss man sich, das Szenario 02: Werkzeugwechsel nicht in die Datenbrillenstudie aufzunehmen. Um die Applikation der Partnerfirma evoCall dennoch innerhalb der Studie berücksichtigen zu können, wird zum Ausgleich das Szenario 01: Werkzeugvermessung zweimal durchgeführt. Um einem möglichen Lerneffekt und einem negativen Einfluss auf die Auswertung vorzubeugen, wurden spezifische Maßnahmen eingeleitet. Details diesbezüglich finden sich in Kapitel 5 Limitationen und zukünftige Forschungsfelder.

In Abbildung 34: Adaptierter Ablauf der Datenbrillenstudie wird der angepasste und finale Ablauf der Datenbrillenstudie hinsichtlich der kontextbasierten Evaluationsszenarien beschrieben.

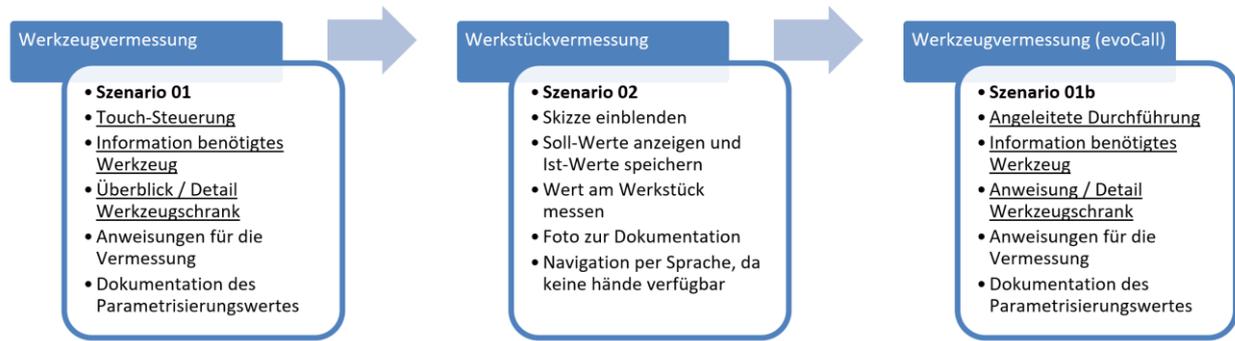


Abbildung 34: Adaptierter Ablauf der Datenbrillenstudie.

4.4.3 Charakteristika des Artefakts

Bei dem Artefakt handelt es sich um zwei Android Apps für Google Glass. Zur Implementierung der Glassware wurden das Android Studio 2.1.2 und Android 4.4 API Level 19 verwendet.

Zur Anzeige von Texten werden dem Standard entsprechend Ressourcen in der Datei strings.xml definiert und Bilder in dem Ordner drawable abgelegt. In Listing 1: Ressourceneintrag wird ein Ressourceneintrag beispielhaft dargestellt.

```
<resources>
<string name="doc_val">Z-Wert dokumentieren</string>
</resources>
```

Listing 1: Ressourceneintrag.

Bei der Verwendung von Bildern ist auf den Speicherbedarf Rücksicht zu nehmen. Aufgrund des ohnedies kleinen Displays ist eine Auflösung von etwa 700 x 400 Pixel absolut ausreichend. Wenn Bilder nicht auf eine entsprechende Auflösung reduziert werden, ist der Speicherbedarf möglicherweise zu groß, was zu einem Absturz der Applikation zur Laufzeit führt.

Das Paket com.campus02.andreas.szenario01 enthält – wie in Abbildung 35: Paketstruktur der Android-Anwendung dargestellt – zwei Unterverzeichnisse: Anleitung und Demo. Dadurch kann eine übersichtliche Ablage der einzelnen Quellcodedateien gewährleistet werden.

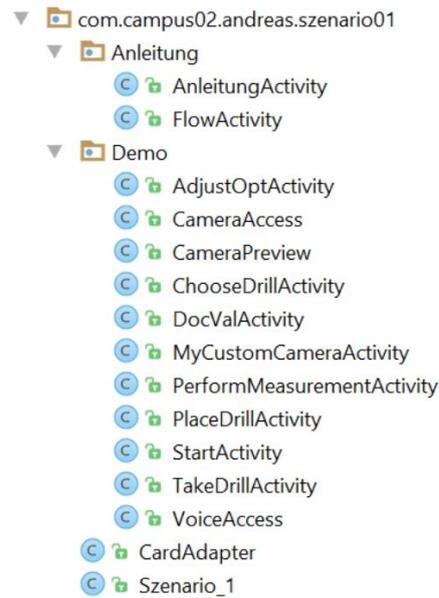


Abbildung 35: Paketstruktur der Android-Anwendung.

Mit dem Glassware flow designer stellt Google ein wertvolles Werkzeug zur Visualisierung von Anwendungen für Google Glass kostenfrei zur Verfügung. In Abbildung 36: Darstellung Glassware flow designer sind zwei Workflowschritte, inklusive Details des ersten Szenarios, dargestellt.



Abbildung 36: Darstellung Glassware flow designer.

Die vollständigen Glassware flow designs beider Szenarien finden sich im Anhang. An dieser Stelle wird darauf hingewiesen, dass die Ausrufezeichen in runden Klammern bei den Anwendungen nicht wiederzufinden sind. Diese Ausrufezeichen sind stellvertretend für das

Stapel-Kennzeichen eingebracht worden, welches durch eine weiße rechte obere Ecke dargestellt wird (siehe Abbildung 37: Karte Hauptprozessablauf).



Abbildung 37: Karte Hauptprozessablauf.

In Listing 2: Aktivierung des Stackindicators wird die Implementierung innerhalb des Quellcodes dargestellt. Bei der Erstellung des CardBuilders ist die Methode `showStackIndicator` mit dem Parameter `true` aufzurufen.

```
private List<CardBuilder> createCards(Context context) {  
    ArrayList<CardBuilder> cards = new ArrayList<CardBuilder>();  
  
    cards.add(new CardBuilder(context, CardBuilder.Layout.TEXT)  
        .setText(R.string.take_drill)  
        .setFootnote(R.string.se_n)  
        .showStackIndicator(true)  
    );  
  
    return cards;  
}
```

Listing 2: Aktivierung des Stackindicators.

Ein zentrales und bedeutendes Element von Glassware stellt die `AndroidManifest.xml`-Datei dar. Innerhalb dieser Datei werden vor allem Berechtigungen und Aktivitäten, welche bei der Bereitstellung auf dem Google Glass zur Verfügung stehen sollen, definiert. In Listing 3: Berechtigungen XML-Manifest-Datei werden die für das Artefakt benötigten Berechtigungen angeführt.

```

<manifest xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    package="com.campus02.andreas.szenario01">

<uses-permission android:name="com.google.android.glass.permission.DEVELOPMENT" />
<uses-permission android:name="android.permission.CAMERA" />
<uses-permission android:name="android.permission.RECORD_AUDIO" />
<uses-permission android:name="android.permission.WRITE_EXTERNAL_STORAGE" />
<uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_FINE_LOCATION" />

</manifest>
    
```

Listing 3: Berechtigungen XML-Manifest-Datei.

In Tabelle 4: Übersicht Android-Berechtigungen wird ein Überblick über gängige Berechtigungen der Android API bereitgestellt. Wenn man einer Applikation Berechtigungen erteilt, ist es erforderlich, mit Bedacht vorzugehen. Im Allgemeinen sollten ausschließlich tatsächlich benötigte Berechtigungen erteilt werden.

Berechtigungsgruppe	Berechtigung
CALENDAR	<ul style="list-style-type: none"> • READ_CALENDAR • WRITE_CALENDAR
CAMERA	<ul style="list-style-type: none"> • CAMERA
CONTACTS	<ul style="list-style-type: none"> • READ_CONTACTS • WRITE_CONTACTS • GET_ACCOUNTS
LOCATION	<ul style="list-style-type: none"> • ACCESS_FINE_LOCATION • ACCESS_COARSE_LOCATION
MICROPHONE	<ul style="list-style-type: none"> • RECORD_AUDIO
PHONE	<ul style="list-style-type: none"> • READ_PHONE_STATE • CALL_PHONE • READ_CALL_LOG • WRITE_CALL_LOG • ADD_VOICEMAIL • USE_SIP • PROCESS_OUTGOING_CALLS
SENSORS	<ul style="list-style-type: none"> • BODY_SENSORS
SMS	<ul style="list-style-type: none"> • SEND_SMS • RECEIVE_SMS • READ_SMS • RECEIVE_WAP_PUSH • RECEIVE_MMS
STORAGE	<ul style="list-style-type: none"> • READ_EXTERNAL_STORAGE • WRITE_EXTERNAL_STORAGE

Tabelle 4: Übersicht Android-Berechtigungen. (Google, 2016).

Der zweite wesentliche Bestandteil von AndroidManifest.xml-Dateien betrifft Aktivitäten. In Listing 4: XML-Manifest-Datei – Activity Tag wird die Position sowie der Aufbau des Activity-Tags näher beschrieben.

```
<manifest xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    package="com.campus02.andreas.szenario01">

    <application
        android:allowBackup="true"
        android:icon="@mipmap/ic_launcher"
        android:label="@string/app_name"
        android:supportsRtl="true">
        //android:theme="@style/AppTheme">

        <activity
            android:name=".Szenario_1"
            android:icon="@drawable/ic_glass_logo"
            android:label="@string/title_activity_szenario_1">
            <intent-filter>
                <action android:name="com.google.android.glass.action.VOICE_TRIGGER" />
            </intent-filter>

            <meta-data
                android:name="com.google.android.glass.VoiceTrigger"
                android:resource="@xml/voice_trigger_show_me_a_demo" />
        </activity>

        <activity android:name=".Anleitung.AnleitungActivity"
            android:exported="true"
        />

        <activity android:name=".Demo.DocValActivity"
            android:exported="true"
        />

    </application>

</manifest>
```

Listing 4: XML-Manifest-Datei – Activity Tag.

Bei der Neuanlage einer Aktivität wird diese Aktivität nicht automatisiert in der AndroidManifest.xml-Datei erfasst. Häufig wird übersehen, diesen Schritt manuell durchzuführen. Wenn Aktivitäten zur Laufzeit nicht zur Verfügung stehen, empfiehlt es sich, gleich zu Beginn die Einträge in der AndroidManifest.xml-Datei zu prüfen.

Aufgrund der vielfachen Verwendung ist der Klasse CardAdapter.java eine bedeutende Rolle zuzuschreiben. In Listing 5: Übersicht CardAdapter.java werden die Inhalte jener Klasse dargestellt.

```
public class CardAdapter extends CardScrollAdapter {  
    final List<CardBuilder> mCards;  
  
    public CardAdapter(List<CardBuilder> cards) {  
        mCards = cards;  
    }  
  
    @Override  
    public int getCount() {  
        return mCards.size();  
    }  
  
    @Override  
    public Object getItem(int position) {  
        return mCards.get(position);  
    }  
  
    @Override  
    public View getView(int position, View convertView, ViewGroup parent) {  
        return mCards.get(position).getView(convertView, parent);  
    }  
  
    @Override  
    public int getViewTypeCount() {  
        return CardBuilder.getViewTypeCount();  
    }  
  
    @Override  
    public int getItemViewType(int position) {  
        return mCards.get(position).getItemViewType();  
    }  
  
    @Override  
    public int getPosition(Object item) {  
        for (int i = 0; i < mCards.size(); i++) {  
            if (getItem(i).equals(item)) {  
                return i;  
            }  
        }  
        return AdapterView.INVALID_POSITION;  
    }  
}
```

Listing 5: Übersicht CardAdapter.java.

Die Klasse CardAdapter.java ermöglicht die Verwaltung von Karten über die Datenstruktur einer Liste. Unter Karten versteht man Ansichten, welche in CardScrollAdapttern zusammengefasst werden, um eine intuitive Navigation zu ermöglichen. Würde man die Methoden der Klasse CardAdapter.java nicht in eine eigene Klasse auslagern, müssten diese in allen Klassen, die einen CardScrollAdapter verwenden, implementiert werden. Die Verwendung der Eigenimplementierung des CardAdapters wird nachfolgend im Rahmen des Szenarios 01 näher erläutert.

Die Android-Applikationen von Szenario 01 und Szenario 02 weisen grundsätzlich eine sehr ähnliche Struktur auf. Sie unterscheiden sich durch die Interaktionsform und durch die genutzte Implementierung des Kamerazugriffs.

Szenario 01

In Szenario 01 werden die Touch-Navigation und Standard-Intents für den Zugriff auf die Kamera und die Sprachaufnahme genutzt.

```
public class Szenario_1 extends Activity {

    private CardScrollView mCardScroller;
    private CardScrollAdapter mAdapter;

    static final int START = 0;
    static final int ANLEITUNG = 1;

    @Override
    protected void onCreate(Bundle bundle) {
        super.onCreate(bundle);

        getWindow().addFlags(WindowManager.LayoutParams.FLAG_KEEP_SCREEN_ON);

        mAdapter = new CardAdapter(createCards(this));
        mCardScroller = new CardScrollView(this);
        mCardScroller.setAdapter(mAdapter);

        setContentView(mCardScroller);
        setCardScrollerListener();
    }

    private List<CardBuilder> createCards(Context context) {

        ArrayList<CardBuilder> cards = new ArrayList<CardBuilder>();

        cards.add(START, new CardBuilder(context, CardBuilder.Layout.CAPTION)
            .setText(R.string.start)
            .setIcon(R.drawable.ic_world_50)
            .setAttributionIcon(R.drawable.ft)
        );

        cards.add(ANLEITUNG, new CardBuilder(context, CardBuilder.Layout.CAPTION)
            .setText(R.string.anleitung)
            .setIcon(R.drawable.ic_help_50)
            .setAttributionIcon(R.drawable.lt)
        );

        return cards;
    }

    @Override
    protected void onResume() {
        super.onResume();
        mCardScroller.activate();
    }

    @Override
    protected void onPause() {
        mCardScroller.deactivate();
        super.onPause();
    }

    private void setCardScrollerListener() {
        mCardScroller.setOnItemClickListener(new AdapterView.OnItemClickListener() {

            @Override
            public void onItemClick(AdapterView<?> parent, View view, int position,
```

```
        long id) {
    int soundEffect = Sounds.TAP;
    switch (position) {

        case START:
            startActivity(new Intent(Szenario_1.this,
                                    StartActivity.class));
            break;

        case ANLEITUNG:
            startActivity(new Intent(Szenario_1.this,
                                    AnleitungActivity.class));
            break;

        default:
            soundEffect = Sounds.ERROR;
    }

    AudioManager am = (AudioManager) getSystemService(Context.AUDIO_SERVICE);
    am.playSoundEffect(soundEffect);
    });
}
}
```

Listing 6: Übersicht Szenario_01.java.

Wie in Listing 6: Übersicht Szenario_01.java dargestellt, ist die Klasse Szenario_1.java von der Basisklasse Activity abgeleitet. Daraus ergibt sich, dass folgende Methoden überschrieben werden müssen:

- **protected void** onCreate(Bundle bundle){...}
- **protected void** onResume() {...}
- **protected void** onPause() {...}

Die Methode setCardScrollerListener(){...} ist für die Auswahl und den Aufruf des gewünschten Intents zuständig. Sollte kein passender Intent verfügbar sein, wird ein Error Sound per AudioManager wiedergegeben. Ansonsten wird ein TAP-Geräusch abgespielt. Die Methoden onResume(){...} und onPause(){...} werden für die Navigation innerhalb des CardScrollers verwendet. Da diese beiden Methoden bei einer Ableitung der Basisklasse Activity obligatorisch zu überschreiben sind, stehen sie ebenfalls in Szenario 02 im Rahmen der Sprachsteuerung zur Verfügung.

Die Methode createCards(Context context){...} liefert eine Liste der zur Darstellung erforderlichen Karten zurück.

onCreate(Bundle bundle) ist die erste Methode, die bei dem Aufruf einer Klasse ausgeführt wird. Innerhalb dieser Methode wird der CardAdapter erstellt und dem CardScroller zugewiesen. Zudem wird die Erstellung des CardScrollerListeners initiiert. Hervorheben möchte ich ebenfalls

das Setzen des „FLAG_KEEP_SCREEN_ON“-Kennzeichens. Ohne diese Option würde sich das Display nach einem definierten Zeitraum abschalten.

Wie zu Beginn des Abschnitts erwähnt, werden zwei Standard-Intents verwendet: Zugriff auf die Kamera und Sprachaufnahme. Der dafür benötigte Aufruf wird in Listing 7: Aufruf der Standard-Intents dargestellt.

```
private void takePicture() {
    Intent intent = new Intent(MediaStore.ACTION_IMAGE_CAPTURE);
    startActivityForResult(intent, TAKE_PICTURE_REQUEST);
}

private void displaySpeechRecognizer() {
    Intent intent = new Intent(RecognizerIntent.ACTION_RECOGNIZE_SPEECH);
    startActivityForResult(intent, SPEECH_REQUEST);
}
```

Listing 7: Aufruf der Standard-Intents.

Für den Kameraaufruf wird via MediaStore auf den Befehl „ACTION_IMAGE_CAPTURE“ zugegriffen. Für den Aufruf Sprachaufnahme ist via RecognizerIntent der Befehl „ACTION_RECOGNIZE_SPEECH“ zu verwenden.

Szenario 02

In Szenario 02 wird die Sprachnavigation und eine Eigenimplementierung für den Zugriff auf die Kamera verwendet.

Die Sprachnavigation zeichnet sich dadurch aus, dass der Befehl „OK Glass“ zum Öffnen des Kontextmenüs benötigt wird. In diesem Kontextmenü finden sich – wie in Abbildung 38: Kartenansicht Sprachsteuerung dargestellt – schließlich die definierten Befehle zur Navigation.



Abbildung 38: Kartenansicht Sprachsteuerung.

Nachfolgende Befehle werden im Rahmen der Applikation zur Navigation verwendet:

- Start Demo
- Show Instructions
- Go forward
- Go back
- Help with this
- Return this
- Take a picture

Aus Gründen der einheitlichen Erstellung von Applikationen und zur Gewährleistung eines guten Laufzeitverhaltens sollen prinzipiell im Standard definierte Sprachbefehle verwendet werden.

Auf Quellcodeebene sind folgende Punkte zu beachten: Die Bereitstellung der Sprachnavigation wird, wie in Listing 8: Quellcode Anpassungen Sprachsteuerung beschrieben, bereits in der Methode onCreate durch den requestFeature-Aufruf definiert.

```
protected void onCreate(Bundle bundle) {
    super.onCreate(bundle);

    getWindow().requestFeature(WindowUtils.FEATURE_VOICE_COMMANDS);

    getWindow().addFlags(WindowManager.LayoutParams.FLAG_KEEP_SCREEN_ON);

    mCardScroller = new CardScrollView(this);
    mCardScroller.setAdapter(new CardAdapter(createCards(this)));

    setContentView(mCardScroller);
}
```

Listing 8: Quellcode Anpassungen Sprachsteuerung.

Der Aufruf des Kontextmenüs und die Auswahl der zu erstellenden Aktivität sind nachfolgend in Listing 9: Aufruf Kontextmenüs, Sprachsteuerung dargestellt.

```
public boolean onCreatePanelMenu(int featureId, Menu menu){
    if (featureId == WindowUtils.FEATURE_VOICE_COMMANDS
        || featureId == Window.FEATURE_OPTIONS_PANEL) {
        getMenuInflater().inflate(R.menu.details, menu);
        return true;
    }
    return super.onCreatePanelMenu(featureId, menu);
}
```

```

public boolean onOptionsItemSelected(int featureId, MenuItem item) {
    if (featureId == WindowUtils.FEATURE_VOICE_COMMANDS
        || featureId == Window.FEATURE_OPTIONS_PANEL) {
        switch (item.getItemId()) {
            case R.id.go_forward:
                startActivity(new Intent(TargetOneActivity.this,
                    MeasureActivity.class));

                finish();
                break;
            case R.id.help_with_this:
                mCardScroller.setSelection(1);
                break;
            case R.id.go_back:
                startActivity(new Intent(TargetOneActivity.this,
                    LocateActivity.class));

                finish();
                break;
        }
        return true;
    }
    return super.onOptionsItemSelected(featureId, item);
}

```

Listing 9: Aufruf Kontextmenüs, Sprachsteuerung.

Innerhalb der Methode onOptionsItemSelected(...) wird die ausgewählte Aktivität gestartet. Die Methode onCreatePanelMenu(...) öffnet zunächst das Kontextmenü. Hervorzuheben ist an dieser Stelle die Methode inflate(R.menu.details, menu). Der erste Parameter entspricht einer xml-Datei. In Listing 10: XML-Layout, Kontextmenü ist für das oben angeführte Beispiel eine passende xml-Datei beschrieben.

```

<menu xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android">
    <item android:id="@+id/go_forward"
        android:title="Go forward" />
    <item android:id="@+id/help_with_this"
        android:title="Help with this" />
    <item android:id="@+id/go_back"
        android:title="Go back" />
</menu>

```

Listing 10: XML-Layout, Kontextmenü.

Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal der beiden Applikationen besteht in dem Zugriff auf die Kamera. In Szenario 01 wurde der von Google bereitgestellte Intent verwendet. Im nachfolgenden Listing 11: Direktzugriff & Speicherroutine Kamera wird die Implementierung des direkten Zugriffs auf die Kamera erläutert. Der Vorteil bei dieser Realisierung liegt darin, dass man vor der Erstellung der Aufnahme bereits den Inhalt des Bildes am Display vor sich hat.

```

private void takePicture() {
    Intent intent = new Intent(MediaStore.ACTION_IMAGE_CAPTURE);
    startActivityForResult(intent, TAKE_PICTURE_REQUEST);
}

```

```

protected void onActivityResult(int requestCode, int resultCode, Intent data) {
    if (requestCode == TAKE_PICTURE_REQUEST && resultCode == RESULT_OK) {
        String thumbnailPath = data.getStringExtra(Intent.EXTRA_THUMBNAIL_FILE_PATH);
        String picturePath = data.getStringExtra(Intent.EXTRA_PICTURE_FILE_PATH);

        processPictureWhenReady(picturePath);
    }

    super.onActivityResult(requestCode, resultCode, data);
}

private void processPictureWhenReady(final String picturePath) {
    final File pictureFile = new File(picturePath);

    if (pictureFile.exists()) {
        //NOTHING
    } else {

        final File parentDirectory = pictureFile.getParentFile();
        FileObserver observer = new FileObserver(parentDirectory.getPath(),
            FileObserver.CLOSE_WRITE | FileObserver.MOVED_TO) {

            private boolean isFileWritten;

            public void onEvent(int event, String path) {
                if (!isFileWritten) {
                    File affectedFile = new File(parentDirectory, path);
                    isFileWritten = affectedFile.equals(pictureFile);

                    if (isFileWritten) {
                        stopWatching();

                        runOnUiThread(new Runnable() {
                            public void run() {
                                processPictureWhenReady(picturePath);
                            }
                        });
                    }
                }
            }
        };
        observer.startWatching();
    }
}

```

Listing 11: Direktzugriff & Speicheroutine Kamera.

Der dem Kameradirektzugriff zugrunde liegende Intent ist ACTION_IMAGE_CAPTURE. Nachdem via Sprachbefehl das Foto erstellt wurde, wird innerhalb der Methode processPictureWhenReady(...) ein FileObserver zur Speicherung des Bildes direkt am mobilen Device erstellt. Wenn die Datei nicht bereits existiert, wird sie in dem lokalen Dateisystem erstellt.

4.4.4 Methodik der empirischen Datenerhebung und Evaluierung

Die Datenerhebung untergliedert sich in eine Pre- und in eine Post-Erhebung. Diese Teilung ermöglicht die Erfassung der Erwartungshaltung vor dem Durchlauf der Szenarien und in dieser Form die Prüfung der Erfüllung der individuellen Erwartungen gegenüber der Verwendung von Datenbrillen. Ein weiterer Vorteil einer Befragung vor dem Experiment besteht in der Möglichkeit, bei Nichterhalt des ausgefüllten Fragebogens die TeilnehmerInnen an die Onlinebefragung sowie an den vereinbarten Termin erinnern zu können. Durch dieses Vorgehen gelang es, dass 30 der geplanten 31 TeilnehmerInnen ihre Termine wahrgenommen haben. Für die Person, welche kurzfristig bedauerlicherweise absagen musste, fand sich spontan adäquater Ersatz. Die Stichprobe setzt sich primär aus ProfessorInnen, wissenschaftlichen Hilfskräften, Projekt- und UniversitätsassistentInnen der TU Wien zusammen. Dies ermöglicht eine gute Kommunikation zu den TeilnehmerInnen, in dem durchaus ein Faktor, der zur hohen Beteiligung an der Studie geführt hat, zu sehen ist. Die Aufteilung der Geschlechter ist der Abbildung 39: Aufteilung der Geschlechter zu entnehmen.

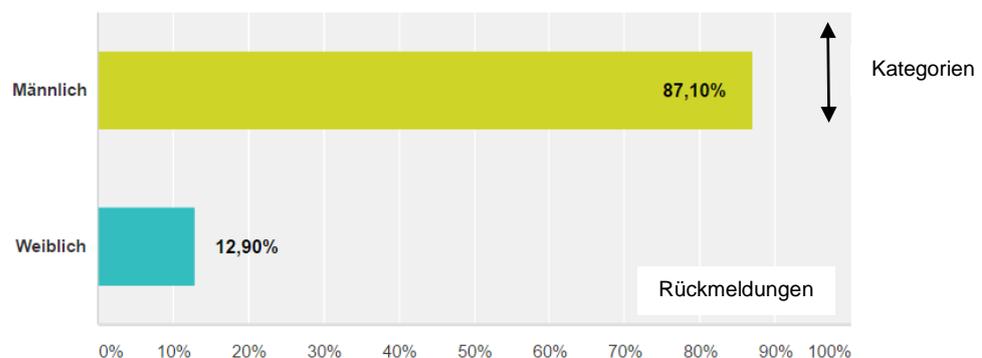


Abbildung 39: Aufteilung der Geschlechter.

Die Fragen sind – wie in Abbildung 40: Aufbau Fragebogen dargestellt – grundsätzlich konsensorientiert in Matrixform aufgebaut.

	Stimme nicht zu	Stimme eher nicht zu	Weder noch	Stimme eher zu	Stimme zu
Die Touch-Steuerung war einfach zu bedienen.	<input type="radio"/>				
Es war einfach, mich an die Touch-Steuerung zu gewöhnen.	<input type="radio"/>				
Die Touch-Steuerung hat mich bei der Navigation gut unterstützt.	<input type="radio"/>				

Abbildung 40: Aufbau Fragebogen.

Die Beantwortung beider Fragebögen sollte jeweils nicht mehr als 15 Minuten in Anspruch nehmen. Hinsichtlich des Zeitlimits erlaubt die Teilung der Befragung eine größere Anzahl an Fragen. Beide Fragebögen und die Ergebnisse sind in ANHANG B - 2. Anhang zur Einsichtnahme beigelegt.

Pre-Erhebung

Im Rahmen der Pre-Erhebung werden folgende Aspekte berücksichtigt:

- Demografische Daten
- Persönlichkeitsmerkmale
- Erwartungshaltung und Erfahrung in Bezug auf Datenbrillen

Der Fragenblock zur Erfassung der Persönlichkeitsmerkmale ist entsprechend der „50-item IPIP version of the Big Five Markers“ nach Goldberg, 1992 strukturiert. Die Daten dieses Abschnitts würden die Zuordnung der gewonnenen Erkenntnisse zu dem Fünf-Faktoren-Modell ermöglichen und in diesem Sinne weitere Auswertungen erlauben. Es besteht allerdings Verständnis dafür, wenn TeilnehmerInnen es vorziehen, diese Fragen aus persönlichen Gründen nicht zu beantworten. Aus diesem Grund wurden diesbezügliche Fragen optional gesetzt.

Diese fünf Faktoren sind inkl. alternativer Begriffe zum besseren Verständnis nachfolgend aufgelistet.

- Extraversion
 - Geselligkeit, Aktivität und Durchsetzungsfähigkeit
- Verträglichkeit
 - Bescheidenheit, Vertrauen und Entgegenkommen
- Gewissenhaftigkeit
 - Selbstdisziplin, Pflichtbewusstsein, Ordnung
- Neurotizismus
 - Impulsivität, Depression und Reizbarkeit
- Offenheit
 - für Erfahrungen, Ideen, Gefühle

Post-Erhebung

Die Post-Erhebung dient der Erhebung der Erfahrungen/Erkenntnisse aus der Evaluierung an der Pilotfabrik. Um einen Zusammenhang zwischen der Pre- und der Post-Befragung herstellen zu können, werden Vor- und Nachname herangezogen. Im Gegensatz zur Pre-Befragung ist die

Post-Befragung mit einem Passwort geschützt. Die erforderliche Eingabe eines Passworts ist zum einen zur Sicherstellung gedacht, dass nur berechtigte Personen den Fragebogen ausfüllen können. Zum anderen soll dadurch die Bedeutung für die Studie hervorgehoben werden. In Abbildung 41: Login Post-Erhebung wird die Loginmaske dargestellt.

Multimodale Interaktion mit HMIs in der Smart Factory (Post-Erhebung)

Für diese Umfrage ist ein Kennwort erforderlich.
br /> Das Kennwort erhalten Sie nach absolvierter Teilnahme an der Evaluierung vor Ort. Wenn Sie das Kennwort nicht wissen, wenden Sie sich an den Autor dieser Umfrage, um weitere Hilfe zu erhalten. (Email: a.goedl@gmail.com)

Kennwort eingeben

Abbildung 41: Login Post-Erhebung.

Die Evaluierung wurde an drei Tagen – 05.10.-07.10.2016 – an der Pilotfabrik der TU Wien durchgeführt. Wie in Abbildung 42: Rücklauf Post-Erhebung dargestellt, haben alle 31 TeilnehmerInnen innerhalb von sieben Tagen ab Beginn der Evaluierung an der Post-Erhebung teilgenommen.

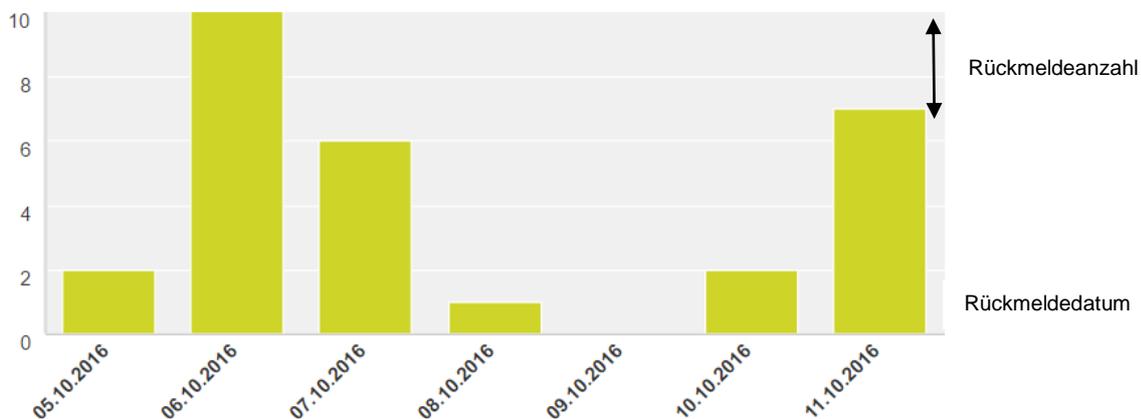


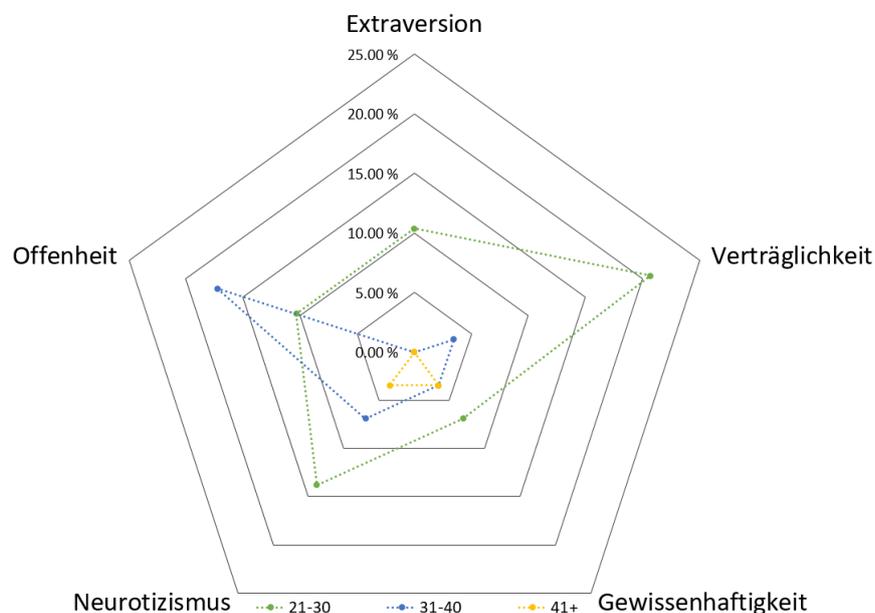
Abbildung 42: Rücklauf Post-Erhebung.

4.5 Diskussion der Untersuchungsergebnisse

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse der Pre- und der Post-Erhebung ausführlich in grafischer Form dargelegt. Darüber hinaus wurde eine qualitative Analyse durchgeführt. Am Ende dieses Abschnitts findet sich die Hypothesenprüfung.

4.5.1 Quantitative Analyse Pre-Erhebung

Im Rahmen der Pre-Erhebung wurden demografische Daten sowie Informationen zur Auswertung von Persönlichkeitsmerkmalen in Bezug auf das Fünf-Faktoren-Modell erhoben. Insgesamt haben 93.55 % der TeilnehmerInnen verwertbare Antworten in Bezug auf das FFM geliefert. In Abbildung 43: Aufteilung Persönlichkeitsdimensionen sind die Ergebnisse hinsichtlich der fünf Faktoren per Altersgruppen grafisch dargestellt.



	Extraversion	Verträglichkeit	Gewissenhaftigkeit	Neurotizismus	Offenheit
21-30	10.34 %	20.69 %	6.90 %	13.79 %	10.34 %
31-40	0.00 %	3.45 %	3.45 %	6.90 %	17.24 %
41+	0.00 %	0.00 %	3.45 %	3.45 %	0.00 %
GESAMT	10.34 %	24.14 %	13.79 %	24.14 %	27.59 %

Abbildung 43: Aufteilung Persönlichkeitsdimensionen.

4.5.2 Quantitative Analyse Post-Erhebung

Detaillierte Daten der Post-Erhebung sind in ANHANG B - 2. Anhang einsehbar. Nachfolgend werden – basierend auf ausgewählten Daten der Onlinebefragung – die Rückmeldungen der Pre- und Post-Erhebung gegenübergestellt.

Erfüllung der Erwartungshaltung

Zur besseren Übersicht wurden die Antwortoptionen innerhalb der nachfolgenden Diagramme gruppiert. *Stimme zu* und *Stimme eher zu* wurden in Σ *Positiv* zusammengefasst.

Die Antwortoptionen *Stimme nicht zu* und *Stimme eher nicht zu* wurden in Σ *Negativ* zusammengefasst.

In Abbildung 44: Gegenüberstellung der Touch-Steuerung werden die Rückmeldungen auf die Aussage „Die Touch-Steuerung wird einfach zu bedienen sein“ der Pre- und der Post-Erhebung gegenübergestellt.

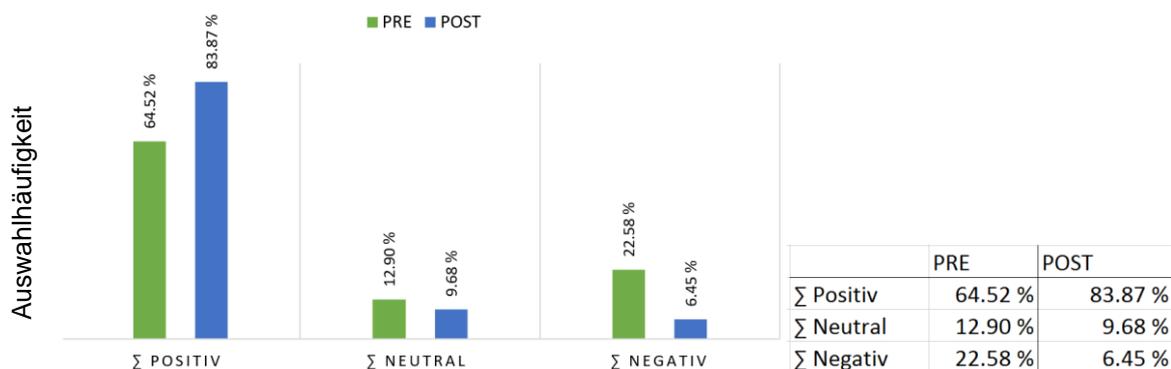


Abbildung 44: Gegenüberstellung der Touch-Steuerung.

Es ist ersichtlich, dass sich die Auswahl der neutralen Antwortoption reduziert hat. Positive Rückmeldungen haben um 19.35 % zugenommen. Negative Beurteilungen waren bei der Beantwortung rückläufig. Aufgrund dieses Ergebnisses lässt sich sagen, dass die Bedienung der Touch-Steuerung einfacher war als ursprünglich erwartet.

In Abbildung 45: Gegenüberstellung der Sprachsteuerung werden die Rückmeldungen auf die Aussage „Die Sprachsteuerung wird einfach zu bedienen sein“ der Pre- und der Post-Erhebung gegenübergestellt.

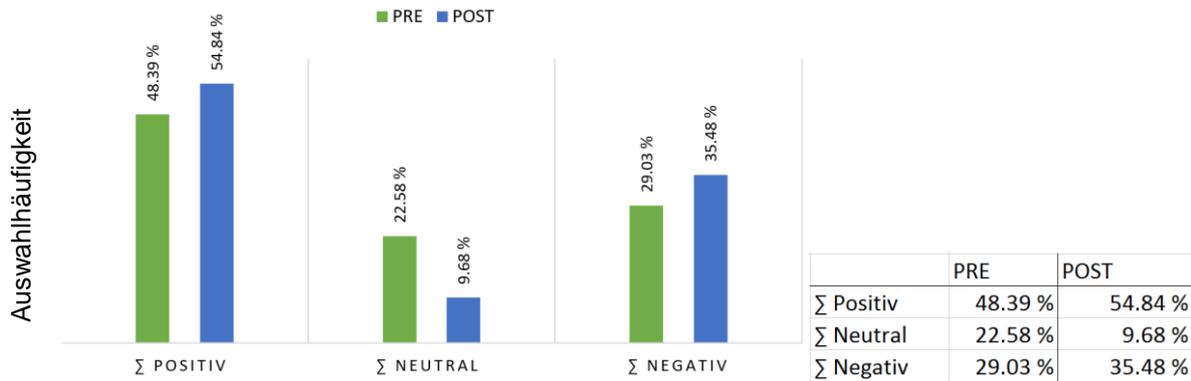


Abbildung 45: Gegenüberstellung der Sprachsteuerung.

Das Ausmaß der positiven Rückmeldungen hat im Rahmen der Post-Erhebung um 6.45 % zugenommen. Es ist an dieser Stelle anzumerken, dass die Anzahl der negativen Rückmeldungen ebenfalls um 6.45 % gestiegen ist. Aus diesem Grund lässt sich keine genaue Aussage treffen, ob die Sprachsteuerung tatsächlich im Allgemeinen einfach zu bedienen gewesen ist.

In Abbildung 46: Gegenüberstellung der aktiven Interaktion werden die Rückmeldungen auf die Aussage „Bei einem Assistenzsystem ist es mir wichtig, direkt mit einer anderen Person in Interaktion zu treten, um aktiv Rückfragen stellen zu können“ der Pre- und der Post-Erhebung gegenübergestellt.

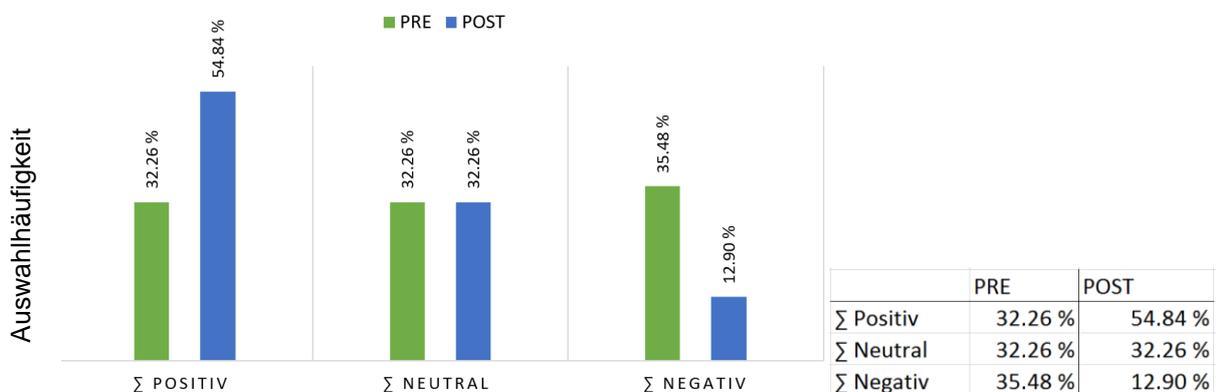


Abbildung 46: Gegenüberstellung der aktiven Interaktion.

Der Umfang der neutralen Antworten hat sich aufgrund des Durchlaufs der Szenarien nicht verändert: Der Prozentanteil verbleibt konstant bei 32.26 %. Die Anzahl der negativen Beurteilungen hat deutlich um 21.58 % abgenommen. Da sich das Ausmaß der positiven Rückmeldungen um 22.58 % erhöht hat, lässt sich anführen, dass die Mehrheit der ProbandInnen Wert auf eine direkte Interaktion mit anderen Personen legt.

In Abbildung 47: Gegenüberstellung der Informationsbereitstellung werden die Rückmeldungen auf die Aussage „Durch die Verwendung einer Datenbrille wird es möglich sein, die zur Durchführung der Tätigkeiten benötigten Informationen bereitzustellen“ der Pre- und der Post-Erhebung gegenübergestellt.

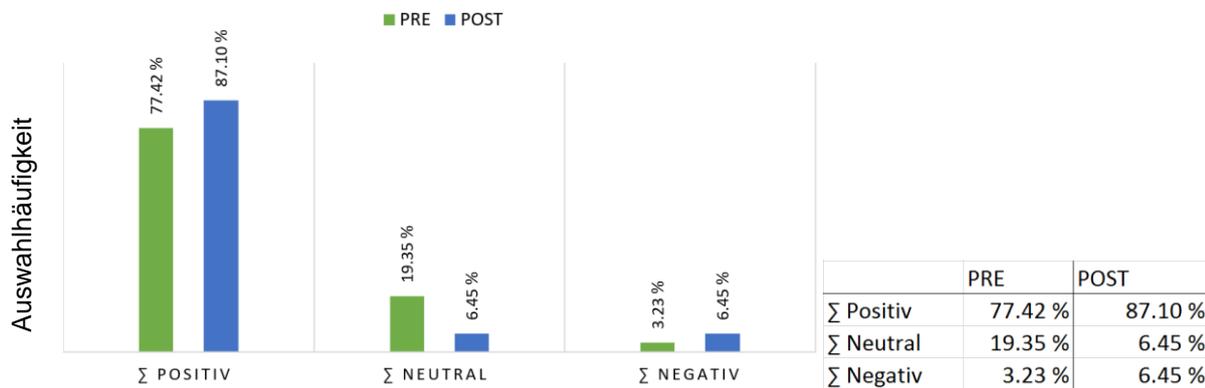


Abbildung 47: Gegenüberstellung der Informationsbereitstellung.

In Bezug auf die Informationsbereitstellung hat die Anzahl der positiven sowie der negativen Rückmeldungen zugelegt. Da das Ausmaß der positiven Rückmeldungen (9.68 %) hinsichtlich der Post-Erhebung höher ausgefallen ist als jenes der negativen Rückmeldungen (3.22 %), kann man darauf schließen, dass aus Sicht der ProbandInnen benötigte Informationen zur Durchführung der Szenarien bereitgestellt werden konnten.

In Abbildung 48: Gegenüberstellung der Industrietauglichkeit von Datenbrillen werden die Rückmeldungen auf die Aussage „Ich bin der Ansicht, dass sich Datenbrillen in der Industrie durchsetzen werden“ der Pre- und der Post-Erhebung gegenübergestellt.

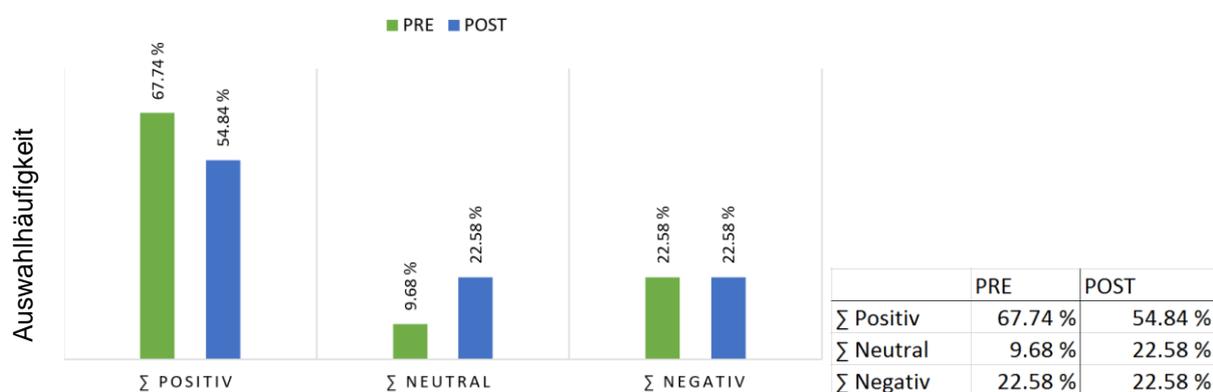


Abbildung 48: Gegenüberstellung der Industrietauglichkeit von Datenbrillen.

Nach erfolgreich absolvierten Szenarien verblieb die Anzahl der negativen Beurteilungen konstant bei 22.58 %. Der Umfang der neutralen Rückmeldungen hat um 12.90 % zugenommen, während sich das Ausmaß der positiven Antworten um 8.90 % reduziert hat. Basierend auf diesem Ergebnis lässt sich anführen, dass die ProbandInnen keine klare Aussage bezüglich der Zukunft von Datenbrillen in der Industrie treffen können. Es scheint jedoch eine eher pessimistische Grundhaltung vorzuliegen.

4.5.3 Qualitativ orientierte Inhaltsanalyse

Im Zuge des Experiments wurde im Anschluss an den Durchlauf der Szenarien ein kurzes Interview im Ausmaß von ca. fünf Minuten mit den ProbandInnen geführt. Das Ziel des Gesprächs lag darin, den TeilnehmerInnen die Möglichkeit zu bieten, ihre Erfahrungen mitzuteilen, um so im Rahmen der Post-Datenerhebung wertvolle Informationen zu erhalten. Die qualitative Auswertung ist lediglich ergänzend zur quantitativen Erhebung zu sehen. Die Basis der Datenauswertung bildet die qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring. Das Standardvorgehen ist in Abbildung 49: Induktive Kategorienbildung. dargestellt.

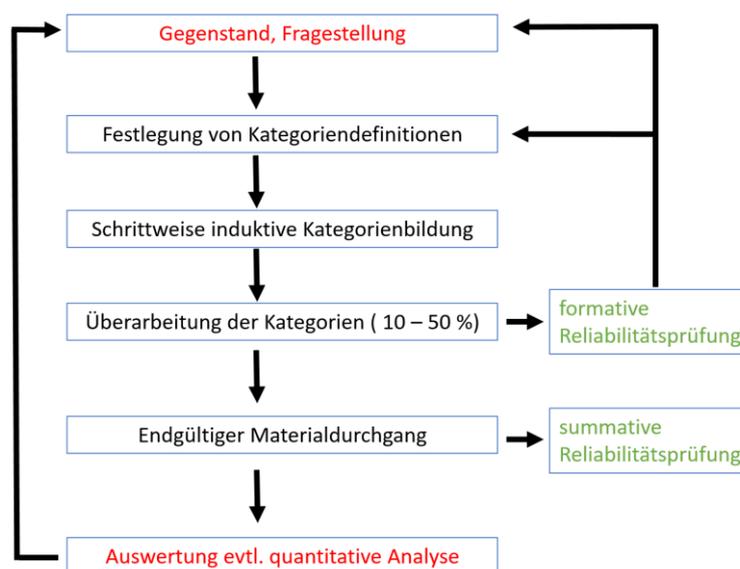


Abbildung 49: Induktive Kategorienbildung. (Mayring, 2000)

Dieses Vorgehen wurde an die spezifischen Anforderungen der Datenerhebung des Experiments angepasst. Die Festlegung der Kategoriendefinitionen beruht auf der Forschungsfrage sowie auf den definierten Szenarien und spiegelt sich in den Interviewfragen wider.

Diese Fragen sind:

- Meine **Erfahrung** mit den Datenbrillen würde ich beschreiben als ...
- Am **besten** gefallen hat mir ...
- **Anders** machen würde ich ...

Nachfolgend werden die Erkenntnisse aus den Befragungen kurz dargelegt.

Gesammelte Erfahrungen

Die gesammelten Erfahrungen waren mehrheitlich positiv und wurden mit folgenden drei Aussagen charakterisiert: hilfreich für den Ablauf, interessant in der Anwendung und ungewohnt hinsichtlich der Verbindung zwischen der realen und der virtuellen Welt.

In Bezug auf die Verwendung der Sprachsteuerung bestehen Vorbehalte. Mit einer Datenbrille in dieser Form im öffentlichen Raum zu interagieren, stößt gegenwärtig noch auf ein gewisses Maß an Ablehnung. Die Touch-Steuerung wurde als sehr intuitiv und schnell zu erlernen wahrgenommen. Google Glass wurde der Vuzix M100 gegenüber bevorzugt. Der Tragekomfort und die Positionierung des Displays am oberen Rand des Blickfeldes wurden bei der Durchführung der Szenarien besser angenommen.

Nach Ansicht der ProbandInnen ist eine unterbrechungsfreie Anwendung von Datenbrillen über mehrere Stunden hinweg als nicht empfehlenswert einzustufen, da der/die AnwenderIn aus Ermüdungsgründen auf Pausen angewiesen ist.

Positive Erkenntnis der ProbandInnen

Als sehr positiv wurde die Idee an sich empfunden, einen Prozessablauf ohne intensive Einschulung vorab und ohne Unterstützung bei der Durchführung meistern zu können. Die Feedbackmöglichkeit bei dem Remote-Support-Szenario wurde häufig als besonderer Mehrwert für AnwenderInnen hervorgehoben. Die Datenbrille wurde als „kleines Teil am Kopf, bei dessen Verwendung man sich frei bewegen kann und das vielseitig einsetzbar ist“ treffend beschrieben. Die Navigation/Interaktion mit der Datenbrille war für die ProbandInnen äußerst einfach zu erlernen. So ließ sich bereits bei der ersten Anwendung ein großer Nutzen für die AnwenderInnen erzielen.

Identifiziertes Optimierungspotenzial der ProbandInnen

Ein wichtiger Punkt ist die Optimierung für Personen, die eine Sehschwäche aufweisen. Bei der Verwendung der Vuzix M100 gibt es Schwierigkeiten, eine optische Brille zu verwenden. Eine häufige kritische Rückmeldung bezieht sich auf die Größe und die Schärfe des Displays. Die Hardware selbst wirkt gegenwärtig noch etwas zerbrechlich. In Bezug auf den Prozess wurde die Verbesserungsoption erwähnt, alle Prozessschritte innerhalb eines Ablaufs direkt hintereinander anzuzeigen. Darüber hinaus sollten bereits bekannte Prozessschritte einfach übersprungen werden können. Abbildungen könnten außerdem dazu verwendet werden, um Aktionen abzubilden – in welche Richtung beispielsweise der Optikträger zu adjustieren ist. Der Befehl „OK Glass“ wurde allgemein als störend empfunden. Es ist anzuraten, dass die Touch-Steuerung als primäre Interaktionsform herangezogen wird.

4.5.4 Hypothesenprüfung

In diesem Abschnitt werden die in Kapitel 4.4.4 Methodik der empirischen Datenerhebung und Evaluierung definierten Hypothesen auf deren Gültigkeit geprüft. Da es sich um Zusammenhangshypothesen handelt, werden nachfolgend die Korrelation und die Signifikanz berechnet. Zur Auswahl des korrekten Korrelationskoeffizienten wird ein Streudiagramm erstellt. Sollten die Daten normalverteilt sein, wird der Pearson-Korrelationskoeffizient verwendet. Bei nicht normalverteilten Daten wird dem Spearman-Korrelationskoeffizienten der Vorzug gegeben.

Spearman (Rang) Korrelationskoeffizient: $r_s := \frac{6 \sum_{i=1}^n (r_{X,i} - r_{Y,i})^2}{n(n^2 - 1)} \in [-1; 1].$

Berechnung des t-Wertes:

$$T := \frac{r_s}{\sqrt{1 - r_s^2}} \sqrt{n - 2}$$

Kritische t-Werte:

	Fläche						
df	0,8	0,85	0,9	0,95	0,975	0,99	0,995
30	0,854	1,055	1,31	1,697	2,042	2,459	2,75

Tabelle 5: Signifikanzwerte der Korrelation. (Schäfer, 2011)

Einteilung von Cohen, 1992:

- $r = .10$ entspricht einem schwachen Effekt
- $r = .30$ entspricht einem mittleren Effekt
- $r = .50$ entspricht einem starken Effekt

Bewertungsskala:

Stimme zu	5
Stimme eher zu	4
Weder noch	3
Stimme eher nicht zu	2
Stimme nicht zu	1

Als Wert für die Zufriedenheit wird bei den Hypothesenprüfungen die Summe folgender Fragen herangezogen:

- Ich bin mit der Touch-Steuerung zufrieden.
- Ich bin mit der Sprachsteuerung zufrieden.
- Ich bin mit Datenbrillen als Assistenzsystem zufrieden.

Hypothese 1 (UTAUT – Performance expectancy)

H₁: Persönlichkeitsmerkmale, Erfahrung und Erwartungen an die Leistungsfähigkeit des Systems stehen mit der Zufriedenheit in Zusammenhang.

H_0 : Es gibt keinen Zusammenhang zwischen den Persönlichkeitsmerkmalen, Erfahrungen und den Erwartungen an die Leistungsfähigkeit des Systems und der Zufriedenheit.

Persönlichkeitsmerkmale:

In Abbildung 50: Optische Verteilungsprüfung – Persönlichkeitsmerkmale werden die Dimensionen des Fünf-Faktoren-Modells mit der Zufriedenheit gegenübergestellt. Bei dieser Gegenüberstellung ist ersichtlich, dass keine Normalverteilung vorliegt.

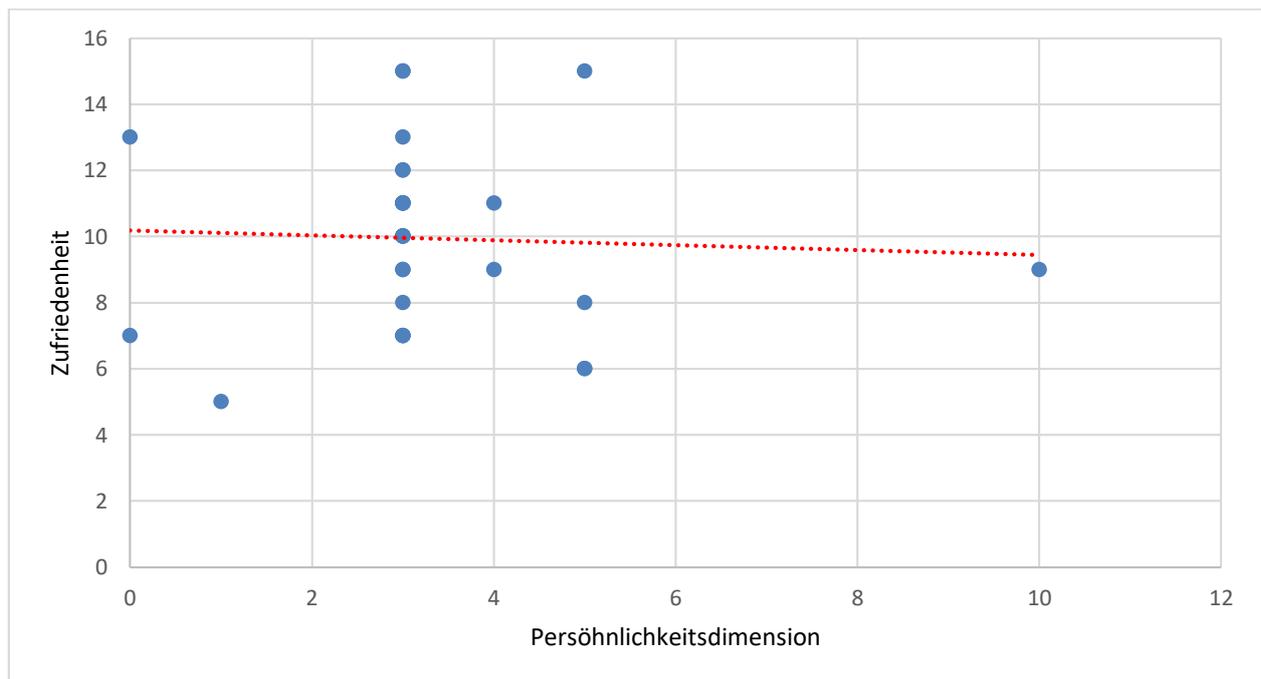


Abbildung 50: Optische Verteilungsprüfung – Persönlichkeitsmerkmale.

Die Persönlichkeitsdimension gemäß des Fünf-Faktoren-Modells des Probanden/der Probandin korreliert nicht signifikant mit der Zufriedenheit gegenüber dem betrachteten System: $r_s = .014$, $n = 31$, $p = 1.697$, $t = .075$.

Dabei handelt es sich nach Cohen (1992) um einen schwachen Effekt.

Erfahrung:

Die aggregierten Antworten auf die folgenden Fragen ergeben den Wert für die Erfahrung. Dieser Wert wird der Zufriedenheit gegenübergestellt.

- Ich habe bereits Datenbrillen verwendet.
- Ich habe bereits Messgeräte von Zoller verwendet.
- Ich habe bereits Erfahrung im Bereich Maschinenbau/Automatisierungstechnik.

- Ich habe bereits regelmäßig anspruchsvolle handwerkliche Tätigkeiten durchgeführt.

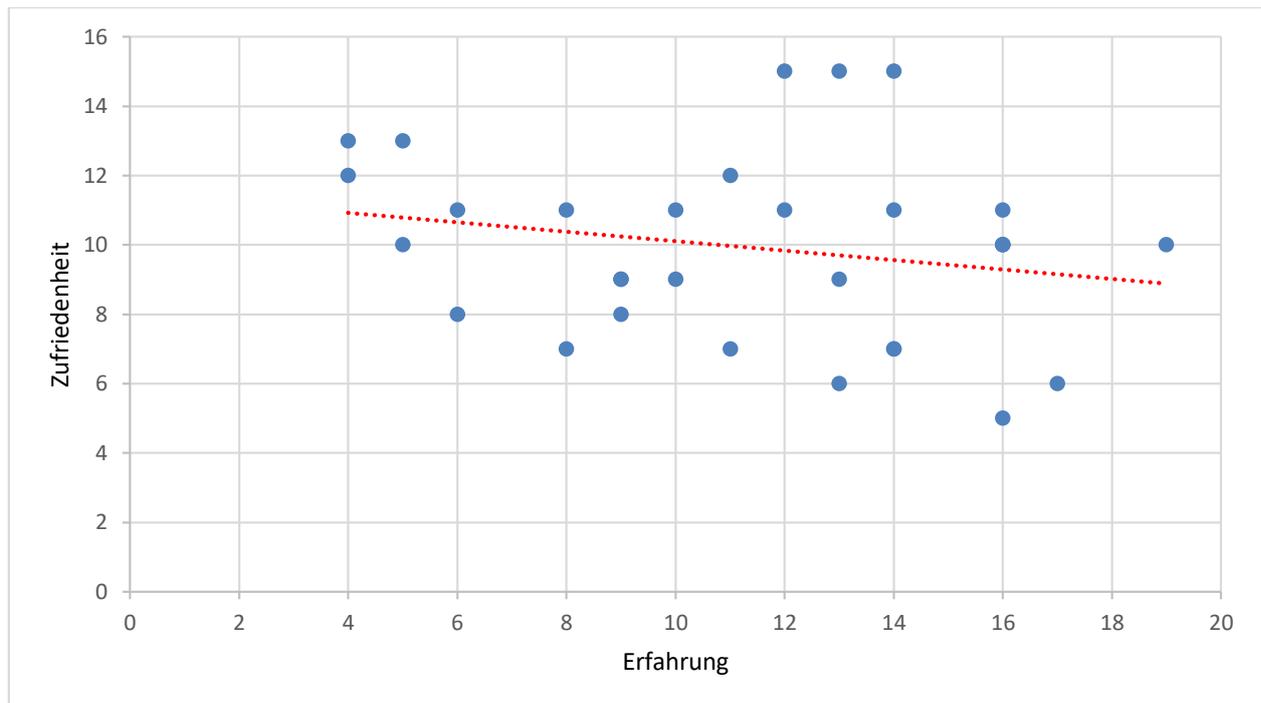


Abbildung 51: Optische Verteilungsprüfung – Erfahrung.

In Abbildung 51: Optische Verteilungsprüfung – Erfahrung ist deutlich zu erkennen, dass keine Normalverteilung vorliegt.

Die Erfahrung des Probanden/der Probandin korreliert nicht signifikant mit der Zufriedenheit gegenüber dem betrachteten System: $r_s = -0.30$, $n = 31$, $p = 1.697$, $t = 1.694$.

Dabei handelt es sich nach Cohen (1992) um einen mittleren Effekt.

Erwartungen:

Um einen zuverlässigen Wert für die Erwartung zu erhalten, wurden die Antworten auf folgende Fragen aggregiert:

- Es wird einfach sein, mich an die Touch-Steuerung zu gewöhnen.
- Es wird einfach sein, mich an die Sprachsteuerung zu gewöhnen.
- Durch die Verwendung einer Datenbrille wird es möglich sein, die zur Durchführung der Tätigkeiten benötigten Informationen bereitzustellen.

Der Abbildung 52: Optische Verteilungsprüfung – Erwartungen ist zu entnehmen, dass keine Normalverteilung vorliegt.

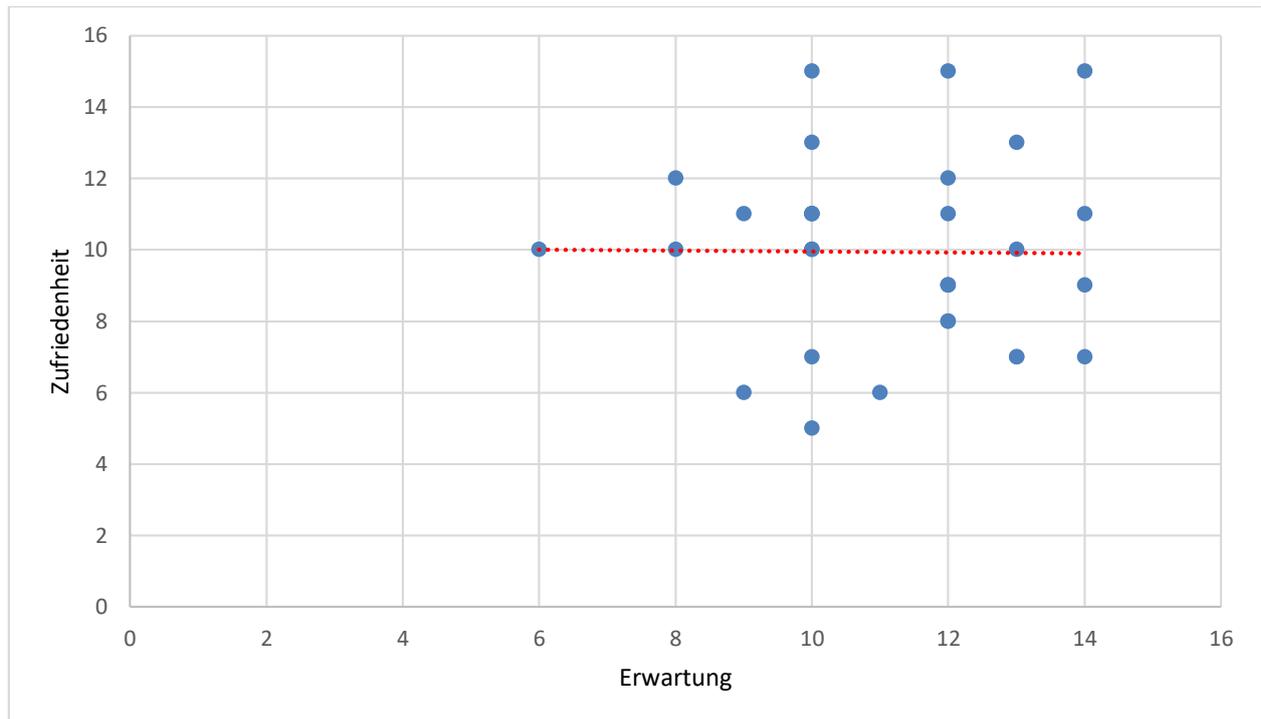


Abbildung 52: Optische Verteilungsprüfung – Erwartungen.

Die Erwartungen des Probanden/der Probandin korrelieren nicht mit der Zufriedenheit gegenüber dem betrachteten System: $r_s = -0.045$, $n = 31$, $p = 1.697$, $t = .24$.

Dabei handelt es sich nach Cohen (1992) um einen schwachen Effekt.

Hypothese 2 (IS success model – Net benefits)

H_1 : Umso mehr Vorteile das System/die Interaktionsform bietet, umso wahrscheinlicher wird Zufriedenheit bei AnwenderInnen vorherrschen.

H_0 : Zwischen der Anzahl an Vorteilen des Systems/der Interaktionsform und der Zufriedenheit besteht kein Zusammenhang.

Der Wert, welcher die Vorteile des Systems repräsentiert, setzt sich aus folgenden Beantwortungen zusammen:

- Die Touch-Steuerung trägt zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen bei.
- Die Sprachsteuerung trägt zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen bei.
- Die Verwendung einer Datenbrille trägt zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen bei.

In Abbildung 53: Optische Verteilungsprüfung – Systemvorteile ist zu erkennen, dass keine Normalverteilung zwischen den Vorteilen des Systems und der Zufriedenheit vorliegt.

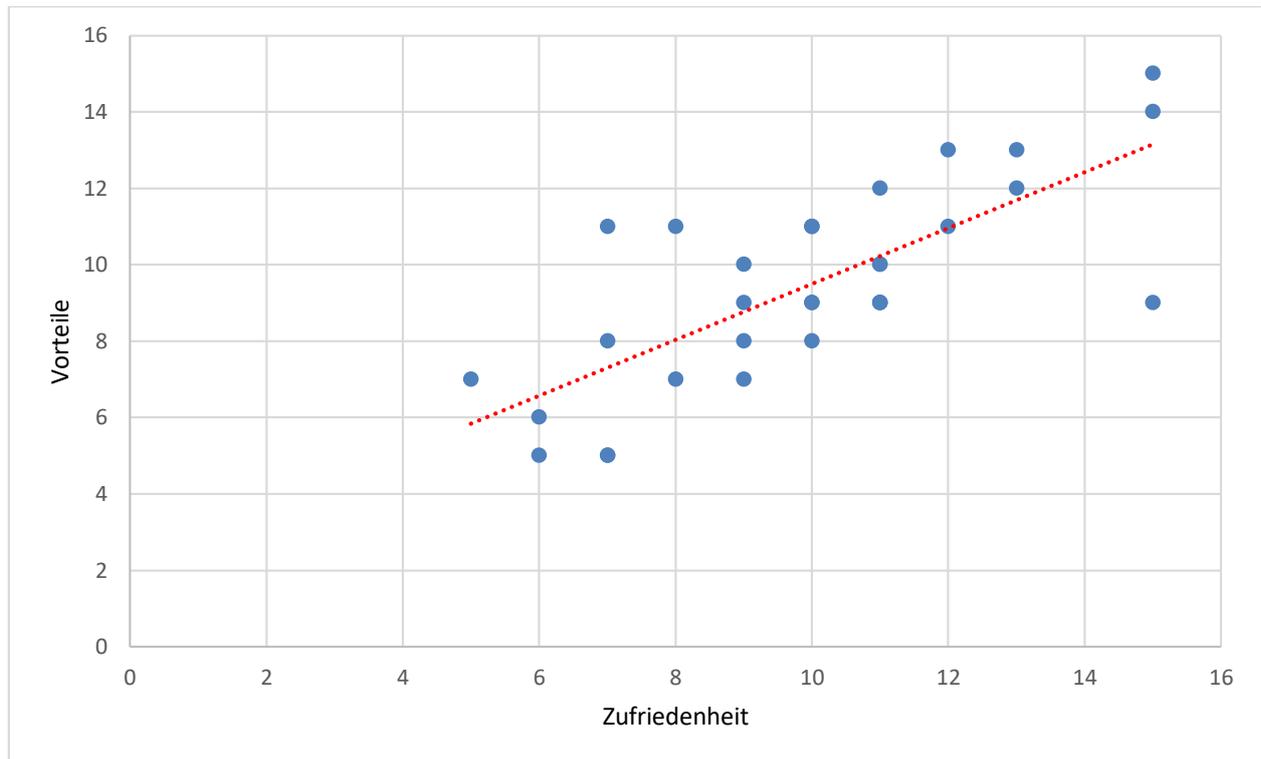


Abbildung 53: Optische Verteilungsprüfung – Systemvorteile.

Die Anzahl der Vorteile eines Systems korreliert signifikant mit der Zufriedenheit gegenüber dem betrachteten System: $r_s = .73$, $n = 31$, $p = 1.697$, $t = 5.75$.

Dabei handelt es sich nach Cohen (1992) um einen starken Effekt.

Hypothese 3 (MISC – Ease of use)

H_1 : Je einfacher das System/die Interaktionsform zu verwenden ist, desto höher gestaltet sich die Bereitschaft der Wiederverwendung.

H_0 : Es gibt keinen Zusammenhang zwischen der Einfachheit der Anwendung des Systems/der Interaktionsform und der Bereitschaft zur Wiederverwendung.

Der Wert der Einfachheit setzt sich aus folgenden Komponenten zusammen:

- Die Touch-Steuerung war einfach zu bedienen.
- Die Sprachsteuerung war einfach zu bedienen.
- Die Kamera war einfach zu verwenden.

Der Wert für die Wiederverwendung setzt sich aus folgenden Komponenten zusammen:

- Ich habe vor, die Touch-Steuerung weiterhin zu verwenden.
- Ich habe vor, die Sprachsteuerung weiterhin zu verwenden.
- Ich habe vor, Datenbrillen weiterhin zu verwenden.

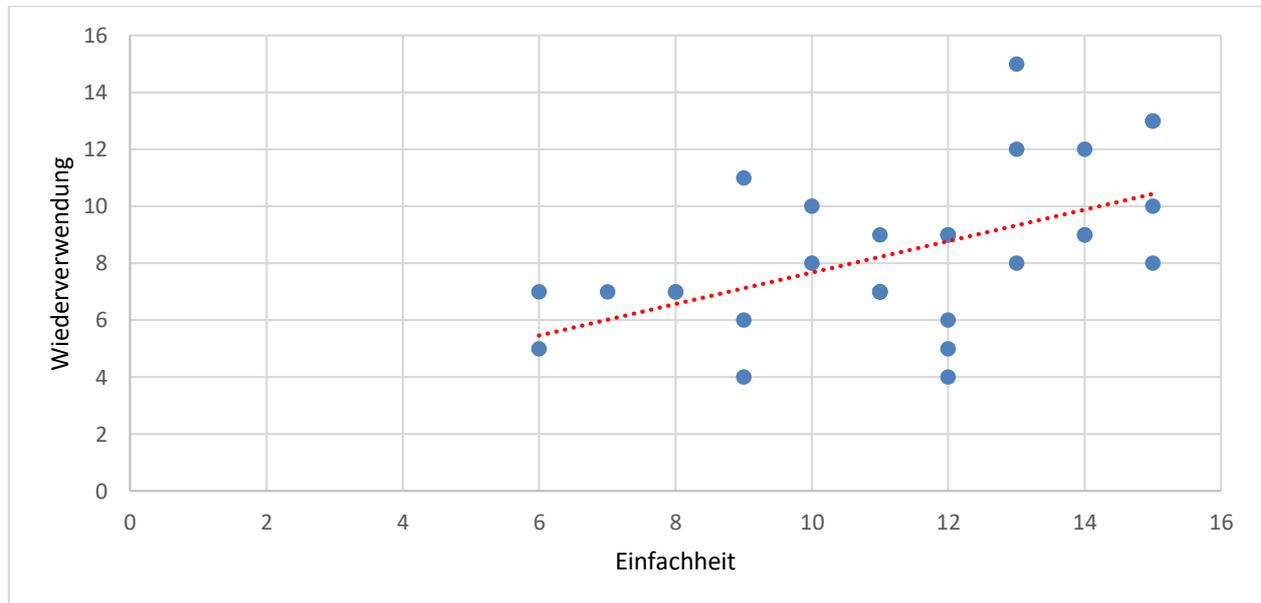


Abbildung 54: Optische Verteilungsprüfung – Einfachheit der Verwendung.

Der Abbildung 54: Optische Verteilungsprüfung – Einfachheit der Verwendung ist zu entnehmen, dass keine Normalverteilung vorliegt.

Die einfache Verwendbarkeit eines Systems korreliert signifikant mit der Bereitschaft zur Wiederverwendung des betrachteten Systems: $r_s = .515$, $n = 31$, $p = 1.697$, $t = 3.24$.

Dabei handelt es sich nach Cohen (1992) um einen starken Effekt.

5 LIMITATIONEN UND ZUKÜNFTIGE FORSCHUNGSFELDER

Im Zuge der Datenbrillenstudie an der Pilotfabrik der TU Wien waren 31 TeilnehmerInnen beteiligt. Bei ihnen handelte es sich ausschließlich um AkademikerInnen. FabrikarbeiterInnen, für welche die Anwendung von AR-Lösungen angedacht ist, weisen in den meisten Fällen einen geringeren Ausbildungsstand auf.

Zur Evaluierung wurden zwei Datenbrillenmodelle herangezogen: Google Glass und die Vuzix M100. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt sind diverse weitere Modelle am Markt verfügbar.

Die Szenarien der Evaluierung beschränkten sich auf die Unterstützung bei Messvorgängen. Weitere mögliche Anwendungsgebiete blieben im Rahmen der Studie unberücksichtigt.

Szenario 01 – Werkzeugauswahl & Vermessung – wurde zweimal durchlaufen. Bereits vorab wurde aufgrund der geringen Komplexität des Szenarios ein hoher Lerneffekt erwartet. Aus diesem Grund wurden die TeilnehmerInnen in zwei Gruppen untergliedert, welche die Szenarien in gegenseitiger Reihenfolge absolviert haben.

	ABS			%
GESAMT	31			
D zuerst	16			51.61
R zuerst	15			48.39

<u>D zuerst</u>	S1 - D	S1b - R	
MAX	17	5	
AVG	10.00	3.63	
MIN	4	3	

<u>R zuerst</u>	S1 - R	S1b - D	
MAX	14	7	D... direkt
AVG	5.53	5.2	
MIN	3	4	R... remote

Tabelle 6: Zeitverteilung, Lerneffekt.

Wie in Tabelle 6: Zeitverteilung, Lerneffekt dargestellt, war der Lerneffekt erwartungsgemäß signifikant. Die genauen Durchlaufzeiten sind in Anhang B – 2. Anhang bereitgestellt.

Im Hinblick auf weitere Forschungsfelder empfiehlt es sich, grundsätzlich weitere Anwendungsmöglichkeiten in Smart Factories und anderen Gebieten zu evaluieren.

6 ZUSAMMENFASSENDE BEWERTUNG DER ARBEIT

Die zusammenfassende Bewertung der Arbeit zielt darauf ab, einen Überblick über das Forschungsdesign, die Methodik und die Auswertung zu bieten und darüber hinaus die Zusammenhänge aufzuzeigen.

Die Basis des Forschungsdesigns bildet das in Abbildung 55: Angereichertes Modell des arbeitsspezifischen Wohlbefindens. (Drabe, 2014) dargestellte Modell des arbeitsspezifischen Wohlbefindens.

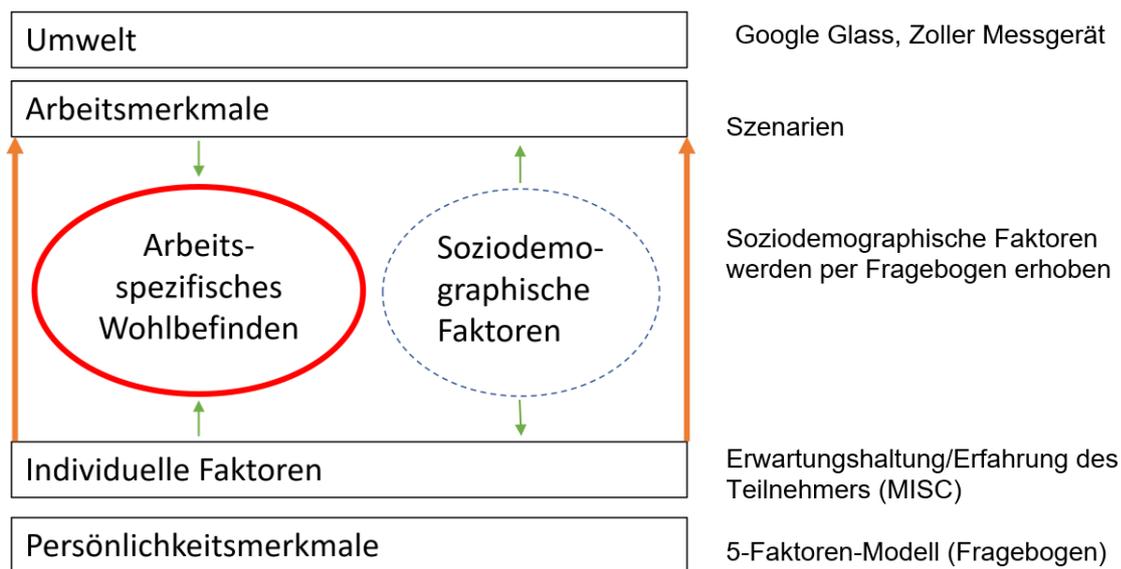


Abbildung 55: Angereichertes Modell des arbeitsspezifischen Wohlbefindens. (Drabe, 2014)

Um die Zufriedenheit mit der Verwendung von Datenbrillen evaluieren zu können, wurden passende Theorien gefunden, woraus sich folgende drei Hypothesen ergaben:

H₁: Persönlichkeitsmerkmale, Erfahrung und Erwartungen an die Leistungsfähigkeit des Systems stehen mit der Zufriedenheit in Zusammenhang.

Gliederung in die einzelnen Bestandteile: Persönlichkeitsmerkmale, Erfahrung und Erwartungen.

Persönlichkeitsmerkmale: Die Nullhypothese konnte nicht verworfen werden: $r_s = .014$.

Erfahrung: Die Nullhypothese konnte nicht verworfen werden: $r_s = -0.30$.

Erwartungen: Die Nullhypothese konnte nicht verworfen werden: $r_s = -0.045$.

Insgesamt konnte die Nullhypothese nicht verworfen werden.

H₂: Umso mehr Vorteile das System/die Interaktionsform bietet, umso wahrscheinlicher wird Zufriedenheit bei AnwenderInnen vorherrschen.

Die Nullhypothese konnte verworfen werden: $r_s = .73$.

H₃: Je einfacher das System/die Interaktionsform zu verwenden ist, desto höher gestaltet sich die Bereitschaft der Wiederverwendung.

Die Nullhypothese konnte verworfen werden: $r_s = .515$.

Im Zuge der Evaluierung wurde eine Studie durchgeführt. Hinsichtlich der Methodik sind eine

- quantitative sowie qualitative Erhebung
- teilnehmende und nicht teilnehmende Beobachtung

als Methodenmix anzuführen.

Die ursprünglich angedachten Szenarien mussten vor der Durchführung angepasst werden. Ein vorweggenommener hoher Lerneffekt hat sich nachträglich bestätigt, wodurch die Vorsorgemaßnahmen gerechtfertigt waren. Nähere Informationen diesbezüglich finden sich in Kapitel 5 Limitationen und zukünftige Forschungsfelder.

Die Forschungsfrage

„Wie steht der Einsatz von multimodalen Interaktionsformen mit der MitarbeiterInnenzufriedenheit im Kontext von Smart Factories in Zusammenhang?“

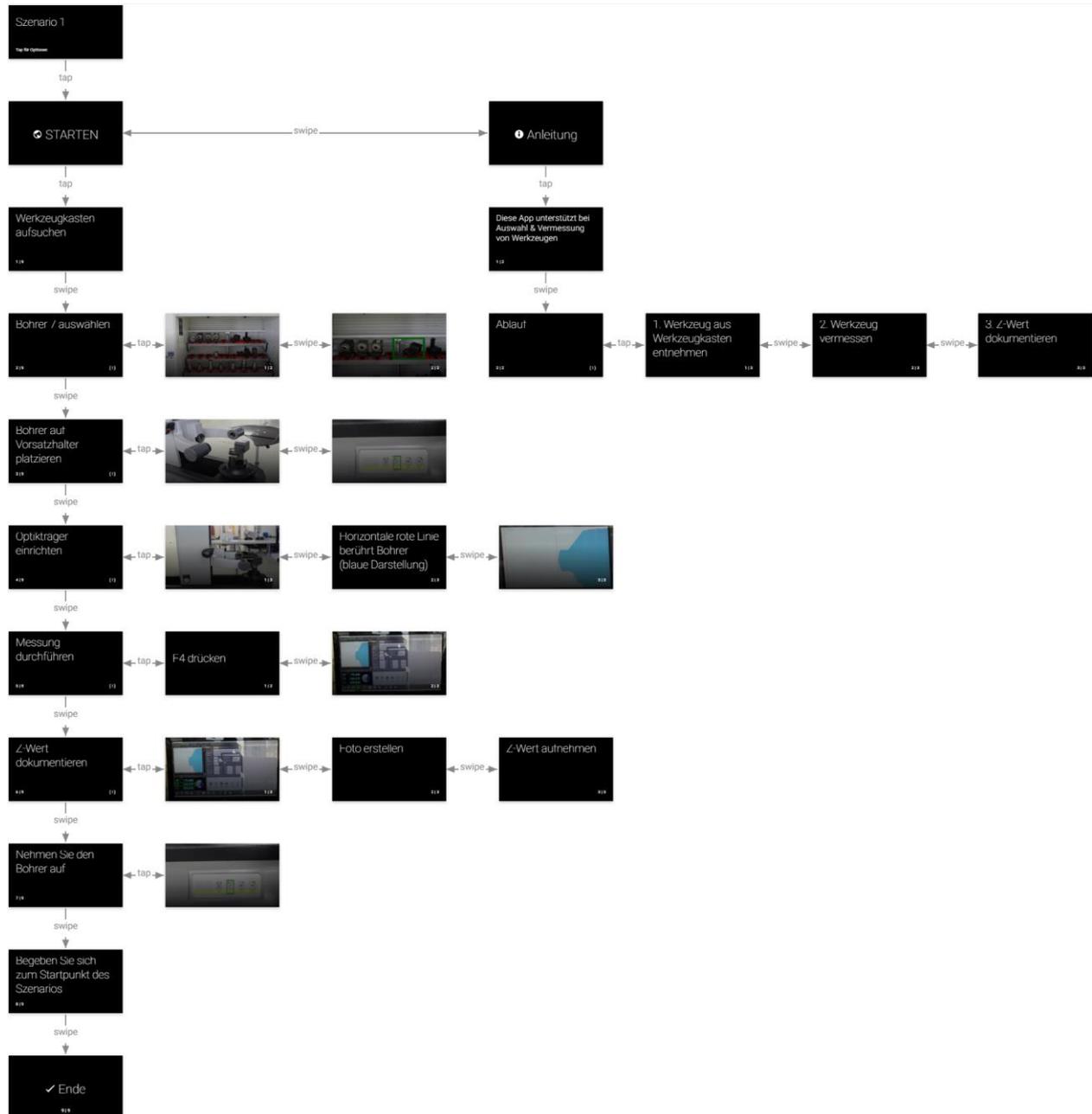
lässt sich somit wie folgt beantworten.

Bei der Auswahl einer Interaktionsform, die zur MitarbeiterInnenzufriedenheit beiträgt, können die Faktoren der Persönlichkeitsdimension des Fünf-Faktoren-Modells, eine bereits gesammelte Erfahrung und Erwartungen an das System vernachlässigt werden.

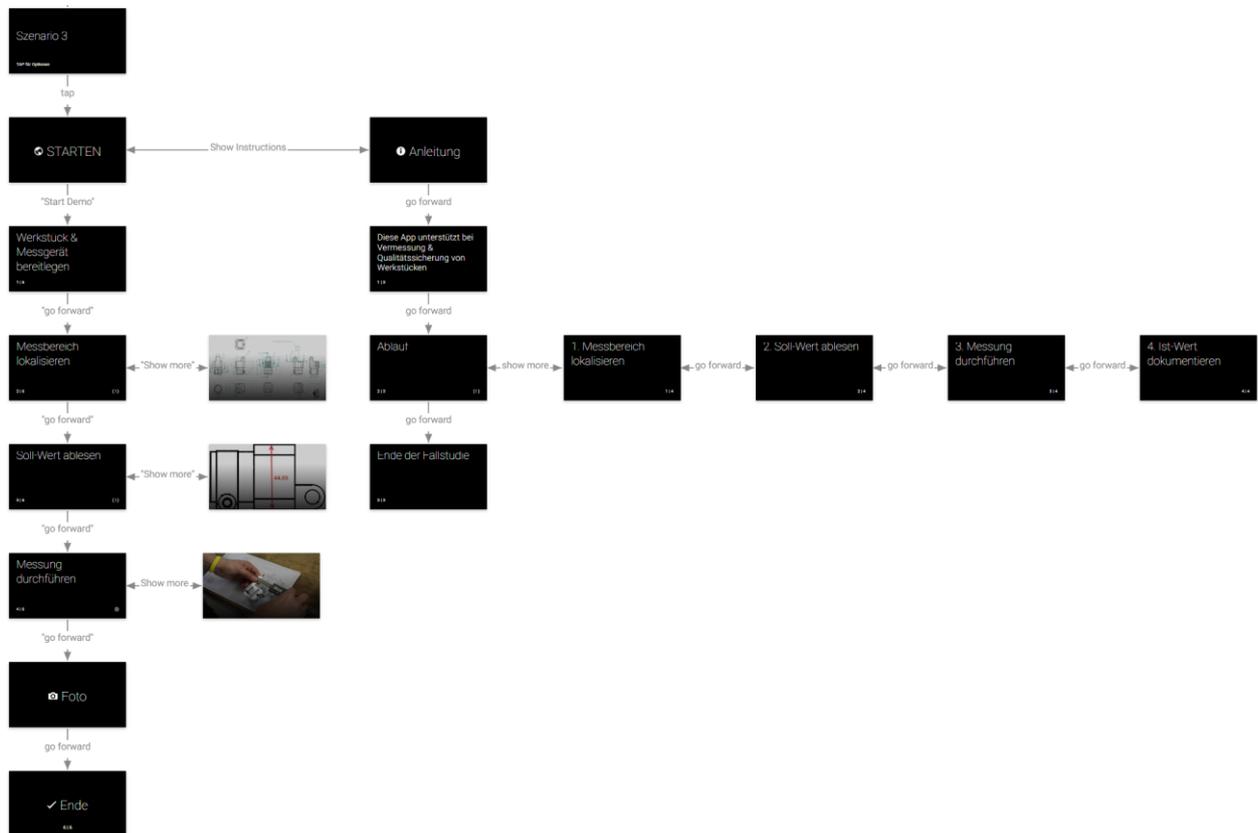
Von entscheidender Bedeutung ist, dass das System im Kontext der jeweiligen Anwendung in einer Smart Factory möglichst zahlreiche Vorteile bietet und einfach zu handhaben ist.

ANHANG A - 1. Anhang

Ablauf Szenario 1



Ablauf Szenario 3



Nutzungsvereinbarung, eingeschränkt

Die gegenständliche Aufnahme (ZOLLER Einstell- und Messgerät »venturion 600«) stammt vom Unternehmen **E. Zoller GmbH & Co. KG**, welcher als Urheber gilt.

Sie ist urheberrechtlich geschützt und darf nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Urhebers verwendet werden. An der gegenständlichen Aufnahme wird Herrn Andreas Gödl die nicht ausschließliche Nutzungsbewilligung zur einmaligen Veröffentlichung (Vervielfältigung und Verbreitung) im Zuge der **Master- / Diplomarbeit** erteilt, und zwar beschränkt auf das Gebiet der Republik Österreich und für die Dauer von **drei** Jahren. Alle sonstigen Rechte an der Aufnahme bleiben beim Urheber.

Bei jeder Veröffentlichung ist folgende Herstellerbezeichnung/Copyrightvermerk [waagrecht unmittelbar unter dem Bild anzubringen: "© E. Zoller GmbH & Co. KG Urheber"

E. Zoller GmbH & Co. KG
Einstell- und Messgeräte
Gottlieb-Daimler-Straße 19
74385 Pleidelsheim
Telefon +49 7144 8970-0

Pleidelsheim 30.11.16

Ort, Datum


Unterschrift und Stempel

Nutzungsvereinbarung, eingeschränkt

Die gegenständliche Aufnahme stammt vom Unternehmen **evolaris next level GmbH**, welcher als Urheber gilt.

Sie ist urheberrechtlich geschützt und darf nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Urhebers verwendet werden. An der gegenständlichen Aufnahme wird dem Herrn Andreas Gödl die nicht ausschließliche Nutzungsbewilligung zur einmaligen Veröffentlichung (Vervielfältigung und Verbreitung) im Zuge der **Master- / Diplomarbeit** erteilt, und zwar beschränkt auf das Gebiet der Republik Österreich und für die Dauer von 3 Jahren. Alle sonstigen Rechte an der Aufnahme bleiben beim Urheber.

Bei jeder Veröffentlichung ist folgende Herstellerbezeichnung/Copyrightvermerk [waagrecht unmittelbar unter dem Bild] anzubringen: "© evolaris next level GmbH".

EVOLARIS

EVOLARIS NEXT LEVEL GMBH

HUGO-WOLF-GASSE 8-8A, A-8010 GRAZ

TEL: +43 316 - 35 11 11-0

FAX: +43-316 - 35 11 11-200

E-MAIL: OFFICE@EVOLARIS.NET

Graz, 2.12.2016

Ort, Datum



Unterschrift und Stempel

ANHANG B - 2. Anhang

Pre Erhebung



Pilotfabrik
Industrie 4.0

Multimodale Interaktion mit HMIs in der Smart Factory

1. Willkommen bei der Pre-Befragung zur Datenbrillenstudie

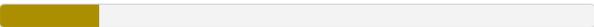
Vielen Dank für Ihre Teilnahme an unserer Umfrage. Ihr Feedback ist uns wichtig.
Dieser Fragebogen dient zur Erhebung Ihrer:

- demographischen Daten,
- Persönlichkeitsmerkmale (optional),
- Erwartungshaltung und Erfahrung in Bezug auf Datenbrillen.

Der Fragenblock zur Erfassung der Persönlichkeitsmerkmale ist entsprechend dem:
„50-item IPIP version of the Big Five Markers“ nach Goldberg, L. R. (1992). The development of markers for the Big-Five factor structure. Psychological Assessment, 4, 26-42 strukturiert.

Die Beantwortung der Fragen ist optional. Die Daten dieses Abschnittes würden die Zuordnung der gewonnenen Erkenntnisse zu dem Fünf-Faktoren-Modell (FFM) ermöglichen und in diesem Sinne weitere Auswertungen erlauben.

Die Beantwortung der Fragen wird ~15 Minuten in Anspruch nehmen.
Vielen Dank für Ihren wertvollen Beitrag!

1 / 6  17%

[Weiter](#)

Powered by
 **SurveyMonkey**[®]

Es ist ganz einfach, [eine Umfrage zu erstellen](#).

Multimodale Interaktion mit HMIs in der Smart Factory

2. Demographische Daten

1. Vorname (*)

2. Nachname (*KEINE Auswertung)

3. Alter

4. Geschlecht

Männlich

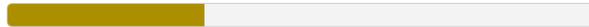
Weiblich

5. Nationalität

6. Muttersprache

7. Beruf

2 / 6



33%

Zurück

Weiter

Powered by



Es ist ganz einfach, eine Umfrage zu erstellen.

Multimodale Interaktion mit HMIs in der Smart Factory

3. Persönlichkeitsmerkmale

8. Fünf-Faktoren-Modell (1/2) = OPTIONAL =

	Stimme nicht zu	Stimme eher nicht zu	Weder noch	Stimme eher zu	Stimme zu
Ich bin bei Veranstaltungen im Zentrum des Geschehens zu finden.	<input type="radio"/>				
Ich bin immer sehr gut vorbereitet.	<input type="radio"/>				
Ich verfüge über einen umfangreichen Wortschatz.	<input type="radio"/>				
Ich interessiere mich für andere Menschen.	<input type="radio"/>				
Ich bin üblicherweise sehr entspannt.	<input type="radio"/>				
Ich fühle mich in Gegenwart anderer Menschen wohl.	<input type="radio"/>				
Ich achte auf Details.	<input type="radio"/>				
Ich habe eine lebhaftere Phantasie.	<input type="radio"/>				
Ich bin eine empathische Person.	<input type="radio"/>				
Ich bin selten deprimiert.	<input type="radio"/>				
Ich beginne gerne Unterhaltungen.	<input type="radio"/>				
Ich beginne mit wichtigen Aufgaben, ohne diese unnötig hinauszuzögern.	<input type="radio"/>				
Ich habe hervorragende Ideen.	<input type="radio"/>				
Ich habe ein weiches Herz.	<input type="radio"/>				
Ich spreche mit vielen unterschiedlichen Personen auf Veranstaltungen.	<input type="radio"/>				
Ich lege Wert auf Ordnung.	<input type="radio"/>				
Ich habe eine schnelle Auffassungsgabe.	<input type="radio"/>				
Ich nehme mir Zeit für andere Menschen.	<input type="radio"/>				
Ich verwende fachspezifische Begriffe.	<input type="radio"/>				
Ich habe kein Problem damit, mich im Zentrum der Aufmerksamkeit zu befinden.	<input type="radio"/>				

Ich bin gut darin, die Emotionen anderer Menschen zu erkennen.	<input type="radio"/>				
Ich plane gerne voraus.	<input type="radio"/>				
Ich nehme mir Zeit, um Dinge zu reflektieren.	<input type="radio"/>				
Ich kümmere mich darum, dass andere Menschen sich wohlfühlen.	<input type="radio"/>				
Ich bin sehr genau bei der Durchführung meiner Tätigkeiten.	<input type="radio"/>				
Ich habe viele Ideen.	<input type="radio"/>				

3 / 6



50%

Zurück

Weiter

Powered by



Es ist ganz einfach, [eine Umfrage zu erstellen](#).

2. Anhang

	Stimme nicht zu	Stimme eher nicht zu	Weder noch	Stimme eher zu	Stimme zu
Ich bin bei Veranstaltungen im Zentrum des Geschehens zu finden.	3,45% 1	10,34% 3	44,83% 13	31,03% 9	10,34% 3
Ich bin immer sehr gut vorbereitet.	0,00% 0	0,00% 0	20,69% 6	62,07% 18	17,24% 5
Ich verfüge über einen umfangreichen Wortschatz.	3,45% 1	3,45% 1	27,59% 8	48,28% 14	17,24% 5
Ich interessiere mich für andere Menschen.	0,00% 0	3,45% 1	13,79% 4	48,28% 14	34,48% 10
Ich bin üblicherweise sehr entspannt.	0,00% 0	6,90% 2	44,83% 13	31,03% 9	17,24% 5
Ich fühle mich in Gegenwart anderer Menschen wohl.	0,00% 0	3,45% 1	37,93% 11	34,48% 10	24,14% 7
Ich achte auf Details.	0,00% 0	13,79% 4	10,34% 3	34,48% 10	41,38% 12
Ich habe eine lebhaft Phantasie.	0,00% 0	0,00% 0	17,24% 5	58,62% 17	24,14% 7
Ich bin eine empathische Person.	0,00% 0	6,90% 2	27,59% 8	48,28% 14	17,24% 5
Ich bin selten deprimiert.	3,45% 1	3,45% 1	17,24% 5	48,28% 14	27,59% 8
Ich beginne gerne Unterhaltungen.	0,00% 0	6,90% 2	31,03% 9	48,28% 14	13,79% 4
Ich beginne mit wichtigen Aufgaben, ohne diese unnötig hinauszuzögern.	3,45% 1	13,79% 4	31,03% 9	37,93% 11	13,79% 4
Ich habe hervorragende Ideen.	0,00% 0	6,90% 2	37,93% 11	51,72% 15	3,45% 1
Ich habe ein weiches Herz.	0,00% 0	10,34% 3	37,93% 11	27,59% 8	24,14% 7
Ich spreche mit vielen unterschiedlichen Personen auf Veranstaltungen.	3,45% 1	20,69% 6	24,14% 7	34,48% 10	17,24% 5
Ich lege Wert auf Ordnung.	0,00% 0	13,79% 4	27,59% 8	31,03% 9	27,59% 8
Ich habe eine schnelle Auffassungsgabe.	0,00% 0	0,00% 0	27,59% 8	37,93% 11	34,48% 10
Ich nehme mir Zeit für andere Menschen.	0,00% 0	6,90% 2	17,24% 5	48,28% 14	27,59% 8
Ich verwende fachspezifische Begriffe.	3,45% 1	0,00% 0	24,14% 7	44,83% 13	27,59% 8
Ich habe kein Problem damit, mich im Zentrum der Aufmerksamkeit zu befinden.	3,45% 1	13,79% 4	31,03% 9	34,48% 10	17,24% 5
Ich bin gut darin, die Emotionen anderer Menschen zu erkennen.	0,00% 0	6,90% 2	41,38% 12	31,03% 9	20,69% 6
Ich plane gerne voraus.	0,00% 0	3,45% 1	13,79% 4	55,17% 16	27,59% 8
Ich nehme mir Zeit, um Dinge zu reflektieren.	0,00% 0	6,90% 2	24,14% 7	48,28% 14	20,69% 6
Ich kümmere mich darum, dass andere Menschen sich wohlfühlen.	0,00% 0	3,45% 1	37,93% 11	41,38% 12	17,24% 5
Ich bin sehr genau bei der Durchführung meiner Tätigkeiten.	3,45% 1	3,45% 1	20,69% 6	51,72% 15	20,69% 6
Ich habe viele Ideen.	0,00% 0	3,45% 1	24,14% 7	55,17% 16	17,24% 5

Multimodale Interaktion mit HMIs in der Smart Factory

4. Persönlichkeitsmerkmale

9. Fünf-Faktoren-Modell (2/2) = OPTIONAL =

	Stimme nicht zu	Stimme eher nicht zu	Weder noch	Stimme eher zu	Stimme zu
Ich bin selten besorgt um andere Menschen.	<input type="radio"/>				
Ich bin häufig gestresst.	<input type="radio"/>				
Ich rede nicht viel.	<input type="radio"/>				
Ich lasse meine Sachen gerne herumliegen.	<input type="radio"/>				
Ich habe Schwierigkeiten abstrakte Ideen zu verstehen.	<input type="radio"/>				
Ich beleidige häufig andere Menschen.	<input type="radio"/>				
Ich bin häufig besorgt.	<input type="radio"/>				
Ich bleibe gerne im Hintergrund.	<input type="radio"/>				
Ich verursache häufig Unordnung.	<input type="radio"/>				
Ich bin nicht interessiert an abstrakten Ideen.	<input type="radio"/>				
Ich bin nicht an Problemen anderer Personen interessiert.	<input type="radio"/>				
Ich bin häufig beunruhigt.	<input type="radio"/>				
Ich rede nicht viel.	<input type="radio"/>				
Ich vergesse häufig Dinge an deren Platz zurück zu legen.	<input type="radio"/>				
Ich bin häufig traurig.	<input type="radio"/>				
Ich habe keine gute Vorstellungskraft.	<input type="radio"/>				
Ich interessiere mich nicht wirklich für andere Personen.	<input type="radio"/>				
Ich bin mir darüber im Klaren, dass sich meine Laune häufig ändert.	<input type="radio"/>				
Ich stehe nicht gerne im Mittelpunkt.	<input type="radio"/>				
Ich gehe ungewollten Aufgaben gerne aus dem Weg.	<input type="radio"/>				
Ich habe häufig Stimmungsschwankungen.	<input type="radio"/>				
Ich bin häufig verärgert.	<input type="radio"/>				

Ich verhalte mich eher still in Gegenwart fremder Personen.

Ich fühle mich häufig deprimiert.

4 / 6  67%

Powered by
 **SurveyMonkey**[®]
Es ist ganz einfach, [eine Umfrage zu erstellen](#).

2. Anhang

	Stimme nicht zu	Stimme eher nicht zu	Weder noch	Stimme eher zu	Stimme zu
Ich bin selten besorgt um andere Menschen.	13,33% 4	40,00% 12	30,00% 9	16,67% 5	0,00% 0
Ich bin häufig gestresst.	3,33% 1	36,67% 11	33,33% 10	20,00% 6	6,67% 2
Ich rede nicht viel.	13,33% 4	50,00% 15	23,33% 7	13,33% 4	0,00% 0
Ich lasse meine Sachen gerne herumliegen.	23,33% 7	36,67% 11	13,33% 4	23,33% 7	3,33% 1
Ich habe Schwierigkeiten abstrakte Ideen zu verstehen.	43,33% 13	33,33% 10	16,67% 5	6,67% 2	0,00% 0
Ich beleidige häufig andere Menschen.	60,00% 18	26,67% 8	13,33% 4	0,00% 0	0,00% 0
Ich bin häufig besorgt.	6,67% 2	36,67% 11	20,00% 6	33,33% 10	3,33% 1
Ich bleibe gerne im Hintergrund.	10,00% 3	40,00% 12	26,67% 8	20,00% 6	3,33% 1
Ich verursache häufig Unordnung.	43,33% 13	40,00% 12	10,00% 3	6,67% 2	0,00% 0
Ich bin nicht interessiert an abstrakten Ideen.	53,33% 16	30,00% 9	10,00% 3	6,67% 2	0,00% 0
Ich bin nicht an Problemen anderer Personen interessiert.	36,67% 11	33,33% 10	16,67% 5	13,33% 4	0,00% 0
Ich bin häufig beunruhigt.	23,33% 7	43,33% 13	26,67% 8	6,67% 2	0,00% 0
Ich rede nicht viel.	16,67% 5	50,00% 15	23,33% 7	10,00% 3	0,00% 0
Ich vergesse häufig Dinge an deren Platz zurück zu legen.	36,67% 11	40,00% 12	16,67% 5	6,67% 2	0,00% 0
Ich bin häufig traurig.	53,33% 16	26,67% 8	20,00% 6	0,00% 0	0,00% 0
Ich habe keine gute Vorstellungskraft.	56,67% 17	33,33% 10	6,67% 2	3,33% 1	0,00% 0
Ich interessiere mich nicht wirklich für andere Personen.	46,67% 14	40,00% 12	10,00% 3	3,33% 1	0,00% 0
Ich bin mir darüber im Klaren, dass sich meine Laune häufig ändert.	33,33% 10	26,67% 8	26,67% 8	13,33% 4	0,00% 0
Ich stehe nicht gerne im Mittelpunkt.	6,67% 2	53,33% 16	23,33% 7	13,33% 4	3,33% 1
Ich gehe ungewollten Aufgaben gerne aus dem Weg.	33,33% 10	13,33% 4	33,33% 10	20,00% 6	0,00% 0
Ich habe häufig Stimmungsschwankungen.	46,67% 14	36,67% 11	10,00% 3	6,67% 2	0,00% 0
Ich bin häufig verärgert.	43,33% 13	30,00% 9	20,00% 6	6,67% 2	0,00% 0
Ich verhalte mich eher still in Gegenwart fremder Personen.	13,33% 4	46,67% 14	16,67% 5	20,00% 6	3,33% 1
Ich fühle mich häufig deprimiert.	60,00% 18	23,33% 7	13,33% 4	3,33% 1	0,00% 0

Multimodale Interaktion mit HMIs in der Smart Factory

5. Erwartungshaltung

10. Erwartungshaltung gegenüber der Verwendung von Datenbrillen

	Stimme nicht zu	Stimme eher nicht zu	Weder noch	Stimme eher zu	Stimme zu
Die Touch-Steuerung wird einfach zu bedienen sein.	<input type="radio"/>				
Es wird einfach sein, mich an die Touch-Steuerung zu gewöhnen.	<input type="radio"/>				
Die Sprach-Steuerung wird einfach zu bedienen sein.	<input type="radio"/>				
Es wird einfach sein, mich an die Sprach-Steuerung zu gewöhnen.	<input type="radio"/>				
Bei einem Assistenzsystem ist es mir wichtig, direkt mit einer anderen Person in Interaktion zu treten, um aktiv Rückfragen stellen zu können.	<input type="radio"/>				
Bei einem Assistenzsystem lege ich Wert darauf, selbstständig ohne fremde Einwirkung einen definierten Ablauf zu durchlaufen.	<input type="radio"/>				
Durch die Verwendung einer Datenbrille wird es möglich sein, die zur Durchführung der Tätigkeiten benötigten Informationen bereitzustellen.	<input type="radio"/>				
Die Anwendung einer Datenbrille wird bei der Durchführung der Tätigkeiten nützlich sein / einen klaren Mehrwert bieten.	<input type="radio"/>				
Ich bin der Ansicht, dass sich Datenbrillen in der Industrie durchsetzen werden.	<input type="radio"/>				

5 / 6  83%

Zurück Weiter

Powered by SurveyMonkey®

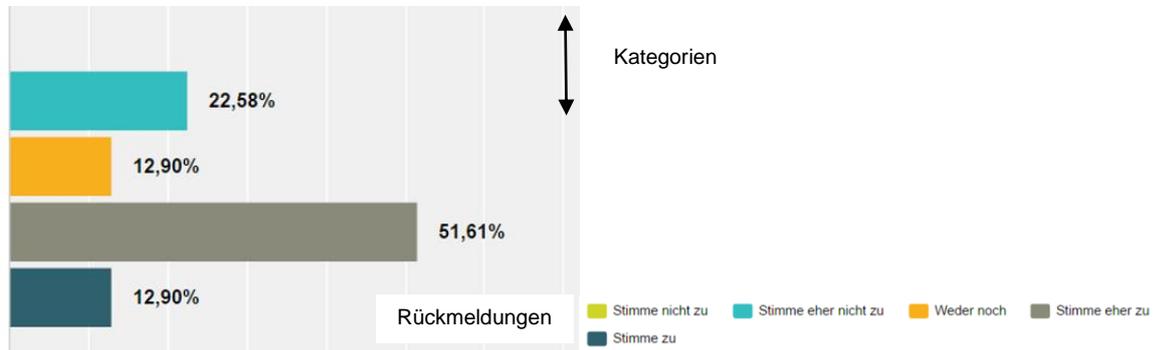
Es ist ganz einfach, eine Umfrage zu erstellen.

2. Anhang

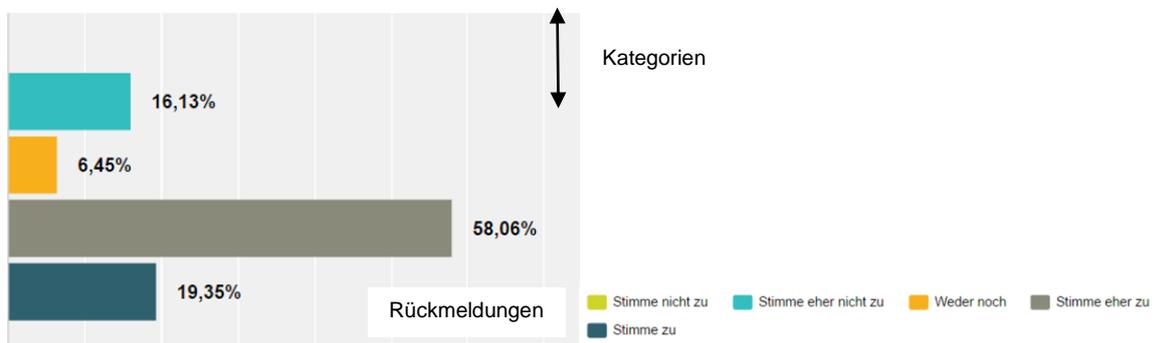
	Stimme nicht zu	Stimme eher nicht zu	Weder noch	Stimme eher zu	Stimme zu
Die Touch-Steuerung wird einfach zu bedienen sein.	0,00% 0	22,58% 7	12,90% 4	51,61% 16	12,90% 4
Es wird einfach sein, mich an die Touch-Steuerung zu gewöhnen.	0,00% 0	16,13% 5	6,45% 2	58,06% 18	19,35% 6
Die Sprach-Steuerung wird einfach zu bedienen sein.	3,23% 1	25,81% 8	22,58% 7	38,71% 12	9,68% 3
Es wird einfach sein, mich an die Sprach-Steuerung zu gewöhnen.	0,00% 0	25,81% 8	29,03% 9	35,48% 11	9,68% 3
Bei einem Assistenzsystem ist es mir wichtig, direkt mit einer anderen Person in Interaktion zu treten, um aktiv Rückfragen stellen zu können.	6,45% 2	29,03% 9	32,26% 10	19,35% 6	12,90% 4
Bei einem Assistenzsystem lege ich Wert darauf, selbstständig ohne fremde Einwirkung einen definierten Ablauf zu durchlaufen.	0,00% 0	19,35% 6	6,45% 2	32,26% 10	41,94% 13
Durch die Verwendung einer Datenbrille wird es möglich sein, die zur Durchführung der Tätigkeiten benötigten Informationen bereitzustellen.	0,00% 0	3,23% 1	19,35% 6	48,39% 15	29,03% 9
Die Anwendung einer Datenbrille wird bei der Durchführung der Tätigkeiten nützlich sein / einen klaren Mehrwert bieten.	6,45% 2	3,23% 1	16,13% 5	51,61% 16	22,58% 7
Ich bin der Ansicht, dass sich Datenbrillen in der Industrie durchsetzen werden.	6,45% 2	16,13% 5	9,68% 3	41,94% 13	25,81% 8

Erwartungshaltung gegenüber Datenbrillen

Die **Touch-Steuerung** wird einfach zu bedienen sein.



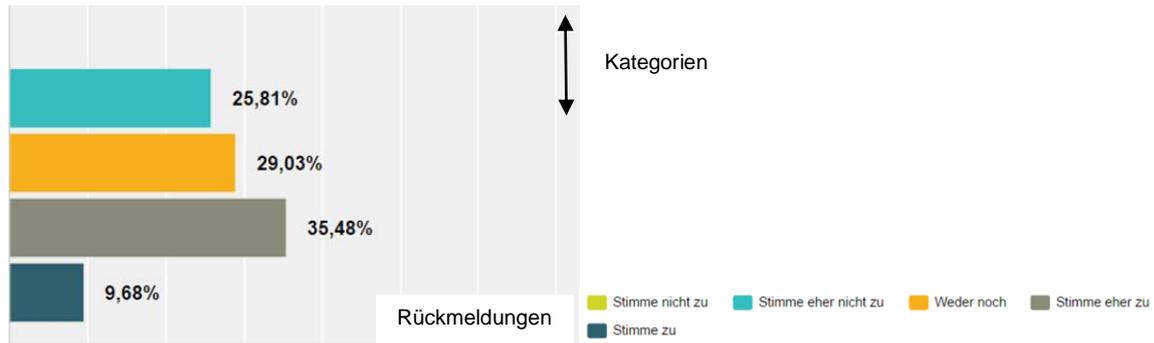
Es wird einfach sein, mich an die **Touch-Steuerung** zu gewöhnen.



Die **Sprach-Steuerung** wird einfach zu bedienen sein.



Es wird einfach sein, mich an die Sprach-Steuerung zu gewöhnen.



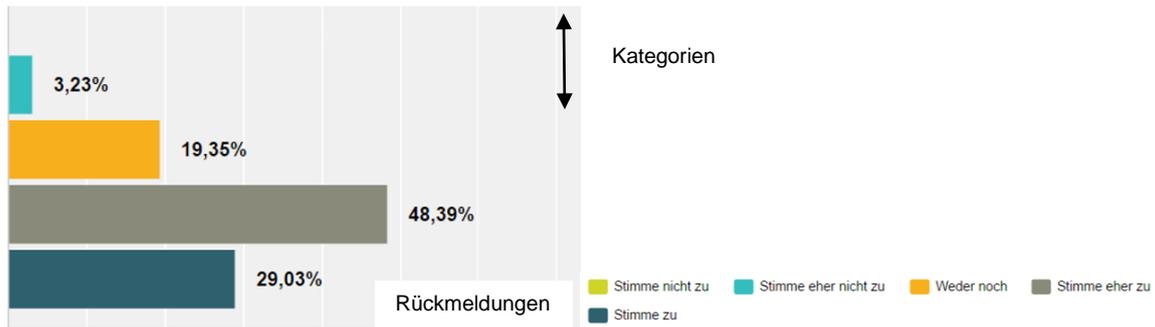
Bei einem Assistenzsystem ist es mir wichtig, direkt mit einer anderen Person in Interaktion zu treten, um aktiv Rückfragen stellen zu können.



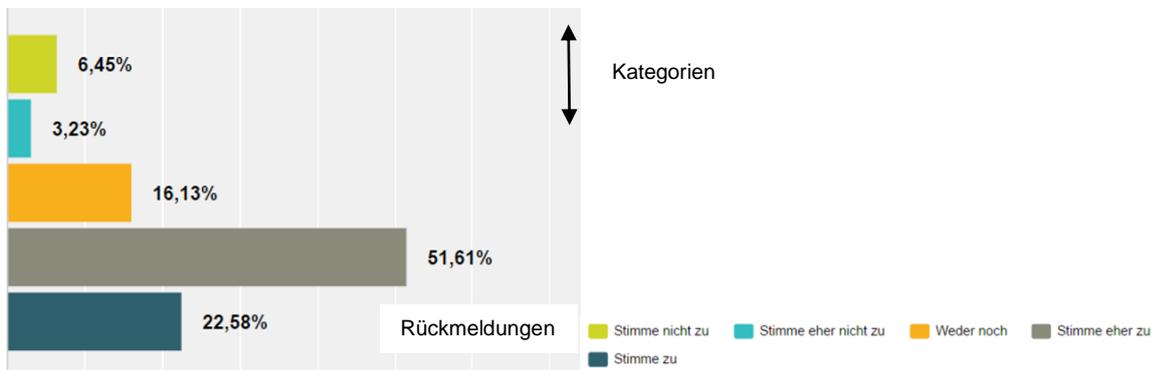
Bei einem Assistenzsystem lege ich Wert darauf, selbstständig ohne fremde Einwirkung einen definierten Ablauf zu durchlaufen.



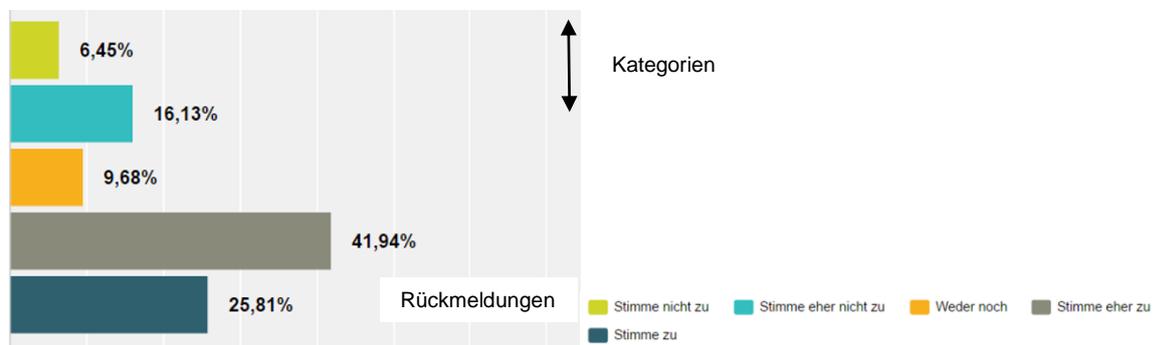
Durch die Verwendung einer Datenbrille wird es möglich sein, die zur Durchführung der Tätigkeiten benötigten Informationen bereitzustellen.



Die Anwendung einer Datenbrille wird bei der Durchführung der Tätigkeiten nützlich sein / einen klaren Mehrwert bieten.



Ich bin der Ansicht, dass sich Datenbrillen in der Industrie durchsetzen werden.



Multimodale Interaktion mit HMIs in der Smart Factory

6. Erfahrung

11. Erfahrung mit Objekten der Evaluierung

	Stimme nicht zu	Stimme eher nicht zu	Weder noch	Stimme eher zu	Stimme zu
Ich habe bereits Datenbrillen verwendet.	<input type="radio"/>				
Ich habe bereits Messgeräte von Zoller verwendet.	<input type="radio"/>				
Ich habe bereits Erfahrung im Bereich Maschinenbau/ Automatisierungstechnik .	<input type="radio"/>				
Ich habe bereits regelmäßig anspruchsvolle handwerkliche Tätigkeiten durchgeführt.	<input type="radio"/>				

12. Folgendes möchte ich noch mitteilen:

6 / 6  100%

Zurück

Fertig

Powered by

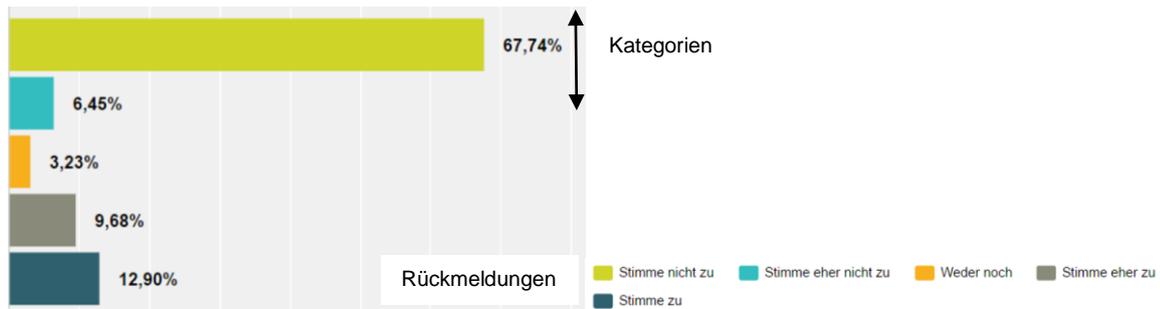


Es ist ganz einfach, [eine Umfrage zu erstellen](#).

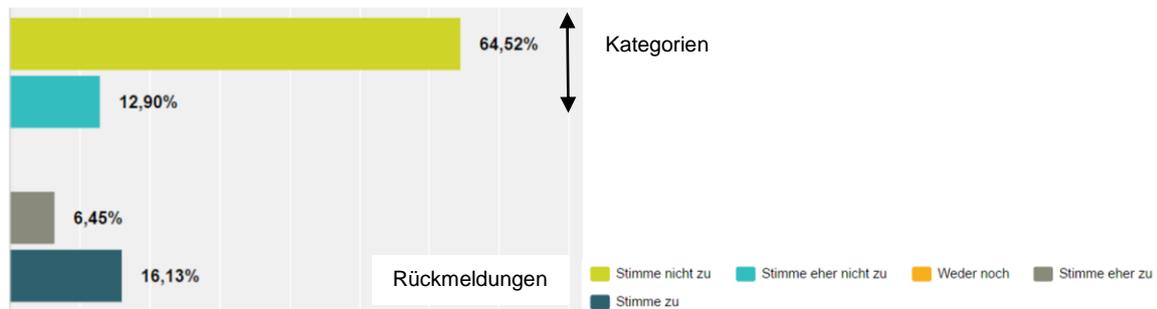
	Stimme nicht zu	Stimme eher nicht zu	Weder noch	Stimme eher zu	Stimme zu
Ich habe bereits Datenbrillen verwendet.	67,74% 21	6,45% 2	3,23% 1	9,68% 3	12,90% 4
Ich habe bereits Messgeräte von Zoller verwendet.	64,52% 20	12,90% 4	0,00% 0	6,45% 2	16,13% 5
Ich habe bereits Erfahrung im Bereich Maschinenbau/ Automatisierungstechnik.	9,68% 3	9,68% 3	6,45% 2	19,35% 6	54,84% 17
Ich habe bereits regelmäßig anspruchsvolle handwerkliche Tätigkeiten durchgeführt.	12,90% 4	19,35% 6	12,90% 4	9,68% 3	45,16% 14

Erfahrung mit Objekten der Evaluierung

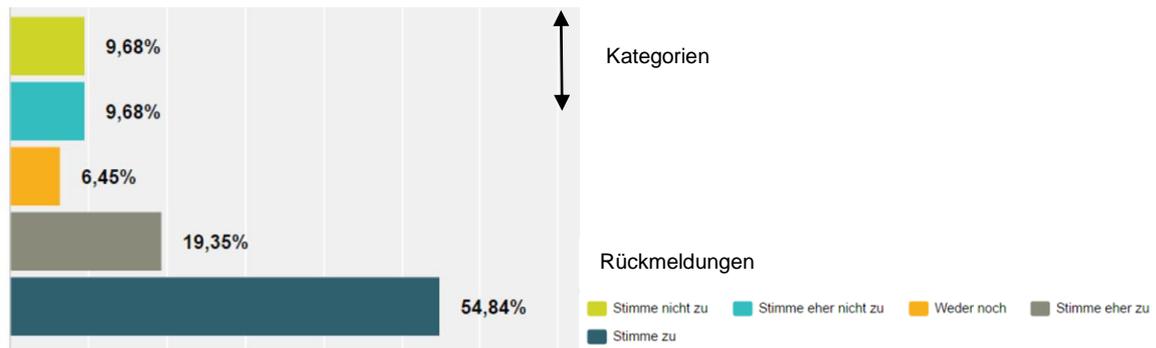
Ich habe bereits **Datenbrillen** verwendet.



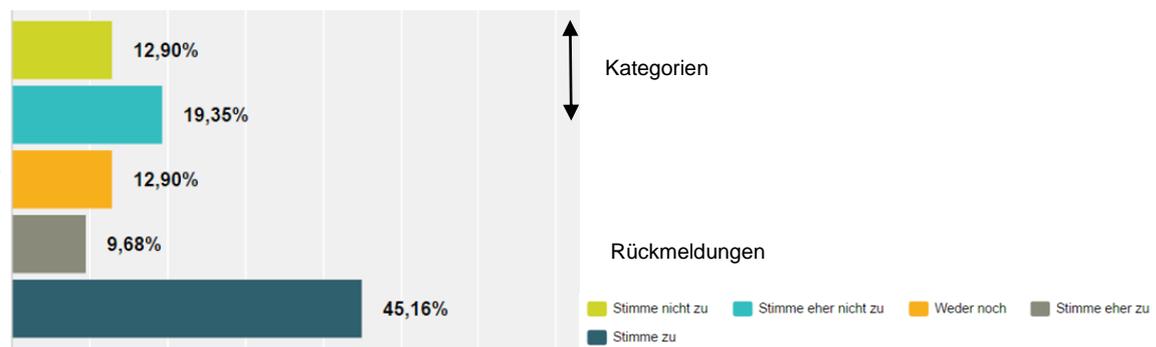
Ich habe bereits **Messgeräte von Zoller** verwendet.



Ich habe bereits Erfahrung im Bereich **Maschinenbau / Automatisierungstechnik**.



Ich habe bereits regelmäßig **anspruchsvolle handwerkliche Tätigkeiten** durchgeführt.



Post Erhebung



Pilotfabrik
Industrie 4.0

Multimodale Interaktion mit HMIs in der Smart Factory (Post-Erhebung)

1. Willkommen bei der Post-Befragung zur Datenbrillenstudie

Vielen Dank für Ihre Teilnahme an unserer Umfrage. Ihr Feedback ist uns wichtig.
Dieser Fragebogen dient der Dokumentation Ihrer Erfahrungen/Erkenntnisse aus der Evaluierung an der Pilotfabrik.

Die Beantwortung der Fragen wird ~ 15 Minuten in Anspruch nehmen.
Vielen Dank für Ihren wertvollen Beitrag!

(Ihr Name wird ausschließlich zur Zuordnung des Pre-Erhebungs Fragebogens benötigt).

1. Vorname

2. Name

3. Ich bin rechtshänder.

Ja Nein

4. Ich habe eine Sehschwäche.

Ja Nein

5. Bei dem Durchlauf der Szenarien habe ich Kontaktlinsen getragen.

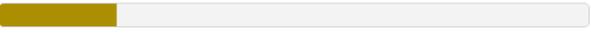
Ja Nein

6. Bei dem Durchlauf der Szenarien habe ich eine optische Brille getragen.

Ja Nein

7. Ich wollte eine optische Brille tragen, habe aber darauf verzichtet.

Ja Nein

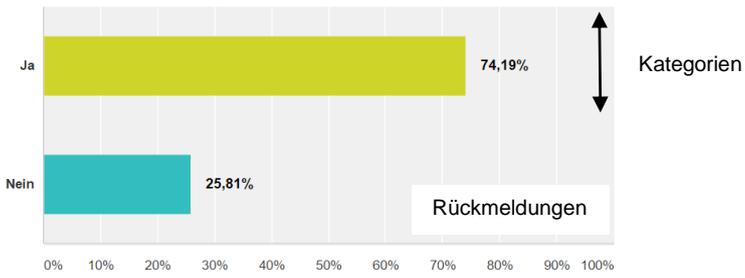
1 / 5  20%

Weiter

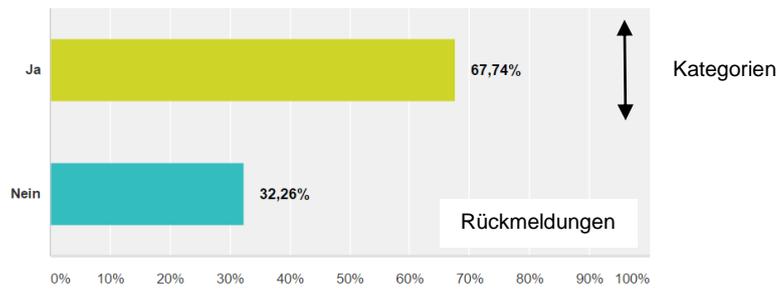
Powered by

Es ist ganz einfach, [eine Umfrage zu erstellen](#).

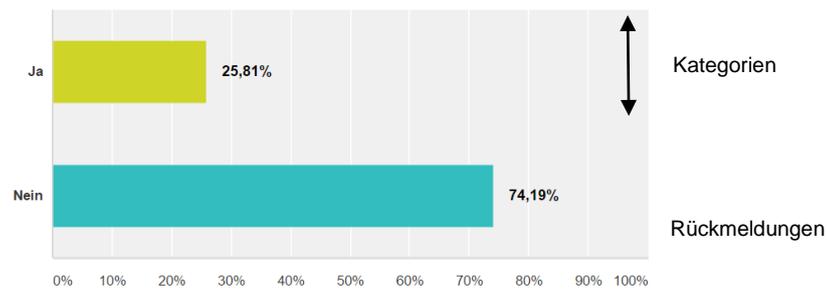
Ich bin Rechtshänder.



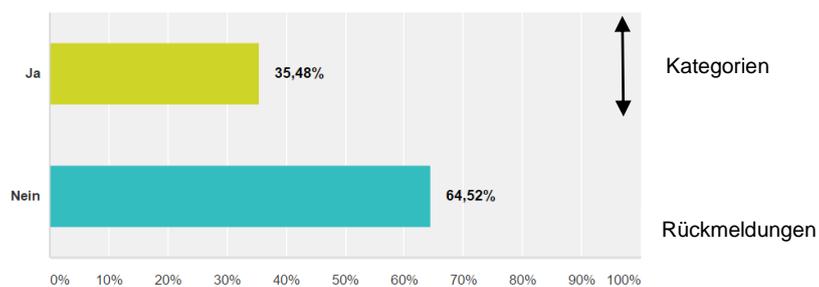
Ich habe eine Sehschwäche.



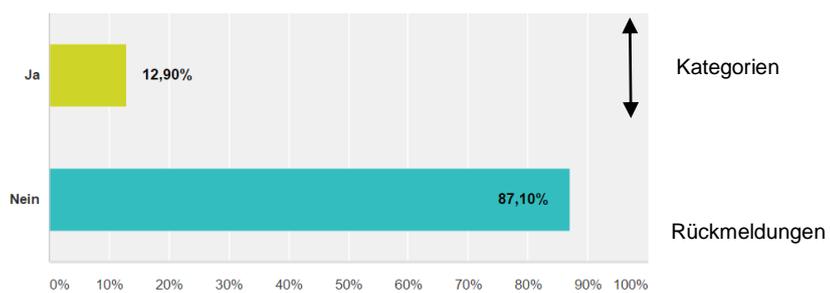
Bei dem Durchlauf der Szenarien habe ich Kontaktlinsen getragen.



Bei dem Durchlauf der Szenarien habe ich eine optische Brille getragen.



Ich wollte eine optische Brille tragen, habe aber darauf verzichtet.

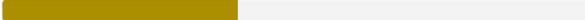


Multimodale Interaktion mit HMIs in der Smart Factory (Post-Erhebung)

2. Touch-Steuerung

8. Feedback bezüglich Touch-Steuerung

	Stimme nicht zu	Stimme eher nicht zu	Weder noch	Stimme eher zu	Stimme zu
Die Touch-Steuerung war einfach zu bedienen.	<input type="radio"/>				
Es war einfach, mich an die Touch-Steuerung zu gewöhnen.	<input type="radio"/>				
Die Touch-Steuerung hat mich bei der Navigation gut unterstützt.	<input type="radio"/>				
Durch die Verwendung der Touch-Steuerung habe ich mir Zeit gespart.	<input type="radio"/>				
Durch die Verwendung der Touch-Steuerung konnten Fehler vermieden werden.	<input type="radio"/>				
Die Touch-Steuerung ermöglichte es mir die Tätigkeiten effizienter durchzuführen.	<input type="radio"/>				
Die Touch-Steuerung verbesserte meine Leistungsfähigkeit bei der Durchführung der Tätigkeiten.	<input type="radio"/>				
Die Touch-Steuerung trägt zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen bei.	<input type="radio"/>				
Ich habe vor, die Touch-Steuerung auch weiterhin zu verwenden.	<input type="radio"/>				
Ich würde die Touch-Steuerung weiterhin für die Vermessung verwenden.	<input type="radio"/>				
Ich bin mit der Touch-Steuerung zufrieden.	<input type="radio"/>				

2 / 5  40%

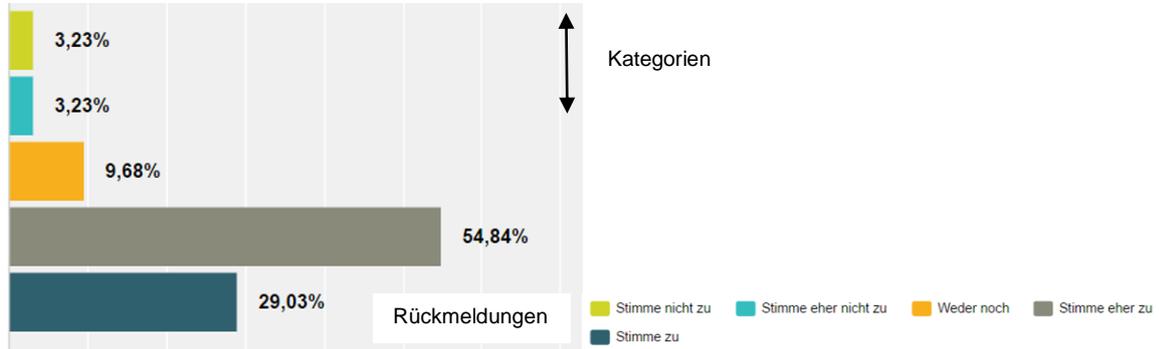
Zurück Weiter

2. Anhang

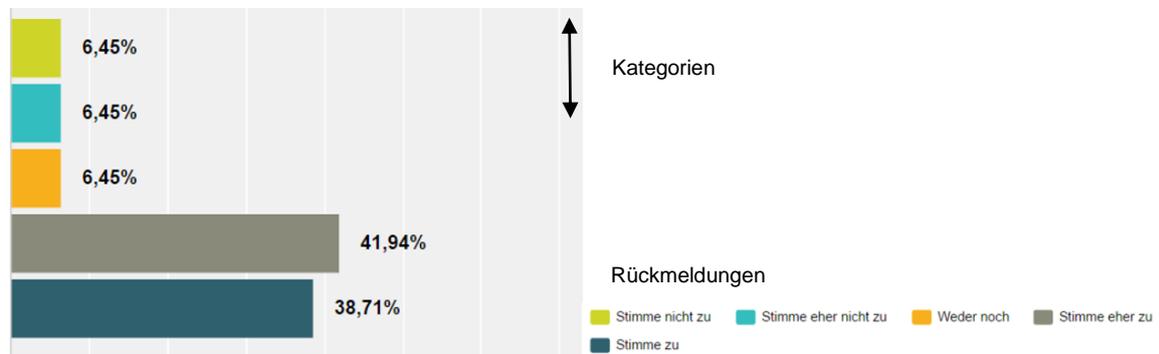
	Stimme nicht zu	Stimme eher nicht zu	Weder noch	Stimme eher zu	Stimme zu
Die Touch-Steuerung war einfach zu bedienen.	3,23% 1	3,23% 1	9,68% 3	54,84% 17	29,03% 9
Es war einfach, mich an die Touch-Steuerung zu gewöhnen.	6,45% 2	6,45% 2	6,45% 2	41,94% 13	38,71% 12
Die Touch-Steuerung hat mich bei der Navigation gut unterstützt.	0,00% 0	9,68% 3	16,13% 5	41,94% 13	32,26% 10
Durch die Verwendung der Touch-Steuerung habe ich mir Zeit gespart.	6,45% 2	22,58% 7	32,26% 10	19,35% 6	19,35% 6
Durch die Verwendung der Touch-Steuerung konnten Fehler vermieden werden.	3,23% 1	22,58% 7	32,26% 10	41,94% 13	0,00% 0
Die Touch-Steuerung ermöglichte es mir die Tätigkeiten effizienter durchzuführen.	3,23% 1	16,13% 5	29,03% 9	35,48% 11	16,13% 5
Die Touch-Steuerung verbesserte meine Leistungsfähigkeit bei der Durchführung der Tätigkeiten.	6,45% 2	16,13% 5	29,03% 9	41,94% 13	6,45% 2
Die Touch-Steuerung trägt zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen bei.	6,45% 2	12,90% 4	45,16% 14	25,81% 8	9,68% 3
Ich habe vor, die Touch-Steuerung auch weiterhin zu verwenden.	6,45% 2	29,03% 9	38,71% 12	19,35% 6	6,45% 2
Ich würde die Touch-Steuerung weiterhin für die Vermessung verwenden.	9,68% 3	22,58% 7	38,71% 12	16,13% 5	12,90% 4
Ich bin mit der Touch-Steuerung zufrieden.	3,23% 1	16,13% 5	12,90% 4	51,61% 16	16,13% 5

Feedback bezüglich Touch-Steuerung

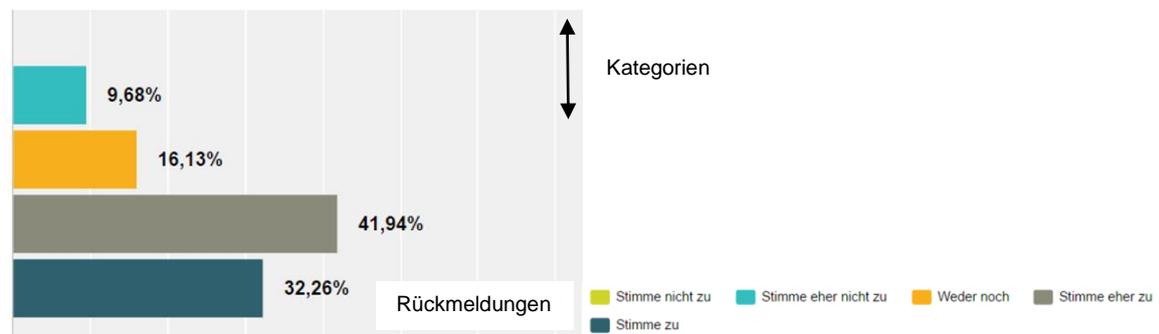
Die Touch-Steuerung war einfach zu bedienen.



Es war einfach, mich an die Touch-Steuerung zu gewöhnen.



Die Touch-Steuerung hat mich bei der Navigation gut unterstützt.



Durch die Verwendung der Touch-Steuerung habe ich mir Zeit gespart.



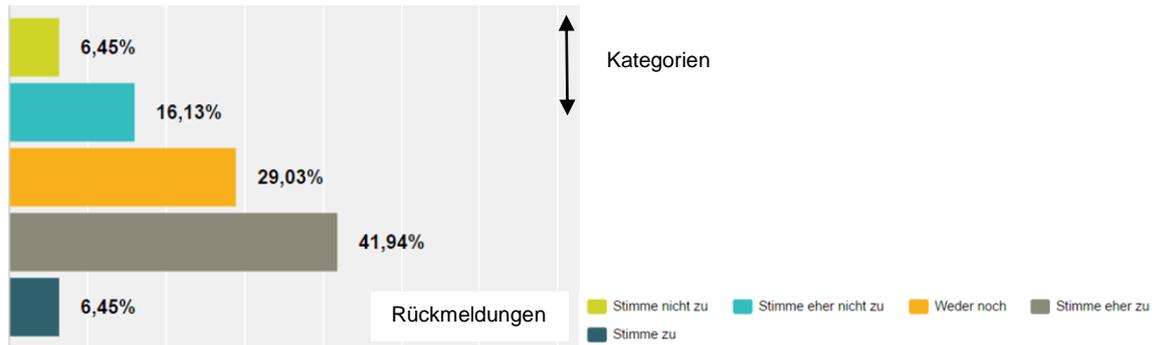
Durch die Verwendung der Touch-Steuerung konnten Fehler vermieden werden.



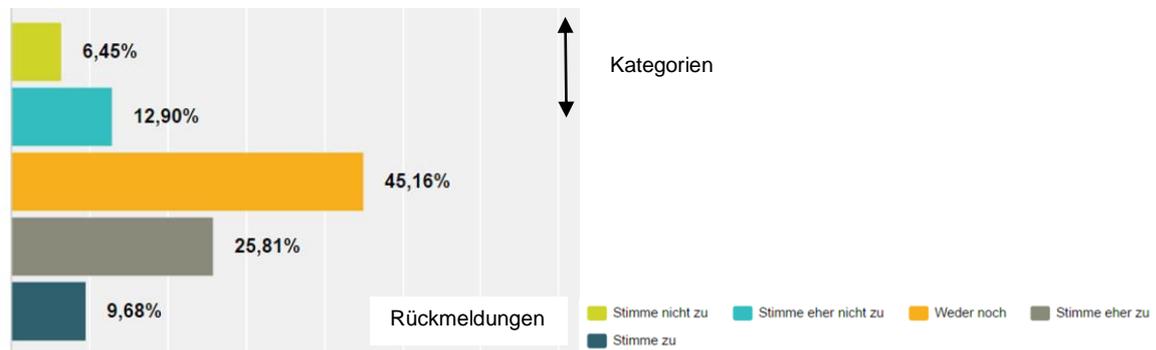
Die Touch-Steuerung ermöglichte es mir die Tätigkeiten effizienter durchzuführen.



Die Touch-Steuerung verbesserte meine Leistungsfähigkeit bei der Durchführung der Tätigkeiten.



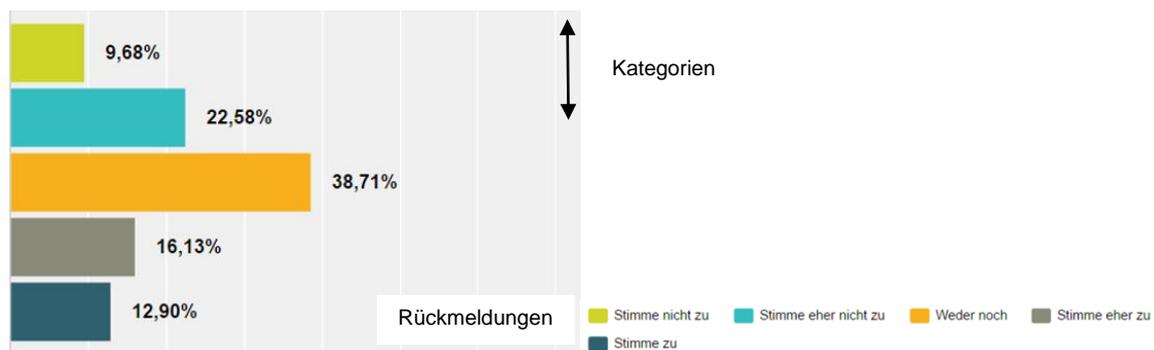
Die Touch-Steuerung trägt zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen bei.



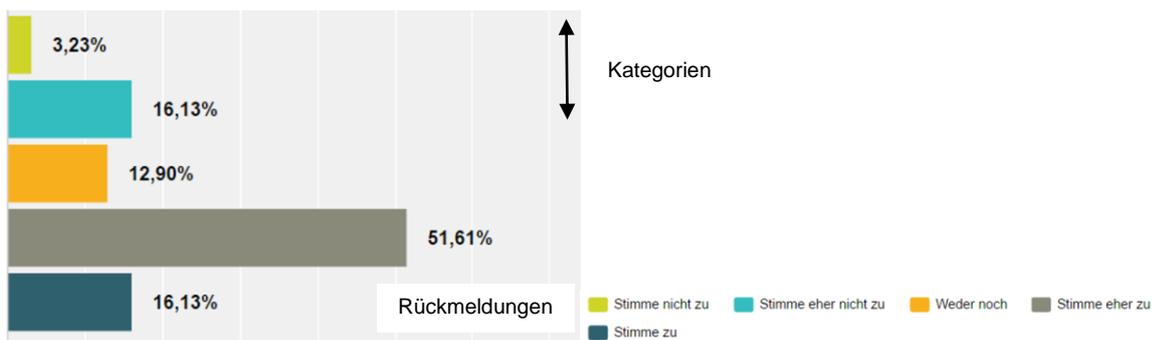
Ich habe vor, die Touch-Steuerung auch weiterhin zu verwenden.



Ich würde die Touch-Steuerung weiterhin für die Vermessung verwenden.



Ich bin mit der Touch-Steuerung zufrieden.



Multimodale Interaktion mit HMIs in der Smart Factory (Post-Erhebung)

3. Sprach-Steuerung

9. Feedback bezüglich Sprach-Steuerung

	Stimme nicht zu	Stimme eher nicht zu	Weder noch	Stimme eher zu	Stimme zu
Die Sprach-Steuerung war einfach zu bedienen.	<input type="radio"/>				
Es war einfach, mich an die Sprach-Steuerung zu gewöhnen.	<input type="radio"/>				
Die Sprach-Steuerung hat mich bei der Navigation gut unterstützt.	<input type="radio"/>				
Durch die Verwendung der Sprach-Steuerung habe ich mir Zeit gespart.	<input type="radio"/>				
Durch die Verwendung der Sprach-Steuerung konnten Fehler vermieden werden.	<input type="radio"/>				
Die Sprach-Steuerung ermöglichte es mir die Tätigkeiten effizienter durchzuführen.	<input type="radio"/>				
Die Sprach-Steuerung verbesserte meine Leistungsfähigkeit bei der Durchführung der Tätigkeiten.	<input type="radio"/>				
Die Sprach-Steuerung trägt zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen bei.	<input type="radio"/>				
Ich habe vor, die Sprach-Steuerung auch weiterhin zu verwenden.	<input type="radio"/>				
Ich würde die Sprach-Steuerung weiterhin für die QS verwenden.	<input type="radio"/>				
Ich bin mit der Sprach-Steuerung zufrieden.	<input type="radio"/>				

3 / 5  60%

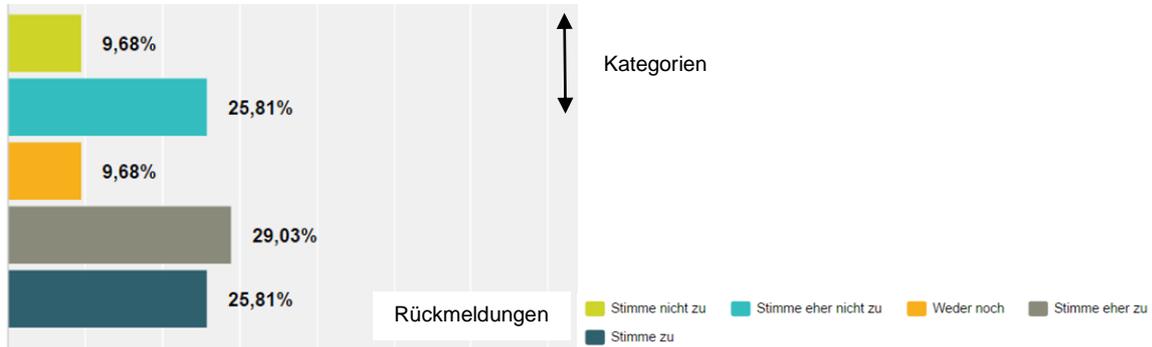
Zurück Weiter

2. Anhang

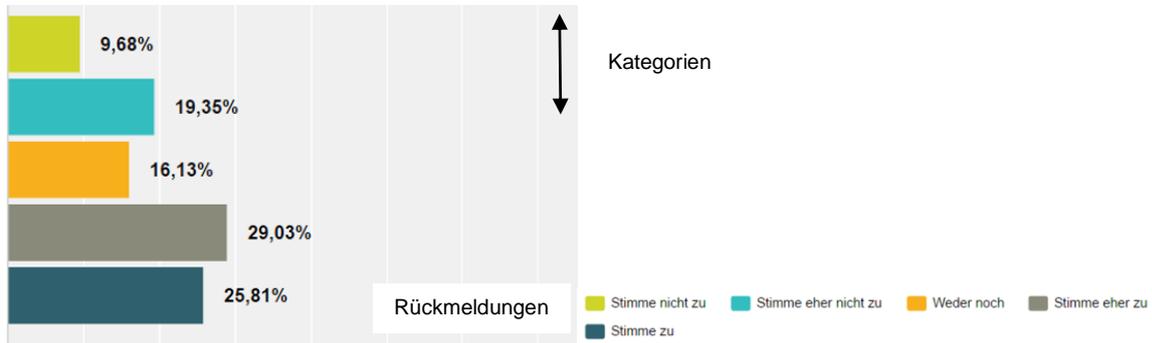
	Stimme nicht zu	Stimme eher nicht zu	Weder noch	Stimme eher zu	Stimme zu
Die Sprach-Steuerung war einfach zu bedienen.	9,68% 3	25,81% 8	9,68% 3	29,03% 9	25,81% 8
Es war einfach, mich an die Sprach-Steuerung zu gewöhnen.	9,68% 3	19,35% 6	16,13% 5	29,03% 9	25,81% 8
Die Sprach-Steuerung hat mich bei der Navigation gut unterstützt.	12,90% 4	19,35% 6	22,58% 7	25,81% 8	19,35% 6
Durch die Verwendung der Sprach-Steuerung habe ich mir Zeit gespart.	22,58% 7	29,03% 9	12,90% 4	22,58% 7	12,90% 4
Durch die Verwendung der Sprach-Steuerung konnten Fehler vermieden werden.	12,90% 4	25,81% 8	19,35% 6	29,03% 9	12,90% 4
Die Sprach-Steuerung ermöglichte es mir die Tätigkeiten effizienter durchzuführen.	9,68% 3	22,58% 7	35,48% 11	22,58% 7	9,68% 3
Die Sprach-Steuerung verbesserte meine Leistungsfähigkeit bei der Durchführung der Tätigkeiten.	19,35% 6	22,58% 7	29,03% 9	19,35% 6	9,68% 3
Die Sprach-Steuerung trägt zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen bei.	9,68% 3	22,58% 7	45,16% 14	9,68% 3	12,90% 4
Ich habe vor, die Sprach-Steuerung auch weiterhin zu verwenden.	32,26% 10	19,35% 6	29,03% 9	6,45% 2	12,90% 4
Ich würde die Sprach-Steuerung weiterhin für die QS verwenden.	16,13% 5	32,26% 10	29,03% 9	9,68% 3	12,90% 4
Ich bin mit der Sprach-Steuerung zufrieden.	16,13% 5	22,58% 7	22,58% 7	19,35% 6	19,35% 6

Feedback bezüglich Sprach-Steuerung

Die Sprach-Steuerung war einfach zu bedienen.



Es war einfach, mich an die Sprach-Steuerung zu gewöhnen.



Die Sprach-Steuerung hat mich bei der Navigation gut unterstützt.



Durch die Verwendung der Sprach-Steuerung habe ich mir Zeit gespart.



Durch die Verwendung der Sprach-Steuerung konnten Fehler vermieden werden.



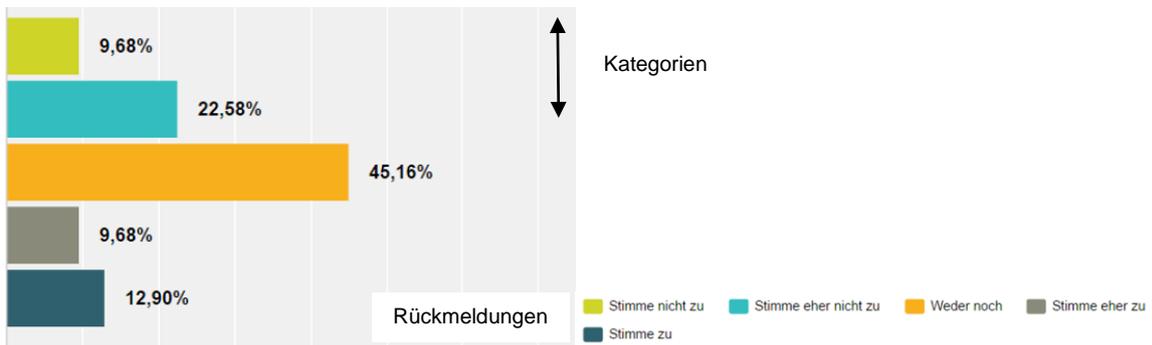
Die Sprach-Steuerung ermöglichte es mir die Tätigkeiten effizienter durchzuführen.



Die Sprach-Steuerung verbesserte meine Leistungsfähigkeit bei der Durchführung der Tätigkeiten.



Die Sprach-Steuerung trägt zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen bei.



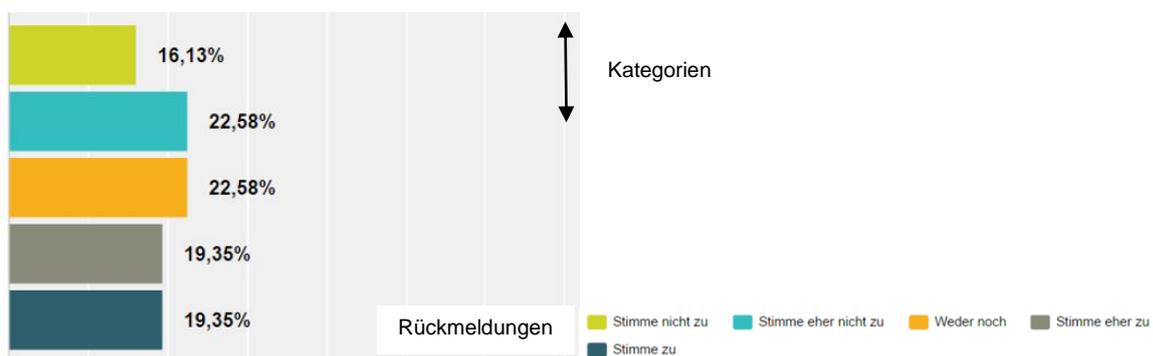
Ich habe vor, die Sprach-Steuerung auch weiterhin zu verwenden.



Ich würde die Sprach-Steuerung weiterhin für die QS verwenden.



Ich bin mit der Sprach-Steuerung zufrieden.



Multimodale Interaktion mit HMI in der Smart Factory (Post-Erhebung)

4. Datenbrillen

10. Feedback bezüglich Datenbrillen

	Stimme nicht zu	Stimme eher nicht zu	Weder noch	Stimme eher zu	Stimme zu
Die Datenbrille hat die zur Durchführung der Tätigkeiten benötigten Informationen bereitgestellt.	<input type="radio"/>				
Die Datenbrille war bei der Durchführung der Tätigkeiten nützlich.	<input type="radio"/>				
Durch den Einsatz einer Datenbrille habe ich mir Zeit gespart.	<input type="radio"/>				
Durch den Einsatz einer Datenbrille konnten Fehler vermieden werden.	<input type="radio"/>				
Die Datenbrille ermöglichte es mir die Tätigkeiten effizienter durchzuführen.	<input type="radio"/>				
Die Datenbrille verbesserte meine Leistungsfähigkeit bei der Durchführung der Tätigkeiten.	<input type="radio"/>				
Die Verwendung einer Datenbrille trägt zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen bei.	<input type="radio"/>				
Ich habe vor, Datenbrillen auch weiterhin zu verwenden.	<input type="radio"/>				
Ich habe mich gut durch den Prozess geführt gefühlt.	<input type="radio"/>				
Bei einem Assistenzsystem ist es mir wichtig, direkt mit einer anderen Person in Interaktion zu treten, um aktiv Rückfragen stellen zu können.	<input type="radio"/>				
Bei einem Assistenzsystem lege ich Wert darauf, selbstständig ohne fremde Einwirkung einen definierten Ablauf zu durchlaufen.	<input type="radio"/>				
Ich bin mit der Darstellung am Display zufrieden.	<input type="radio"/>				
Ich bin mit Datenbrillen als Assistenzsystem zufrieden.	<input type="radio"/>				
Ich bin der Ansicht, dass sich Datenbrillen in der Industrie durchsetzen werden.	<input type="radio"/>				

4 / 5  80%

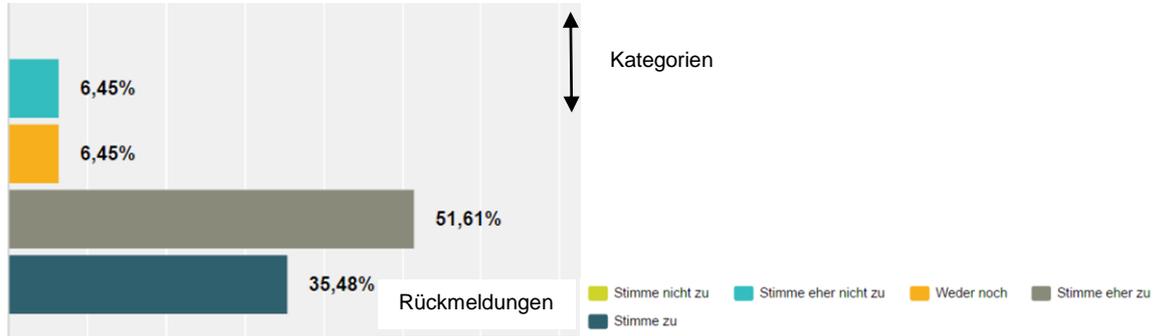
Zurück Weiter

2. Anhang

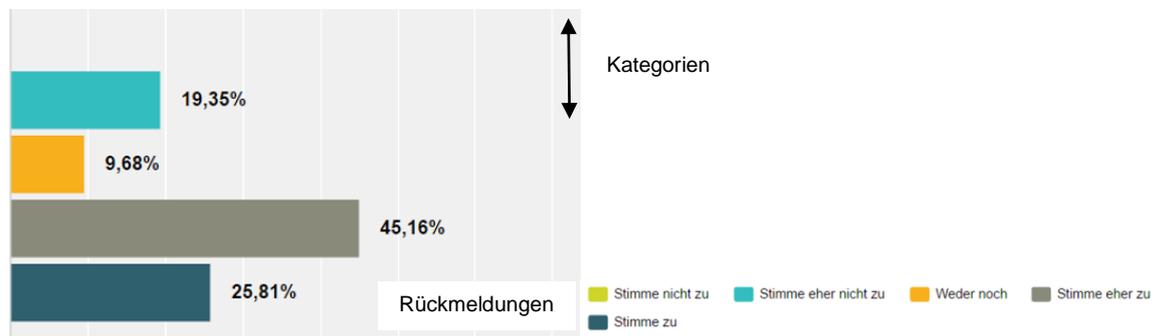
	Stimme nicht zu	Stimme eher nicht zu	Weder noch	Stimme eher zu	Stimme zu
Die Datenbrille hat die zur Durchführung der Tätigkeiten benötigten Informationen bereitgestellt.	0,00% 0	6,45% 2	6,45% 2	51,61% 16	35,48% 11
Die Datenbrille war bei der Durchführung der Tätigkeiten nützlich.	0,00% 0	19,35% 6	9,68% 3	45,16% 14	25,81% 8
Durch den Einsatz einer Datenbrille habe ich mir Zeit gespart.	12,90% 4	19,35% 6	19,35% 6	32,26% 10	16,13% 5
Durch den Einsatz einer Datenbrille konnten Fehler vermieden werden.	6,45% 2	12,90% 4	19,35% 6	54,84% 17	6,45% 2
Die Datenbrille ermöglichte es mir die Tätigkeiten effizienter durchzuführen.	9,68% 3	19,35% 6	22,58% 7	29,03% 9	19,35% 6
Die Datenbrille verbesserte meine Leistungsfähigkeit bei der Durchführung der Tätigkeiten.	6,45% 2	19,35% 6	29,03% 9	22,58% 7	22,58% 7
Die Verwendung einer Datenbrille trägt zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen bei.	6,45% 2	12,90% 4	35,48% 11	32,26% 10	12,90% 4
Ich habe vor, Datenbrillen auch weiterhin zu verwenden.	6,45% 2	32,26% 10	32,26% 10	12,90% 4	16,13% 5
Ich habe mich gut durch den Prozess geführt gefühlt.	0,00% 0	19,35% 6	6,45% 2	51,61% 16	22,58% 7
Bei einem Assistenzsystem ist es mir wichtig, direkt mit einer anderen Person in Interaktion zu treten, um aktiv Rückfragen stellen zu können.	3,23% 1	9,68% 3	32,26% 10	29,03% 9	25,81% 8
Bei einem Assistenzsystem lege ich Wert darauf, selbstständig ohne fremde Einwirkung einen definierten Ablauf zu durchlaufen.	3,23% 1	19,35% 6	22,58% 7	25,81% 8	29,03% 9
Ich bin mit der Darstellung am Display zufrieden.	9,68% 3	29,03% 9	25,81% 8	32,26% 10	3,23% 1
Ich bin mit Datenbrillen als Assistenzsystem zufrieden.	9,68% 3	16,13% 5	25,81% 8	32,26% 10	16,13% 5
Ich bin der Ansicht, dass sich Datenbrillen in der Industrie durchsetzen werden.	6,45% 2	16,13% 5	22,58% 7	25,81% 8	29,03% 9

Feedback bezüglich Datenbrillen

Die Datenbrille hat die zur Durchführung der Tätigkeiten benötigten Informationen bereitgestellt.



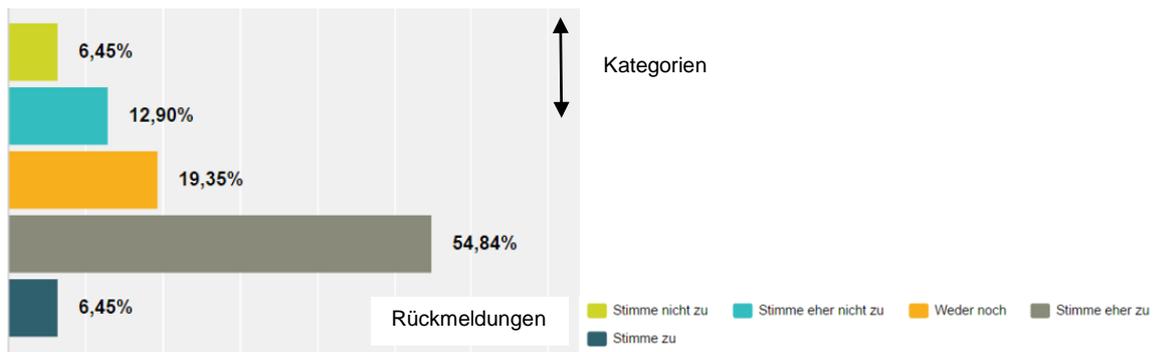
Die Datenbrille war bei der Durchführung der Tätigkeiten nützlich.



Durch den Einsatz einer Datenbrille habe ich mir Zeit gespart.



Durch den Einsatz einer Datenbrille konnten Fehler vermieden werden.



Die Datenbrille ermöglichte es mir die Tätigkeiten effizienter durchzuführen.



Die Datenbrille verbesserte meine Leistungsfähigkeit bei der Durchführung der Tätigkeiten.



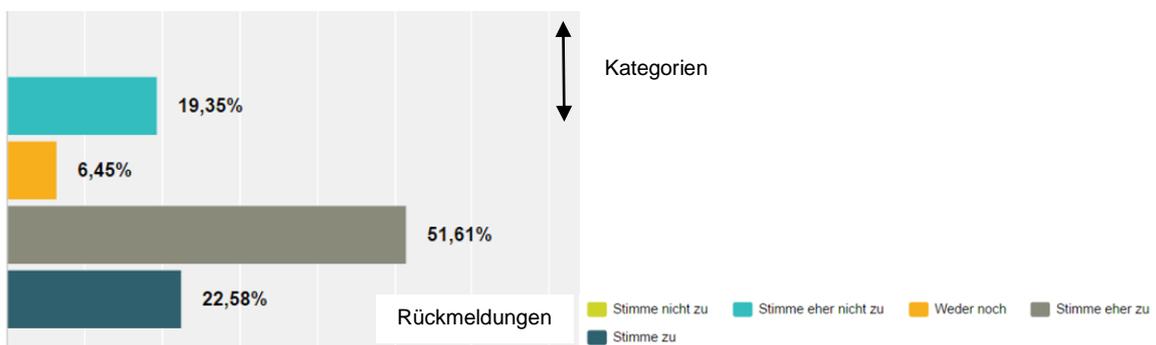
Die Verwendung einer Datenbrille trägt zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen bei.



Ich habe vor, Datenbrillen auch weiterhin zu verwenden.



Ich habe mich gut durch den Prozess geführt gefühlt.



Bei einem Assistenzsystem ist es mir wichtig, direkt mit einer anderen Person in Interaktion zu treten, um aktiv Rückfragen stellen zu können.



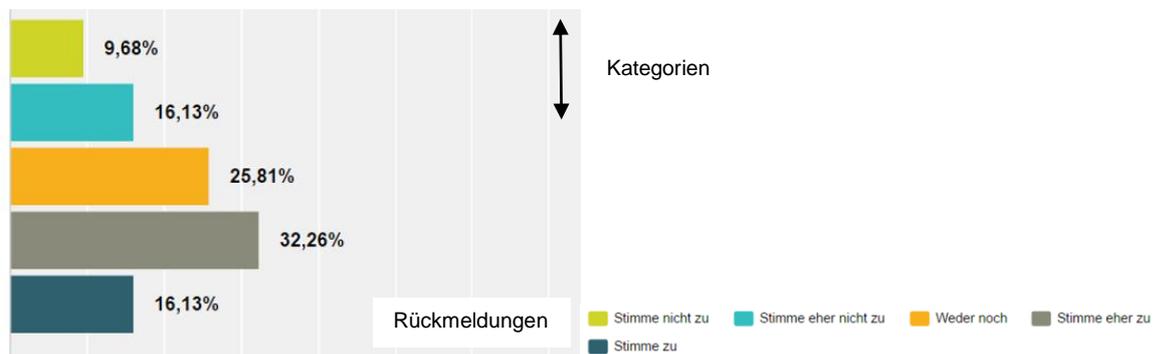
Bei einem Assistenzsystem lege ich Wert darauf, selbstständig ohne fremde Einwirkung einen definierten Ablauf zu durchlaufen.



Ich bin mit der Darstellung am Display zufrieden.



Ich bin mit Datenbrillen als Assistenzsystem zufrieden.



Ich bin der Ansicht, dass sich Datenbrillen in der Industrie durchsetzen werden.



Multimodale Interaktion mit HMIs in der Smart Factory (Post-Erhebung)

5. Usability

11. Feedback bezüglich Usability

	Stimme nicht zu	Stimme eher nicht zu	Weder noch	Stimme eher zu	Stimme zu
Die Inhalte der Abbildungen waren gut zu erkennen.	<input type="radio"/>				
Die Abbildungen haben mich bei der Durchführung der Tätigkeiten gut unterstützt.	<input type="radio"/>				
Die Hintergrundgeräusche der anderen Maschinen waren störend.	<input type="radio"/>				
Die Anwendung der Kamera war gut in den Ablauf integriert.	<input type="radio"/>				
Die Kamera war einfach zu verwenden.	<input type="radio"/>				
Die Anwendung der Sprachaufnahme war gut in den Ablauf integriert.	<input type="radio"/>				
Die Sprachaufnahme war einfach zu verwenden.	<input type="radio"/>				
Das Fehlen einer Vorschau bzw. "Live View" bei der Aufnahme eines Bildes war störend.	<input type="radio"/>				
Ich würde die Live View-Funktion (Szenario02: QS, Vorschau bei Verwendung der Kamera) einer nachträglichen Bestätigung der Aufnahme vorziehen.	<input type="radio"/>				

12. Folgendes möchte ich noch mitteilen:

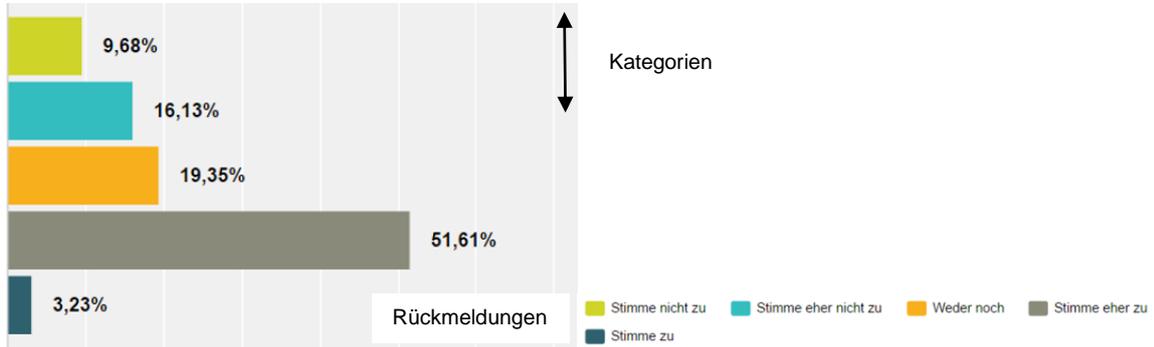
5 / 5 100%

Zurück Fertig

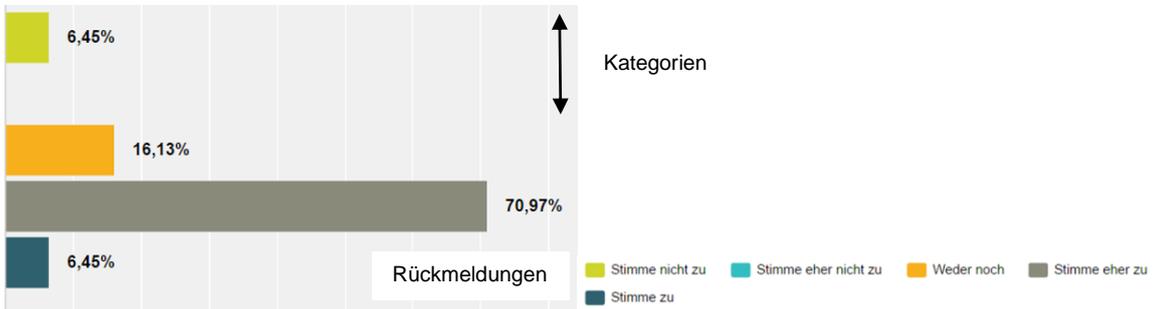
	Stimme nicht zu	Stimme eher nicht zu	Weder noch	Stimme eher zu	Stimme zu
Die Inhalte der Abbildungen waren gut zu erkennen.	9,68% 3	16,13% 5	19,35% 6	51,61% 16	3,23% 1
Die Abbildungen haben mich bei der Durchführung der Tätigkeiten gut unterstützt.	6,45% 2	0,00% 0	16,13% 5	70,97% 22	6,45% 2
Die Hintergrundgeräusche der anderen Maschinen waren störend.	25,81% 8	16,13% 5	12,90% 4	25,81% 8	19,35% 6
Die Anwendung der Kamera war gut in den Ablauf integriert.	3,23% 1	12,90% 4	16,13% 5	48,39% 15	19,35% 6
Die Kamera war einfach zu verwenden.	9,68% 3	6,45% 2	3,23% 1	45,16% 14	35,48% 11
Die Anwendung der Sprachaufnahme war gut in den Ablauf integriert.	6,45% 2	19,35% 6	9,68% 3	48,39% 15	16,13% 5
Die Sprachaufnahme war einfach zu verwenden.	9,68% 3	19,35% 6	9,68% 3	38,71% 12	22,58% 7
Das Fehlen einer Vorschau bzw. "Live View" bei der Aufnahme eines Bildes war störend.	3,23% 1	9,68% 3	29,03% 9	32,26% 10	25,81% 8
Ich würde die Live View-Funktion (Szenario02: QS, Vorschau bei Verwendung der Kamera) einer nachträglichen Bestätigung der Aufnahme vorziehen.	3,23% 1	6,45% 2	32,26% 10	35,48% 11	22,58% 7

Feedback bezüglich Usability

Die Inhalte der Abbildungen waren gut zu Erkennen.



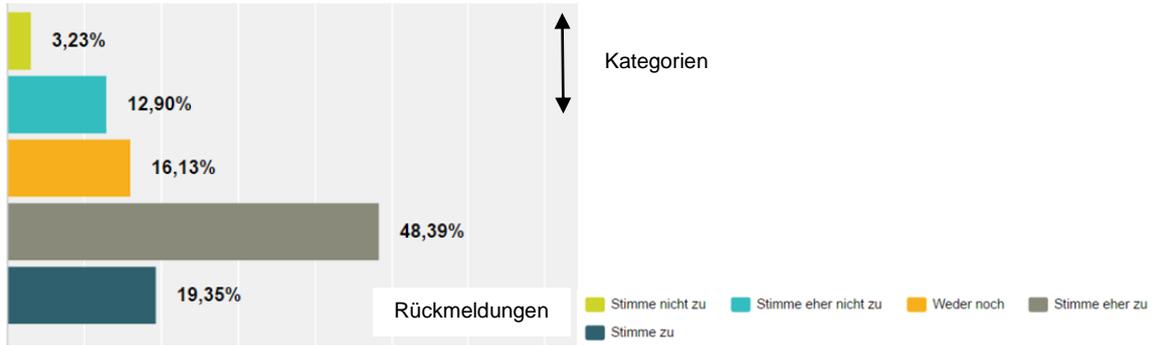
Die Abbildungen haben mich bei der Durchführung der Tätigkeiten gut unterstützt.



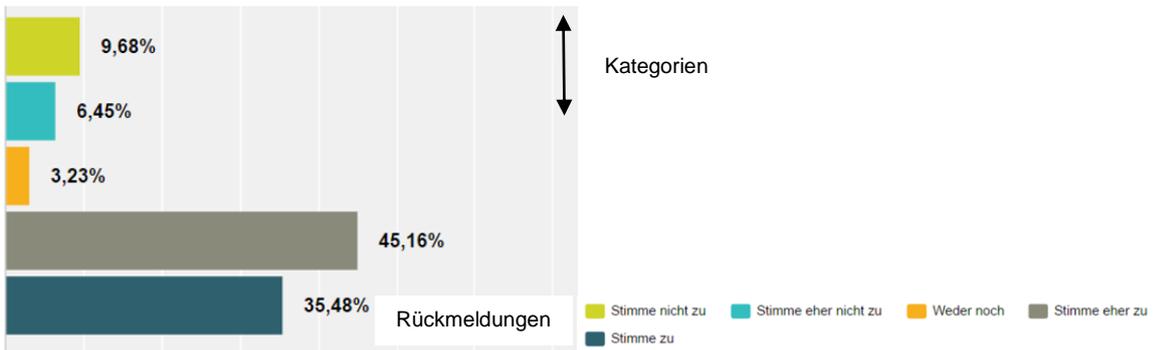
Die Hintergrundgeräusche der anderen Maschinen waren störend.



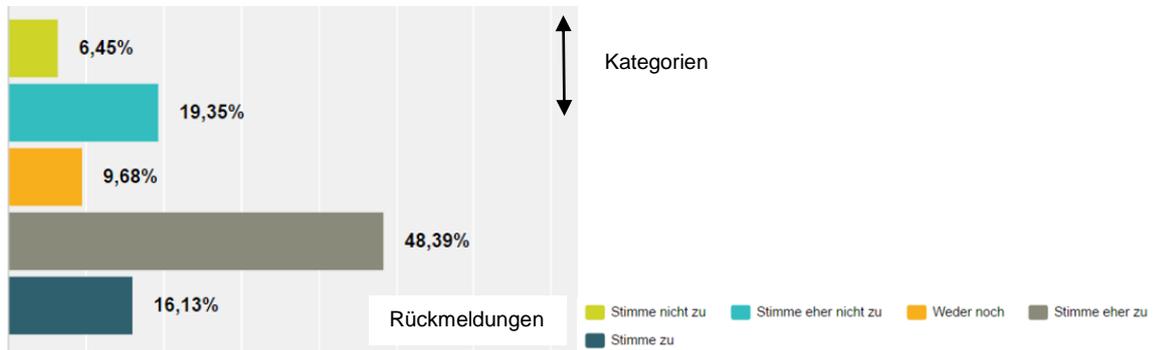
Die Anwendung der Kamera war gut in den Ablauf integriert.



Die Kamera war einfach zu verwenden.



Die Anwendung der Sprachaufnahme war gut in den Ablauf integriert.



Die Sprachaufnahme war einfach zu verwenden.



Das Fehlen einer Vorschau bzw. „Live View“ bei der Aufnahme eines Bildes war störend.



Ich würde die Live View-Funktion (Szenario02: QS, Vorschau bei Verwendung der Kamera) einer nachträglichen Bestätigung der Aufnahme vorziehen.



Auswertung der Persönlichkeitsdimensionen nach dem FFM

PRE-ID	Summe	ERGEBNIS	Altersgruppe	Extraversion	Verträglichkeit	Gewissenhaftigkeit	Neurotizismus	Offenheit
5029984320	214	2	1	42	50	39	41	42
5023035287	188	3	2	38	34	42	34	40
5022919739	195	4	2	39	32	41	43	40
5021170433	169	2	1	24	47	36	25	37
5020885347	200	2	2	29	46	45	41	39
5020856725	188	3	3	32	26	50	34	46
5020708507	204	1	1	48	37	38	44	37
5020500105	163	5	2	22	32	35	35	39
5020415292	180	5	1	18	42	34	40	46
5017333118	175	1	1	44	33	29	32	37
5015568476	202	4	1	34	42	43	45	38
5015402682	108	4	3	20	17	18	38	15
5014806599	153	2	1	25	39	32	27	30
5014748728	209	2	1	41	43	42	42	41
5014505952	211	4	2	36	42	43	48	42
5014504903	182	2	1	37	41	35	41	28
5014434614	217	2	1	42	46	42	46	41
5014376738	197	5	2	38	38	40	40	41
5014304773	187	4	1	41	36	30	44	36
5012929482	211	3	1	40	44	45	39	43
5012665014	187	5	2	39	44	32	25	47
5012578774	191	4	1	38	33	37	44	39
5012537596	211	5	2	34	43	42	44	48
5012473772	197	3	1	33	43	46	33	42
5012473144	191	4	1	32	39	39	41	40
5012433010	209	1	1	45	41	43	41	39
5012424778	159	5	2	28	35	26	35	35
5012423793	217	5	1	41	41	42	45	48
5012417572	173	5	1	33	34	35	28	43

<i>df</i>	Fläche						
	0,8	0,85	0,9	0,95	0,975	0,99	0,995
1	1,377	1,964	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657
2	1,001	1,386	1,886	2,92	4,303	6,965	9,925
3	0,978	1,25	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841
4	0,941	1,19	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604
5	0,92	1,156	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032
6	0,906	1,134	1,44	1,943	2,447	3,143	3,707
7	0,896	1,119	1,415	1,895	2,305	2,998	3,5
8	0,889	1,108	1,397	1,86	2,306	2,896	3,355
9	0,883	1,1	1,383	1,833	2,262	2,821	3,25
10	0,879	1,093	1,372	1,813	2,228	2,764	3,169
11	0,876	1,088	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106
12	0,873	1,083	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055
13	0,87	1,079	1,35	1,771	2,16	2,651	3,012
14	0,868	1,076	1,345	1,761	2,145	2,625	2,977
15	0,866	1,074	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947
16	0,865	1,071	1,337	1,746	2,12	2,584	2,921
17	0,863	1,069	1,333	1,74	2,11	2,567	2,898
18	0,862	1,067	1,33	1,734	2,101	2,552	2,878
19	0,861	1,066	1,328	1,729	2,093	2,54	2,861
20	0,86	1,064	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845
21	0,859	1,063	1,323	1,721	2,08	2,518	2,831
22	0,858	1,061	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819
23	0,858	1,06	1,319	1,714	2,069	2,5	2,807
24	0,857	1,059	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797
25	0,856	1,058	1,316	1,708	2,06	2,485	2,787
26	0,856	1,058	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779
27	0,855	1,057	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771
28	0,855	1,056	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763
29	0,854	1,055	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756
30	0,854	1,055	1,31	1,697	2,042	2,459	2,75
40	0,851	1,05	1,303	1,684	2,021	2,423	2,705
60	0,848	1,046	1,296	1,071	1,997	2,39	2,86
120	0,845	1,041	1,289	1,658	1,98	2,358	2,617
∞	0,843	1,039	1,282	1,645	1,96	2,326	2,576

Stichwortartig erfasste Notizen der Post- Interviews

5029984320

Erfahrung

Brillenträger: Vuzix besser, Touchpad hat super funktioniert, Sprachsteuerung peinlich (Öffentlichkeit), super Technik

Besonders gut

Idee an sich, ohne Einschulung Touchpad

Sollte man anders/besser machen

Tragekomfort für Brillenträger

Allfälliges

Kamera – nachträgliche Ergebnisansicht besser, keine Schwierigkeiten mit dem Fokus;

Einsatz: Einschulung, Alltag Handy Einschulung, Fehlerbehebung, Ölen, Werkzeug suchen, Erfahrene Zeichnung, Bedienungsanleitung;

Ablenkung – man kann sich daran gewöhnen

5023035287

Erfahrung

Gut, deutlich klar interessant, hilfreich für Ablauf, Glass fühlt sich besser an – leichter, Bildschirm Position:

Glass besser, Qualität Glass unschärfer trotzdem hat es funktioniert, nicht ablenkend, mehr auf Bildschirm geachtet; Prozess: letztes Szenario optimal;

Kamera: Tap besser - Gewohnheit

Besonders gut

Prozessablauf ohne Unterstützung, Feedbackmöglichkeit, Info übertragen

Sollte man anders/besser machen

Alles hintereinander; Einsatz: gewöhnungsbedürftig, Einzelfertigung, Werkstattfertigung

5022919739

Erfahrung

Vuzix Komfort schlecht, Foto 3. Unterebene nicht optimal, Tap mehr Feedback, man konzentriert sich zu sehr aufs Bild

Besonders gut

Intuitiv, innovativ, Zeitersparnis, Vuzix schwierig Einstellung (Position), Glass besser Position & Tragekomfort

Sollte man anders/besser machen

Haptik, Robustheit, Energieverbrauch

Extras: Einsatzbereiche: Instandhaltung, Schaltkastenableitung für Schema gut

5021170433

Erfahrung

Interessant, ungewohnt (real/virtuell), Glass einfacher einstellen, nicht so schwer, gute Position, gute Qualität, kein Glass davor spart die Knöpfe, Bild könnte größer sein, Vuzix unterer Rand nicht optimal

Besonders gut

Kleines Teil am Kopf, Bild + frei bewegen, vielseitig einsetzen

Sollte man anders/besser machen

Noch kleiner, weniger Gestänge, größeres Bild, Glass etwas unscharf, Glass wirkt zerbrechlich

Extras: Einsatzgebiete: Workflows, Zeichnungen darstellen, Anleitung Informationsabfrage, Support; Kamera: besser Live View, reale Welt geachtet -> zuvor unsicher

5020885347

Erfahrung

Gut das es zu Ende ist, nicht gut für Augen, keine Sehschwäche, ungesund, 1 Auge am Bildschirm, konnte sich nicht konzentrieren, unangenehm, belastend

Glass Positionierung Glass besser, Vuzix Knöpfe nicht gut (groß/schwer), LiveView war besser, Feedback war gut, wie ein Roboter Abhängig von Glass

Besonders gut

Technologie gefällt mir, richtiger Ort, für Sonderfälle macht die Anwendung Sinn

Sollte man anders/besser machen

Sehen nicht denken, bekommt Anweisung wie man den Träger bewegt

5020856725

Erfahrung

Display Glass besser – leichter, bequemer; Glass schwer Text zu lesen

Besonders gut

LiveView, Guiding

Sollte man anders/besser machen

Vuzix Display verbessern, Audio gut bei Vuzix, direkt im Blickfeld besser, Display größer

5020708507

Erfahrung

Touch bei Kamera (Aufnehmen), Seekrank – Fokus, man wird schnell müde

Besonders gut

Glass bietet mehr Komfort – weil leichter, weiter oben besser; leicht zu Bedienen

Sollte man anders/besser machen

Extras: Kamera liveView, Einsatz: Navigation, Zusatzfragen remote

ONLINE

Das hinein- und hinauszoomen bei der Verwendung der Datenbrille ist bereits auf kurze Dauer sehr anstrengend. Daher könnte ich mir derzeit nicht vorstellen diese länger als 10 Minuten zu verwenden. Daher verstehe ich die derzeit breite Ablehnung von Datenbrillen in der Industrie, auch von Leuten, die schon damit arbeiten.

5020500105

Erfahrung

Sprachsteuerung unangenehm, viel Lärm, manche Bilder etwas zu klein, Vuzix Bild zu klein, Glass etwas schöner, brauchbar, kleine Schritte vergisst man leicht, wenn Schritte bekannt folgt man dem Prozess nicht

direkt, Vuzix fällt irgendwann runter, schwer, wenn ganzen Tag, Glass wirkt Display größer, Glass besser:
Position

Besonders gut

Schritte einfach abarbeiten, Gestensteuerung besser

Sollte man anders/besser machen:

Wenn keine Hand frei, Gestensteuerung ungewohnt aber nicht ablenkend

Extras: Kamera: vorher gern Bild sehn, Kontrollbild sinnvoll

5020489471

Erfahrung

Sprachsteuerung 2-stufig (OK Glass...) störend

Touch reagiert nicht immer richtig, Vuzix: wenig Interaktion mit Brille, Feedback gut, Glass nicht kippen
weiße Ecke (Höhe verschiebbar)

Besonders gut

Feedbackmöglichkeit

Sollte man anders/besser machen

Head Mounted Display geeignet/notwendig

Extras: LiveView besser; Information Einfacher -> eher Richtung Rückmeldung, AR eher passiv, Vuzix
bisschen unhandlicher Verbesserung: Integration ins Sichtfeld, Farben zur Orientierung

5020415292

Erfahrung

Für Brillenträger besser Google Glass, Sprachsteuerung sehr gut, Touch in Ordnung

Besonders gut

Glass Sprachsteuerung, man verliert Hand wegen Touch, Konzentration auf Bild nicht ablenkend

Sollte man anders/besser machen

Bekanntes überspringen, schlechter Kontrast

Extras: Einsatz: Komplexität Schulung, QS (Flugzeug)

5019281572

Erfahrung

„alterstauglich“, Sehkapazitäten, längere Nutzung schlecht, Blickfeld: Glass angenehmer im Blickfeld, Touch einfacher

Besonders gut

Touch intuitiv, schneller Sprachsteuerung

Sollte man anders/besser machen

Hardware nicht optimal (Komfort)

5017333118

Erfahrung

Ernüchternd...

Besonders gut

Foto erstellen (Doku)

Sollte man anders/besser machen

Einiges: bspw. sehr lautes sprechen bei Sprachsteuerung notwendig

5015568476

Erfahrung

Leicht zu bedienen, gut im Prozess eingearbeitet, Glass leichter angenehm, auch durch opt. Brille Glass Bedienung einfach – nicht störend, hilfreich, wenn sonst keiner vor Ort -> Person besser, Datenbrille besser als Paper

Besonders gut

Glass spielen, Glass angenehm zu tragen, wenig ablenken, nicht Gefühl Umgebung zu verlieren

Sollte man anders/besser machen

Sprachsteuerung, nicht intuitiv, immer zuerst ok Glass störend, Vuzix: mit opt. Brille sehr unangenehm halten müssen, Glass wird warm, Kanten schwer zu erkennen, Kamera: zuerst auf View gewartet, mit Bild zufrieden, liveView fehlt nicht schlimm

5015402682

Erfahrung

Angenehm direkt Feedback, Sprachsteuerung nicht gut: Google Glass, Latenz Swipe down

Besonders gut

1. Szenario gut verständlich, Instruktion gefehlt, Vorteil Hände frei, Vuzix besseres Bild, Easelohr nicht sehr gut ersichtlich

Sollte man anders/besser machen

Unterscheidung physische Welt oder Prozess, Kamera: liveView besser, zum aktuellen Schritt, wenn zu Start zurück (unabsichtlich), 2x tippen statt Swipe down

5014806599

Erfahrung

Tragen unangenehm, fühlt sich Verpflichtet Dinge zu befolgen, gezwungen -> weniger Details, Vuzix nicht angenehm wegen opt. Brille, zu viel Vertrauen in Brillen, Gestört Bohrer dort zu lassen

Besonders gut

Navigation einfach zu lernen, jedes Mal OK Glass sagen schlecht

Sollte man anders/besser machen

Glass Bildschirm oben/unten anpassen, Position von Display zu hoch, Glass angenehmer Transparent, insgesamt Glass Besser

Extras: Einsatzmöglichkeiten: Status (Maschine) bei Begehen, Fehler melden

5014748728

Erfahrung

Sehr unterschiedlich, Sprache einfacher – Hand frei, sprach bevorzugt,

Besonders gut

Feedbackmöglichkeit (remote)

Sollte man anders/besser machen

Einspannung: zuerst (manuell) nicht gefunden, Übersicht fehlt Zuordnung

5014505952

Erfahrung

Einfach & ungewohnt

Besonders gut

Was Neues gemacht

Sollte man anders/besser machen

Display störend, Vuzix rechter oberer Rand, -Akku

5014504903

Erfahrung

Einfacher live Support (nachfragen), Touch einfacher – man weiß wie anfassen, Aussprache

Besonders gut

Remote Support

Sollte man anders/besser machen

Bildschirm

5014434614

Erfahrung

Ungewohnt, interessant, gewöhnungsbedürftig, Brille über Brille, Glass teilweise zu unscharf

Besonders gut

Sprachsteuerung, obwohl lärm kein Problem, Touch bevorzugt, Display mittig, sehr intuitiv Touch

Sollte man anders/besser machen

Ausschnitt der Kamera – {LifeView wäre besser}

ONLINE

Hintergrundgeräusche waren überraschender Weise gar nicht störend. Wirklich spannendes Thema und die Durchführung war super :) Was ich noch gemerkt habe: Gegen Ende des 1.Szenarios war viel klarer, was wie durchgeführt wird... man gewöhnt sich sehr schnell an die einfache Bedienung

5014304773

Erfahrung

Feedback super, Touch sehr angenehm, Touch + Sprache beides ok, schneller Touch, lifeView nicht so gut -> Ergebniskontrolle Fehlt

Besonders gut

Erfahrung an sich sehr gut, Kommunikation!

Sollte man anders/besser machen

Für Brillenträger Vuzix, unangenehm zu tragen, virtuell real: super funktioniert Einsatzbereich: Google Suche

5012929482

Erfahrung

Komfort auch Vuzix gut, Bildschirm Vuzix nicht optimal, Glass mehr überblick, Prozess sehr logisch, Vuzix logisch rückfragen, Verbindung zu Bildschirm (Optik) mangelhaft, (Bildausschnitt unklar 2.)

Kamera: Glass sehr intuitiv, Schublehre eher simultan

Einsatz: Prozesse vereinfacht, Einzelfertigung, Schulung, Vertretung von Sprachsteuerung überrascht (Geräuschpegel kein Problem), situationsabhängige Info (suche) sehr gut

Besonders gut

Sollte man anders/besser machen

Kamera wirkt sehr zerbrechlich, wackelt ein wenig (Vuzix), Fotos scharf, Kontrast gut

5012665014

Erfahrung

Fokus auf Bild schwierig, Bild und Ton gut, musste linke Auge zumachen, ungewöhnlich Gefühl

Besonders gut

Feedbackmöglichkeit

Sollte man anders/besser machen

Längere Trainingsphase, Sprachsteuerung kein Problem, Touch längere Einführung nötig

5012578774

Erfahrung

Brillenträger direkt auf eigener Brille, Glass Auflösung zu schlecht, Text ok, Sprachsteuerung unbrauchbar (Hintergrundgeräusche)

Besonders gut

Glass guter Aufbau Workflow, öfter machen um besser zurechtzufinden

Sollte man anders/besser machen

Rechtshänder, Bild bestätigen, Glass überblenden der Ansichten

5012537596

Erfahrung

Viel potential, derzeit noch unbrauchbar, Anruf ist besser / schneller, will mit Verantwortlichen reden! Live remote gut, Datenbrillen behindern mich, Bezug zur Umwelt geht verloren (Brillenträger), Sprachsteuerung schlecht umgebungslärm!

Besonders gut

Darstellung der Szenarien

Sollte man anders/besser machen

5012473772

Erfahrung

Glass dizzy, time figure controls, didn't like size of Vuzix, glass inconvenient, easy to control

Besonders gut

Speech recognition, guiding, Vuzix effort to show buttons

Sollte man anders/besser machen

First hardest, unclear what to do, buttons realized to press, for professionals enough, green button z-Val fine, red button -, just screen – confusing maybe indication

5012473144

Erfahrung

Remote sehr hilfreich, Glass hohes Blickfeld anstrengend, Vuzix Standby, Google Glass mehr Komfort, Kamera: LiveView intuitiver, remote Support ungewohnt, Swipen schneller als Sprache

Besonders gut

liveView + Experte

Sollte man anders/besser machen

Tragekomfort Vuzix gering

Extras: remote + Doku, beide Hände praktisch

5012433010

Erfahrung

Wunsch der Anwendung, benutzerfreundlich

Besonders gut

Live war gut, Sprachsteuerung schwer, Touch Glass sehr gut, heben ist schlecht

Sollte man anders/besser machen

Eselsohr schlecht! Punkte ignoriert

5012424778

ONLINE

Als Träger einer zusätzlichen optischen Brille war das Bild bei beiden Datenbrillen schwer zu erkennen, bzw. notwendig die Brille festzuhalten und ständig zu justieren. D.h. die Versuche wurden teilweise einhändig ausgeführt, was sicher nicht zu höheren Effizienz beiträgt. Ursprüngliche Erwartungen, an die Funktionen einer Datenbrille waren auch höher. Zum Beispiel habe ich mir erwartet, dass die Brillen meine Ansicht anreichern kann (Werkzeug, das ich sehe einkreisen) anstatt "nur" ein zusätzliches Display zu haben (Bild von Werkzeugkasten mit eingerahmtem Werkzeug). Knowledge in the head, knowledge in the world. Bei einer klaren Vorstellung vom Arbeitsablauf (zweiter durchlauf der Werkzeugmessung) war die Datenbrille mit Instruktionen nicht hilfreich. Wegen den Trageproblemen mit zusätzlicher optischer Brille sogar hinderlich.

5012423793

Erfahrung

English Spracherkennung schlecht, besser wäre Tonaufnahme, Vuzix Position problematisch, Spielerei bis es sich durchsetzt, unhandlich: Stream super funktioniert (interagieren), immer ok Glass schlecht, Touch nur eine Hand frei

Besonders gut

AR – tatsächlich in realer Welt zusätzliche Informationen sieht

Sollte man anders/besser machen

Lässt sich nicht viel verbessern

Extras: In die Industrie bringt: Reparaturarbeiter Auswahl von Werkzeugen, dynamischer gestalten Beschriftung einsparen, keine extra Einschulung, Kamera: live Ansicht besser!!!

5012417572

Erfahrung

AR eher hinderlich, vertraut schneller – ausgedruckt schneller

Besonders gut

Feedbackmöglichkeit

Sollte man anders/besser machen

Bilder – kleiner Bildschirm (Ausdruck besser)

ONLINE

Die Datenbrille ist ein AR Tool. Die Möglichkeiten die Realität mit Informationen anzureichern um die Arbeit zu unterstützen werden aber in den Szenarien bei weitem nicht genutzt. Im Vergleich zu ausgedruckten Informationen ist die Informationsvermittlung langsamer und umständlicher und nutzt außerdem nicht das volle Potential von Datenbrillen aus. Ich habe schon von einem Beispiel gehört in dem AR zur industriellen Arbeitsunterstützung sehr gut eingesetzt wird und dies möchte ich hier kurz vorstellen: Ein Montagearbeiter muss aus einem breiten Kleinteileregallager entsprechend einer langen Stückliste Kleinteile, Verbindungselemente und Halbzeuge entnehmen und in eine Box geben. Das komplette Lager ist in einem breiten Regal organisiert gegenüber dem ein Beamer an der Decke angebracht ist. Der Arbeiter scannt einen QR Code auf der Stückliste und der Beamer projiziert die Anzahl der zu entnehmenden Teile auf die Fächer des Lagers. Feedbackelemente (wie z.B. Bewegungserkennung durch eine Kamera neben dem Beamer oder Tastsensoren an den Fächern oder eine Waage welche den Boxinhalt wiegt) geben Rückmeldung welche Teile schon entnommen wurden und lassen die Projektion eine niedrigere oder keine Zahl mehr anzeigen. Dieses System kommt glaube ich aus der Medizinischen Logistik und wird inzwischen

auch industriell angewendet. Auf ähnliche Weise sollte die Datenbrille arbeiten. Das was der Arbeiter über die bloßen Anweisungsschritte (welche diese sollten über einen anderen Informationskanal übermittelt werden) hinaus wissen muss, sollten direkt ins Bild was von der Datenbrille kommt projiziert werden. Ungefähr so wie im Live-View Support der zu Drückende Taster beim Bohrerausmessen markiert wurde. Da hat das gut geklappt. Doch technische Zeichnungen allein lassen sich mit der Brille nur schlecht erkennen, da bei großen Bildern (die zum Überblick gewinnen nötig sind) keine Details zur Orientierung erkannt werden können und bei Detailbildern (wo dann wirklich das zu bearbeitende Maß fast allein drauf ist) die Orientierung (halte ich das Teil richtig herum / wo ist oben/unten?) fehlt. Mit einer entsprechenden Formenerkennung und einem Motiontracking könnte z.B. im Szenario, bei dem per Schiebelehre ein Maß genommen werden soll, direkt in das Livebild der Kamera eine Markierung gesetzt werden, wo genau die Schiebelehre anzusetzen ist. Falls das mit der Datenbrille nicht erkennbar ist, dann könnte das auch mit einer projizierten Markierung auf das Werkstück von einem deckenmontierten Projektor kommen, welcher mit der Brille in Verbindung steht und evtl. selbst noch eine Motiontrackingkamera integriert hat. Bis die Technologie nicht so weit fortgeschritten ist, wird die Datenbrille gegenüber der klassischen Technischen Zeichnung in Kombination mit ein paar ausgedruckten und mit Fotos bebilderten Anweisungsbeschreibungen keine Effizienzsteigerung darstellen und daher eher auf Ablehnung stoßen.

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AET.....	Affective Events Theory
API.....	Application programming interface
AR.....	Augmented reality
CPS	Cyberphysical Systeme
CPU	Central processing unit
EAID	Egocentric Attention-Interaction Documentation
EDT	Erwartungsunterscheidungstheorie
FFM	Fünf-Faktoren-Modell
GDK.....	Glass Development Kit
HMD	Head-Mounted Display
HMI	Human-Machine-Interaction
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologien
IoE	Internet of Everything
IoT.....	Internet of Things
IS	Informationssysteme
JCM	Job Characteristics Model
KMU.....	Kleine und Mittlere Unternehmen
M2M.....	Machine-to-Machine Kommunikationssysteme
MISC.....	Multi-motive information systems continuance model
NFC	Near-field communication
OST	Optical see-through
RFID	Radio-Frequency Identification
SST.....	Socioemotional Selectivity Theory
UCD.....	User-Centered-Design
UTAUT.....	Unified theory of acceptance and use of technology
VST.....	Video see-through
XML	eXtensible Markup Language

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Wachstumskurve vernetzter Geräte. (Bradley et al., 2013)	1
Abbildung 2: Die vier Stufen industrieller Revolutionen. (Bauer et al., 2015)	4
Abbildung 3: Einsatz von Produktionstechnologien in Österreich. (Aichholzer et al., 2015)	5
Abbildung 4: Technologiefelder von Industrie 4.0. (Bauer et al., 2015)	7
Abbildung 5: Vertikale und horizontale Integration in die Wertschöpfungskette. (Plass, 2015)	13
Abbildung 6: Formen der Arbeitszufriedenheit. (von Rosenstiel, 2015).....	16
Abbildung 7: Job Characteristics Model. (Drabe, 2014)	18
Abbildung 8: Modell des arbeitsspezifischen Wohlbefindens. (Drabe, 2014)	19
Abbildung 9: Situationsbeschreibung Balancetheorie. (Stock-Homburg, 2012)	19
Abbildung 10: Affective Events Theory nach Weiss und Cropanzano. (Drabe, 2014).....	21
Abbildung 11: Charakteristika der Generationen. (Stock-Homburg, 2013).....	22
Abbildung 12: Prozessmodell für UCD anhand ISO 9241-210. (Pfeifer et al., 2016).....	25
Abbildung 13: Abstraktionsschichten HMI für Industrie 4.0. (Pfeifer et al., 2016).....	27
Abbildung 14: Darstellung Systeminteraktion.	28
Abbildung 15: Zuordnung Artefakt – Methode.....	29
Abbildung 16: Komponenten Google Glass.....	30
Abbildung 17: Übersicht Vuzix M100.....	32
Abbildung 18: Übersicht Zoller Venturion 600. © E. Zoller GmbH & Co. KG Urheber	33
Abbildung 19: Google Glass Timeline.	35
Abbildung 20: Stoppuhr UI Main Flow.	36
Abbildung 21: Ablauf Immersion.....	37
Abbildung 22: evoCall QR-Code.	38
Abbildung 23: evoCall Web UI. © evolaris next level GmbH	39
Abbildung 24: Angereichertes Modell des arbeitsspezifischen Wohlbefindens. (Drabe, 2014)	41
Abbildung 25: Übersicht UTAUT.	42
Abbildung 26: Übersicht IS success model.	43
Abbildung 27: Übersicht MISC.	44
Abbildung 28: Szenario 01 – visuelle Darstellung.	46
Abbildung 29: Szenario 01 – Prozessdarstellung.	47
Abbildung 30: Szenario 02 – visuelle Darstellung.	47
Abbildung 31: Szenario 02 – Prozessdarstellung.	48
Abbildung 32: Szenario 03 – visuelle Darstellung.	49
Abbildung 33: Szenario 03 – Prozessdarstellung.	50
Abbildung 34: Adaptierter Ablauf der Datenbrillenstudie.	51
Abbildung 35: Paketstruktur der Android-Anwendung.....	52
Abbildung 36: Darstellung Glassware flow designer.	52
Abbildung 37: Karte Hauptprozessablauf.	53
Abbildung 38: Kartenansicht Sprachsteuerung.	59

Abbildung 39: Aufteilung der Geschlechter.	63
Abbildung 40: Aufbau Fragebogen.....	63
Abbildung 41: Login Post-Erhebung.....	65
Abbildung 42: Rücklauf Post-Erhebung.....	65
Abbildung 43: Aufteilung Persönlichkeitsdimensionen.	66
Abbildung 44: Gegenüberstellung der Touch-Steuerung.	67
Abbildung 45: Gegenüberstellung der Sprachsteuerung.....	68
Abbildung 46: Gegenüberstellung der aktiven Interaktion.	68
Abbildung 47: Gegenüberstellung der Informationsbereitstellung.	69
Abbildung 48: Gegenüberstellung der Industrietauglichkeit von Datenbrillen.....	70
Abbildung 49: Induktive Kategorienbildung. (Mayring 2000)	71
Abbildung 50: Optische Verteilungsprüfung – Persönlichkeitsmerkmale.....	74
Abbildung 51: Optische Verteilungsprüfung – Erfahrung.....	75
Abbildung 52: Optische Verteilungsprüfung – Erwartungen.	76
Abbildung 53: Optische Verteilungsprüfung – Systemvorteile.....	77
Abbildung 54: Optische Verteilungsprüfung – Einfachheit der Verwendung.....	78
Abbildung 55: Angereichertes Modell des arbeitsspezifischen Wohlbefindens. (Drabe, 2014)	80

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Spezifikation Google Glass. (Google Support, 2016)	31
Tabelle 2: Spezifikation Vuzix M100. (Vuzix, 2016).....	32
Tabelle 3: Ursprünglich angedachte Kennzahlen.	45
Tabelle 4: Übersicht Android-Berechtigungen. (Google, 2016).	54
Tabelle 5: Signifikanzwerte der Korrelation.	73
Tabelle 6: Zeitverteilung, Lerneffekt.	79

LISTINGS

Listing 1: Ressourceneintrag.....	51
Listing 2: Aktivierung des Stackindicators.....	53
Listing 3: Berechtigungen XML-Manifest-Datei.....	54
Listing 4: XML-Manifest-Datei – Activity Tag.....	55
Listing 5: Übersicht CardAdapter.java.....	56
Listing 6: Übersicht Szenario_01.java.....	58
Listing 7: Aufruf der Standard-Intents.....	59
Listing 8: Quellcode Anpassungen Sprachsteuerung.....	60
Listing 9: Aufruf Kontextmenüs, Sprachsteuerung.....	61
Listing 10: XML-Layout, Kontextmenü.....	61
Listing 11: Direktzugriff & Speicherroutine Kamera.....	62

LITERATURVERZEICHNIS

- acatech. (2013, April). Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0. Frankfurt/Main, Deutschland.
- Accenture. (2015). Driving Unconventional Growth through the Industrial Internet of Things.
- Aichholzer et al., G. (2015, November). Industry 4.0: Foresight & Technology Assessment on the social dimension of the next industrial revolution. Wien, Österreich.
- Bauer et al., W. (2015). Industrie 4.0 - Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland. Stuttgart, Deutschland.
- Bendel, O. (2016, Mai 25). *Gabler Wirtschaftslexikon*. Retrieved from <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/-2080945382/industrie-4-0-v1.html>
- Bieling, G. (2011). Age Inclusion. Wiesbaden, Deutschland.
- Boston Consulting Group. (2015, September). Man and Machine in Industry 4.0.
- Bradley et al., J. (2013). Embracing the Internet of Everything To Capture Your Share of \$14.4 Trillion. Cisco White Paper, 2013.
- Brandl et al., P. (2016). *Industrial Suitability of Mobile HMLs*. Graz.
- Brusie et al., T. (2015). *Usability Evaluation of Two Smart Glass Systems*. Virginia: IEEE.
- Buhr, D. (2015). Social Innovation Policy for Industry 4.0. Bonn, Deutschland.
- Cohen, J. (1992). *A power primer*.
- CRO Forum. (2015, Dezember). The Smart Factory - Risk Management Perspectives. Amsterdam, Niederlande.
- DGFP. (2011, September). Zwischen Anspruch und Wirklichkeit: Generation Y finden, fördern und binden. Düsseldorf, Deutschland.
- Drabe, D. (2014, September). Strategisches Agig Workforce Management. Hamburg, Deutschland.
- Goldberg, L. R. (1992). *The development of markers for the Big-Five factor structure*. *Psychological Assessment*.
- Google. (2016, 12 06). *Google Glass*. Retrieved from <https://developers.google.com/glass/>
- Google Support. (2016, 12 06). *Support Google*. Retrieved from <https://support.google.com/>

Ittermann et al., P. (2015, Juni). *Arbeiten in der Industrie 4.0*. Dortmund, Deutschland.

Larsen, K. (2016, 12 06). *IS Theory*. Retrieved from <http://is.theorizeit.org/>

Mayring, P. (2000). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken* (7 ed.). Weinheim: Deutscher Studien Verlag.

Merz, E. (2013). *Industrie 4.0: Usability Design for the Industry of Tomorrow*.

Parment, A. (2013, Juni). *Die Generation Y*. Stockholm, Schweden.

Pfeifer et al., T. (2016, April 20). *Empowering User Interfaces for Industrie 4.0*.

Plass, C. (2015). *Seize the Opportunity of Industry 4.0*.

PwC Österreich GmbH. (2015, Juni). *Industrie 4.0 Österreichs Industrie im Wandel*. Österreich.

Schäfer, T. (2011). *Statistik 2 Inferenzstatistik*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Schrank, V. (2015). *Das Ulrich-HR-Modell in Deutschland*. Garching, Deutschland.

Stock-Homburg, R. (2012). *Der Zusammenhang zwischen Mitarbeiter- und Kundenzufriedenheit*. Wiesbaden, Deutschland.

Stock-Homburg, R. (2013). *Strategisches Personalmanagement*. Darmstadt, Deutschland.

von Rosenstiel, L. (2015). *Motivation im Betrieb*. München, Deutschland.

Vuzix. (2016, 12 06). *Vuzix View the Future*. Retrieved from <https://www.vuzix.com/Products/m100-smart-glasses>