



Diplomarbeit

Entwicklung eines mobilen Werkerführungssystems im Umfeld variantenreicher Montageprozesse

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines

Diplom-Ingenieurs

unter der Leitung von

Univ.-Prof. Prof. eh. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Dr. h.c. Dr.-Ing. Wilfried Sihn

(Institut für Managementwissenschaften, Arbeitsbereich Betriebstechnik und Systemplanung)

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Philipp Hold

(Institut für Managementwissenschaften, Arbeitsbereich Betriebstechnik und Systemplanung, Fraunhofer Austria Research GmbH)

eingereicht an der Technischen Universität Wien

Fakultät für Maschinenwesen und Betriebswissenschaften

von

Gerhard Reisinger, BSc

1125803 (066-482)

Gölsenstraße 19

3170 Hainfeld

Wien, im Oktober 2015	
	Gerhard Reisinger





Ich habe zur Kenntnis genommen, dass ich zur Drucklegung meiner Arbeit unter der Bezeichnung

Diplomarbeit

nur mit Bewilligung der Prüfungskommission berechtigt bin.

Ich erkläre weiters Eides statt, dass ich meine Diplomarbeit nach den anerkannten Grundsätzen für wissenschaftliche Abhandlungen selbstständig ausgeführt habe und alle verwendeten Hilfsmittel, insbesondere die zugrunde gelegte Literatur, genannt habe.

Weiters erkläre ich, dass ich dieses Diplomarbeitsthema bisher weder im In- noch Ausland (einer Beurteilerin/einem Beurteiler zur Begutachtung) in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe und dass diese Arbeit mit der vom Begutachter beurteilten Arbeit übereinstimmt.

Wien, im Oktober 2015	Gerhard, Reisinger

2 Danksagung

Danksagung

Ich danke der Fraunhofer Austria Research GmbH für die Möglichkeit, während meines Studiums an der TU Wien als hilfswissenschaftlicher Mitarbeiter mitwirken zu dürfen. Erst durch meine Mitarbeit in diesem Unternehmen konnte ich Erfahrung und Wissen sammeln, um eine Diplomarbeit im Kontext des Produktions- und Logistikmanagements verfassen zu können. Die Möglichkeit, mich mit modernen Smart Devices wie z.B. Datenbrillen oder Tablets auseinandersetzen zu können, hat mich auf viele weitere Ideen gebracht. Insbesondere danke ich Dipl.-Ing. Thomas Edtmayr für sein Vertrauen in meine Arbeit, die entwickelten Konzepte und die umgesetzten Produkte bzw. Leistungen.

Ebenso möchte ich mich bei Dipl.-Wirtsch.-Ing. Philipp Hold für die Betreuung dieser Seine in Themenbereichen Diplomarbeit bedanken. **Expertise** den Cyberphysikalische Produktionssysteme, Industrie 4.0 sowie moderne Arbeitssysteme hat die Ausfertigung dieser Arbeit stark geprägt und unterstützt. Die ldee zur Entwicklung eines mobilen visuellen Werkerführungssystems für Montageprozesse stammt von seinem Kollegen Fabian Ranz, M.Sc., wofür ich mich an dieser Stelle ebenso bedanken möchte.

Weiters danke ich meiner Familie, meiner Mutter und meinen Freunden für die Unterstützung in meinem Studium und meinen sonstigen Tätigkeitsfeldern. Zu guter Letzt möchte ich meinem Vater Gerhard Josef Reisinger für seine Unterstützung und Bemühungen danken, da ich ohne ihn nicht im Bereich Wirtschaftsingenieurwesen-Maschinenbau tätig wäre und mir ein großer Teil meiner praktischen Erfahrung fehlen würde.

Danke!

Kurzfassung 3

Kurzfassung

lm Zuge dieser Arbeit werden die Anforderungen moderne an Werkerführungssysteme im Umfeld variantenreicher Montageprozesse identifiziert und analysiert und ein eigenes mobiles Montageassistenzsystem konzeptioniert und entwickelt. Der State-of-the-Art-Teil der Arbeit beschreibt zukünftige Entwicklungen und Trends, unter anderem geänderte Kundenerwartungen und die variantenreiche zur "Losgröße 1" und zeigt auf, aus welchen Assistenzsysteme in Zukunft vermehrt eingesetzt werden, welche Anforderungen für diese systemrelevant sind und wie deren technologischer Reifegrad gegenwärtig ausgeprägt ist. Dabei werden bereits existierende, meist starr installierte Führungsund Assistenzsysteme im Produktionsbereich bewertet und verglichen. Es wird vor allem auf eine intuitive Bedienung (Mensch-Maschine-Schnittstelle) und die Möglichkeit des Einsatzes einer Sprach- oder Gestensteuerung eingegangen. Der praktische Teil beinhaltet die Konzeptionierung und Entwicklung eines pilothaften Montageassistenzsystems. Zunächst wird ein Überblick über die Systemarchitektur und die einzelnen Komponenten gegeben. Die drei Hauptsysteme "Benutzeroberfläche", "Server" und "Arbeitsvorbereitung" werden weiterführend beschrieben.

Zur Evaluierung und Modifikation des entwickelten Softwaresystems wird es in den Usecase "LKW-Montage" in die Lernmontage der Fraunhofer Austria Research GmbH integriert. Hier wird ferner die Erstellung von Arbeitsanweisungen im bereits bestehenden Softwarepaket Cortona3D / Rapidauthor erläutert, sowie der Import der generierten Daten in das Datensystem des Führungssystems. Am Ende erfolgen eine kritische Evaluierung und Analyse des entwickelten Softwaresystems sowie ein Ausblick auf zukünftige Entwicklungen und mögliche weitere Funktionen.

4 Abstract

Abstract

This thesis analyses the demands of modern worker assistance systems in the environment of variant-rich assembly processes to design and develop an own mobile version of an assembly assistance system. The state-of-the-art part of the thesis deals with future developments and trends, including changing customer expectations, the variant production with "batch size 1" and identifies the reasons for which assistance systems are increasingly used in the future. Furthermore the requirements and the current level of maturity of available systems will be identified. Attention is paid mainly to intuitive operation (Human-Machine-Interaction) and the possibility of using a voice or gesture control. The practical part includes the conceptual design and development of a software prototype of the assistance system. First, an overview of the software architecture and the individual components is given. The three main systems "Graphical User Interface", "Server" and "Work Preparation" are explained in detail.

For evaluation and modification of the developed software system, it will be integrated into the usecase "LKW Montage" which is operated at the Fraunhofer Austria "Lernmontage". A short step-by-step introduction describes the creation of the used data and video files, as well as the import from Cortona3D / Rapidauthor into the database of the developed worker assistance system. Finally a critical analysis and evaluation of the developed software system is accomplished and an outlook on future developments and possible other functions is given.

Inhaltsverzeichnis 5

Inhaltsverzeichnis

Da	anksa	ıgun	g	2
Κι	ırzfas	sun	g	3
Αk	ostrac	et		4
Inl	haltsv	/erze	eichnis	5
1	Eir	nleitu	ıng	8
	1.1	Ein	führung und Motivation	8
	1.2	Pro	blemstellung und Zielsetzung	9
	1.3	Me	thodische Vorgehensweise	10
2	Sta	ate-c	f-the-Art <i>(Analyse)</i>	14
	2.1	Be	griffsdefinitionen und -abgrenzungen	14
	2.2	Anf	orderungen an moderne Werkerführungssysteme	16
	2.2	.1	Konzeptionelle Anforderungen	16
	2.2	.2	Technische Anforderungen	17
	2.2	.3	Benutzerorientierte Anforderungen	18
	2.2	.4	Abgeleitete Anforderungen	19
	2.3	Bed	dienkonzepte	20
	2.3	.1	Steuerung per Hand	20
	2.3	.2	Gestensteuerung	22
	2.3	.3	Sprachsteuerung	24
	2.3	.4	Automatische Fortschrittserkennung	25
	2.4	Baı	uteil- und Werkzeugidentifizierung	25
	2.4	.1	Abbildungen einblenden	26
	2.4	.2	Teilebehälter angeben	26
	2.4	.3	Pick-By-Light	28
	2.4	.4	Pick-By-Vision	29
	2.5	Ana	alyse möglicher Anwendungsfelder	30
	2.6	Üb	ersicht aktueller Systeme zur Werkerführung	31
	2.6	.1	Siemens Electronic Work Instructions (EWI)	33
	2.6	.2	Computer-Aided-Works.de	34
	2.6	.3	Schnaithmann: Montage-Assistenzsystem	37

	2.6	.4	Ubimax GmbH: xMake, xPick	39
	2.6	.5	Evolaris Next Level GmbH	40
	2.6	.6	Profactor, Steyr	41
	2.7	GA	P-Analyse visueller Werkerführungssysteme	42
	2.8	Soll	-Anforderungsprofil	44
3	Ko	nzep	terstellung (Design)	46
	3.1	Arc	hitektur des Systems	47
	3.2	Stru	ıktur der Daten	49
	3.3	Fac	hspezifikation	51
4	So	ftwai	reentwicklung (Implementierung)	53
	4.1	Ber	nutzeroberfläche	53
	4.1	.1	Hauptmenü	54
	4.1	.2	Infoseite	54
	4.1	.3	Updatefunktion	54
	4.1	.4	Abarbeitung von Vorgängen	56
	4.2	Ser	ver als zentrale Einheit	61
	4.2	.1	Webserver	62
	4.2	.2	Fernwartung	65
	4.2	.3	Raspberry Pi als Server	65
	4.3	Arb	eitsvorbereitung	66
	4.3			67
		.1	Hauptfenster	07
	4.3		Produkt editieren	
		.2	·	70
	4.3	.2 .3	Produkt editieren	70 71
	4.3 4.3	.2 .3 .4	Produkt editieren Vorgang editieren	70 71 72
5	4.3 4.3 4.3 4.3	.2 .3 .4 .5	Produkt editieren Vorgang editieren Schritt editieren Importieren von Daten	70 71 72 74
5	4.3 4.3 4.3 4.3	.2 .3 .4 .5 gebn	Produkt editieren Vorgang editieren Schritt editieren Importieren von Daten isse und Evaluierung (System-Test)	70 71 72 74 76
5	4.3 4.3 4.3 4.3 Erç	.2 .3 .4 .5 gebn Use	Produkt editieren Vorgang editieren Schritt editieren Importieren von Daten isse und Evaluierung (System-Test) ecase "LKW-Montage"	70 71 72 74 76 76
5	4.3 4.3 4.3 4.3 Erg 5.1	.2 .3 .4 .5 gebn Use Ein	Produkt editieren Vorgang editieren Schritt editieren Importieren von Daten isse und Evaluierung (System-Test) ecase "LKW-Montage" richtung der Usecase-Daten in Cortona3D	70 71 72 74 76 76 78
5	4.3 4.3 4.3 Erg 5.1 5.2	.2 .3 .4 .5 gebn Use Ein	Produkt editieren Vorgang editieren Schritt editieren Importieren von Daten isse und Evaluierung (System-Test) ecase "LKW-Montage" richtung der Usecase-Daten in Cortona3D Iluierung durch Benutzerbefragung	70 71 72 74 76 76 78 84
5	4.3 4.3 4.3 Erg 5.1	.2 .3 .4 .5 gebn Use Ein Eva	Produkt editieren Vorgang editieren Schritt editieren Importieren von Daten isse und Evaluierung (System-Test) ecase "LKW-Montage" richtung der Usecase-Daten in Cortona3D	70 71 72 74 76 76 78 84 85

6.1	Krit	ische Würdigung der Arbeit	89
6.2	Aus	sblick	89
6.2	.1	Sprachsteuerung optimieren	89
6.2	.2	Kopplung mit Smartwatch	91
6.2	.3	Zukünftige Entwicklungen	92
Lite	eratu	ırverzeichnis	94
On	lineli	iteratur	96
An	hang	J	99
Ab	bildu	ingsverzeichnis	100
Tal	belle	nverzeichnis	102
Ab	kürzı	ungsverzeichnis	103
	6.2 6.2 6.2 Lite On An Ab	6.2 Aus 6.2.1 6.2.2 6.2.3 Literatu Onlineli Anhang Abbildu Tabelle	6.2.1 Sprachsteuerung optimieren6.2.2 Kopplung mit Smartwatch6.2.3 Zukünftige Entwicklungen

Anmerkung zum Sprachgebrauch:

Im Weiteren erfolgen die allgemeinen Bezeichnungen von Personen aus Gründen der Lesbarkeit und Übersichtlichkeit in konventioneller Sprachform. Mit allen verwendeten Personenbezeichnungen sind stets beide Geschlechter gemeint, außer es wird ausdrücklich auf weibliche oder männliche Personen hingewiesen bzw. geht entsprechendes aus dem Kontext hervor.

1 Einleitung

1.1 Einführung und Motivation

Diese Arbeit beschäftigt sich mit den Einsatzmöglichkeiten mobiler visueller Werkerführungssysteme im Bereich variantenreicher Montageprozesse. Es werden Anforderungen an moderne Werkerführungssysteme identifiziert, bestehende Lösungen analysiert und im praktischen Teil eine erste Pilotanwendung eines mobilen Werkerführungssystems konzeptioniert und entwickelt. Abschließend wird ein Ausblick gegeben und zukünftige Entwicklungen im Bereich der Assistenzsysteme im Produktions- und Logistikbereich aufgezeigt.

Kunden erwarten in Zukunft Produkte, die speziell auf Ihre Wünsche und Bedürfnisse angepasst sind. Die resultierenden Herausforderungen wie **erhöhte Produkt- und Datenkomplexität** sind bereits jetzt in der Produktion von Automobilen ersichtlich und werden sich in den nächsten Jahren auf weitere Branchen ausweiten. Um diesen Herausforderungen gerecht zu werden, muss die Industrie von morgen hochflexibel sein, kurze Umrüstzeiten vorweisen und Mitarbeiter vor allem in hybriden Arbeitssystemen beschäftigen, die eine Vielzahl unterschiedlicher Arbeitsvorgänge durchführen können. "Die intelligente Fabrik der Zukunft ist hochflexibel, hochproduktiv und ressourcenschonend. Industrie 4.0 adressiert nicht ausschließlich die Massenproduktion, sondern vor allem die Flexibilisierung der Produktion. Die Individualisierung (Losgröße 1) zu den ökonomischen Konditionen eines Massenherstellers wird Realität".²

Um diese **Fülle an komplexen Informationen** beherrschen zu können, wird seit einigen Jahren versucht, die Mitarbeiter durch fest installierte Werkerassistenzsysteme am Arbeitsplatz zu unterstützen. Dadurch kann einerseits die Anzahl der Qualitätsfehler vermindert werden und andererseits die Durchlaufzeit reduziert werden, da Such- und Anlernzeiten vermindert werden.³

¹ Spath, 2013, S.42

³ Wiesbeck, 2014, S.2

-

² Spath, 2013, S.116-117

1.2 Problemstellung und Zielsetzung

gegenwärtigen Zeitpunkt existieren bereits Werkerassistenzsysteme verschiedener Hersteller, welche zur schrittweisen Führung von Montagemitarbeitern werden State-of-the-Art-Teil können. lm werden spezifische genutzt Anforderungen moderner Werkerführung unter Berücksichtigung aktueller Informations- und Kommunikationssysteme identifiziert. Aus einer systematischen Betrachtung existierender Systeme resultiert, dass diese Anforderungen von keinem System vollständig erfüllt werden. Weiters sind bisherige Standardsysteme in der Regel nur in Verbindung mit komplexen und teuren Systemlandschaften einsetzbar. Diese Schwachstellen werden analysiert und bewertet und dienen als Grundlage zur Erarbeitung eines Soll-Anforderungsprofils.

Ziel dieser Arbeit ist die Konzeption und Entwicklung eines Softwareprototyps eines mobilen visuellen Werkerführungssystems basierend auf dem zuvor erarbeiteten **Soll-Anforderungsprofil**. Dabei werden einfache und bewährte Methoden und Tools des Markts verwendet, beispielsweise **Open-Source-Systeme** und freie Entwicklungsumgebungen. Der entwickelte Prototyp soll folgende Vorteile gegenüber bestehenden, festen System aufweisen:

- Das System ist mobil (z.B. Datenbrille oder Tablet) und keinem bestimmten Arbeitsplatz oder Mitarbeiter zugewiesen
- Es wird weiters unter Verwendung von Open-Source-Technologie entwickelt und soll unabhängig von anderen PLM-Lösungen anwendbar sein
- Der Mitarbeiter wird über die Reihenfolge der zu t\u00e4tigenden Arbeitsschritte informiert und dabei visuell in Form von F\u00fcgeanimationen unterst\u00fctzt
- Die für die durchzuführenden Arbeitsschritte benötigte Zeit kann gemessen und für Feedback analysiert werden – Verbesserungspotenziale können aufgedeckt werden
- Die Daten können mittels einer bereits bestehenden und industrieerprobten Arbeitsvorbereitungs-Software (z.B. Rapidauthor / Cortona3D) erstellt werden
- Der Mitarbeiter kann bei Bedarf Zusatzinformationen einblenden

Der entwickelte Prototyp wird ferner in einen Usecase integriert und mit Hilfe eines Benutzerfragebogens von den Anwendern evaluiert bzw. auf Erfüllung der zuvor gestellten Anforderungen geprüft.

1.3 Methodische Vorgehensweise

Ziel dieser Arbeit ist die Analyse bestehender Systeme und Anforderungen, sowie die Konzeption, Entwicklung und Implementierung eines Software-Prototyps für ein Werkerführungssystem im Bereich variantenreicher Montageprozesse. Im Folgenden soll die methodische Vorgehensweise der wissenschaftlichen Arbeit definiert und dargestellt werden. Anschließend wird die verwendete Methode für die Systementwicklung beschrieben.

Methodische Vorgehensweise der Arbeit

Die folgende Tabelle verdeutlicht zusammenfassend die Inhalte, Ziele und verwendeten Methoden der jeweiligen Kapitel dieser Arbeit:

Кар.	Inhalte	Ziele	Methoden
1	Einführung in das Thema, Variantenreiche Produktion	Ausgangssituation und Ziel der Arbeit beschreiben	Literatur- und Internetrecherche, Wasserfallmodell
2	Anforderungen identifizieren und State-of-the-Art analysieren	GAP bestehender Systeme verdeutlichen, Fehlen von mobilen Systemen in Montageprozessen hervorheben, Soll- Anforderungsprofil	Recherche, GAP-Analyse, vereinfachtes Lastenheft (Soll-Anforderungsprofil)
3	Vorgangsweise der Konzepterstellung, System- Architektur	Konzept entwickeln, Überblick über das System und seine Datenobjekte geben, Mindmap und Fachspezifikation erstellen	Brainstorming, Konzepterstellung, Mindmap, vereinfachtes Pflichtenheft (Fachspezifikation)
4	Softwareentwicklung und Implementierung	Software-Prototyp entwickeln	Software-Entwicklung, Modul-Tests
5	Evaluierung des Systems	Stärken und Schwächen des entwickelten Prototyps analysieren, Bewertung durch Benutzerfragebogen	Usability-Fragebogen, Technische Evaluierung
6	Kritische Würdigung und Ausblick	Zukünftige Trends, Ausbaustufen des entwickelten Systems vorstellen	Auswertung der Ergebnisse, Recherche

Tabelle 1: Methodischen Vorgehensweise

Kapitel 1 - Einleitung

Die Einleitung vermittelt dem Leser einen Überblick über die Arbeit und das zugrunde liegende Problem. Dabei wird zunächst die Ausgangssituation beschrieben, insbesondere die variantenreiche Produktion bis "Losgröße 1" und die daraus resultierenden Herausforderungen. Um diese in Zukunft beherrschen zu können, werden Werkerassistenzsysteme eingesetzt, welche den Montagemitarbeiter bei ihrer Arbeit unterstützen. Abschließend wird die methodische Vorgehensweise der Arbeit sowie der Systementwicklung beschrieben.

Kapitel 2 - State-of-the-Art (Analyse)

Zunächst werden notwendige Begriffe definiert und bereits existierende Technologien analysiert. Ein State-of-the-Art-Überblick visueller Assistenzsysteme beschreibt sechs themenrelevante Lösungen und bewertet bzw. untersucht diese auf die Erfüllung der identifizierten Anforderungen. Abschließend hebt eine GAP-Analyse

die Schwachstellen aller bisherigen Systeme hervor. Als Ergebnis dieses Kapitels 2 wird ein an ein Lastenheft angelehntes Soll-Anforderungsprofil erstellt, welche alle Anforderungen, Ziele sowie Nicht-Ziele des zu entwickelnden Pilotsystems zusammenfasst.

Kapitel 3 – Konzepterstellung (Design)

Ausgehend von den im Kapitel 2 identifizierten Anforderungen wird in "Kapitel 3 – Konzepterstellung" das Konzept des zu entwickelnden Montageassistenzsystems erstellt. Die grundlegenden Hardware-Komponenten und Teilsysteme werden identifiziert und ausgehend davon die zu verwendenden Entwicklungsumgebungen und Programmiersprachen festgelegt. In dieser Phase werden ebenso die Struktur der Daten und Datenobjekte (Produkt, Vorgang, Schritt) sowie grundsätzliche Elemente der Steuerung (Touchscreens, Sprach- oder Gestensteuerung) und Vorgangs-Identifizierung (QR-Code) festgelegt. Resultat dieser Phase ist eine an ein Pflichtenheft angelehnte Fachspezifikation, welche beschreibt, wie die im Soll-Anforderungsprofil gestellten Forderungen erfüllt werden sollen.

Kapitel 4 – Softwareentwicklung (Implementierung)

In der Implementierungs-Phase werden das in Kapitel 3 konzeptionierte System bzw. seine einzelnen Hauptkomponenten entwickelt und getestet. Es wird auf die Funktionsweise der Benutzeroberfläche, der Serversoftware sowie der Arbeitsvorbereitung eingegangen und deren Funktionsweise erklärt. Diese Hauptkomponenten sind durch ein Kommunikationssystem verbunden, welches auf dem Internetprotokoll HTTP basiert. Ergebnis dieses Abschnitts ist ein Softwareprototyp des Montageassistenzsystems.

Kapitel 5 – Ergebnisse und Evaluierung (System-Test)

Der entwickelte Softwareprototyp des Montageassistenzsystems wird in den Usecase "LKW-Montage" der Fraunhofer Austria Research GmbH integriert und es wird die Ersteinrichtung des Systems durchgeführt, welche das Erstellen der digitalen Arbeitsanleitungen und 3D-CAD-Montageanimation beinhaltet. Eine Evaluierung des Systems wird mittels eines Benutzerfragebogens durchgeführt, welcher von Fraunhofer Austria in Zusammenarbeit mit des ESB Business School der Universität Reutlingen erstellt wurde und auf dem "Leitfaden Usability" der deutschen Akkreditierungsstelle basiert.⁴ Abschließend werden die Vorteile und Stärken sowie Nachteile und Schwächen des entwickelten Softwareprototyps analysiert.

.

⁴ DAkkS, 2010, S. 170-189

Kapitel 6 - Kritische Würdigung und Ausblick

"Kapitel 6 – Kritische Würdigung und Ausblick" beinhaltet die kritische Würdigung der Arbeit und gibt einen kurzen Ausblick auf zukünftige Entwicklungen von visuellen Werkerführungssystemen. Die Sprachsteuerung muss verbessert und prozesssicher werden oder es werden alternative Bedienkonzepte, wie z.B. eine intelligente Gestensteuerung entwickelt. Ebenso können die gemessenen Ausführungszeiten der einzelnen Arbeitsschritte genutzt werden, z.B. zur kontinuierlichen Verbesserung oder Benchmarks.

Methodische Vorgehensweise der Systementwicklung

Als methodische Vorgehensweise der Systementwicklung wird die von Hanser definierte vereinfachte Version des Wasserfallmodells nach Royce verwendet:

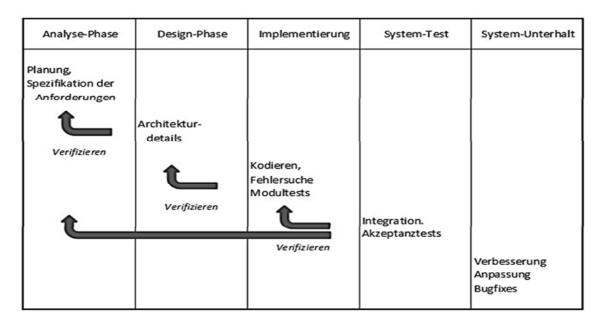


Abbildung 1: Vereinfachtes Phasenmodell nach Hanser, Quelle: Hanser⁵

Dieses Phasenmodell wurde 1970 von Royce⁶ zur Abwicklung einfacher Softwareprojekte entwickelt. Es besteht in der vereinfachten Form nach Hanser aus folgenden fünf Phasen:

- 1) **Analyse-Phase:** Planung, Spezifikation der Anforderungen
- 2) **Design-Phase:** Architektur-Details, Konzepterstellung
- 3) Implementierung: Kodieren, Fehlersuche, Modultests
- 4) System-Test: Integration, Akzeptanztests
- 5) System-Unterhalt: Verbesserung, Anpassung, Bugfixes

⁵ Hanser, Agile Prozesse: Von XP über Scrum bis MAP, 2010, S.4

-

⁶ Royce, Managing The Development of Large Software Systems, 1970

Die Abbildung verdeutlicht, weshalb dieses Modell auch Wasserfallmodell genannt wird: "Die Phasen sind in Form von Kaskaden eines mehrstufigen Wasserfalls angeordnet. Die Rückpfeile sind Verifizierungspfeile. Nach der Kodierung eines Moduls wird beispielsweise verifiziert, ob das Modul mit den Vorgaben der Design-Phase, den Architekturdetails, übereinstimmt. So wird immer gegen die (zeitlich) vorhergehende Phase verifiziert. Erst bei den abschließenden Akzeptanztests wird nochmals gegen die Spezifikationen verifiziert".⁷

_

⁷ Hanser, Agile Prozesse: Von XP über Scrum bis MAP, 2010, S.4

2 State-of-the-Art (Analyse)

Dieses Kapitel stellt die Grundlagen von Werkerassistenz- sowie Werkerführungssystemen dar und gibt einen Überblick über bisherige Systeme. Es werden zunächst wichtige **Grundbegriffe definiert** und **Anforderungen** identifiziert und analysiert. Dabei sind Bedienkonzepte und die Mensch-Maschine-Schnittstelle Bestandteil des theoretischen Abrisses.

Das Unterkapitel "Bauteilidentifizierung" identifiziert Darstellungsmöglichkeiten der Information, welche Bauteile und Werkzeuge verwendet werden müssen. Weiters werden existierende visuelle Werkerassistenzsysteme analysiert. Diese werden auf Grund der identifizierten Anforderungen bewertet und die Schwachstellen werden verdeutlicht. Ergebnis dieses Kapitels ist ein Soll-Anforderungsprofil (vereinfachtes Lastenheft), welches alle Anforderungen, Ziele sowie Nicht-Ziele des zu entwickelnden Werkerführungssystems verdeutlicht.

2.1 Begriffsdefinitionen und -abgrenzungen

Die Aufgabe der **Montage** ist der "Zusammenbau von Teilen oder Gruppen zu Erzeugnissen oder zu Gruppen höherer Erzeugnisebenen". Alle für den Zusammenbau eines zuvor in der Konstruktion festgelegten Erzeugnisses notwendigen Vorgänge gehören somit dem Montageprozess an. Dieser stellt im Herstellungsprozess den letzten wertschöpfenden Schritt vor der Auslieferung an den Kunden dar. Diese Tätigkeit wird auf Grund der hohen Komplexität meist vom Menschen übernommen.⁹

Die im Rahmen des deutschen Zukunftsprojekts Industrie 4.0 propagierte Vision der Produktion in "Losgröße 1 zu Bedingungen der Großserie" fordert auch von Montagesystemen in Bezug auf ökonomische wie auch humanorientierte Gestaltung Antworten zu deren Erreichung ein. Der Begriff Industrie 4.0 bezeichnet die vierte industrielle Revolution, "eine neue Stufe der Organisation und Steuerung der gesamten Wertschöpfungskette über den Lebenszyklus von Produkten". Dieser Zyklus orientiert sich an individualisierten Kundenwünschen und umfasst Idee, Auftrag, Entwicklung und Fertigung eines Produkts bis hin zum Recycling und damit verbundenen Dienstleistungen. "Basis ist die Verfügbarkeit aller relevanten Informationen in Echtzeit durch Vernetzung aller an der Wertschöpfung beteiligten Instanzen sowie die Fähigkeit aus den Daten den zu jedem Zeitpunkt optimalen Wertschöpfungsfluss abzuleiten". Die Verbindung von Menschen, Objekten und Systemen zieht dynamische, echtzeitoptimierte und selbst organisierende,

⁹ Wiesbeck, 2014, S. 25

⁸ VDI 2860, 1990

¹⁰ Hold; Ranz; Hummel; Sihn, Durchblick im Variantendschungel, 2015, S. 22

unternehmensübergreifende Wertschöpfungsnetzwerke mit sich, welche sich "nach unterschiedlichen Kriterien, wie bspw. Kosten, Verfügbarkeit und Ressourcenverbrauch optimieren lassen."¹¹

Der bereits erwähnte gestiegene Informationsbedarf der Mitarbeiter kann durch Assistenzsysteme ausgeglichen werden. Ein **Werkerassistenzsystem** unterstützt den Mitarbeiter bei der Ausführung seiner Tätigkeiten. Man unterscheidet in technische und visuelle Systeme: Ein **technisches Assistenzsystem** unterstützt den Mitarbeiter direkt bei der Ausführung seiner Tätigkeiten, beispielsweise in Form eines Roboters zum Bewegen von Objekten. Ein **visuelles** oder **digitales Assistenzsystem** verdeutlicht hingegen seine Unterstützung in Form von visueller Darstellung von Informationen.¹²

Wird das Werkerassistenzsystem zur schrittweisen Führung des Mitarbeiters durch Wertschöpfungsprozess genutzt, bezeichnet man dies als Werkerführungssystem Bereich bzw. im von Montageprozessen auch Montageführungssystem. Ein derartiges System kann dazu eingesetzt werden, dem Menschen digitale Instruktionen sowie die zu verwendenden Bauteile anzuzeigen, damit er seine Montageaufgabe erfolgreich und fehlerfrei durchführen kann. Bisherige Hersteller visueller Werkerführungssysteme entwickeln ihre Systeme in der Regel für Industrie-PCs oder einfache SPS-Steuerungen. Diese sind nicht mobil und an einen Arbeitsplatz ortsfest gebunden. Smart Devices wie z.B. Tablets, Smartphones oder Datenbrillen haben sich im Alltag längst etabliert und können in Zukunft auch im industriellen Umfeld eingesetzt werden, unter anderem als Basis für mobile Werkerführungssysteme.¹⁴

Fast jedes Smart Device ist durch Mobilfunk oder WLAN internetfähig, um Informationen mit einer Cloud oder umliegenden Geräten austauschen zu können. Man spricht in diesem Zusammenhang auch vom Internet der Dinge, welches "die technische Vision, Objekte jeder Art in ein universales digitales Netz zu integrieren" ist. Diese "Dinge" sind mit einer eindeutigen digitalen Identität ausgestattet und befinden bzw. bewegen sich in einem intelligenten Umfeld, wodurch eine Verbindung zwischen physischen Objekten und virtuellen Daten geschaffen wird: "Mittels integrierter Sensoren werden die kleinen Computer in der Lage sein, ihre unmittelbare Umgebung wahrzunehmen, die gewonnenen Informationen zu verarbeiten, mit anderen Objekten oder Netzwerken zu kommunizieren und auch selbst Aktionen auszulösen. Auf diese Weise können die Dinge "wissen", wo sie sich befinden, welche anderen Gegenstände in der Nähe sind oder was mit ihnen in der

¹¹ Fraunhofer IPA: Strukturstudie "Industrie 4.0 für Baden-Württemberg", 2014, S. 3

¹² Hold; Ranz; Hummel; Sihn, Durchblick im Variantendschungel, 2015, S. 22

¹³ Wiesbeck, 2014, S. 12

¹⁴ Vgl. http://www.iml.fraunhofer.de/content/dam/iml/de/documents/OE%20110/Folder %200E%20110/Fraunhofer%20IML%20Flyer%20SmartDevices.pdf (Gelesen am 22.09.2015)

Vergangenheit geschah. Alltägliche Gegenstände werden so zu "intelligenten Objekten". 15

Zu den moderneren Smart Devices zählen **Datenbrillen**, welche auf dem Kopf getragen werden und daher als **Head-Mounted-Displays (HMD)** bezeichnet werden. Diese dienen als visuelles Ausgabegerät: Informationen werden entweder auf einem kleinen Bildschirm angezeigt ("Optical Lens Projection", z.B. LCD, LCos, OLED oder CRT) oder direkt auf die Netzhaut des Benutzers projiziert ("Retinal Projection"). HMDs sind im Konsumbereich bereits verbreitet und dienen meist als Gerät zur Realisierung von Augmented oder Virtual Reality.¹⁶

Im Zusammenhang mit Datenbrillen wird oft von **Wearables** gesprochen. Dieser Begriff stammt aus dem Englischen und leitet sich vom Begriff "Wearable Computing (engl. to wear = tragen)" ab. Ein Wearable "ist ein etwas unscharfer Sammelbegriff für verschiedenste Computersysteme, die während der Benutzung analog einem Kleidungsstück am Körper getragen werden und den Benutzer (bei Bedarf) kontextabhängig unterstützen können ohne jedoch seine Aufmerksamkeit oder Mobilität im Allgemeinen zu beeinträchtigen".¹⁷

2.2 Anforderungen an moderne Werkerführungssysteme

Um bestehende Werkerführungssysteme bewerten und ein eigenes System konzeptionieren zu können, ist es erforderlich, die Anforderungen an moderne Werkerführungssysteme zu analysieren. Nach Wiesbeck (2014) lassen sich diese systematisch in folgende drei Gruppen unterteilen:¹⁸

- Konzeptionelle Anforderungen
- Technische Anforderungen
- Benutzerorientierte Anforderungen

2.2.1 Konzeptionelle Anforderungen

Konzeptionelle Anforderungen beschreiben allgemeine Forderungen, nach denen Systeme ausgelegt werden. "Werkerführungssysteme sollen den Bedarf des individuellen Werkers nach Flexibilität bei einer hohen Effizienz des Montageprozesses erfüllen". Dabei müssen Produkt, Prozess und Ressourcen berücksichtigt werden und Informationsdefizite reduziert werden, welche einerseits ablaufbedingt und andererseits aufmerksamkeitsbedingt entstehen.

¹⁷ Bliem-Ritz, 2014, S. 16 ¹⁸ Wiesbeck, 2014, S. 70

_

¹⁵ Vgl. <u>https://www.bundestag.de/blob/192512/cfa9e76cdcf46f34a941298efa7e85c9/internet_der_dinge-data.pdf</u> (Gelesen am 26.08.2015)

¹⁶ Stephanidis, 2015, S. 208

Ziel muss eine individuelle, belastungsgerechte Auslegung des Informationsflusses zwischen System und Werker sein, insbesondere bei der Montage von komplexen Produkten. Bestimmende Charakteristika von Montageprozessen müssen möglichst umfassend berücksichtigt werden. Das Werkerführungssystem muss weiters aufmerksamkeitsbedingte Qualitätsdefizite reduzieren.

Es gilt zu identifizieren, "wie durch die Adaptierung des Montageablaufs an den aktuellen Produktzustand die Such- und Wartezeiten im Verlauf der Montage reduziert werden können". Dies führt laut Wiesbeck (2014) zu einer verstärkten Aufmerksamkeit des Werkers auf die tatsächlichen Montagetätigkeiten. Das visuelle Montageassistenzsystem soll die **Freiräume des Werkers** erweitern. Wird diese Anforderung nicht eingehalten, würde die Relevanz bezüglich Wirtschaftlichkeit und arbeitswissenschaftlicher Sinnfälligkeit in Frage gestellt.¹⁹

2.2.2 Technische Anforderungen

Anforderungen an Datenformat und Datenaustausch

Laut Wiesbeck (2014) muss die Möglichkeit der Anpassung des Informationsgehalts bestehen, abhängig von der betreffenden Arbeitsanweisung. Das Datenformat soll **erweiterbar und offen** gestaltet sein um auch zukünftige Herausforderungen meistern und unterschiedliche Detaillierungsgrade erlauben zu können. Es wird der Aufbau auf anerkannten Modellen gefordert; das Datenformat soll "die Hauptklassen Produkt, Prozess und Ressource abbilden" können.²⁰

Anforderungen an die Integration der Produktionsumgebung

Es müssen alle Einflussfaktoren, welche für die Ausführung der Montagetätigkeit relevant sind, einbezogen werden:²¹

- Montagefortschritt
- Verzögerungen des Montageverlaufs
- Ausführbarkeit von Teilen der Montage
- Anpassung der Montagesequenz

Anforderungen an die Integration des Werkers sowie Systemergonomie

Der Werker gilt als Empfänger der erforderlichen Information, weshalb die benutzerorientierte Gestaltung dieser eine Hauptanforderung an Werkerführungssysteme darstellt. Weiters ist im Rahmen einer technischen Realisierung auf eine "maximale gesundheitliche Verträglichkeit zu achten". "Eine

²⁰ Wiesbeck, 2014, S. 72

¹⁹ Wiesbeck, 2014, S. 71

²¹ Wiesbeck, 2014, S. 72

situationsorientierte Führung und eine angepasste Detaillierung der Anweisungen" führt zu einer geringen kognitiven Belastung des Werkers.²²

Anforderungen an die Performanz

Die Performanz eines Werkerführungssystems wird hauptsächlich durch die zugrundeliegende Struktur und Aufbereitung der Montagesequenzen bestimmt. Es wird einerseits die Performanz bei der Erzeugung der Struktur und Daten und andererseits bei der Ermittlung der auszugebenden Informationen betrachtet. Der Aufwand für die Arbeitsvorbereitung soll also möglichst gering sein, bei gleichzeitig möglichst geeignetem Informationsgehalt.²³

2.2.3 Benutzerorientierte Anforderungen

Neben den konzeptionellen und technischen Anforderungen sind insbesondere die individuelle Wahrnehmung und die Interaktionsmöglichkeiten des Werkers für die Bestimmung der Leistungsmerkmale eines Systems erforderlich. Wichtig ist hierbei, die Gesamtheit der Benutzer bei der Entwicklung und Gestaltung der Mensch-Maschine-Interaktion einzubeziehen. Der Grad der Erfüllung kann anhand folgender vier Entscheidungsparameter gemessen werden:²⁴

- 1. Flexibilität eines Systems: Eine hohe Flexibilität äußert sich in einer optimalen Benutzerbarkeit für die Gesamtheit der Werker. Sie ist ebenso sinnvoll und erforderlich, "falls die Zusammensetzung der Gesamtheit der Werker nicht hinreichend abschätzbar ist oder sich das zum System hin gerichtete Verhalten im Verlauf der Anwendung, z. B. durch Lerneffekte, ändern kann".
- 2. **Effizienz eines Systems:** Ein System weist eine hohe Effizienz auf, wenn eine möglichst vollständige Ausrichtung auf spezifische Merkmale der Werker vorliegt. Der Parameter "Effizienz" steht der Flexibilität eines Systems entgegen.
- 3. **Robustheit eines Systems:** Dieser Parameter gibt den Zusammenhang einer erfolgreichen Systemnutzung und der "Beeinflussung durch Einflussgrößen, wie z. B. den Aufgabenkontext oder die Nutzungshäufigkeit" an.
- 4. **Gewissheit eines Systems:** Die Gewissheit gibt die subjektive "Bewertung der Sicherheit (Wahrscheinlichkeit des Zutreffens) einer Annahme durch den Benutzer" an.

²³ Wiesbeck, 2014, S. 73

²² Wiesbeck, 2014, S. 73

²⁴ Wiesbeck, 2014, S. 74

2.2.4 Abgeleitete Anforderungen

Die nach Wiesbeck identifizierten Anforderungen sind sehr allgemein gehalten. Um eine Bewertung zu ermöglichen, werden folgende zehn Hauptanforderungen abgeleitet und im nachfolgenden Teil der State-of-the-Art-Analyse verwendet:

- 1. **Aufgabenangemessenheit:** Ein System ist aufgabenangemessen, wenn es alle zur Unterstützung des Werkers nötigen Funktionen erfüllt, ohne ihn dabei zu stören.
- 2. **Flexibilität:** Ein visuelles Assistenzsystem gilt als flexibel, wenn es eine optimale Benutzbarkeit für die Gesamtheit der Werker garantiert.
- 3. **Mobilität:** Diese Anforderung wird erfüllt, wenn das System einen mobilen, nicht arbeitsplatzgebundenen Einsatz erlaubt, z.B. durch tragbare Geräte wie Tablets oder Datenbrillen als User Device.
- 4. **Steuerbarkeit:** Ein System erfüllt die Anforderung der Steuerbarkeit, wenn es einfach, benutzerfreundlich und möglichst fehlerfrei gesteuert bzw. bedient werden kann.
- 5. **Fehlertoleranz:** Von einem visuellen Assistenzsystem wird gefordert, gegenüber Fehleingaben vom Werker tolerant zu sein, beispielsweise durch das Erkennen und Ausgleichen von falschen Steuerbefehlen oder der Möglichkeit, Fehler rückgängig zu machen, z.B. Wiederholung der Anzeige eines noch nicht abgeschlossenen Arbeitsschritts.
- 6. **Stabilität:** Ein System gilt als stabil, wenn es ungewollte Softwareabstürze oder Wartezeiten verhindert bzw. überbrückt.
- 7. Qualitätssicherung: Ein visuelles Assistenzsystem soll die Qualität des Arbeitsprozesses sichern können, also z.B. falsch ausgeführte Arbeitsschritte erkennen können, den Werker warnen, oder beispielsweise die Entnahme falscher Bauteile sperren.
- 8. **Verständlichkeit:** Ein System ist verständlich, wenn die visualisierten Informationen leicht erkennbar sind und Unklarheiten im Werkerprozess beseitigt werden.
- 9. **Individualisierbarkeit:** Diese Anforderung ist erfüllt, wenn sich das System an den Benutzer anpassen kann, beispielsweise durch benutzerabhängige Einstellungen.
- 10. **Geringer Aufwand für Arbeitsvorbereitung:** Die visualisierten Informationen müssen mit möglichst wenig Aufwand in das System integriert werden können.

2.3 Bedienkonzepte

Da Datenbrillen nicht über konventionelle Eingabemedien wie Tastatur, Maus oder Touchoberflächen gesteuert werden können, sind die Entwicklung neuartiger Steuerungsmöglichkeiten sowie die Auswahl dieser, ein Kernproblem. In diesem Abschnitt werden unterschiedliche **Bedienkonzepte** beleuchtet und es wird ferner auf eine zukünftige automatische Fortschrittserkennung eingegangen.

2.3.1 Steuerung per Hand

Die Steuerung per Hand ist die einfachste und älteste Form. Soll sie eingesetzt werden, muss das User Device über Knöpfe oder einen Touch-Bereich verfügen. Außerdem sind die **Hände während der Steuerung** blockiert und können nicht für wertschöpfende Tätigkeiten verwendet werden.

Die Datenbrille Vuzix M100 bietet zur Steuerung vier Knöpfe, die jeweils eine Aktion bei kurzer sowie bei langer Betätigung auslösen:²⁵

- Navigation nach rechts (kurz) / Kontextmenü öffnen (lang)
- Navigation nach links (kurz) / Zum Hauptmenü wechseln (lang)
- Bestätigung, Enter (kurz) / Zurück-Funktion (lang)
- Standby (kurz) / Gerät ausschalten (lang)



Abbildung 2: Vuzix M100: Buttons (schwarz), Quelle: Vuzix

Ein anderes Bedienkonzept verfolgt Epson: Die Datenbrille selbst bietet keine Knöpfe oder Schaltflächen zur Steuerung an. Stattdessen ist diese mit einem Kontroller verbunden, in welchem zusätzlich CPU, Arbeitsspeicher und Anschlüsse verbaut sind. Dieser Kontroller enthält eine Touch-Oberfläche ähnlich einem Smartphone sowie die wichtigsten Tasten: Home, Zurück und Kontextmenü.

²⁵ Vgl. http://www.vuzix.com/wp-content/uploads/docs/support/Manuals/425PB0001-01 Quick Start Guide US M100.pdf (Gelesen am 17.07.2015)



Abbildung 3: Kontroller der Epson Moverio BT200, Quelle: Epson

Eine Besonderheit stellt die Kopplung des User Devices mit einem Hilfsgerät dar, um eine Steuerung per Hand zu ermöglichen. Die Vuzix M100 lässt sich beispielsweise **mit einem Smartphone koppeln**, um eine Touchscreen-Oberfläche anbieten zu können.



Abbildung 4: Vuzix Smartglass Manager, Touch- und Tastatureingabe

Dem Vorteil der **einfachen Realisierung** dieser Steuerungsart steht entgegen, dass der Werker selbst für einfache Anweisungen seine **Hände verwenden** muss. Trotzdem wird diese Methode bei den meisten bisherigen Systemen eingesetzt, z.B. in Form eines Touchpanels. Der aktuelle Workflow muss also unterbrochen werden und etwaige Werkzeuge oder Bauteile müssen abgelegt werden, um dem Werkerführungssystem einen Steuerungsbefehl mitteilen zu können.

2.3.2 Gestensteuerung

Die Gestensteuerung ist bereits eine etwas komplexere Form der Gerätebedienung. Sie kann eingesetzt werden, wenn Sprachsteuerung nicht möglich ist und die Steuerung per Hand zu viele Nachteile aufweist.

Folgende Möglichkeiten stehen dafür zur Verfügung:

Gestenerkennung in Gerät eingebaut:

Manche Datenbrillen haben bereits einen Sensor für diese Aufgabe eingebaut. Die Vuzix M100 bietet ein entsprechendes Feature an und erkennt folgende Gesten: Forward / Back, In / Out, Up / Down.²⁶

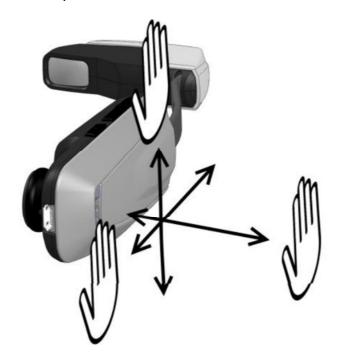


Abbildung 5: Einfache Gestenerkennung der Vuzix M10, Quelle: Vuzix

Der Sensor ist bei Betrieb ständig aktiv und erkennt damit auch "Aufwach"-Gesten.

Myo-Armband:

Dieses Gadget ist ein neuartiger Sensor im Armband-Look, welcher die Muskelbewegungen des menschlichen Armes durch elektrische Feldentwicklung misst und dadurch die unterschiedlichsten Finger- und Armstellungen erkennen kann.

²⁶ Vgl. http://www.vuzix.com/wp-content/uploads/docs/support/Manuals/425PB0001-01 Quick Start Guide US M100.pdf (Gelesen am 17.07.2015)

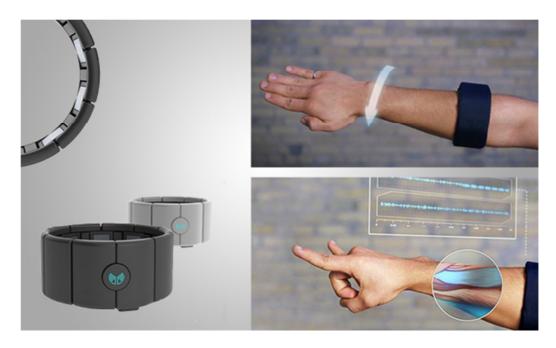


Abbildung 6: Myo-Armband, Gestensteuerung, Quelle: dominatingdesigns.com

Das Gerät verfügt über eine Android-Schnittstelle, welche die gängigsten Gesten und Fingerstellungen erkennt, es können aber auch eigene programmiert werden. Der Mitarbeiter kann z.B. sowohl auf dem linken, als auch dem rechten Arm ein entsprechendes Myo-Armband tragen und somit den Ablauf des Werkerführungssystems steuern. Beispielsweise kann eine geballte Faust der linken Hand "Zurück" bedeuten, rechts "Weiter" und beide Hände gleichzeitig "Bestätigung". 27 28

Blickrichtung / Orientierung messen:

Eine weitere Steuerungsmöglichkeit ist die Messung der Orientierung der Datenbrille bzw. des Kopfs des Benutzers. Die Ausrichtung kann in allen drei Orientierungslagen gemessen werden: Azimuth / Gierwinkel, Pitch / Nickwinkel und Roll / Rollwinkel.

Sowohl die **aktuelle Orientierung** als auch die **Änderungsrate** der drei Achsen kann gemessen werden und die daraus resultierenden Formen können Steuerungsbefehle auslösen. Beispielsweise kann das Zeichnen eines Kreises "Bestätigung" bedeuten, ein dreifaches "Oben-Unten"-Nicken kann "Weiter" bedeuten, usw.

Die Steuerung moderner Smart-Devices über Gesten bringt viele Vorteile, aber auch einige einschränkende Nachteile mit sich. Als größte Stärke der Gestensteuerung gilt die **schnelle**, **einfache und intuitive Interaktion** mit dem Gerät selbst. Durch eine signifikante Bewegung können sowohl einfache, als auch komplexe Befehle gegeben

²⁸ Wyeld; Calder; Shen, 2015, S. 17

²⁷ Vgl. https://www.thalmic.com/myo/ (Gelesen am 17.07.2015)

werden. Die Bedienung ist weiters kabellos und teilweise ohne zusätzliche Bedienelemente wie Tastatur oder Maus möglich. Diesen Stärken stehen jedoch Schwächen gegenüber, die die **Einsatzmöglichkeiten der Gestensteuerung** limitieren. Die Korrektheit der Durchführung von Gesten ist vom jeweiligen Betrachter abhängig und somit subjektiv, eventuell ist eine manuelle Kalibrierung erforderlich. Weiters fehlt das taktile Feedback bei diesem Bedienkonzept vollständig.²⁹

2.3.3 Sprachsteuerung

Die Sprachsteuerung stellt die komplexeste aber zugleich praktischste Form der Bedienung dar. Das User Device, z.B. Tablet oder Datenbrille, nutzt dabei das eingebaute Mikrofon, um bestimmte Schlüsselwörter zu erkennen und entsprechende Aktionen zu starten.

Folgende Typen von Sprachsteuerung werden unterschieden:

Erkennung von Schlüsselwörtern:

Die Aufnahme wird mit früheren Kalibrierungs-Aufnahmen verglichen. Liegt eine entsprechende Übereinstimmung vor, kann davon ausgegangen werden, dass der Benutzer das entsprechende Schlüsselwort ausgesprochen hat und die Aktion kann ausgeführt werden. Die kostenfreie Softwarelösung **CMUSphinx** bietet dafür eine ausgereifte Lösung an. Die Spracherkennung funktioniert offline, also auch ohne bestehende Internetverbindung.³⁰

Umwandlung in Text (Speech-To-Text):

Die Software versucht, die aufgenommene Tonspur direkt in einen Text umzuwandeln. Dieser aufgenommene Text kann dann nach den Schlüsselwörtern durchsucht werden. Wird eines dieser Wörter entdeckt, wird wiederum die entsprechende Funktion ausgeführt. Ein möglicher Anbieter dieses Typus ist Google. Die **kostenlose Spracherkennung** ist sowohl online (mit Internetverbindung) als auch offline möglich. Ein gravierender Nachteil dieser Methode ist auf Grund der Universalität die fehlende Schnelligkeit.³¹

Das Bedienkonzept der Sprachsteuerung erlaubt, ähnlich der Gestensteuerung, eine schnelle und intuitive Steuerung von Geräten, **ohne die Hände dafür benutzen zu müssen**. Dies kann zur Beschleunigung und Unterstützung von Arbeitsprozessen genutzt werden, insbesondere, wenn während des Vorgangs die Hände blockiert sind. Dagegen spricht hingegen eine **hohe Fehleranfälligkeit** bisheriger Systeme.

³⁰ Vgl. http://cmusphinx.sourceforge.net/ (Gelesen am 22.07.2015)

²⁹ Buhrtz; Letellier, 2012, S. 14

³¹ Vgl. http://developer.android.com/reference/android/speech/SpeechRecognizer.html (Gelesen am 22.07.2015)

Insbesondere im Industriebereich kommt es zur Beeinträchtigung der Qualität der Spracherkennung, z.B. durch Hintergrundgeräusche wie Maschinen oder andere Sprecher. Eine **hohe Rate an Falscherkennungen** kann die Nutzer dieser Technologie schnell demotivieren und die Akzeptanz senken.³²

2.3.4 Automatische Fortschrittserkennung

Bei manchen Arbeitsschritten kann der Abschluss auf Grund von Rückmeldungen von Geräten oder Sensoren erkannt werden, Beispiele hierfür sind:

- Näherungssensor an Teilebehältern
- Erreichtes Anziehmoment an intelligenten Schraubern
- Materialentnahme-Quittierungen eines Pick-Systems
- Optische Erkennung von eingesetzten Bauteilen

Diese Bedingungen müssen in der Arbeitsvorbereitungssoftware mit den jeweiligen Tätigkeitsschritten verknüpft werden. Der Server kann eine **Schnittstelle zum Automatisierungsumfeld** des Montageplatzes anbieten, welche entsprechende Signale erkennt, verarbeitet und an das User Device weitergibt.³³

Die automatische Fortschrittserkennung durch intelligente Geräte, Werkzeuge oder Messmittel nimmt dem Mitarbeiter die Aufgabe ab, dem Werkerführungssystem mitteilen zu müssen, an welchem Arbeitsschritt dieser aktuell arbeitet und kann so zu jeder Zeit die erforderlichen Informationen liefern, der virtuelle Instruktionsvorgang kann sich also selbstständig mit den physischen Tätigkeiten des Werkers synchronisieren. Diesem Vorteil steht allerdings gegenüber, dass entsprechenden intelligenten Systeme vorhanden sein müssen und die Arbeitsvorbereitung die entsprechenden binären Signale den Arbeitsschritten zuordnen muss.

2.4 Bauteil- und Werkzeugidentifizierung

Die durch geänderte Kundenwünsche bedingte variantenreiche Produktion zieht ebenso eine hohe Vielfalt der Bauteile bzw. der Bauteilvarianten nach sich. Das Verwechslungs- und Fehlerpotenzial steigt, da beispielsweise Schrauben oder Dichtringe mit annähernd gleichen Dimensionen nicht mehr schnell und fehlerfrei unterschieden werden können. Moderne Werkerführungssysteme müssen in der Lage sein, dem Mitarbeiter Informationen darüber geben zu können, welche Bauteile mit welchem Werkzeug im aktuellen Arbeitsschritt verbaut werden müssen. Dieses Unterkapitel beleuchtet vier Möglichkeiten, um diese Information dem Nutzer zur Verfügung stellen zu können.

2,

³² Buhrtz; Letellier, 2012, S. 18

³³ Hold; Ranz; Hummel; Sihn, Durchblick im Variantendschungel, 2015, S. 25

2.4.1 Abbildungen einblenden

Das User Device kann auf der Benutzeroberfläche ein Foto des aktuell benötigten Bauteils bzw. Werkzeugs einblenden. Die entsprechenden Bilder oder Texte werden von der Arbeitsvorbereitung zur Verfügung gestellt und an passender Stelle eingeblendet.³⁴

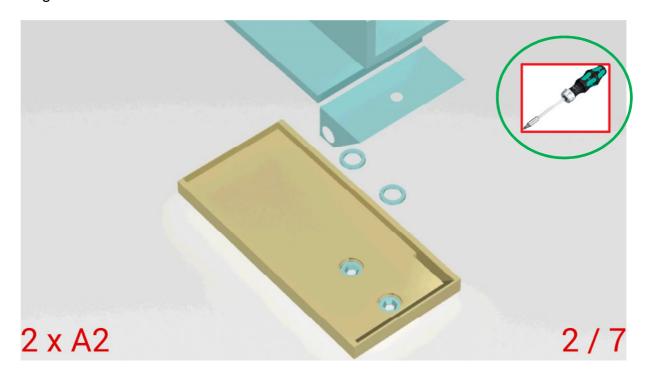


Abbildung 7: Bilder in Werkerführungssysteme einblenden

Dies ist eine sehr einfache und schnell zu realisierende Lösung, die auf dem kleinen Display jedoch schwer zu erkennen ist und das Risiko beinhaltet, dass der Mitarbeiter ähnlich aussehende Bauteile nicht mehr unterscheiden kann und Fehler entstehen. Sie empfiehlt sich jedoch, wenn andere, meist komplexere Lösungen nicht angewandt werden können oder eine Vorkommissionierung nicht möglich oder wirtschaftlich ist.

2.4.2 Teilebehälter angeben

Eine bessere und eindeutigere Lösung ist die Anzeige des Behälterfaches. Dieses kann in der Arbeitsvorbereitungssoftware inkl. Stückzahl angegeben werden und dem Benutzer in seinem Sichtfeld eingeblendet werden. Soll diese Lösung angewendet werden, müssen alle Teilebehälter mit **gut lesbaren Etiketten** beschriftet werden und die entsprechende Zuordnung in das System eingetragen werden. Diese Lösung kommt auch in der Pilotversion des entwickelten Werkerführungssystems zum Einsatz.

_

³⁴ Lemke, 2015, S. 76

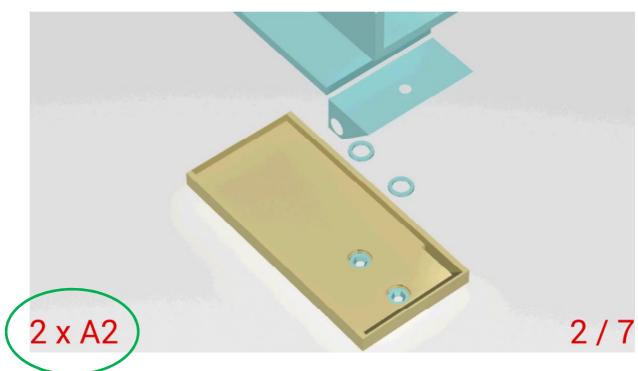


Abbildung 8: Behälterfach in Werkerführungssystem angeben

Ein großer Vorteil ist die bereits erwähnte eindeutige Zuordnung eines beliebig komplexen Bauteils zu einem beschrifteten Teilebehälter. Die vorkommissionierten Bauteile müssen nur mehr aus dem angegeben Behälterfach in der richtigen Stückzahl entnommen werden und können sofort verbaut werden. Ebenso ist eine Entnahmequittierung möglich. Ein entscheidender Nachteil dieser Lösung ist die Notwendigkeit einer Vorkommissionierung, welche nicht in allen Prozessen möglich oder wirtschaftlich vorteilhaft ist.

2.4.3 Pick-By-Light

Pick-By-Light ist ein oft im Logistik- bzw. Kommissionier-Bereich eingesetztes Verfahren, bei dem die entsprechenden Teilebehälter durch ein Licht (z.B. kostengünstige LED-Lampe) markiert werden. Wird z.B. der Teilebehälter A3 benötigt, leuchtet an diesem eine LED-Lampe auf und signalisiert so dem Werker das richtige Behälterfach.



Abbildung 9: Pick-By-Light-Anzeige mit Stückzahl, Quelle: build2light.com

Es existiert bereits eine **Vielzahl an Anbietern** für das genannte System. Üblicherweise erfolgt die Ansteuerung über Funk, die Beleuchtung über einfache LED-Lampen und die Energieversorgung mittels kleiner langlebiger Batterien. ³⁵ ³⁶

Eine mögliche Weiterentwicklung kann der Einsatz der ePaper-Technologie sein, wie sie bereits bei Preisschildern angewandt wird.



Abbildung 10: Moderne ePaper-Preisschilder, Quelle: mmit.at

Die Programmierung der Anzeige erfolgt über Funk und die dargestellten Informationen sind auf Grund der ePaper-Technologie auch ohne Energieversorgung für eine Dauer von mehreren Montagen sichtbar.³⁷

³⁶ Vgl. <u>http://www.ssi-schaefer.at/foerder-und-kommissioniersysteme/manuelle-kommissionierung/pick-by-light.html</u> (Gelesen am 22.07.2015)

³⁵ Theel, 2010, S. 21

³⁷ Vgl. http://www.mmit.at/preisschilder (Gelesen am 25.07.2015)

Vorteile von ePaper gegenüber konventionellen Pick-By-Light-Systemen:

- Anzeige von erweiterten Funktionen (z.B. Stückzahl, Restbestand, etc.)
 möglich
- Energiesparender: einmal programmierte Anzeige hält ca. ein Jahr
- Eigene Funktechnik, keine Verkabelung nötig

Sowohl konventionelle Pick-By-Light-Systeme als auch die Erweiterung oder Substitution durch ePaper-Technologien ermöglichen eine schnelle Identifizierung des Teilebehälters durch eine kleine Lampe. Dem gegenüber steht allerdings ein entsprechender Investitionsaufwand in die Anlagen sowie einem gesteigerten Aufwand für die Arbeitsvorbereitung.

2.4.4 Pick-By-Vision

Eine moderne und intuitive Möglichkeit der Behälterfacherkennung ist das Pick-By-Vision-Verfahren, bei dem das Sichtfeld des Benutzers durch **Augmented-Reality-Elemente** erweitert wird und somit das richtige Behälterfach hervorgehoben werden kann.

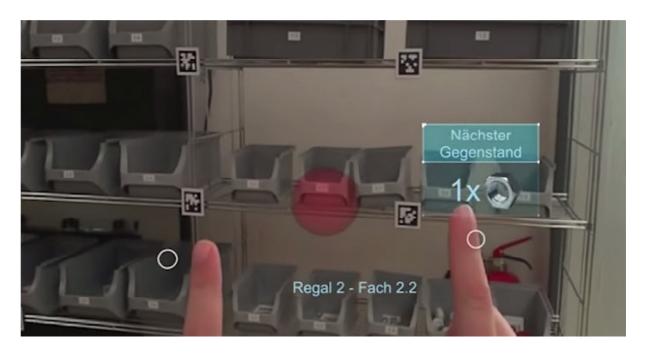


Abbildung 11: Pick-By-Vision-Lösung xPick, Quelle: Ubimax GmbH

Ein großer Vorteil ist z.B., dass keine Hardware-Nachrüstungen erforderlich sind, es müssen also an den Behälterboxen keine LED-Kampen oder ePaper angebracht werden. Dieses System kann jedoch nicht angewendet werden, wenn die Datenbrille bereits zur Anzeige des Assistenzsystems verwendet wird. ³⁸

³⁸ Vgl. http://www.fml.mw.tum.de/fml/index.php?Set ID=258 (Gelesen am 25.07.2015)

2.5 Analyse möglicher Anwendungsfelder

Datenbrillen und Tablets sind aktuell (Stand Oktober 2015) im industriellen Umfeld noch kaum verbreitet. Es gibt aber bereits seit einigen Jahren Ansätze und Konzepte zur praktischen Verwendung im industriellen Umfeld. Dieser Abschnitt stellt dar, **in welchen Bereichen** das entwickelte Montageassistenzsystem eingesetzt werden kann.

Forschung und Entwicklung

Das mobile Montageassistenzsystem kann im Bereich der Forschung und Entwicklung eingesetzt werden, um Expertise zu sammeln und die Abläufe zu optimieren. Sobald auch im praktischen Bereich die Nachfrage nach solchen Systemen steigt, kann die **gewonnene Erfahrung** genutzt werden, um sich von **Mitbewerbern abzuheben**.

Immer mehr Forschungsinstitute errichten Lernfabriken bzw. Lernmontagen, in welchen ein industrieller Produktionsprozess möglichst realistisch nachgebildet werden soll. Hier können moderne Systeme wie das entwickelte mobile Montageassistenzsystem erprobt und das **geänderte Arbeitsverhalten des Werkers** studiert werden. Beispielsweise gibt es noch kaum Studien zum Einfluss solcher Anwendungen auf die Gesundheit des Menschen. Im Zuge dieser Arbeit wird das entwickelte Assistenzsystem auf Datenbrillen und Tablets in die Lernmontage der Fraunhofer Austria Research GmbH integriert.

Mitarbeitertraining

Die Datenbrille kann genutzt werden, um Mitarbeiter in bestimmten Arbeitsschritten zu schulen und auf die praktische Verwendung vorzubereiten. Speziell **sicherheitsoder zeitkritische Vorgänge** können so ohne große Kosten in Schulungsszenarien einstudiert werden. Um Feedback zu erhalten, kann die Datenbrille das Sichtfeld des Benutzers filmen und die benötigten Zeiten der jeweiligen Arbeitsschritte messen. Dieses Feedback kann anschließend genutzt werden, um den Prozess optimieren zu können.

Industrielles Umfeld

Hauptanwendungsgebiet des entwickelten Montageassistenzsystems ist das industrielle, praktische Umfeld. Das Assistenzsystem soll helfen, die steigende Komplexität und Informationsvielfalt beherrschen zu können und dem Mitarbeiter als notwendiges Werkzeug an die Hand bzw. "an den Kopf" gegeben werden.

Bevor es zu einer breiten Anwendung im praktischen industriellen Umfeld kommen kann, müssen jedoch **folgende Bedingungen** erfüllt werden:

- Der Markt muss es erfordern, die Komplexität und Variantenvielfalt der Produkte also steigen
- Das Werkerassistenzsystem muss prozesssicher sein
- Die Datenbrillen müssen für den Mitarbeiter bequem sein und dürfen keine gesundheitlichen Schäden nach sich ziehen
- Die mobile Version von Assistenzsystemen muss die Kosten von fest installierten Systemen unterbieten
- Die Mitarbeiter müssen das neue System akzeptieren oder sogar einfordern, da die wirtschaftlichen Anforderungen es unverzichtbar machen

Consumer-Bereich

Eine mögliche Anwendung im Consumer-Bereich ist die Digitalisierung von Bauanleitungen. Der Käufer eines Möbelstücks kann z.B. auf die konventionelle Zusammenbauanleitung in Papierform verzichten und sich stattdessen von einer **Datenbrille oder einem tragbaren Tablet anweisen** lassen. Die 3D-CAD-Daten der Produkte liegen den Herstellern üblicherweise vor und entsprechende Neuerungen locken technikversierte Privatnutzer an und stellen damit eine **Unique-Selling-Proposition (USP)** dar. Eine Ausbaustufe dieses Systems ist die Verbindung mit einem Livesupport, sofern der Kunde Fragen zum Zusammenbau des Produkts hat. Er kann sich somit nicht nur von der Datenbrille selbst anleiten lassen, sondern auch von einem Support-Mitarbeiter, welcher über die Kamerafunktion Schritt für Schritt "über die Schulter sehen" kann und mit dem Privatnutzer über **Voice-Over-IP** kommuniziert.

2.6 Übersicht aktueller Systeme zur Werkerführung

Werkerführungssysteme unterstützen den Werker bzw. Mitarbeiter bei seiner Tätigkeit, indem sie Arbeitsschritte erleichtern oder abnehmen, Informationen zur Verfügung stellen oder auf Fehler hinweisen. Insbesondere bei Produktionsprozessen, die nur sehr schwer automatisiert werden können bzw. aus Kostengründen nicht automatisiert werden sollen, ist der **Mensch als Mitarbeiter unverzichtbar**. Um die steigende Menge an Informationen zu beherrschen, den

Werker zu unterstützen und die Qualität hoch halten zu können, werden Werkerführungssysteme eingesetzt. Es gibt bereits Lösungen, welche mit dem Automatisierungssystem der Fertigungsanlage verknüpft sind und den Fortschritt der Arbeit selbstständig erkennen können. Diese Systeme sind meist unter dem Begriff Computer-Aided-Works (CAW), bzw. Computergestützte Arbeit eingeordnet.

Folgende Systeme bzw. Lösungsanbieter werden analysiert:

System	Bezeichnung	Veröffentlichungsjahr
1	Siemens Electronic Work Instructions (EWI)	2013 ³⁹
2	Computer-Aided-Works.de	2006 ⁴⁰
3	Schnaithmann: Montage-Assistenzsystem	2014 ⁴¹
4	Ubimax GmbH: xMake, xPick	2014 ⁴²
5	Evolaris Next Level GmbH	- *
6	Profactor, Steyr	2000 ⁴³

Tabelle 2: Untersuchte visuelle Werkerführungssysteme

^{*} Es existiert noch keine marktfähige Lösung, jedoch ist Evolaris Next Level GmbH in laufende Forschungs- und Industrieprojekte eingebunden

³⁹ Vgl. <u>http://www.plm.automation.siemens.com/de_at/products/tecnomatix/manufacturing-</u> planning/work-instructions/#lightview%26uri=tcm:761-204235%26title=Teamcenter-Electronic-Work-Instruction-White-Paper-31571%26docType=.pdf (Gelesen am 06.10.2015)

40 Vgl. http://www.computer-aided-works.de/index.php?article_id=29 (Gelesen am 06.10.2015)

⁴¹ Vgl. http://www.schnaithmann.de/news/news-uebersicht/montage-assistenzsystem/ (Gelesen am 06.10.2015)

⁴² Vgl. http://www.ubimax.de/index.php/de/news/press-releases/item/178-kommissionierungwerkerfuehrung-und-qualitaetssicherung-mit-datenbrillen-ubimax-stellt-xpick-und-xmake-auf-der-<u>cemat-vor</u> (Gelesen am 06.10.2015)

43 Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH FFG, Broschüre Produktion der Zukunft,

^{2015,} S. 14

2.6.1 Siemens Electronic Work Instructions (EWI)

Die Siemens Teamcenter Software Electronic Work Instructions (EWI) ist eine HTML5-kompatible webbasierte Applikation, welche dabei hilft, produktionsrelevante Prozessinformationen zur Verfügung zu stellen.

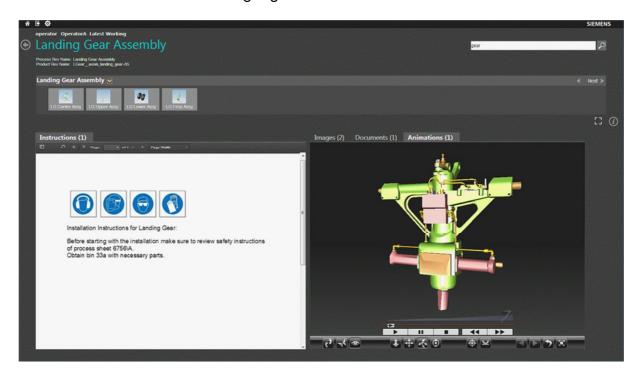


Abbildung 12: Siemens Electronic Work Instructions, Quelle: Siemens AG

Zur Verfügung gestellte Informationen:⁴⁴

- Die einzelnen Prozessschritte sowie deren Reihenfolge
- 2D/3D-Visualisierungen inkl. Animationen
- Textanweisungen und Hinweise
- Produktfertigungsinformationen (PMI-Informations)
- Dokumente im PDF-Format
- Bilder oder Fotos

Die Daten werden entweder selbst in einer Arbeitsvorbereitungssoftware eingegeben oder aus dem bestehenden Software-System Cortona3D importiert.

Einsatzgrenzen:⁴⁵

- Zur Bedienung sind Maus und Tastatur oder eine Touch-Oberfläche erforderlich
- Die Benutzeroberfläche erfordert einen HTML5-fähigen Webbrowser

⁴⁴ Vgl. http://www.plm.automation.siemens.com/de-at/products/tecnomatix/manufacturing-planning/work-instructions/ (Gelesen am 25.07.2015)

⁴⁵ Vgl. http://www.plm.automation.siemens.com/de at/products/tecnomatix/manufacturing-planning/work-instructions/ (Gelesen am 25.07.2015)

- Es werden nicht alle Informationen angezeigt, z.B. fehlt die Anzeige einer Liste der zu nutzenden Werkzeuge oder die zu verbauenden Bauteile bzw. Behälterbezeichnungen
- Keine Erkennung von Fehlern, keine Qualitätsprüfung

Zusammenfassung:

Siemens Electronic Work Instructions ist aufgabenangemessen, flexibel, leicht verständlich und individualisierbar. Die Toleranz gegenüber Benutzerfehler sowie die Steuerbarkeit sind durchschnittlich ausgeprägt. Als Schwäche wird die fehlende Mobilität sowie Möglichkeit zur Qualitätssicherung identifiziert.

2.6.2 Computer-Aided-Works.de

Dieser Anbieter aus Deutschland konzentriert sich vorwiegend auf Lösungen, welche dem Mitarbeiter die Arbeitsabläufe und Informationen auf einem fest installierten Touch-Display zur Verfügung stellt. Kerninhalt dieser Lösung ist die automatische Erkennung des Arbeitsfortschritts durch Rückmeldungen aus dem Automatisierungssystem, z.B. Signal bei Erreichen des erforderlichen Schrauber-Drehmoments.⁴⁶

⁴⁶ Vgl. <u>http://www.computer-aided-works.de/index.php?article_id=28</u> (Gelesen am 25.07.2015)



Abbildung 13: Arbeitsplatz mit Assistenzsystem, Quelle: computer-aided-works.de

Zur Verfügung gestellte Informationen:

- Die einzelnen Prozessschritte sowie deren Reihenfolge
- 2D/3D-Visualisierungen inkl. Animationen
- Textanweisungen und Hinweise
- Bilder oder Fotos
- Automatische Erkennung des Arbeitsfortschritts
- Erkennung von Fehlern, Qualitätssicherung

Die Daten müssen in der vom Unternehmen zur Verfügung gestellten Arbeitsvorbereitungssoftware angelegt werden. Ein Import der Arbeitsanweisungen aus bestehenden Softwarelösungen ist zum aktuellen Zeitpunkt nicht möglich.⁴⁷

Einsatzgrenzen:⁴⁸

• Zur Bedienung sind Maus und Tastatur oder eine Touch-Oberfläche erforderlich

• Die Benutzeroberfläche wird auf einem fest installierten Touchscreen-PC ausgeführt (nicht mobil)

⁴⁷ Vgl. http://www.computer-aided-works.de/index.php?article_id=28 (Gelesen am 25.07.2015)

⁴⁸ Vgl. http://www.computer-aided-works.de/index.php?article_id=28 (Gelesen am 25.07.2015)

- Es werden nicht alle Informationen angezeigt, z.B. fehlt die Anzeige einer Liste der zu nutzenden Werkzeuge oder die zu verbauenden Bauteile bzw. Behälterbezeichnungen
- Kein Import von Arbeitsanweisungen aus bestehenden Softwarelösungen möglich
- Keine universelle Hardware möglich, spezielle Geräte und Sensoren kommen zum Einsatz

Zusammenfassung:

Dieses Assistenzsystem ist aufgabenangemessen, leicht verständlich und bietet die Möglichkeit der Qualitätssicherung; der Mitarbeiter kann auf Fehler im Prozess hingewiesen werden. Als Schwächen sind die fehlende Individualisierbarkeit und der hohe Aufwand für die Arbeitsvorbereitung zu nennen. Ferner sind die Hardwarekomponenten nicht mobil und fest am Arbeitsplatz montiert.

2.6.3 Schnaithmann: Montage-Assistenzsystem

Dieses Montage-Assistenzsystem wurde vom deutschen Unternehmen *Schnaithmann Maschinenbau GmbH* in Zusammenarbeit mit der Hochschule Esslingen entwickelt. Es ist für manuelle Arbeitsplätze entwickelt, bei denen auf Basis von Bewegungserkennung Arbeitsschritte angeleitet und Fehler minimiert werden. Diese Assistenz-Lösung ist flexibel einsetzbar und mit Schnittstellen zu anderen Systemen ausgestattet. Sie wurde gemeinsam mit einer beschützenden Werkstätte für geistig und körperlich Behinderte konzipiert und ist laut Hersteller besonders für die Sicherstellung von **korrekt durchgeführten Montageschritten** bei leistungsgeminderten oder leistungsgewandelten Menschen geeignet.⁴⁹



Abbildung 14: Arbeitsplatz mit Werkerassistenzsystem, Quelle: Schnaithmann

Diese Lösung kommt seit einigen Monaten als Teilsystem im Applikationszentrum des **Fraunhofer IPA** Instituts zum Einsatz. Dabei wird ein adaptiver Montagearbeitsplatz mit Assistenzsystem und Datenerfassungssystem für

⁴⁹ Vgl. http://www.schnaithmann.de/news/news-uebersicht/montage-assistenzsystem/ (Gelesen am 25.07.2015)

biomechanische Analysen aufgebaut. Durch Lichtmarkierungen und In-situ-Projektionen wird dem Mitarbeiter angezeigt, welche Montageschritte als nächste zu tätigen sind.⁵⁰

Zur Verfügung gestellte Informationen:51

- Die einzelnen Prozessschritte sowie deren Reihenfolge
- Projektion der nächsten Arbeitsschritte
- Textanweisungen und Hinweise
- Feedback zur Entnahme von Bauteilen aus Behältern
- Automatische Erkennung des Arbeitsfortschritts
- Erkennung von Fehlern, Qualitätssicherung

Die Daten müssen in der vom Unternehmen zur Verfügung gestellten Arbeitsvorbereitungssoftware angelegt werden. Zum aktuellen Zeitpunkt existiert noch keine Schnittstelle zu anderen Softwarelösungen im Bereich der Arbeitsanweisungssysteme.

Einsatzgrenzen:⁵²

- Zur Bedienung sind Maus und Tastatur oder eine Touch-Oberfläche erforderlich
- Die Benutzeroberfläche wird auf einem fest installierten Touchscreen-PC ausgeführt (nicht mobil)
- Eigener Arbeitstisch erforderlich, eigene Geräte und Sensoren
- Teuer in der Anschaffung
- Es werden nicht alle Informationen angezeigt, z.B. fehlt die Anzeige einer Liste der zu nutzenden Werkzeuge oder die zu verbauenden Bauteile bzw. Behälterbezeichnungen
- Kein Import von Arbeitsanweisungen aus bestehenden Softwarelösungen möglich

Zusammenfassung:

Das Montageassistenzsystem von Schnaithmann zeichnet sich durch hohe Fehlertoleranz, Stabilität und Verständlichkeit aus. Ferner ist eine automatische Erkennung von Montagefehlern möglich. Die durchzuführenden Arbeitsschritte werden durch einen Projektor visualisiert. Die Anforderung der Mobilität wird dadurch verletzt. Weiters ist diese Lösung sehr teuer und bedeutet einen hohen Aufwand für die Arbeitsvorbereitung.

⁵⁰ Vgl. <u>http://www.ipa.fraunhofer.de/gruenes licht fuer montage.html</u> (Gelesen am 25.07.2015)

⁵¹ Vgl. http://www.schnaithmann.de/news/news-uebersicht/montage-assistenzsystem/ (Gelesen am 25.07.2015)

⁵² Vgl. http://www.schnaithmann.de/news/news-uebersicht/montage-assistenzsystem/ (Gelesen am 25.07.2015)

2.6.4 Ubimax GmbH: xMake, xPick

Ubimax ist in Deutschland Vorreiter bei der Umsetzung von industriellen Werkerführungssystemen auf mobilen (tragbaren) User Devices. Das Unternehmen hat bereits bei zahlreichen Großkonzernen in kleineren Umfängen Lösungen umgesetzt. Es ist weiters der einzige Hersteller im deutschsprachigen Raum, welches weiterhin von Google unbegrenzt mit der Datenbrille "Google Glass" beliefert wird. Die entwickelten Lösungen sind auch auf Bildschirmen lauffähig.⁵³

Die beiden Produkte "xPick" und "xMake" stellen marktfähige Lösungen dar:54

- xPick: Für Datenbrillen optimierte und mehrfach bewährte Kommissionierlösung
- xMake: Datenbrillen-Lösung zur Prozesssteuerung und Qualitätssicherung, bei welcher der Anwender gezielt und intuitiv durch Montage- und Qualitätssicherungsprozesse geleitet wird







Abbildung 15: Ubimax xMake⁵⁵

Diese Lösungen bieten beliebig anpassbare Nutzeroberflächen und Integrierbarkeit aller gängigen Medienformate. Das Unternehmen hat ebenso Erfahrung mit Taktsynchronisation über Sensoren, optische Überwachung sowie Taster und bietet Erfahrung bzgl. Steuerung per Sprachanweisungen.

Zusammenfassung:

Das Unternehmen Ubimax bietet die Software xMake an, welche die gestellten Anforderungen bereits sehr gut erfüllt. Der Benutzer wird angemessen bei seiner Aufgabe unterstützt, das System ist flexibel und mobil, sofern Datenbrillen als User Device eingesetzt werden. Als Schwächen gelten allerdings der hohe Aufwand für die Erstellung der Arbeitsdaten sowie die fehleranfällige Steuerung (Sprachsteuerung).

⁵³ Hold; Ranz, Bewertung und Selektion elektronischer (visueller) Werkerassistenzsysteme, 2015 Vgl. <a href="http://www.ubimax.de/index.php/de/news/press-releases/item/178-kommissionierung-werkerfuehrung-und-qualitaetssicherung-mit-datenbrillen-ubimax-stellt-xpick-und-xmake-auf-der-press ver (Oelease am 20.00.0015).

<u>cemat-vor</u> (Gelesen am 30.08.2015)

55 Hold; Ranz, Bewertung und Selektion elektronischer (visueller) Werkerassistenzsysteme, 2015

2.6.5 Evolaris Next Level GmbH

Evolaris ist ein führendes Kompetenzzentrum für Industrie-Anwendungen. Dabei ist das Unternehmen auf die Verwendung von Datenbrillen, Wearables und mobilen Technologien spezialisiert.⁵⁶ Es existiert zum aktuellen Zeitpunkt **keine marktfähige Lösung**, jedoch laufende Forschungs- und Industrieprojekte, in welche das Unternehmen eingebunden ist. Die Erkenntnisse dieser Projekte sollen in die Entwicklung eines zukünftigen passgenauen Systems einfließen.

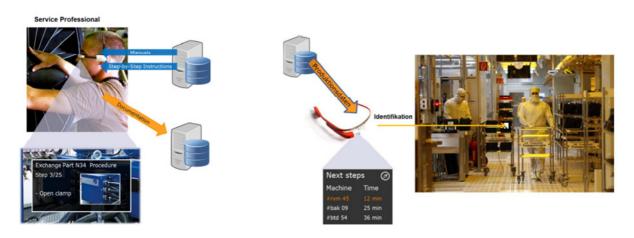


Abbildung 16: Evolaris Next Level GmbH⁵⁷

Evolaris verfügt über Erfahrung in der Sprachsteuerung und ist ein Teilnehmer des "Assist 4.0"-Projekts.⁵⁸ **Assist 4.0** ist der Überbegriff für ein Projekt zur Entwicklung von Assistenzsystemen für die Industrie 4.0. Dazu konzipiert ein Forschungsteam sechs Anwendungsfälle, realisiert sie und evaluiert diese anschließend. entwickelten Technologien werden anschließend bei Logistik-Anlagen des Unternehmens KNAPP. beim Halbleiterhersteller Infineon sowie der Automobilindustrie bei AVL erprobt. Das gesteckte Ziel: "In der Smart Factory soll es nicht mehr notwendig sein, die Fertigung anzuhalten, bis Service-SpezialistInnen eintreffen, denn mit den mobilen Assistenzsystemen wird die Reisezeit bereits zur Servicezeit. Künftig können ExpertInnen mit neuesten Schlüsseltechnologien Anweisungen und Hilfestellungen geben – und das ortsunabhängig." 59

Zusammenfassung:

Evolaris bietet zum aktuellen Zeitpunkt keine marktfähige Lösung. Die Bewertung des Systems erfolgt daher basierend auf den veröffentlichten Konzepten. Das System ist auf Grund des Einsatzes auf Datenbrillen mobil. Laut bekannten Veröffentlichungen bietet es eine ausreichende Flexibilität, Aufgabenangemessenheit sowie Individualisierbarkeit. Als Schwächen werden eine fehleranfällige Steuerung

⁵⁶ Brandl, Präsentation "Digitale Assistenzsysteme" - 21.04.2015, Folie 2

⁵⁷ Hold; Ranz, Bewertung und Selektion elektronischer (visueller) Werkerassistenzsysteme, 2015

Hold; Ranz, Bewertung und Selektion elektronischer (visueller) Werkerassistenzsysteme, 2015
 Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH FFG, Broschüre Produktion der Zukunft, 2015, S. 19

(Sprachsteuerung), die fehlenden Qualitätssicherung sowie ein hoher Aufwand für die Arbeitsvorbereitung angegeben.

2.6.6 Profactor, Steyr

PROFACTOR ist ein Unternehmen mit Sitz in Steyr und entwickelt in enger Zusammenarbeit mit den Anwendern neue Mensch-Maschine-Konzepte, die sich durch verbesserte Bedienerführung auszeichnen. PROFACTOR verfügt über kein marktfähiges Produkt, jedoch eine vom Forschungsprojekt "ShowMe" entwickelte und bei BMW Steyr validierte Lösung.⁶⁰ Ein virtueller Montage-Assistent warnt MontagearbeiterInnen am Band in Echtzeit vor Fehlmontagen, gibt smarte Hinweise für die Fertigung und bietet langfristigen Know-how-Transfer.⁶¹

Als Anwendungsfall dient bei BMW Steyr die Lagerschalenmontage beim Reihensechszylinder als kritischer Montageschritt.



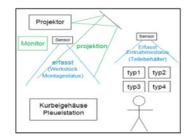




Abbildung 17: Profactor⁶²

Dem Werker wird über visuelle Instruktionen Verbauort und -reihenfolge eingeblendet. Als User Devices können Datenbrillen, Tablets und Projektion verwendet werden. Das System verfügt über optische Fehlererkennung und Montagefortschrittserkennung in Echtzeit. Besonders hervorzuheben ist, dass das System vom Werker hinsichtlich der individuell bevorzugten Montagereihenfolge lernt und die realen Ausführungszeiten werkerspezifisch erfasst werden.⁶³

Zusammenfassung:

Die von Profactor entwickelte Lösung "ShowMe" wird erfolgreich bei BMW Steyr eingesetzt. Das System ist nur für den vorgesehenen Anwendungsfall der Lagerschalenmontage angemessen, kann jedoch nicht für allgemeine Montagetätigkeiten genutzt werden, weshalb die Aufgabenangemessenheit negativ beurteilt wird.

⁶⁰ Vgl. http://www.profactor.at/index.php?id=911 (Gelesen am 30.08.2015)

⁶¹ Hold; Ranz, Bewertung und Selektion elektronischer (visueller) Werkerassistenzsysteme, 2015

⁶² Hold; Ranz, Bewertung und Selektion elektronischer (visueller) Werkerassistenzsysteme, 2015

⁶³ Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH FFG, Broschüre Produktion der Zukunft, 2015, S. 14

2.7 GAP-Analyse visueller Werkerführungssysteme

Im nachfolgenden Teil der Arbeit sollen die sechs untersuchten Assistenz- bzw. Führungssysteme auf Grund ihrer Erfüllung der in *Kapitel 2.2* gestellten Anforderungen bewertet werden. Die folgende Tabelle veranschaulicht die Erfüllung der abgeleiteten Anforderungen von den Systemen. Die Bewertung der untersuchten Systeme basiert auf Informationen aus **Desktoprecherchen**. Folgender Schlüssel wird zur Evaluierung verwendet:

- ++ ... Die Anforderung A_x wird vom System S_x überdurchschnittlich gut erfüllt
 - + ... Die Anforderung A_x wird vom System S_x gut erfüllt
 - 0 ... Die Anforderung A_x ist für das System S_x erfüllt
 - ... Die Anforderung Ax wird vom System Sx kaum erfüllt
- -- ... Die Anforderung Ax wird vom System Sx nicht erfüllt

	Siemens Electronic Work Instructions (EWI)	Computer-Aided- Works.de	Schnaithmann: Montage- Assistenzsystem	Ubimax GmbH: xMake, xPick	Evolaris Next Level GmbH *	Profactor, Steyr
Aufgabenangemessenheit	++	+	+	++	+	-
Flexibilität	+	0	0	+	+	+
Mobilität				++	++	•
Steuerbarkeit	0	0	0	-	-	0
Fehlertoleranz	0	0	+	0		+
Stabilität	+	+	+	+	+	+
Qualitätssicherung	-	++	++	+	_	++
Verständlichkeit	+	+	+	0	0	0
Individualisierbarkeit	+	-	-	+	+	+
Geringer Aufwand für AV	+	-	-	-	-	0

Tabelle 3: Systeme und Anforderungen

Blau hinterlegte Felder markieren Anforderungen, welche von **nahezu allen untersuchten Systemen gut erfüllt werden**. In diesem Bereich besteht daher kaum Handlungsbedarf. Beispiele dafür sind die "Aufgabenangemessenheit" sowie "Stabilität", da diese von fünf von sechs bzw. von allen untersuchten Systemen erfüllt werden. Rote Felder heben hingegen Anforderungen hervor, welche von **nahezu keinem der Systeme erfüllt werden**. Beispielsweise stellen lediglich zwei der sechs untersuchten Systeme eine mobile Variante dar. Weiters ist der Aufwand für die Arbeitsvorbereitung bei fünf von sechs Systemen als hoch eingestuft. Zusätzlich

^{*} Hinweis: Da Evolaris zum aktuellen Zeitpunkt noch keine marktfähige Lösung zur Verfügung stellt, bezieht sich diese Bewertung lediglich auf die vom Unternehmen veröffentlichten Konzepte bzw. Entwürfe

heben dunkelrot markierte Textstellen die jeweiligen Schwachpunkte des betreffenden Assistenzsystems hervor.

Es existiert zum aktuellen Zeitpunkt noch kein System, welches den Anforderungen moderner visueller Werkerführungssysteme in allen geforderten Punkten entspricht. Lediglich zwei der sechs analysierten Systeme ermöglicht einen mobilen, nicht arbeitsplatzgebundenen Betrieb. Jedes System ist entweder für eine mobile oder für eine fest installierte Version optimiert. Eine mobile Version Werkerführungssystems ist aus ökonomischer Sicht sehr interessant: Sobald eine Montagestation nicht genutzt wird, bleibt auch das (in der Regel sehr teure) Führungssystem ungenutzt. Ähnlich einer stillstehenden Maschine bzw. Anlage tritt auch hier Verschwendung auf, da Investitionskosten für Hardware und Software anfallen, diese dann aber einen großen Teil der Zeit ungenutzt bleiben und nicht wertschöpfend oder unterstützend wirken. Mobile Werkerassistenzsysteme, die z.B. auf Datenbrillen, Smartwatches oder Tablets lauffähig sind, können hingegen zum gewünschten Verwendungsort transportiert werden, sie sind also nicht an eine Montagestation gebunden. Dies hat wiederum zur Folge, dass eine geringere Anzahl an User Devices gekauft werden müssen, die Investitionskosten sinken und die Auslastung höher als bei fest installierter Hardware ist.

Der Großteil der bereits existierenden Systeme, welche ebenso ein mobiles Head-Mounted-Display zur Darstellung der Informationen nutzen, ist auf die **Verwendung im Instandhaltungsbereich** zugeschnitten. Eine Anwendung visueller Assistenzsysteme zur schrittweisen Instruktion von Montageprozessen bietet lediglich das Unternehmen Ubimax GmbH. Weiters wird die Arbeitsanweisung selbst meist nicht als 3D-CAD-Animation dargestellt, sondern wird in Form von textlichen Darstellungen und / oder Anweisung von anderen Personen über VOIP dem Werker zur Verfügung gestellt.

Eine entscheidende Anforderung an moderne Assistenzsysteme stellt eine **einfache und fehlerfreie Steuerbarkeit** dar. Keines der betrachteten Systeme erfüllt diese Forderung überdurchschnittlich gut. Hier fehlt es an intuitiven Steuerungskonzepten, wie beispielsweise eine prozesssichere Sprachsteuerung, Steuerung durch Gesten, Verbindung mit anderen Smartdevices oder die automatische Erkennung des Arbeitsfortschritts durch eine Verknüpfung mit dem Automatisierungssystem der Anlage. Eine Erfüllung dieser Anforderung stellt einen **entscheidenden Wettbewerbsvorteil** dar. Ferner soll die Identifizierung des herzustellenden Produkts möglichst einfach und fehlerfrei möglich sein.

Zur Eingabe der anzuzeigenden Informationen ist üblicherweise eine **extra zukaufbare Software notwendig** oder die Daten müssen aus dem vom Hersteller zur Verfügung gestellten PLM-System vorliegen. Bestehende Lösungen schaffen es zwar teilweise bereits, den Mitarbeiter mit allen möglichen Informationen zu

versorgen. Dies zieht jedoch einen hohen Aufwand für die Arbeitsvorbereitung nach sich. Lediglich eins der sechs untersuchten Systeme erlaubt es, bestehende Softwarepakete zur Erstellung der Arbeitsanweisungen zu verwenden. Ziel ist es, ein System zu entwickeln, welches den Aufwand für die notwendigen Vorbereitungsarbeiten minimiert und trotzdem leicht und schnell für den Produktionsmitarbeiter zu verstehen ist.

2.8 Soll-Anforderungsprofil

Nach VDI Richtlinie 3694 beschreibt ein Lastenheft die Gesamtheit der **Anforderungen des Auftraggebers** an die Leistungen des Auftragnehmers. Es ist unter anderem im Softwarebereich das Ergebnis einer Anforderungsanalyse und kann an mehrere Auftragnehmer in Form einer Ausschreibung versendet werden. Die Anforderungen in einem Lastenheft sollen möglichst allgemein, aber so einschränkend wie nötig formuliert werden.⁶⁴

Da in diesem Fall Auftraggeber und Auftragnehmer ident sind und die Erstellung eines vollständig ausformulierten Lastenhefts den Rahmen dieser Arbeit übersteigt, wird stattdessen ein **vereinfachtes Soll-Anforderungsprofil** erstellt, welche das Ergebnis der Analyse-Phase darstellt.

Soll-Anforderungsprofil für das mobile Montageassistenzsystem:

- 1. **Identifizierung des Vorgangs:** Der abzuarbeitende Vorgang bzw. Arbeitsauftrag soll einfach identifiziert werden können. Eine manuelle Eingabe einer Auftragsnummer oder Auswahl dieser soll möglich sein, aber im regulären Betrieb vermieden werden.
- 2. Informationsdarstellung: Die Benutzeroberfläche muss dem Benutzer alle relevanten Daten anzeigen können und aufgabenangemessen sein. Erforderlich sind die Anzeige von Textanweisungen, Teilebehälter, Arbeitsfortschritt und Bildern sowie die Wiedergabe von Fügeanimationen. Diese Informationen müssen auf dem jeweiligen Ausgabemedium einfach erkennbar und lesbar sein.
- 3. **Stabil und Prozesssicher:** Die Software muss stabil und absturzsicher sein und muss Vorkehrungen zur Gewährleistung einer hohen Prozesssicherheit vorweisen.
- 4. **Offline-Abarbeitung:** Der eigentliche Verwendungszweck bzw. die Abarbeitung von Vorgängen durch den Werker muss auch ohne vorhandene Netzwerkverbindung (also offline) möglich sein. Weiters darf eine beeinträchtigte (langsame) Netzwerkverbindung nicht den Betrieb des visuellen Assistenzsystems stören.

⁶⁴ VDI 3694, 2014, S. 3

- 5. **Steuerung:** Die Steuerung des Systems muss für die Gesamtheit der Werker möglichst einfach, intuitiv und benutzerfreundlich sein und idealerweise auch ohne Zuhilfenahme der Hände möglich sein.
- 6. **Portierbarkeit:** Das Montageassistenzsystem muss auf Tablets, Industrie-PCs und Datenbrillen uneingeschränkt lauffähig sein, wobei auch auf eine ausreichende Energieversorgung zu achten ist.
- 7. **Zentrale Datenspeicherung:** Die für die Abarbeitung notwendigen Daten (z.B. Arbeitsanweisungen oder Fügeanimationen) sollen zentral gespeichert werden und über eine Netzwerkverbindung erreichbar sein.
- 8. **Geringer Arbeitsvorbereitungs-Aufwand:** Die Arbeitsanweisungen und Informationen müssen von der Arbeitsvorbereitung in das zentrale Datenbankensystem integriert werden. Dabei ist darauf zu achten, dass der Aufwand dafür möglichst gering gehalten wird oder die Eintragung automatisiert vorgenommen werden kann. Dies betrifft ebenso die Erstellung der 3D-CAD-Fügeanimationen.
- Messen und Melden: Die von den Werkern benötigten Ausführungszeiten der einzelnen Arbeitsschritte sollen gemessen und an das zentrale System rückgemeldet werden. Diese Funktion muss dennoch die Anonymität der Mitarbeiter gewährleisten, es darf keine Zuordnung von Zeiten zu Mitarbeitern möglich sein.

3 Konzepterstellung (Design)

Ausgehend von den im Kapitel 2 identifizierten Anforderungen wird in "Kapitel 3 – Konzepterstellung" das Konzept des zu entwickelnden Montageassistenzsystems erstellt. Die grundlegenden **Hardware-Komponenten und Teilsysteme** werden identifiziert und ausgehend davon die zu verwendenden Entwicklungsumgebungen und Programmiersprachen festgelegt. In dieser Phase werden ebenso die Struktur der Daten und **Datenobjekte** (Produkt, Vorgang, Schritt) sowie grundsätzliche Elemente der Steuerung (Touch und Sprache) und Vorgangs-Identifizierung (QR-Code) festgelegt. Resultat dieser Phase ist eine an ein Pflichtenheft angelehnte Fachspezifikation, welche beschreibt, wie die im **Soll-Anforderungsprofil** gestellten Forderungen erfüllt werden sollen.

Der Prozess der Konzepterstellung basiert auf den analysierten Stärken und Schwächen bisheriger Systeme. Um die identifizierten Anforderungen erfüllen zu können, sind **neue Ansätze und Ideen** erforderlich. Diese wurden gemeinsam mit Experten aus Forschung (Fraunhofer Austria, ESB Business School der Universität Reutlingen) und Industriepartnern durch Kreativitätstechniken wie z.B. Brainstorming bzw. die Erstellung von Mindmaps erarbeitet. Im Anhang dieser Arbeit befindet sich die erstellte Mindmap, welche die grundlegenden Ansätze des Konzepts festhält.

3.1 Architektur des Systems

Das entwickelte Montageassistenzsystem umfasst mehrere Geräte und Komponenten, die über **Netzwerk bzw. WLAN-Kommunikation** zusammenarbeiten und Daten austauschen. Die folgende Karte gibt einen Überblick über diese Komponenten.

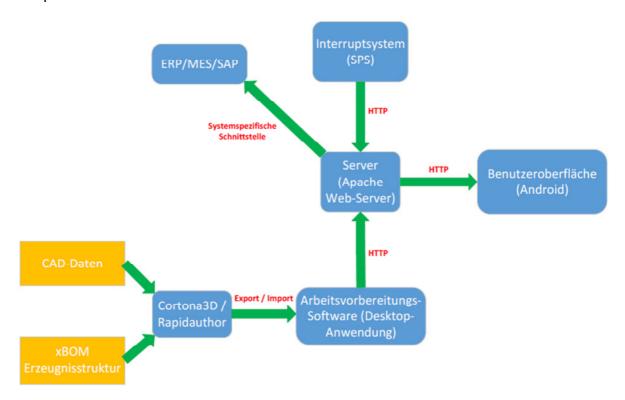


Abbildung 18: Übersichtskarte über das Montageassistenzsystem

Folgende Komponenten kommen dabei zum Einsatz – eine detaillierte Beschreibung folgt auf den kommenden Seiten:

- Benutzeroberfläche: Die Benutzeroberfläche ist auf dem User Device des Werkers installiert und dient zum Abarbeiten der Arbeitsschritte, z.B. auf einer Datenbrille, einem Tablet oder Industrie-PC. Die Kommunikation mit dem zentralen Server basiert auf dem HTTP-Webprotokoll.
- AV-Software: Dies ist eine Desktop-PC-Software, welche auf einem herkömmlichen Windows-Office-PC lauffähig ist und erlaubt das Erstellen und Bearbeiten der Arbeitsanweisungen sowie der Erzeugnisstruktur. Die AV-Software erlaubt weiters den Import der Arbeitsanweisung aus digitalen Erzeugnisstrukturen. Die Kommunikation mit dem zentralen Server basiert auf dem HTTP-Webprotokoll.
- **Server:** Die Serversoftware stellt das Bindeglied aller Systeme dar und speichert die eingegebenen Arbeitsanweisungen und Montagesequenzen. Dieser ist weiters zentrales Kommunikationsglied im System und speichert alle

- generierten Daten und Statistiken, z.B. die gemessene Dauer der Arbeitsschritte in Sekunden.
- Cortona3D / Rapidauthor: Ist eine marktetablierte Drittsoftware und ermöglicht das schnelle Erstellen von Arbeitsanleitungen inkl. 3D-CAD-Fügeanimationen und textlicher Beschreibung. Die erstellten Dokumente können anschließend in das Montageassistenzsystem importiert werden, wobei als Importquelle auch andere Softwarelösungen oder eine Datenbank dienen kann.
- ERP / MES / SAP: Stellt das unternehmensspezifische ERP-System dar. Über eine Schnittstelle kann dies mit dem Server des Werkerassistenzsystems kommunizieren und Daten austauschen. Diese Schnittstelle ist vom anzubindenden ERP-System abhängig und muss individuell entwickelt bzw. angepasst werden.
- Interrupt-System: Gibt Meldungen aus dem Automatisierungssystem des Montagearbeitsplatzes an den Server und an die Benutzeroberfläche weiter, z.B. positive Flanken an Näherungsschaltern. Dieses Feature ist in der Pilotanwendung des Montageassistenzsystems noch nicht integriert.

3.2 Struktur der Daten

Die Daten des Montageassistenzsystems setzen sich aus drei verschiedenen Typen zusammen - **Schritt, Vorgang und Produkt**:

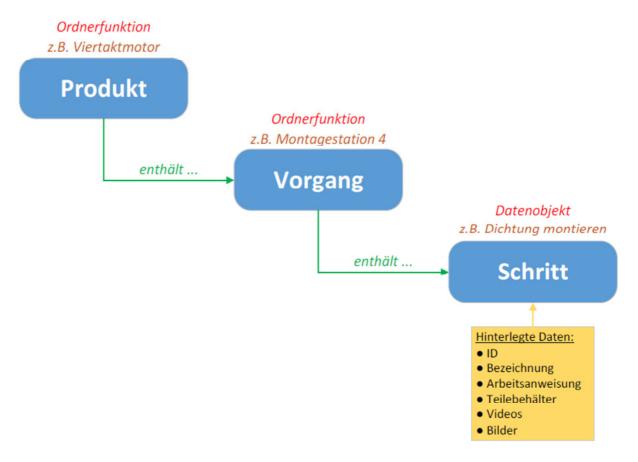


Abbildung 19: Konzept der Datenstruktur

Eine A4-Version dieser Abbildung ist der Arbeit im Anhang beigefügt.

Schritt:

Ein Schritt stellt einen einzelnen Arbeitsschritt dar und ist das kleinste Element der drei Datentypen. Dieser enthält folgende Informationen:

- Eindeutige ID bzw. Nummer
- Bezeichnung / Name
- Beschreibung
- Kommentar
- · Behälterfach und Stückzahl
- Bilder
- Videos (Montagesequenzen)

Vorgang:

Ein Vorgang stellt eine Gruppe von mehreren Schritten dar und wird zur Identifikation des auszuführenden Arbeitsprozesses genutzt (QR-Code). Seine Funktion ist ähnlich eines Ordners im Dateisystem eines Computers. Ein Vorgang enthält folgende Informationen:

- Eindeutige ID bzw. Nummer
- Bezeichnung / Name
- Kommentar

Produkt:

Ein Produkt stellt eine Gruppe von mehreren Vorgängen dar. Auch hier ist die Funktion ähnlich eines Ordners im Dateisystem eines Computers. Die Einordnung in Produkte ist für die Abarbeitung und damit für den Werker selbst irrelevant, dient in der Arbeitsvorbereitung aber zur besseren Übersicht, welche Produkte bzw. Produktvarianten welche Vorgänge beinhalten. Ein Produkt enthält folgende Informationen:

- Eindeutige ID bzw. Nummer
- Bezeichnung / Name
- Kommentar

Wiederverwendbarkeit bzw. Vererbung:

Um die Wiederverwendbarkeit der Daten zu fördern und um gleiche bzw. sehr ähnliche Arbeitsschritte / Vorgänge nicht neu erstellen zu müssen, gilt folgendes:

- 1) Ein Schritt kann mehreren Vorgängen untergeordnet sein: Beispielsweise kann das Montieren von zwei M8-Schrauben an der gleichen Stelle sowohl in Vorgang A als auch in Vorgang B nötig sein. Wäre diese Eigenschaft nicht gegeben, müssten alle Informationen sowie die Fügeanimation doppelt eingegeben bzw. erstellt werden.
- 2) **Ein Vorgang kann in mehreren Produkte vorkommen**: Der gleiche Vorgang (also die gleiche Abfolge von spezifischen Arbeitsschritten) kann in verschiedenen Produkten bzw. Produktvarianten zur Anwendung kommen.

Strukturbaum und Mediendateien:

Neben den drei Datentypen Schritt, Vorgang und Produkt sind noch folgende Hilfstypen vorhanden:

Erzeugnisstruktur: Dieser gibt die Struktur der Erzeugnisse an und ist notwendig, damit dem System bekannt ist, welche Schritte in welcher Reihenfolge welchen Vorgängen untergeordnet sind.

Mediendateien: Diese sind den Schritten zugeordnet und als normale Dateien im Dateisystem des Servers bzw. der Benutzeroberfläche zu finden. Die Pilotversion unterstützt lediglich Videodateien in Form von Fügeanimation.

3.3 Fachspezifikation

Nach VDI Richtlinie 3694 beschreibt ein Pflichtenheft, "wie und womit" der Auftragnehmer die **Anforderungen des Auftraggebers** zu erfüllen gedenkt. Es ist unter anderem im Software-Bereich das Ergebnis der Konzeptphase und umfasst die "vom Auftragnehmer erarbeiteten Realisierungsvorgaben aufgrund der Umsetzung des vom Auftraggeber vorgegeben Lastenhefts".⁶⁵

Da in diesem Fall Auftraggeber und Auftragnehmer ident sind und die Erstellung eines vollständig ausformulierten Pflichtenhefts den Rahmen dieser Arbeit übersteigt, wird stattdessen eine **vereinfachte Fachspezifikation** erstellt, welche das Ergebnis der Design-Phase darstellt.

Fachspezifikation für das mobile Montageassistenzsystem:

- Identifizierung des Vorgangs: Der abzuarbeitende Vorgang bzw. Arbeitsauftrag wird durch den Scan eines QR- oder Barcodes identifiziert. Dazu kann die Kamerafunktion des Endgeräts verwendet werden. Eine manuelle Eingabe einer Auftragsnummer oder Auswahl wird durch eine Zusatzfunktion dennoch ermöglicht.
- 2. Informationsdarstellung: Benutzeroberfläche Die des Montageassistenzsystems stellt alle notwendigen Informationen wie Teilebehälter, Arbeitsfortschritt oder Bilder dar. Die Fügeanimation wird im Hintergrund der graphischen Oberfläche projiziert. Sofern keine Videoanimation vorhanden ist, wird alternativ die Arbeitsanweisung in Textform auf dem Bildschirm ausgegeben. Diese Informationen müssen sowohl auf großflächigen Bildschirmen oder Tablets fehlerfrei erkennbar sein, auch auf Datenbrillen. Zusätzlich zur visuellen als Anzeige der

⁶⁵ VDI 3694, 2014, S. 20

- Arbeitsanweisung kann diese mittels Text-To-Speech-Funktion auch "vorgelesen" werden.
- 3. **Stabil und Prozesssicher:** Es werden Vorkehrungen zur Gewährleistung einer hohen Stabilität und Prozesssicherheit getroffen, unter anderem intelligente Fehlerbehandlung und redundante Systeme.
- 4. Offline-Abarbeitung: Der eigentliche Verwendungszweck die bzw. Abarbeitung von Vorgängen durch den Werker ist auch ohne vorhandene Netzwerkverbindung (also offline) möglich. Eine Verbindung zur Cloud bzw. zum Server ist nur erforderlich, wenn die Arbeitsdaten synchronisiert bzw. werden. Die Zeiten heruntergeladen gemessenen Arbeitsschritte werden an den zentralen Server übermittelt, sobald eine Netzwerkverbindung vorhanden ist.
- einfach, 5. **Steuerung:** Die Steuerung des **Systems** ist intuitiv und benutzerfreundlich und über Tasten. Touchdisplay. Sprachund Gestenerkennung möglich. Die Sprachsteuerung weist jedoch eine geringe Prozesssicherheit auf.
- 6. **Portierbarkeit:** Das Montageassistenzsystem ist auf Tablets, Industrie-PCs und Datenbrillen uneingeschränkt lauffähig. Die in der Regel durch kleine Akkus bedingte kurze Laufzeit von Smart Devices kann durch mobile Powerpaks erweitert werden.
- 7. **Zentrale Datenspeicherung:** Die für die Abarbeitung notwendigen Daten (z.B. Arbeitsanweisungen oder Fügeanimationen) werden zentral in einer Datenbank gespeichert und sind über ein herkömmliches TCP-/IP-Netzwerk erreichbar. Die Übertragung kann kabelgebunden (LAN) als auch kabellos (WLAN) erfolgen.
- 8. Geringer Arbeitsvorbereitungs-Aufwand: Die Arbeitsanweisungen und Informationen können von der Arbeitsvorbereitung in das zentrale Datenbankensystem integriert werden. Dieser Vorgang ist sehr einfach gehalten und kann durch eine Importschnittstelle automatisiert erfolgen. Die Erstellung der Montageanimationen ist an keine spezielle Software gebunden. Es können sowohl CAD-Softwarepakete genutzt werden, als auch AV-Software wie Cortona3D. Weiters können diese Videoanimationen auch herkömmliche Videomitschnitte darstellen, z.B. durch ein Smartphone oder eine Digitalkamera gefilmte Abläufe.
- Messen und Melden: Die von den Werkern benötigten Ausführungszeiten der einzelnen Arbeitsschritte werden gemessen und an das zentrale System rückgemeldet. Die aufgezeichneten Zeiten und Daten werden nicht mit dem Mitarbeiter in Verbindung gebracht.

4 Softwareentwicklung (Implementierung)

In der Implementierungs-Phase werden das in Kapitel 3 konzeptionierte System bzw. seine einzelnen Hauptkomponenten entwickelt und getestet. Es wird auf die Funktionsweise der Benutzeroberfläche, der Serversoftware sowie der Arbeitsvorbereitungs-Oberfläche eingegangen und deren Funktionsweise erklärt. Diese Hauptkomponenten sind durch ein Kommunikationssystem verbunden, welches auf dem Internetprotokoll HTTP basiert. Ergebnis dieses Abschnitts ist ein Softwareprototyp des Montageassistenzsystems, welcher anschließend in "Kapitel 5 – Ergebnisse und Evaluierung" in den Usecase "LKW-Montage" integriert und anhand eines Benutzerfragebogens evaluiert wird.

4.1 Benutzeroberfläche

Die Benutzeroberfläche ist der Teil des Montageassistenzsystems, mit dem der Werker arbeitet. Die Anwendung ist als **Android-App** ausgeführt, da diese Plattform auf vielen mobilen Geräten lauffähig ist, unter anderem Datenbrillen, Tablets, Smartphones und Smartwatches. Die Bedienung und Menüführung ist einfach und intuitiv; die Anzahl der Funktionen auf das Wesentliche reduziert. Diese können über eine einfache Version der Sprachsteuerung aufgerufen werden, welche in zukünftigen Versionen weiter optimiert werden soll.

Alle Steuerelemente sind weiters über Hardware-Schaltflächen bzw. Touchscreen aufrufbar. Die Installation der App ist einfach gehalten und wird vom zuständigen Fachpersonal des Betriebs durchgeführt. Alle benötigten Daten zu Arbeitsschritten und Produktstrukturen werden über die Update-Funktion bezogen und können danach von jedem Werker selbst durchgeführt werden. Die Benutzeroberfläche wurde mit der Programmiersprache Java in Verbindung mit dem Android Software-Development-Kit entwickelt. Dieses Android-SDK stellt alle Funktionen und Schnittstellen zur Verfügung, die zur Erstellung von Android-Apps benötigt werden, beispielweise das Design der Benutzeroberfläche, das Scannen eines QR-Codes oder die Kommunikation mit dem zentralen Server.

4.1.1 Hauptmenü

Das Hauptmenü wird beim Start der App angezeigt:

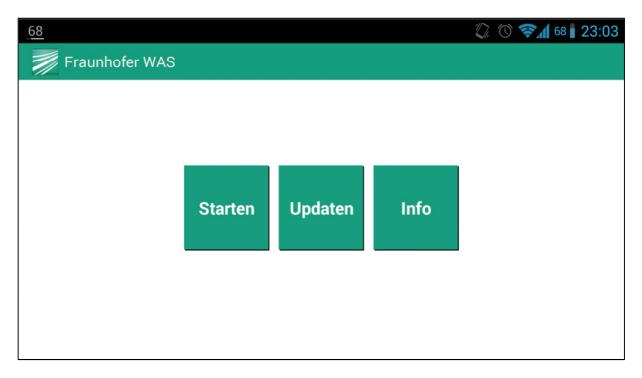


Abbildung 20: Benutzeroberfläche - Hauptmenü

Von hier aus können die drei Grundfunktionen der App gestartet werden:

- 1) **Starten (Sprachbefehl "Scan")** (QR-Code scannen und Arbeitsschritte abarbeiten)
- 2) **Updaten (Sprachbefehl "Update")** (Daten und Fügeanimationen herunterladen)
- 3) Info (Sprachbefehl "Info") (Anzeige der Infoseite)

4.1.2 Infoseite

Die Infoseite (aufrufbar im Menü über den Sprachbefehl "Info") enthält Informationen zur App bzw. dem Montageassistenzsystem und zeigt die Kontaktinformationen der Fraunhofer Austria Research GmbH an.

4.1.3 Updatefunktion

Diese Funktion kann im Hauptmenü über den Sprachbefehl "Update" aufgerufen werden. Die Daten und Eigenschaften der einzelnen Arbeitsschritte, Vorgänge und Produkte werden mittels Arbeitsvorbereitungssoftware in das System eingegeben und zunächst nur am Server gespeichert.

Damit diese Daten von der Benutzeroberfläche bzw. den Datenbrillen oder Tablets verwendet und abgearbeitet werden können, müssen diese zunächst **vom Server bezogen werden**.

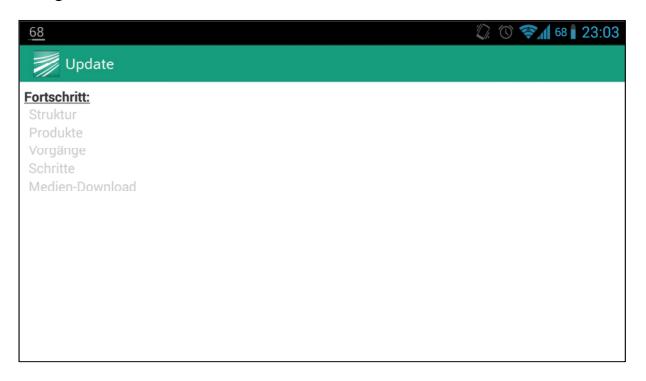


Abbildung 21: Benutzeroberfläche - Updatefunktion

Wird die Update-Funktion aufgerufen, wird eine Verbindung zum Server hergestellt und es werden folgende Daten bezogen:

- Struktur: Die in der Arbeitsvorbereitungssoftware festgelegte Erzeugnisstruktur wird heruntergeladen. Dieser beinhaltet die Information, welche Schritte in welchem Vorgang enthalten sind und in welcher Reihenfolge diese abgearbeitet werden müssen. Soll z.B. der Vorgang 5 gescannt und abgearbeitet werden, gibt die Erzeugnisstruktur an, dass die Schritte 2, 4, 8 und 9 in diesem enthalten sind.
- **Produkte:** Download der eingegeben Produkteigenschaften. Ein Produkt setzt sich aus mehreren Vorgängen zusammen und ist für die Abarbeitung selbst irrelevant, dient in der Arbeitsvorbereitung aber als "Überordner" für die einzelnen Vorgänge.
- Vorgänge: Download der konfigurierten Vorgänge. Ein Vorgang setzt sich aus mehreren Schritten zusammen. Jeder Vorgang kann in mehreren Produkten verwendet werden.
- Schritte: Download der angelegten Schritte inkl. aller Informationen wie z.B. Bezeichnung, Beschreibung oder Behälterfach inkl. Stückzahl.
- **Medien:** Download der Fügeanimationen, welche den einzelnen Schritten angefügt worden sind. Dieser Vorgang dauert auf Grund der großen Datenmenge in der Regel am längsten.

Um die Dauer des Updatevorgangs möglichst gering zu halten, werden **nur neue bzw. aktualisierte Daten und Dateien heruntergeladen**. Ist eine Fügeanimation (als Videodatei) z.B. bereits am User Device vorhanden und wurde sie seit dem letzten Updatevorgang nicht aktualisiert, wird sie nicht erneut bezogen.

Ist der Update-Vorgang abgeschlossen, erhält der Benutzer eine Benachrichtigung und es wird das Hauptmenü aufgerufen:

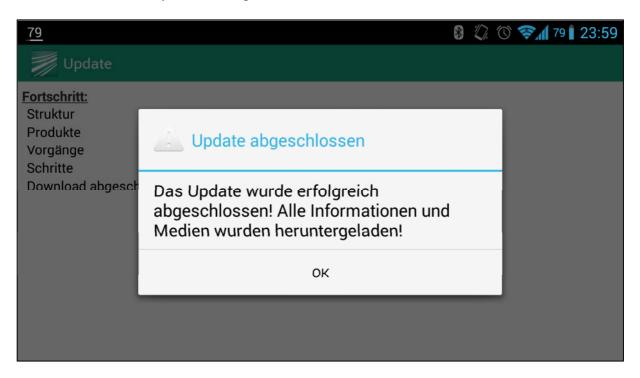


Abbildung 22: Benutzeroberfläche - Update abgeschlossen

Die heruntergeladenen Informationen werden am Gerät gespeichert und können nun vom Werker abgearbeitet werden.

4.1.4 Abarbeitung von Vorgängen

Diese Funktion kann im Hauptmenü über den Sprachbefehl "Scan" aufgerufen werden. Dieser Teil der App stellt die Hauptfunktion und den eigentlichen Kern des Montageassistenzsystems dar. Im Folgenden wird der Ablauf eines Vorgangs Schritt für Schritt beschrieben:

Schritt 1: App starten und Abarbeitungs-Funktion aufrufen

Die App wird vom Benutzer auf dem User Device (z.B. Datenbrille oder Tablet) gestartet und die Abarbeitungs-Funktion aufgerufen. Dies kann entweder durch Tippen auf die Schaltfläche "Starten" oder durch den Sprachbefehl "Scan" geschehen.

Schritt 2: QR-Code scannen, Vorgang identifizieren

Ein zuvor in der Arbeitsvorbereitung erstellter QR-Code gibt die Nummer (ID) des abzuarbeitenden Vorgangs an. Ein Vorgang ist eine Folge von durchzuführenden Arbeitsschritten. Die Grafik dieses Codes kann nun auf den **Auftragszettel** gedruckt werden oder **direkt am Werkstück** angebracht werden. Jeder QR-Code stellt eine Information in Form einer Zeichenkette (String) dar. In diesem Fall setzt sich jede Zeichenkette aus dem Präfix *fha* und der Vorgangsnummer zusammen.

Beispiel für einen Code zum Abarbeiten des Vorgangs 5:



Abbildung 23: QR-Code mit Wert fha_5

Die von diesem Code dargestellte Information in Zeichenkettenform ist: fha_5

QR-Codes können mit speziellen Softwarepaketen, aber auch kostenlos im Internet erstellt werden, z.B. hier: http://gogr.me/de/ (als Typ muss "Text" ausgewählt werden). 66

Im 2. Schritt der Abarbeitung wird ein **QR-Code-Scanner gestartet**. Der Mitarbeiter kann mit seinem kamerafähigen User Device den Code scannen. Die App erkennt dadurch sofort, welcher Vorgang abgearbeitet werden soll und prüft, ob alle benötigten Informationen und Mediendaten im Speicher vorhanden sind.

Folgender Java-Code startet den externen QR-Code-Scanner oder gibt eine Fehlermeldung aus, falls kein Scanner installiert ist:

```
public void scanQR()
{
    try
    {
        // QR-Code-Scanner definieren:
        Intent intent = new Intent(ACTION_SCAN);
        intent.putExtra("SCAN_MODE", "QR_CODE_MODE");

        // QR-Code-Scanner starten:
        qrcodemode = true;
        startActivityForResult(intent, 0);
```

⁶⁶ Vgl. http://goqr.me/de/ (Gelesen am 07.08.2015)

```
catch (ActivityNotFoundException anfe)
  // Fehlermeldung ausgeben, falls kein Scanner installiert ist:
  AlertDialog.Builder alert = new AlertDialog.Builder(this);
  alert.setTitle("Kein QR-Code-Scanner vorhanden");
  alert.setMessage("Bitte installieren Sie die QR-Code-Scanner-App
    (ZXing), welche mit dem Produkt mitgeliefert wurde!");
  alert.setIcon(android.R.drawable.ic_dialog_alert);
  alert.setPositiveButton("OK", new DialogInterface.OnClickListener()
   public void onClick(DialogInterface dialog, int whichButton)
      final String appPackageName = "com.google.zxing.client.android";
     try
        startActivity(new Intent(Intent.ACTION_VIEW,
          Uri.parse("market://details?id=" + appPackageName)));
      catch (android.content.ActivityNotFoundException anfe)
        startActivity (new Intent (Intent. ACTION_VIEW,
         Uri.parse("https://play.google.com/store/apps/details?id=" +
          appPackageName)));
  });
  alert.show();
```



Abbildung 24: Benutzeroberfläche - QR-Code-Scanner

Schritt 3: Schrittweise Abarbeitung

Der Vorgang ist identifiziert und der erste Schritt wird gestartet.

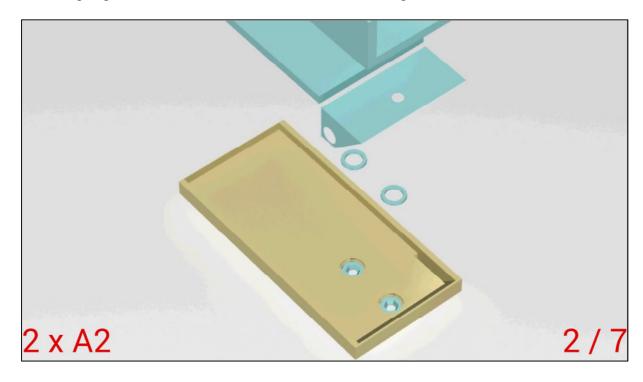


Abbildung 25: Benutzeroberfläche - Abarbeitung

Die Oberfläche enthält folgende Informationen:

• Hintergrund: 3D-Fügeanimation als Video

• Links unten: Stückzahl und Behälterfach

• Rechts unten: Arbeitsfortschritt

Sofern keine Fügeanimation vorhanden ist, wird alternativ die Beschreibung des Arbeitsschritts als Text angezeigt:

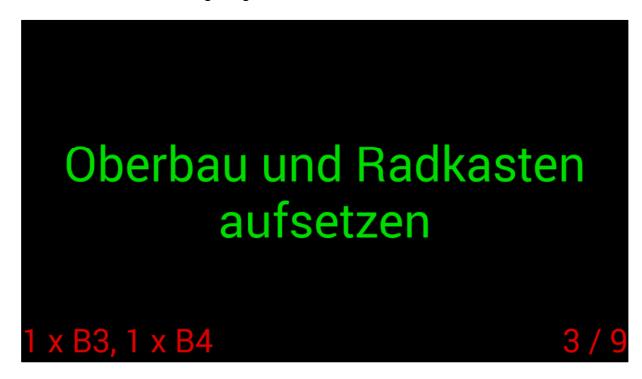


Abbildung 26: Benutzeroberfläche - Alternativtext

Der Mitarbeiter erhält somit alle für den aktuellen Arbeitsschritt erforderlichen Informationen auf einen Blick. Die Schriftgröße ist für die Verwendung auf Datenbrillen optimiert und gut lesbar. Die Beschreibung bzw. Arbeitsanweisung kann vorgelesen werden.

Folgende Sprachbefehle stehen zur Verfügung:

"Next" oder "Right": Der aktuelle Schritt wird abgeschlossen und der nächste wird aufgerufen. Alternativ kann diese Funktion auch per Wischbewegung nach links aufgerufen werden.

"Repeat" oder "Left": Der aktuelle Schritt wird unterbrochen und der vorherige wird aufgerufen. Alternativ kann diese Funktion auch per Wischbewegung nach rechts aufgerufen werden.

"Escape": Der aktuelle Vorgang wird abgebrochen und das Hauptmenü aufgerufen.

Bei jedem Arbeitsschritt wird im Hintergrund die benötigte Zeit gemessen und temporär auf dem Gerät gespeichert.

Schritt 4: Abarbeitung abgeschlossen

Der aktuelle Vorgang ist abgeschlossen und alle darin enthaltenen Schritte wurden abgearbeitet.



Abbildung 27: Benutzeroberfläche - Vorgang abgeschlossen

Durch den Sprachbefehl "Next" oder "Right" werden die gemessenen Zeiten an den Server rückgemeldet und der Vorgang auch dem Server als abgeschlossen gemeldet. Abschließend wird das Hauptmenü aufgerufen und ein neuer Vorgang kann gestartet werden.

4.2 Server als zentrale Einheit

Der Server ist eine Software auf einem im Netzwerk erreichbaren Computer und stellt das zentrale Bindeglied der einzelnen Komponenten dar.

Folgende Aufgaben werden vom Server übernommen:

- Zentrales Kommunikationsglied zwischen: Benutzeroberfläche, Arbeitsvorbereitungs-Software, ERP-System, Interrupt-System
- Speicherung aller Daten in der Datenbank sowie Hinterlegung aller Dateien im Dateisystem (z.B. Videodateien für Fügeanimationen)
- Bereitstellen der Update-Daten für die Benutzeroberfläche
- Bei Abschluss einer Vorgangs-Abarbeitung Speicherung der benötigten Zeiten je Arbeitsschritt
- Upload-Funktion für Videodateien

 Entgegennahme von Interrupt-Signalen aus dem Automatisierungsumfeld der Anlage

Folgende Anforderungen werden an den Server gestellt:

- Sowohl Hardware als auch Software müssen durchgehend lauffähig sein, in der Regel mehrere Monate ohne Neustart oder Neuinitialisierung
- Ausreichend Leistung (Prozessor, Arbeitsspeicher, Speichermedium)
- Einfache Fernwartung bzw. Steuerung
- Keine hohe Wärmeentwicklung
- Möglichst geringe Energieaufnahme
- Beim Starten der Hardware muss die Serversoftware ebenso gestartet werden. Ein Neustart des Computers soll also keinerlei zusätzliche Aktionen erfordern (z.B. Serversoftware extra starten)
- Skalierbar und damit sowohl für Kleinunternehmen, als auch große Fertigungsstraßen geeignet

4.2.1 Webserver

Die analysierten Anforderungen und Aufgaben können von einer skriptgestützten Webserver-Software am besten erfüllt werden. Im Zuge dieser Arbeit wurde deshalb auf einem UNIX-System ein **Apache Webserver** inkl. Anbindung an eine mySQL-Datenbank eingerichtet. Die Installation und Grundeinrichtung ist einfach und kann späteren Kunden bzw. Anwendern direkt geliefert werden. Der Apache Webserver ist eine frei verwendbare und kostenlose Software, welche seit 1995 entwickelt wird und heute auf fast jedem Server HTTP(S)-Anfragen abwickelt.⁶⁷

Damit diese Serversoftware die gewünschten Dienste leisten kann, muss sie über eine **PHP-Erweiterung** programmiert werden. PHP ist eine hochsprachenähnliche Skriptsprache, die sich in den Apache Webserver integriert und damit komplexe Datenverarbeitungen ermöglicht. Zur Speicherung der Daten wird ein mySQL-Server installiert, welcher über PHP ansprechbar ist. Üblicherweise werden Apache Webserver, PHP-Erweiterung und mySQL-Server in einem Paket geliefert und können so auf einmal installiert werden (**LAMP-Paket**, LAMP steht dabei für Linux-Apache-MySQL-PHP). ⁶⁸

⁶⁸ Gerner; Naramore; Owens; Warden, 2006, "Introduction"

⁶⁷ Vgl. http://httpd.apache.org/ (Gelesen am 07.08.2015)

Die folgende Grafik stellt das Webserversystem übersichtlich dar:

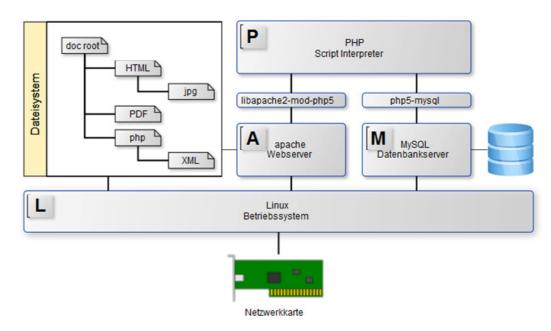


Abbildung 28: Überblick LAMP-Webserver-System, Quelle: Karsten Adam und openclipart.org

Die Skripte bzw. Abläufe des Montageassistenzsystems sind als PHP-Skript ausgeführt und im Dateisystem des Servers gespeichert.

Folgender PHP-Code wird beim Update-Vorgang ausgeführt und übermittelt alle benötigten Daten und Informationen an die Benutzeroberfläche:

```
case 'get_updateinfo':
 echo '1' . $sep9; // Markiert die aktuelle Ausgabe als erfolgreich
  // Struktur ausgeben:
 $dbresult = mysql_query("SELECT * FROM config");
 if ($dbrow = mysql_fetch_assoc($dbresult))
   echo $dbrow['struktur'];
 echo $sep8; // Separator ausgeben
  // Alle Produkte ausgeben:
 $dbresult = mysql_query("SELECT * FROM produkte");
 while ($dbrow = mysql_fetch_assoc($dbresult))
   echo $dbrow['id'] . $sep2 . $dbrow['name'] . $sep2 . $dbrow['comment']
      . $sep2 . $dbrow['time_create'] . $sep2 . $dbrow['time_update']
      . $sep1;
 echo $sep8; // Separator ausgeben
  // Alle Vorgänge ausgeben:
 $dbresult = mysql_query("SELECT * FROM vorgaenge");
 while ($dbrow = mysql_fetch_assoc($dbresult))
   echo $dbrow['id'] . $sep2 . $dbrow['name'] . $sep2 . $dbrow['comment']
```

```
. $sep2 . $dbrow['time_create'] . $sep2 . $dbrow['time_update']
    . $sep1;
  echo $sep8; // Separator ausgeben
  // Alle Schritte ausgeben:
  $dbresult = mysql_query("SELECT * FROM schritte");
  while ($dbrow = mysql_fetch_assoc($dbresult))
    echo $dbrow['id'] . $sep2 . $dbrow['name'] . $sep2 .
      $dbrow['viewtype'] . $sep2 . $dbrow['description'] . $sep2 .
      $dbrow['comment'] . $sep2 . $dbrow['chk_videofile'] . $sep2 .
      $dbrow['chk_image_1'] . $sep2 . $dbrow['chk_image_2'] . $sep2 .
      $dbrow['chk_image_3'] . $sep2 . $dbrow['chk_image_4'] . $sep2 .
      $dbrow['chk_image_5'] . $sep2 . $dbrow['time_create'] . $sep2 .
      $dbrow['time_update'] . $sep2 . $dbrow['time_videofile'] . $sep2 .
      $dbrow['time_image_1'] . $sep2 . $dbrow['time_image_2'] . $sep2 .
      $dbrow['time_image_3'] . $sep2 . $dbrow['time_image_4'] . $sep2 .
      $dbrow['time_image_5'] . $sep2 . $dbrow['imported'] . $sep2 .
      $dbrow['container'] . $sep2 . $dbrow['stueckzahl'] . $sep2 .
      $dbrow['arbeitstyp'] . $sep1;
break;
```

4.2.2 Fernwartung

Die Fernwartung des Servers ist nur im Falle von Problemen oder bei der Installation einer neueren Version des Montageassistenzsystems notwendig. Die für die Funktion des Softwarepakets verantwortlichen PHP-Skripte liegen in Form von .php-Dateien am Dateisystem des Servers und können über einen FTP-Client (FTP = File Transfer Protocol, empfohlener FTP-Client: Filezilla) bearbeitet bzw. überschrieben werden.⁶⁹

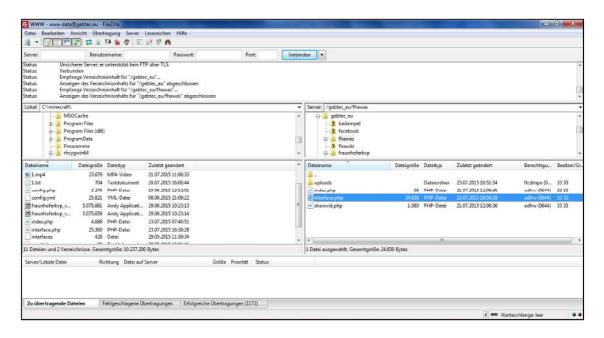


Abbildung 29: Benutzeroberfläche des FTP-Clients Filezilla

Starten des Servers: Der Webserver wird automatisch gestartet, sobald das Gerät bzw. der Computer selbst gestartet wird

Stoppen des Servers: Das Dienstsystem wird beendet, sobald der Computer heruntergefahren wird.

4.2.3 Raspberry Pi als Server

Die für den Betrieb des Servers zu erfüllenden Hardwareanforderungen sind abhängig von der Anzahl der Clients. **Als Client wird jeder einzelne Kommunikationspartner des Servers angesehen**. Ein Kleinunternehmen mit z.B. fünf Datenbrillen benötigt also weniger Leistung für den Server als ein Großkonzern mit einer dreistelligen Anzahl an User Devices pro Fertigungslinie. Für den Usecase "LKW-Montage" der Fraunhofer Austria Research GmbH ist eine geringe Anzahl an Clients zu erwarten, weshalb die Hardwareanforderungen sehr gering sind.

Um einen **energieeffizienten Aspekt** in diese Arbeit zu integrieren, wird als Servercomputer ein Raspberry Pi B+ eingesetzt.

⁶⁹ Vgl. <u>https://filezilla-project.org/</u> (Gelesen am 09.08.2015)

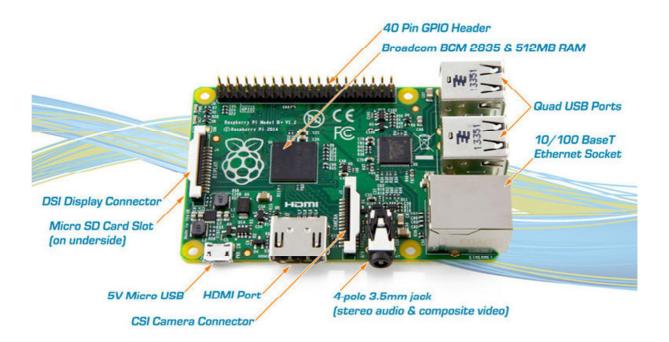


Abbildung 30: Raspberry Pi Modell B+, Quelle: cnet.com

Dieser Minicomputer ist kaum größer als eine Scheckkarte und enthält lediglich die notwendigsten Hardwarekomponenten, unter anderem:

- Prozessor
- Arbeitsspeicher
- Speicherkarte als "Festplatte"
- Energieversorgung / Stromanschluss
- Ethernet Netzwerkanschluss
- HDMI-Ausgang
- 4 USB-Anschlüsse
- GPIO-Pins

Kennzeichnend für diesen Minicomputer ist die geringe Leistungsaufnahme von lediglich 3 bis 4 Watt. Dies entspricht einem jährlichen Energieverbrauch von lediglich 34,94 kWh (Kilowattstunden).⁷⁰

4.3 Arbeitsvorbereitung

Die Arbeitsvorbereitung hat die Aufgabe, die für die Abarbeitung notwendigen Datensätze anzulegen und die Fügeanimationen zu erstellen. Ein großer Nachteil bisheriger Systeme ist die große Menge an nötiger Vorarbeit zum Erstellen der Arbeitsbeschreibungen sowie die fehlende Flexibilität bei Änderungen von Arbeitsschritten.

⁷⁰ Vgl. https://www.raspberrypi.org/products/model-b-plus/ (Gelesen am 09.08.2015)

Um die Daten in das System eingeben zu können, wurde eine AV-Software (Arbeitsvorbereitungs-Software) entwickelt, welche auf jedem Windows-PC lauffähig und einfach zu bedienen ist. Die einzelnen Eingabefenster und Funktionen werden im Folgenden beschrieben. Da die Abteilung "Arbeitsvorbereitung" üblicherweise über Windows-Computer verfügt, wurde diese Softwarekomponente in **Microsoft Visual Studio 2013** entwickelt und nutzt das .NET-Framework.

4.3.1 Hauptfenster

Das Hauptfenster wird beim Start der AV-Software aufgerufen.

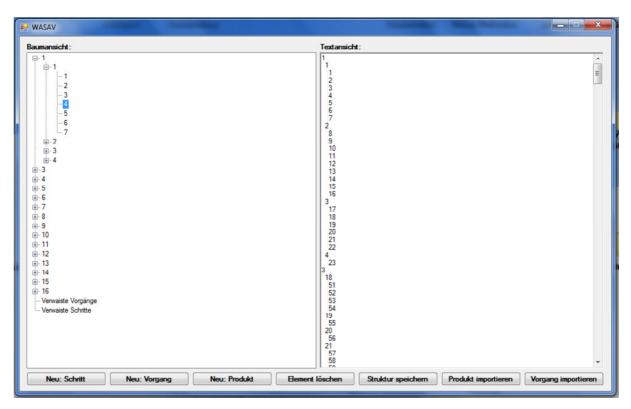


Abbildung 31: Arbeitsvorbereitung - Hauptfenster

Dieses Fenster enthält einerseits Schaltflächen für die **Grundfunktionen** und andererseits **zwei Elemente zum Bearbeiten der Erzeugnisstruktur**:

- Baumansicht
- Textansicht

Die Erzeugnisstruktur ist deshalb in diesen zwei Ansichten dargestellt, um einerseits die Bearbeitung der Struktur selbst vornehmen zu können (Textansicht, rechts) und andererseits die jeweiligen Elemente bearbeiten zu können (Baumansicht, links).

Legende zum obigen Screenshot:

(1) Baumansicht der Erzeugnisstruktur:

Die Baumansicht dient als Übersicht über die festgelegte Erzeugnisstruktur und wird automatisch aus der Textansicht (2) erzeugt. Jeder Eintrag stellt die entsprechende ID (eindeutige Nummer) des Schritts, Vorgangs oder Produkts dar. Die Einträge können durch das Plus-Zeichen erweitert werden. Wird ein Eintrag per Doppelklick angesprochen, so wird das jeweilige Eigenschaftsfenster geöffnet, welche die Eingabe der Daten erlaubt, siehe 4.3.2, 4.3.3 und 4.3.4.

(2) Textansicht der Erzeugnisstruktur:

Die Textansicht dient zum Bearbeiten der Struktur selbst. Sie ist ein einfaches Textfeld: Kopieren, Einfügen und Verschieben von Schritten, Vorgängen oder Produkten ist also möglich.

Jede Zeile stellt einen eigenen Dateneintrag dar, der Datentyp (Schritt, Vorgang oder Produkt) ist an den Leerzeichen vor der Zahl zu erkennen bzw. festzulegen:

4 Leerzeichen vor dem Eintrag: Schritt

2 Leerzeichen vor dem Eintrag: Vorgang

0 Leerzeichen vor dem Eintrag: Produkt

Bei jeder Änderung der Textansicht wird die Baumansicht sofort mitaktualisiert. So kann z.B. rechts ein Schritt angelegt oder kopiert / verschoben und sogleich links in der Baumansicht per Doppelklick bearbeitet werden.

(3) Schaltfläche "Neu: Schritt":

Diese Schaltfläche erstellt einen neuen Schritt und fügt diesen an das Ende der Textansicht an. Die erzeugte Zahl ist gleichzeitig die neue ID, die kurz vor der Erzeugung des Schrittes abgefragt wird.

(4) Schaltfläche "Neu: Vorgang":

Diese Funktion erstellt einen neuen Vorgang und fügt diesen an das Ende der Textansicht an. Die erzeugte Zahl ist gleichzeitig die neue ID, die kurz vor der Erzeugung des Vorgangs abgefragt wird.

(5) Schaltfläche "Neu: Produkt":

Diese Schaltfläche erstellt ein neues Produkt und fügt dieses an das Ende der Textansicht an. Die erzeugte Zahl ist gleichzeitig die neue ID, die kurz vor der Erzeugung des Produkts abgefragt wird.

(6) Schaltfläche "Element löschen":

Löscht die aktuelle Zeile in der Textansicht der Erzeugnisstruktur. Die Eigenschaften des Elements verbleiben hingegen für eine etwaige spätere Verwendung in der Datenbank.

(7) Schaltfläche "Struktur speichern":

Speichert die aktuelle Erzeugnisstruktur in der Datenbank.

(8) Schaltfläche "Produkt importieren":

Importiert ein ganzes Produkt aus einer Datenquelle, z.B. Cortona3D / Rapidauthor. Diese Funktion wird angewandt, wenn mehrere Vorgänge in einem Cortona3D-Projekt angelegt wurden, also z.B. ein ganzes Produkt.

(9) Schaltfläche "Vorgang importieren":

Importiert einen Vorgang aus einer Datenquelle, z.B. Cortona3D / Rapidauthor. Diese Funktion wird angewandt, wenn nur ein Vorgang in einem Cortona3D-Projekt angelegt wurde, also z.B. für jeden Vorgang ein eigenes Projekt verwendet wird. Dies ist die empfohlene Variante.

4.3.2 Produkt editieren

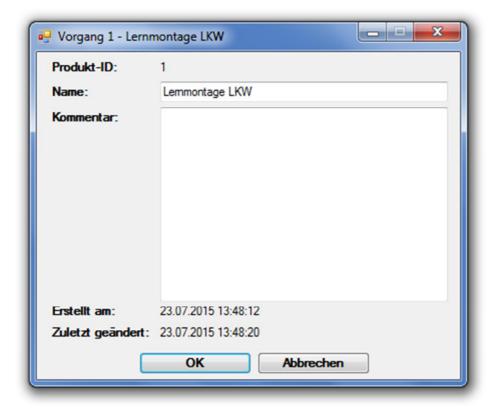


Abbildung 32: Arbeitsvorbereitung - Produkt editieren

Dieses Fenster erlaubt die Eingabe der wichtigsten Eigenschaften:

- Name (systeminterner Name, wird nicht angezeigt)
- Kommentar (freier Kommentar, wird nicht angezeigt)

Weiters sind folgende Daten ersichtlich:

- **Produkt-ID** (eindeutige Nummer im System)
- Erstellt am (Datum und Uhrzeit)
- Zuletzt geändert (Datum und Uhrzeit)

Die eingegebenen Informationen werden über die Schaltfläche "OK" sofort in die Datenbank gespeichert.

4.3.3 Vorgang editieren

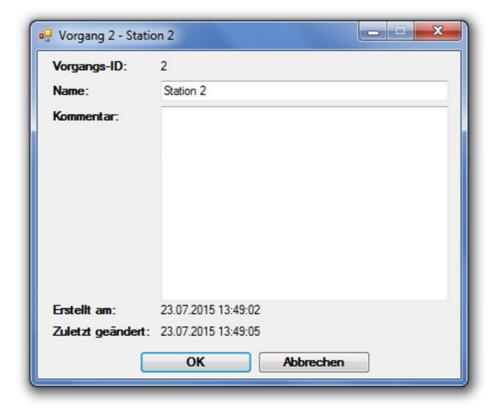


Abbildung 33: Arbeitsvorbereitung - Vorgang editieren

Dieses Fenster erlaubt die Eingabe der wichtigsten Eigenschaften:

- Name (systeminterner Name, wird nicht angezeigt)
- Kommentar (freier Kommentar, wird nicht angezeigt)

Weiters sind folgende Daten ersichtlich:

- Vorgangs-ID (eindeutige Nummer im System)
- Erstellt am (Datum und Uhrzeit)
- Zuletzt geändert (Datum und Uhrzeit)

Die eingegebenen Informationen werden über die Schaltfläche "OK" sofort in die Datenbank gespeichert.

4.3.4 Schritt editieren

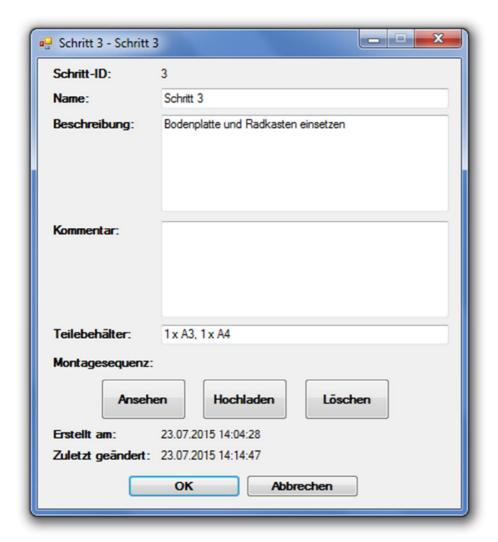


Abbildung 34: Arbeitsvorbereitung - Schritt editieren

Dieses Fenster erlaubt die Eingabe der wichtigsten Eigenschaften:

- Name (systeminterner Name, wird nicht angezeigt)
- **Beschreibung** (z.B. Arbeitsanweisung, wird angezeigt und vorgelesen)
- Kommentar (freier Kommentar, wird nicht angezeigt)
- **Teilebehälter** (freies Textfeld für die Angabe der in diesem Schritt zu verbauenden Teile sowie Stückzahl, wird dem Werker angezeigt)

Weiters sind folgende Daten ersichtlich:

- **Schritt-ID** (eindeutige Nummer im System)
- Erstellt am (Datum und Uhrzeit)
- Zuletzt geändert (Datum und Uhrzeit)

Zusätzlich ist es möglich, die Videodatei (Fügeanimation) anzufügen:

- Ansehen: Startet den Download des hochgeladenen Videos und öffnet es im Mediaplayer
- Hochladen: Lädt ein zuvor ausgewähltes Video auf den Server
- Löschen: Löscht das hochgeladene Video vom Server

Die eingegebenen Informationen werden über die Schaltfläche "OK" sofort in die Datenbank gespeichert.

Folgender Code-Teil wird zum Hochladen einer Montageanimation bzw. einer Videodatei genutzt:

```
Private Sub btn vidHochladen Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles
  btn vidHochladen.Click
        ' Objekt deklarieren:
        Dim fd As OpenFileDialog = New OpenFileDialog()
        Dim strFileName As String
        ' Titel des Auswahldialogs festlegen:
        fd.Title = "Montagesequenz wählen"
        ' Letzten Pfad vorauswählen:
        If lastpath <> "" Then
            fd.InitialDirectory = lastpath
            fd.InitialDirectory = "C:\"
        End If
       ' Filter definieren:
        fd.Filter = "Alle Dateien (*.*)|*.*|Videosequenzen (*.mpg, *.avi, *.mpeg,
          *.mp4)|*.mpg;*.avi;*.mpeg;*.mp4"
        fd.FilterIndex = 2
        fd.RestoreDirectory = True
        ' Prüfen, ob Datei erfolgreich ausgewählt wurde:
        If fd.ShowDialog() = DialogResult.OK Then
           Dateiname speichern in Variable:
            strFileName = fd.FileName
            lastpath = strFileName.Substring(0, InStrRev(strFileName, "\"))
            ' Ausgewählte Datei auf Server hochladen:
            My.Computer.Network.UploadFile(strFileName,
              "http://gebtec.eu/fhawas/interface.php?pw=fha1&service=up_video&id=" &
              myid)
            'Buttons zum Ansteuern der Video-Optionen enablen (klickbar machen):
            btn vidAnsehen.Enabled = True
            btn_vidHochladen.Enabled = True
            btn_vidLoeschen.Enabled = True
        End If
End Sub
```

4.3.5 Importieren von Daten

Die Pilotanwendung des Montageassistenzsystems unterstützt den Import von Arbeitsanweisungen, welche in Cortona3D bzw. Rapidauthor erstellt wurden. Zunächst stehen im Hauptfenster zwei verschiedene Möglichkeiten des Imports zur Verfügung:

1. Schaltfläche "Produkt importieren":

Importiert ein ganzes Produkt aus einer Datenquelle, z.B. Cortona3D / Rapidauthor. Diese Funktion wird angewandt, wenn mehrere Vorgänge in einem Cortona3D-Projekt angelegt wurden, also z.B. ein ganzes Produkt.

2. Schaltfläche "Vorgang importieren":

Importiert einen Vorgang aus einer Datenquelle, z.B. Cortona3D / Rapidauthor. Diese Funktion wird angewandt, wenn nur ein Vorgang in einem Cortona3D-Projekt angelegt wurde, also z.B. für jeden Vorgang ein eigenes Projekt verwendet wird. Dies ist die empfohlene Variante.

Klickt ein Benutzer auf eine der beiden Schaltflächen, öffnet sich zunächst das Fenster "Export-Datei wählen" und es muss die entsprechende Datei des exportierten Cortona3D-Projekts ausgewählt werden.

Die Dateiendung ist stets folgende: *.interactivity.xml

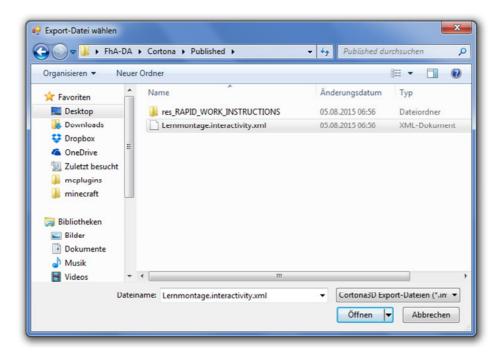


Abbildung 35: Arbeitsvorbereitung - Importfunktion

Nach Auswahl einer gültigen Export-Datei startet der Import, welcher einige Sekunden dauern kann. Der Benutzer wird nach Abschluss des Vorgangs über den Erfolg benachrichtigt.

5 Ergebnisse und Evaluierung (System-Test)

Der entwickelte Softwareprototyp des Montageassistenzsystems wird in den Usecase "LKW-Montage" der Fraunhofer Austria Research GmbH integriert und es wird die Ersteinrichtung des Systems durchgeführt, welche das Erstellen der digitalen Arbeitsanleitungen und 3D-CAD-Montageanimation beinhaltet. Eine Evaluierung des Systems wird mittels eines **Benutzerfragebogens** durchgeführt, welcher von Fraunhofer Austria in Zusammenarbeit mit des ESB Business School der Universität Reutlingen erstellt wurde und auf dem "Leitfaden Usability" der deutschen Akkreditierungsstelle basiert.⁷¹ Abschließend werden die Vorteile und Stärken sowie Nachteile und Schwächen des entwickelten Softwareprototyps zusammengefasst.

5.1 Usecase "LKW-Montage"

Das Montageassistenzsystem ist in einer ersten Pilotanwendung fertig entwickelt und funktionsfähig und wird zu Demonstrationszwecken in den Usecase "LKW-Montage" integriert.

Dies umfasst folgende Tätigkeiten:

- Installation der App auf einem Tablet sowie auf den beiden Datenbrillen Vuzix M100 sowie Epson Moverio BT-200
- Installation und Ersteinrichtung des Servers
- Erstellung der Arbeitsanleitungen in Cortona3D
- Import dieser Anleitungen in der AV-Software
- Anfügen von Zusatzinformationen (z.B. Angabe der Teilebehälter)
- Erstellung und Ausdruck der QR-Codes für die vier Arbeitsstationen bzw.
 Vorgänge

Die Lernmontage der Fraunhofer Austria Research GmbH wird im Zuge von Seminaren und Workshops genutzt, um den Teilnehmern anhand eines **rundenbasierten Montagespiels** die mögliche Effizienzsteigerung durch KVP zu demonstrieren.

⁷¹ DAkkS, 2010, S. 170-189



Abbildung 36: Fraunhofer Lernmontage, Quelle: Fraunhofer Austria

Sie besteht aus vier hintereinanderliegenden Arbeitsstationen (bzw. Vorgängen), an denen die Teilnehmer ("Werker") einen einfachen Spielzeug-LKW zusammenbauen. Das Spiel beginnt in der Grundversion ohne Optimierungen. Nach einer Runde werden die ersten KVP-Vorschläge umgesetzt und zum Beispiel eine Vorrichtung zur Erleichterung der Arbeit, eingebaut.

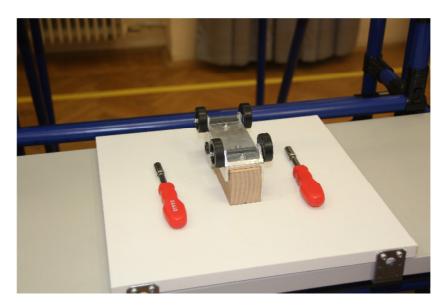


Abbildung 37: Vorrichtung zur Prozessoptimierung, Quelle: Fraunhofer Austria

Es werden so viele Runden gespielt, **bis alle Optimierungspotenziale** ausgeschöpft und alle Verbesserungsideen umgesetzt sind. Diese Lernmontage wird nun durch das entwickelte Montageassistenzsystem unterstützt bzw. erweitert.

5.2 Einrichtung der Usecase-Daten in Cortona3D

Der folgende Abschnitt beschreibt die notwendigen Schritte, um eine Arbeitsanleitung inkl. Fügeanimation für die Lernmontage in Cortona3D / Rapidauthor zu erstellen. Diese Daten werden anschließend in der AV-Software in die Datenbank importiert und in einem weiteren Schritt auf die Benutzeroberfläche (z.B. Datenbrille oder Tablet) übertragen, sodass die Abarbeitung durch den Werker durchgeführt werden kann.

Hinweis: Die folgende Anleitung stellt lediglich eine grobe Übersicht der auszuführenden Schritte dar, um von der Problemstellung (3D-Modell und Arbeitsinformationen vorhanden) zur Zielsetzung (Abarbeitung im Montageassistenzsystem inkl. Fügeanimationen) zu gelangen. Zu den einzelnen Schritten existieren jeweils Tutorial-Videos, auf die verwiesen wird.⁷²

1. Schritt: Neues Projekt anlegen

Um ein neues Projekt anlegen zu können, muss zunächst im Programm "RapidAdministrator" ein Cortona3D-Workspace eingerichtet werden:

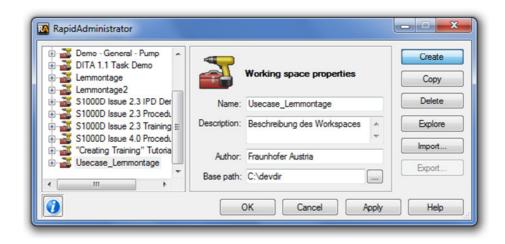


Abbildung 38: Cortona3D – Workspace anlegen

Durch Klicken auf "Create" wird ein neuer Workspace angelegt. Hier müssen Name, Beschreibung, Autor sowie der Pfad zum gewünschten Speicherort angegeben und durch Betätigen der "OK"-Schaltfläche gespeichert werden. Anschließend kann die Anwendung "RapidManual" aus dem Cortona3D-Softwarepaket gestartet und ein neues Projekt über "File -> New Project" angelegt werden.

⁷² Vgl. http://www.cortona3d.com/de/product-tutorials (Gelesen am 26.08.2015)

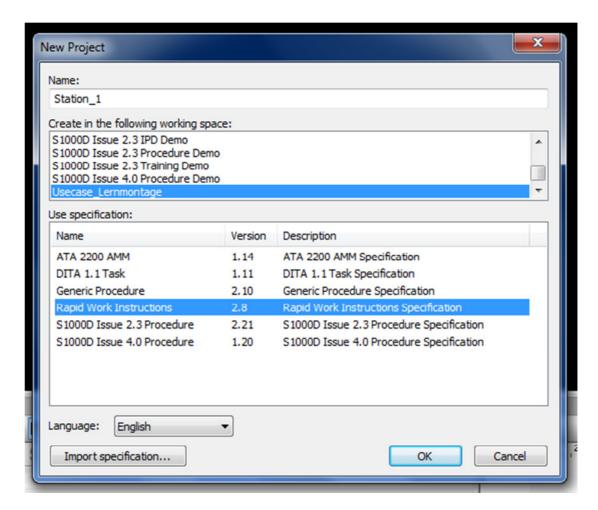


Abbildung 39: Cortona3D - Neues Projekt erstellen

In diesem Fenster müssen Name, Workspace, Spezifikation und optional die Sprache ausgewählt werden. Es wird empfohlen, für jeden Vorgang (bzw. für jede Arbeitsstation) ein neues Projekt zu erstellen.⁷³

2. Schritt: Importieren der 3D-CAD-Daten

Das vorhandene 3D-Modell soll nun importiert werden. Dazu wird "File -> Import Data ..." aufgerufen und im erscheinenden Fenster "RapidDataImportTool" markiert. Durch Klicken auf die Schaltfläche "Settings ..." kann zunächst das CAD-Format ausgewählt werden, z.B. CATIA oder ProEngineer. Die Schaltfläche "Start" ermöglicht schließlich die Auswahl der CAD-Datei, z.B. das 3D-Assembly-File. Der Import kann etwas Zeit in Anspruch nehmen.

Nach Abschluss des Imports ist das Modell zunächst unsichtbar. Durch Klicken auf "Select All" (1) und "Show Solid Representations for Selection" (2) werden die Parts schließlich angezeigt.

⁷³ Vgl. http://www.cortona3d.com/system/files/146/original/creating-configuration-flv.flv?1346326157 (Gelesen am 26.08.2015)

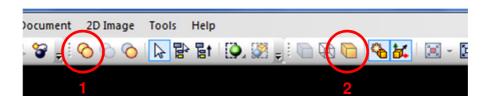


Abbildung 40: Cortona3D - Schaltflächen zum Einblenden des 3D-Modells

3. Schritt: Schritte hinzufügen und ausdetaillieren

Im dritten Schritt wird das importierte CAD-Modell zerteilt und die einzelnen Schritte erstellt. Da eine detaillierte Beschreibung dieses Ablaufs den Rahmen dieser Arbeit übersteigt, wird stattdessen auf ein gut aufbereitetes Tutorial-Video verwiesen.⁷⁴

4. Schritt: Arbeitsunterlagen exportieren

Die erstellte Arbeitsanleitung muss nun exportiert werden. Dazu wird die Option "File -> Publish" aufgerufen, der gewünschte Exportordner ausgewählt und mit "OK" bestätigt:

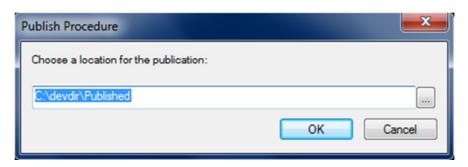


Abbildung 41: Cortona3D – Exportieren der Arbeitsunterlagen

Im angegebenen Zielordner wurden nun alle für den nachfolgenden Import notwendigen Informationen und Dateien erstellt:

- Datei "Station_1.interactivity.xml": Enthält u.a. Informationen zu den Arbeitsschritten, Beschreibungen, textliche Anweisungen, Stückliste und Schrittreihenfolge
- Datei "Station_1.wrl": Diese Datei enthält eine komprimierte Form der Montagesequenz und wird im folgenden Schritt in eine Videodatei konvertiert.

5. Schritt: Videodatei (Fügeanimation) erstellen

Die Fügeanimation liegt nach dem Export im Dateiformat "*.wrl" vor und muss nun in ein von neutrales Videoformat umgewandelt werden. Dazu bietet der Hersteller von Cortona3D (Parallel Graphics) das Softwarepaket "Cortona Movie Maker". ⁷⁵

⁷⁴ Vgl. http://www.cortona3d.com/de/product-tutorials (Gelesen am 19.10.2015)

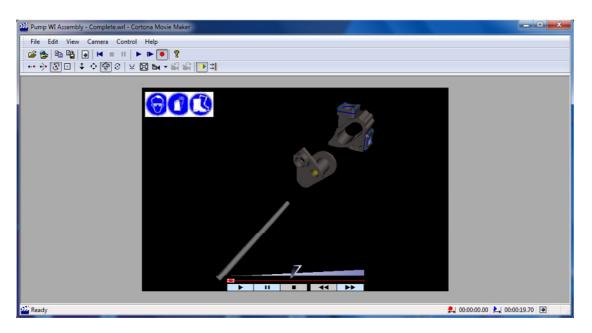


Abbildung 42: Cortona Movie Maker

6. Schritt: Videodatei (Fügeanimation) in Schritte zerschneiden

Die Videodatei liegt nun in einem neutralen Format vor und muss in die einzelnen Teile zerschnitten werden. Dazu kann auf herkömmliche Videoschnittsoftware zurückgegriffen werden, z.B. "Free Video Editor" von DVDVideoSoft.⁷⁶

7. Schritt: Import in AV-Software

Alle Daten sind nun für den Import in die Datenbank des Montageassistenzsystems vorbereitet. Die Arbeitsvorbereitungs-Software kann nun gestartet werden.

⁷⁵ Vgl. <u>http://www.parallelgraphics.com/products/moviemaker/</u> (Gelesen am 10.08.2015)

⁷⁶ Vgl. https://www.dvdvideosoft.com/de/products/dvd/Free-Video-Dub.htm#.VdT925evTaw (Gelesen am 10.08.2015)

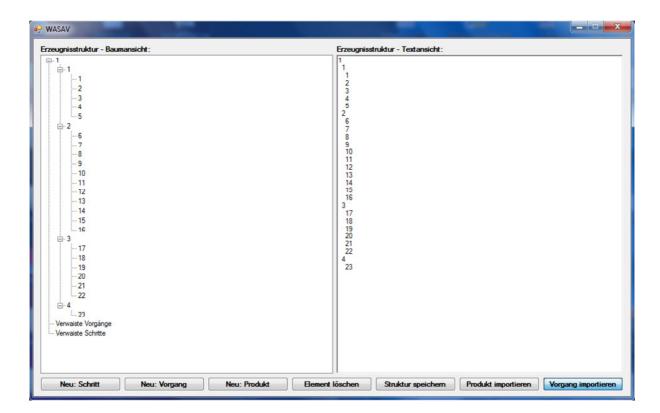


Abbildung 43: Vorgang in das System importieren

Durch einen Klick auf die Schaltfläche "Vorgang importieren" wird ein Dateiauswahlfenster angezeigt. Abschließend muss die beim Cortona3D-Export generierte Datei "Station_1.interactivity.xml" ausgewählt werden, um die Arbeitsanleitung in die Datenbank zu importieren. Es werden alle Schritte inkl. der angegebenen Details erstellt und die Erzeugnisstruktur (Textansicht der Erzeugnisstruktur) um die neuen Einträge ergänzt.

8. Schritt: Weitere Informationen und Fügeanimation anfügen

Die Schritte sind nun in das System importiert und sollen nun um weitere Informationen sowie die Fügeanimation ergänzt werden. Durch Doppelklick auf einen Schritt-Eintrag der Baumansicht (links) wird ein Fenster zur Eingabe weiterer Details geöffnet:

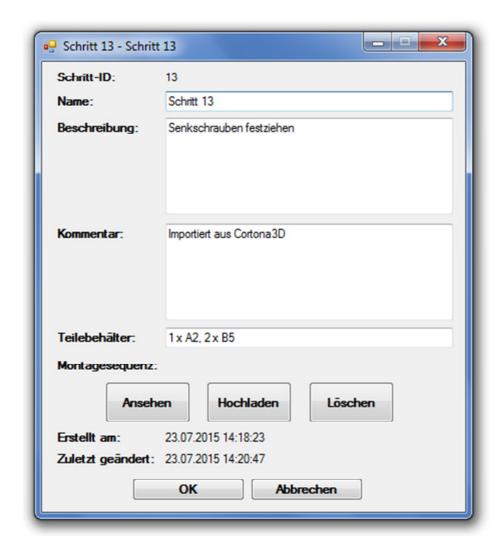


Abbildung 44: Eingabe weiterer Details, Hochladen der Fügeanimation

Cortona3D ermöglicht nicht die Eingabe der benötigten Teilebehälter. Diese Information kann hingegen an dieser Stelle nachgetragen werden. Weiters kann die zuvor für diesen Schritt erstellte Montagesequenz (Videodatei) zum Server hochgeladen werden.

9. Schritt: Update in App durchführen

Die Benutzeroberfläche bzw. App kann nun auf den Assistenzgeräten (Datenbrille, Tablet, ...) vom Werker gestartet werden. Um die neu erstellten Informationen zur Abarbeitung nutzen zu können, muss das jeweilige Gerät über die Update-Funktion aktualisiert werden. Dazu kann im Hauptmenü der Sprachbefehl "Update" genutzt werden.

10. Schritt: Abarbeitung durch Mitarbeiter

Das User Device des Benutzers ist nun auf dem neuesten Stand, die Abarbeitung der erstellten Vorgänge kann nun durchgeführt werden.

5.3 Evaluierung durch Benutzerbefragung

Fraunhofer Austria hat in Zusammenarbeit mit des ESB Business School der Universität Reutlingen einen Benutzerfragebogen zur Evaluierung von visuellen Assistenzsystemen entwickelt. Dieser ist an den "Leitfaden Usability" der deutschen Akkreditierungsstelle angelehnt. Der Benutzer beantwortet dabei einfache Fragen wie z.B. "Sind die Meldungen und Informationen des Systems für Sie immer verständlich?". Er oder sie kann dabei jeweils die Antwortmöglichkeiten "Ja", "Nein" oder "Frage trifft nicht zu" auswählen. Zusätzlich können weitere Informationen in Form ganzer Sätze angegeben werden. Wird die in der Frage beschriebene Eigenschaft des Assistenzsystems als sehr störend empfunden, besteht die Möglichkeit, dies durch ein Ankreuzen des Feldes "Ich empfinde dies als sehr störend" mitzuteilen.

Die Fragen sind dabei in folgende Kategorien eingeteilt:⁷⁸

- Aufgabenangemessenheit: "Ein visuelles Assistenzsystem ist aufgabenangemessen, wenn es zur Erledigung Ihrer konkreten Tätigkeit brauchbar ist. "Brauchbar" bedeutet, dass alle Tätigkeiten, die Sie erledigen müssen, vom visuellen Assistenzsystem unterstützt werden und Ihnen das System dabei wirklich eine informative Hilfe und kein nötiges Übel ist, das Ihre Arbeit in manchen Situationen eher erschwert oder umständlicher macht."
- Selbstbeschreibungsfähigkeit: "Ein visuelles Assistenzsystem ist selbstbeschreibungsfähig, wenn Sie jederzeit die erforderlichen Informationen und Meldungen erhalten, welche Sie an Ihrem Arbeitsplatz benötigen."
- Steuerbarkeit: "Ein visuelles Assistenzsystem ist steuerbar, wenn Sie bei erforderlichen Arbeitssituationen die visuelle Assistenzleistung (aufwandfrei) unterbrechen können und anschließend ohne Verlust der bis dahin erreichten Arbeitsergebnisse wieder aufnehmen können."
- Erwartungskonformität: "Ein visuelles Assistenzsystem ist erwartungskonform, wenn Sie bei der Arbeit mit dem durch das visuelle Assistenzsystem keine "Überraschungsmomente" erleben. Solche Momente können zum Beispiel sein, dass Sie unter Verwendung des visuellen Assistenzsystems Aufgaben nicht, wie Sie es gewohnt sind, ausführen können."
- Fehlertoleranz: "Ein visuelles Assistenzsystem ist fehlertolerant, wenn Sie Ihr Arbeitsergebnis trotz fehlerhafter Anwendung oder Bedienung entweder mit keinem oder mit minimalem Korrekturaufwand erreichen können. Außerdem sollte Sie das visuelle Assistenzsystem Sie darauf aufmerksam machen, wenn

-

⁷⁷ DAkkS, 2010, S. 170-189

⁷⁸ Hold; Ranz, Usability Fragebogen Version 0.1, 2015

- es einen Fehler bei der Anwendung oder Bedienung bemerkt, und Ihnen mögliche Korrekturhinweise zur richtigen Anwendung oder Bedienung liefern."
- Individualisierbarkeit: "Ein visuelles Assistenzsystem ist individualisierbar, wenn Sie Einstellungen des Systems vornehmen können, die an Ihre individuellen Bedürfnisse angepasst sind."
- Lernförderlichkeit: "Ein visuelles Assistenzsystem ist lernförderlich, wenn es Ihnen unter anderem ermöglicht, selbständig einfach mal "rumzuprobieren", ohne dass Sie Angst haben müssen, etwas "kaputt" zu machen."

Der letzte Teil des Evaluierungsbogens ist für individuelle Anmerkungen reserviert, z.B. weitere Kritik, Probleme und sonstige Mängel des Systems, welche während des Fragebogens keine Erwähnung gefunden haben. Ein blankes Exemplar des Fragebogens ist der Arbeit als Anhang beigefügt. Zur Evaluierung des entwickelten Montageassistenzsystems wird dieses von **fünf Studenten in der Fraunhofer Lernmontage** getestet und der Fragebogen ausgefüllt.

5.4 Auswertung der Benutzerbefragung

Die ausgefüllten Fragebögen der Teilnehmer ermöglichen die systematische Analyse der Stärken und Schwächen des bisherigen Systems. Ferner können durch schriftlich festgehaltenes Feedback der Benutzer Lösungen zur Beseitigung der bisherigen Schwächen erarbeitet werden. Eine übersichtliche Darstellung der erhobenen Antworten ist in der Tabelle Auswertung des Fragebogens "Visuelle Assistenzsysteme" ausgeführt, welche der Arbeit als Anhang beigefügt ist.

Frage 1 (Stellt das visuelle Assistenzsystem alle für Ihre Aufgabe benötigten Funktionen zur Unterstützung zur Verfügung?) wird von zwei von fünf Teilnehmern mit "Nein" beantwortet. Es besteht also ein Bedarf nach weiteren Funktionen des Montageassistenzsystems. Insbesondere eine automatische Fortschrittserkennung sowie die Anzeige des zu verwendenden Werkzeuges werden von den betreffenden Personen vorgeschlagen. Drei von fünf Teilnehmern geben an, dass Sie vom visuellen Assistenzsystem nicht ausreichend unterstützt werden, sofern Aufgaben durchzuführen sind, welche ungeplant oder einmalig sind. In der Regel werden für derartige Situationen keine Montagevideos bzw. Arbeitsanleitungen hinterlegt. Hier ist abzuwägen, ob es wirtschaftlich ist, jede mögliche Aufgabe auch tatsächlich im System abzubilden. Die Frage "Müssen Sie Eingaben oder Dialogschritte machen, die Sie stören oder Sie in der Ausführung Ihrer Tätigkeiten behindern?" wird von zwei von fünf Studenten positiv beantwortet. Aus den schriftlichen Antworten ist abzuleiten, dass das Identifizieren (QR-Code scannen) der aktuellen Arbeitsstation bzw. des durchzuführenden Vorgangs entfallen bzw. vereinfacht werden sollte. Stattdessen wird vorgeschlagen, eine automatische Vorgabe des Vorgangs durch das ERP-System zu realisieren. Die Frage "Erhalten Sie bei

fehlerhafter Anwendung oder Bedienung des visuellen Assistenzsystems Korrekturhinweise für eine korrekte Anwendung oder Bedienung?" wird lediglich in einem von fünf Fällen mit "Ja" beantwortet. Hieraus resultiert der Bedarf nach einer Funktion zur Qualitätssicherung. Die Mitarbeiter wollen bei fehlerhafter Anwendung darauf hingewiesen werden bzw. wünschen eine automatische Korrektur, sofern Aus den Antworten ist ferner abzuleiten. dass eine stärke möglich. Individualisierung von den Benutzern gewünscht wird. Die Fragen 25 ("Können Sie das visuelle Assistenzsystem so einstellen, dass Ihnen das Erkennen der richtigen Informationen leicht fällt?") sowie 26 ("Können Sie das visuelle Assistenzsystem so dass Sie die für Sie relevante Informationstiefe einstellen, Informationsdarstellung) erhalten?") eruieren, ob es dem Werker möglich ist, die Darstellung der Informationen bzw. deren Tiefe individuell anzupassen. Diese wurden jeweils in zwei von fünf Fällen mit "Nein" beantwortet.

5.5 Zusammenfassung

Folgende Vorteile, Stärken und USPs (Unique-Selling-Propositions) weist das entwickelte Montageassistenzsystem gegenüber bisherigen, fest installierten, Werkerassistenzsystemen auf:

- Der entwickelte Softwareprototyp ist sowohl mobil, als auch fest installiert verwendbar. Als Laufzeitumgebung wurde auf Grund der hohen Verbreitung bei Smart Devices das mobile Betriebssystem Android gewählt. Als User Devices sind daher eine Vielzahl an Datenbrillen, Tablets, Smartphones und Industrie-PCs möglich.
- Durch die mobile, arbeitsplatzunabhängige Variante können die **Investitionskosten** minimiert werden. Das User Device ist nicht mehr zwingend an den Arbeitsplatz gebunden sondern kann auf mobilen Geräten "mitgenommen" werden.
- Das System kann unabhängig von der umliegenden Systemlandschaft eingesetzt werden. Zur Erstellung der Daten muss kein spezifisches PLM-System im Unternehmen vorhanden sein.
- Eine einfache Version der Sprachsteuerung ist in das System integriert und kann verwendet werden. Der Mitarbeiter kann die Pilotversion des Montageassistenzsystems also auch ohne Zuhilfenahme der Hände bedienen.
- Eine **Messung der Zeiten** für Feedback, Benchmark und KVP-Potenzialanalyse ist möglich. Die gemessenen Daten können analysiert werden und Anstoß für zukünftige Optimierungen sein.

- Die User Devices melden die erfolgreiche Durchführung der einzelnen Arbeitsschritte an das System zurück, sodass eine Live-Verfolgung des **Produktionsfortschritts** möglich ist.
- Der Arbeitsvorbereitungs-Aufwand ist sehr gering gehalten, da nur die notwendigsten Daten eingegeben werden müssen. Es ist nicht zwingend erforderlich, 3D-CAD-Montagesequenzen zu erstellen, da alternativ auch die Arbeitsanweisung textlich eingeblendet werden kann.
- Die **Arbeitsanweisungen** können dem Mitarbeiter "**vorgelesen"** werden (Text-To-Speech), sodass bei einfachen Arbeitsschritten auf eine störende Datenbrille verzichtet werden kann.
- Gleiche Schritte und Vorgänge sind **mehrfach verwendbar**. Wird der gleiche Arbeitsschritt also in verschiedenen Produktvarianten durchgeführt, genügt es, lediglich die unterschiedlichen Arbeitsanweisungen neu zu erstellen.
- Eine Anwendung des Systems ist in Zukunft auch im **Consumer-Bereich** denkbar (Zusammenbauanleitung für Möbelstücke).
- Das System ist auf Grund der plattformübergreifenden Programmierung mit vielen **zukünftigen Innovationen** kombinierbar, z.B. Datenlinsen, Smartwatch-Integration, Neurosky, ...
- Als **Andon-System** ("Reißleine") verwendbar (in späteren Versionen).
- Die Benutzeroberfläche und die Instruktionen können **individuell an den Mitarbeiter** angepasst werden. Der Mitarbeiter kann damit selbst entscheiden, wie viele und welche Informationen er benötigt (in späteren Versionen).
- Ein **Interrupt-System** ermöglicht die Verbindung des zentralen Servers mit dem Automatisierungssystem der Anlage, sodass eine automatische Erkennung des Fortschritts möglich wird (in späteren Versionen).

Das entwickelte Werkerführungssystem weist allerdings auch **Nachteile und Schwächen** auf:

- Datenbrillen werden in der Regel als störend empfunden und schränken das Sichtfeld des Werkers ein.
- Die **Sprachsteuerung ist in der Pilotversion fehleranfällig** und noch nicht prozesssicher.
- Es fehlen **Funktionen** der automatischen Fortschrittserkennung, Qualitätssicherung sowie Individualisierung.
- Die Aufzeichnung der benötigten Zeiten könnte Mitarbeiter beunruhigen, es entsteht ein **Gefühl der Überwachung**. Diese Daten sollten nicht zur Leistungsbeurteilung herangezogen werden.
- Es sind noch kaum Studien zu den **gesundheitlichen Auswirkungen** von Datenbrillen vorhanden.

- Auch arbeitsrechtlich bleiben noch einige Fragen ungeklärt, z.B. ob eine Anwendung der Datenbrille acht Stunden täglich rechtlich in Ordnung ist.
- Die aktuelle Hardware kann noch nicht nachweisen, in der industriellen Umgebung auf Dauer einsatzfähig zu bleiben, z.B. wegen Staub oder Verschmutzung.

Das entwickelte visuelle Werkerführungssystem zeichnet sich insbesondere durch die mobile und arbeitsplatzunabhängige Anwendbarkeit aus. Es ist weiters unabhängig von vorhandenen PLM-Lösungen, da die Arbeitsdaten direkt eingegeben werden können und als Montageanimation gängige MPG-Video-Dateien verwendet werden. Bei der Entwicklung des Systems wurde darauf geachtet, den Aufwand für die Erstellung dieser Daten möglichst gering zu halten. Eine Anwendung im Consumer Bereich, z.B. für Montageanleitungen von Möbel, ist ebenso einfach umsetzbar. Allerdings erfüllt die Sprachsteuerung des Prototyps noch die Anforderungen Fertigungsumfelds, nicht eines da beispielsweise Hintergrundgeräusche eine fehlerfreie Erkennung erschweren.

6 Kritische Würdigung und Ausblick

6.1 Kritische Würdigung der Arbeit

Das entwickelte Werkerführungssystem erfüllt einen Großteil der identifizierten Anforderungen sehr gut. Es kann für eine Vielzahl an Montagetätigkeiten verwendet werden, ist **aufgabenangemessen**, **flexibel** und, sofern als User Device Tablets oder Datenbrillen verwendet werden, **mobil** und nicht arbeitsplatzabhängig. Die Anweisungen sind verständlich und die Steuerbarkeit durch Touchbedienung oder Sprachsteuerung einfach gehalten. Das System ist insofern tolerant gegenüber Bedienungsfehlern, als es die Wiederholung eines Arbeitsschritts zu jedem Zeitpunkt erlaubt. Ferner ist der Aufwand für die Arbeitsvorbereitung gering und die Abarbeitung von Aufträgen auch im Falle eines Netzwerkfehlers möglich.

Der entwickelte Prototyp ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht individuell an den Benutzer anpassbar. Diese Schwäche kann aber **in Folgeversion durch ein Update** ausgeglichen werden. Die Anforderung "Qualitätssicherung" wird von der entwickelten Pilotversion noch nicht unterstützt. Eine Anbindung an das Automatisierungssystem und eine damit realisierbare Kommunikation mit Mess-, Prüf- und Überwachungssysteme ist allerdings geplant.

Ursprünglich sollte das entwickelte Werkerführungssystem auf Datenbrillen ausgeführt werden. Dagegen sprechen allerdings **Usability-Studien** zu Head-Mounted-Displays, welche unterstellen, dass diese auf Grund der Beeinträchtigung des Mitarbeiters keine Steigerung der Produktivität nach sich ziehen.⁷⁹ Die vorliegende Pilotversion kann allerdings ebenso auf mobilen Tablets oder Industrie-PCs eingesetzt werden.

6.2 Ausblick

Aus der Evaluierung mittels Fragebogen ist ersichtlich, dass die Weiterentwicklung der Steuerbarkeit des Systems priorisiert werden sollte. Eine verbesserte Sprachoder Gestensteuerung, automatische Fortschrittserkennung oder der Abkehr von störenden Datenbrillen sind hier zu nennen. Das System sollte ferner individuell an den Benutzer anpassbar sein und eine automatische Qualitätssicherung bieten. Im folgenden Teil werden drei mögliche zukünftige Entwicklungen beschrieben.

6.2.1 Sprachsteuerung optimieren

Die Benutzeroberflächen-App soll im späteren Betrieb ausschließlich durch Sprachsteuerung steuerbar sein. Dabei ist es wichtig, dass diese **prozesssicher**

⁷⁹ Wille, 2013, S.25

funktioniert. Der Werker muss sich darauf verlassen können, dass seine ausgesprochenen Befehle **fehlerfrei und ohne Verlust** erkannt werden. Die Anzahl der *False-Positive-Erkennungen* muss ebenso auf null minimiert werden.

Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, muss die aktuell vorliegende Version der Pilotanwendung schrittweise verbessert werden. Zusätzlich verbessert sich auch die zur Sprachsteuerung verwendete Softwarelösung (Pocketsphinx) stetig.

Es werden zwei Konzepte aufgezeigt, wie die oben genannten Ziele in absehbarer Zeit erreicht werden können:

Zwei verschiedene Sprachsteuerungen parallel:

Zum aktuellen Zeitpunkt (Oktober 2015) existieren lediglich zwei verlässliche Softwarepakete zur Sprachsteuerung in deutscher Sprache für das Betriebssystem Android:

- Pocketsphinx⁸⁰
- Google Voice Recognition⁸¹

In der Pilotanwendung wird lediglich Pocketsphinx verwendet. Diese Softwarelösung zerlegt die entsprechenden textlichen Schlüsselwörter in Ihre **Phoneme** und vergleicht die aufgenommene, gesprochene Tonspur mit diesen. Tritt eine Übereinstimmung auf, gilt das Wort als erkannt und die entsprechende Funktion wird ausgeführt.

Google Voice Recognition versucht hingegen, die gesprochenen Wörter direkt als **Text** rück-zu-übersetzen. Dies ist mit einigen Nachteilen verbunden, unter anderem:

- In der Regel werden mehrere, ähnliche Wörter als Resultat zurückgegeben, z.B. "bit" und "beat"
- Die Erkennung benötigt etwas länger (ca. 2-3 Sekunden mehr als Pocketsphinx)
- Die Offline-Spracherkennung von Google ist etwas ungenauer als die Onlineversion

Eine mögliche Lösung, um die Spracherkennung etwas prozesssicherer zu machen, ist die **Verwendung beider Services gleichzeitig**. Dabei wird beispielsweise das Ergebnis von Pocketsphinx mit dem Resultat der Google Voice Recognition verglichen bzw. geprüft. Ein mögliches Problem kann hierbei allerdings die unterschiedliche nötige Zeit zur Erkennung der Wörter sein, sodass die

_

⁸⁰ Vgl. http://cmusphinx.sourceforge.net/ (Gelesen am 24.08.2015)

⁸¹ Vgl. http://developer.android.com/reference/android/speech/SpeechRecognizer.html (Gelesen am 24.08.2015)

entsprechende Aktion erst ausgeführt werden kann, wenn beide Varianten ein Resultat liefern.

Eine an den Benutzer angepasste Sprachsteuerung:

Eine weitere Verbesserungsmöglichkeit ist, auf fremde Dienste vollständig zu verzichten und eine an den Benutzer angepasste Sprachsteuerung zu entwickeln, welche folgendermaßen funktionieren kann: Der Benutzer erzeugt eine Sprachaufnahme für jede auszuführende Aktion. Diese Aufnahmen werden **auf dem Server gespeichert** und dem Benutzer eindeutig zugeordnet. Möchte der Arbeiter nun mit einem Gerät arbeiten, identifiziert er sich durch Benutzername und Passwort oder alternativ durch Scan seines Mitarbeiterausweises. Die Sprachaufnahmen werden vom Server auf das User Device heruntergeladen.

Beim Sprechen wird die Aufnahme gestartet und mit den kurzen hinterlegten Lernaufnahmen verglichen. Wird ein entsprechendes Lernwort gesprochen, wird die damit verbundene Aktion ausgeführt. Diese Lösung erfordert ein detailliertes Beschäftigen mit dem Thema Audioanalyse und sollte in Zusammenarbeit mit anderen Fraunhofer Instituten entwickelt werden, um die notwendige Expertise aufbringen zu können. Möglicher Partner wäre z.B. das deutsche Fraunhofer Institut IAIS.⁸²

6.2.2 Kopplung mit Smartwatch

Moderne (Android-) Smartwatches ermöglichen die Kopplung mit anderen Bluetoothoder WLAN-fähigen Geräten, z.B. Smartphones, Datenbrillen oder Tablets. Eine für die Smartwatch angepasste App kann eine Verbindung mit der Datenbrille des Werkers herstellen und Informationen übertragen. Neben der Anzeige von **Daten und Statistiken** auf der Smartwatch kann das **Touchdisplay** auch zum Steuern des Montageassistenzsystems genutzt werden. Beispielsweise können derartige Wischgesten für die Befehle "Weiter", "Zurück" oder "Beenden" genutzt werden.



Abbildung 45: Android Smartwatch, Quelle: att.net

⁸² Vgl. http://www.iais.fraunhofer.de/mmprec.html (Gelesen am 25.08.2015)

6.2.3 Zukünftige Entwicklungen

Datenlinsen:

Ingenieure der **Universität Washington** arbeiten seit einigen Jahren an Datenlinsen, welche es dem Träger ermöglichen, die Informationen des Montageassistenzsystems direkt "im Auge" einzublenden. Das von der Kontaktlinse generierte Bild ist beim Durchsehen direkt sichtbar, es kann also zu keinen Parallaxen kommen, wie es beispielsweise bei einem leicht schiefen Aufsetzen der Datenbrille Vuzix M100 auftreten kann. Die Entwicklungen befinden sich noch in den Kinderschuhen. Eine große Herausforderung stellt das Dotieren der Kontaktlinsen mit Leiterbahnen und elektronischen Komponenten dar, da *konventionelle elektronische Materialien* bei direkter Berührung **schädlich für das Auge** sind.

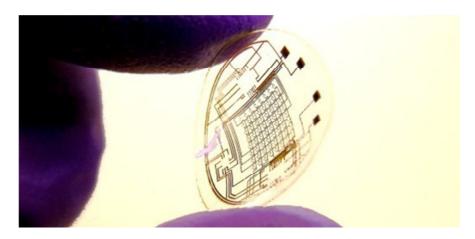


Abbildung 46: Datenlinse, Quelle: University of Washington

Die Forscher hoffen, die Datenlinsen in Zukunft durch eine Kombination von Funkübertragung und Solarzellen mit Energie versorgen zu können. Ein stark funktionseingeschränkter Prototyp mit wenigen Pixeln Anzeigefläche ist bereits vorhanden, eine Marktreife in den kommenden Jahren ist hingegen nicht zu erwarten. Als mögliche Alternative zu sperrigen Datenbrillen soll diese Möglichkeit aber erwähnt werden.⁸³

Steuerung durch "Gedankenlesen":

Das US-amerikanische Unternehmen **Neurosky Inc.** entwickelt und produziert Geräte für den Konsumentenmarkt, die es ermöglichen, in einer sehr einfachen Form Gedanken lesen zu können. Das entwickelte Gadget namens *Mindwave* erinnert stark an ein herkömmliches Headset. Durch zwei am Kopf anliegenden Elektroden ist es möglich, einfache Gehirnströme zu messen.

⁸³ Vgl. http://www.engr.washington.edu/facresearch/highlights/ee contactlens.html (Gelesen am 16.08.2015)



Abbildung 47: Neurosky Mindwave, Quelle: mikeshouts.com

Das tatsächliche Lesen von Gedanken ist damit (noch) nicht möglich, jedoch kann Mindwave messen, ob der Träger z.B. gerade konzentriert ist oder ob er an etwas Positives oder Negatives denkt. Das Gerät ist bereits seit einigen Jahren am Konsumentenmarkt vorhanden und zu einem Preis von ca. 150€ erwerbbar. Es erlaubt die Kontrolle von Apps und einfacher Funktionen per Gedanken und erhält in der Spiele- und Unterhaltungsindustrie immer mehr Verwendung.⁸⁴

Die App MindRDR verknüpft eine Google Glass Datenbrille mit dem Mindwave-Headset und erlaubt damit, durch Konzentration der Gedanken ein Foto zu machen und auf Facebook oder Twitter zu teilen - ohne physische Interaktion.85 86

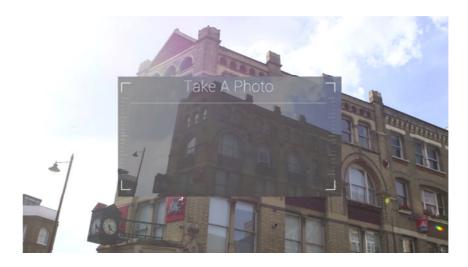


Abbildung 48: Benutzeroberfläche von MindRDR, Quelle: techcrunch.com

⁸⁴ Vgl. http://store.neurosky.com/collections/eeg-headsets (Gelesen am 16.08.2015)

⁸⁵ Vgl. http://techcrunch.com/2014/07/09/forget-ok-glass-mindrdr-is-a-new-google-glass-app-that-youcontrol-with-your-thoughts/ (Gelesen am 16.08.2015)

Vgl. http://mindrdr.thisplace.com/static/index.html (Gelesen am 16.08.2015)

94 Literaturverzeichnis

7 Literaturverzeichnis

[1] Bliem-Ritz, D.: Wearable Computing. Benutzerschnittstellen zum Anziehen, Hamburg Disserta Verlag, 2014, ISBN: 978-3-95425-794-2

- [2] Brandl P.: Präsentation "Digitale Assistenzsysteme" 21.04.2015, Evolaris, 2015
- [3] Buhrtz Tom, Letellier Julien: Forschungsprojekt "Möglichkeiten und Grenzen beim Einsatz von Robotern in Museen zur Besucherinformation", Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin Fachbereich Wirtschaftswissenschaften II, 2012
- [4] Deutsche Akkreditierungsstelle: Leitfaden Usability, Version 1.3, 2010
- [5] Fraunhofer IPA: Strukturstudie "Industrie 4.0 für Baden-Württemberg", Fraunhofer IPA, Ministerium für Finanzen und Wirtschaft Baden-Württemberg, 2014
- [6] Gerner J., Naramore E., Owens M., Warden M.: Professional LAMP: Linux, Apache, MySQL and PHP5 Web Development, Wiley Publishing, Inc., 2006, ISBN: 978-0-7645-9723-7
- [7] Hanser E., Agile Prozesse: Von XP über Scrum bis MAP, Springer, 2010, ISBN: 978-3-642-12312-2
- [8] Hold P., Ranz F., Hummel V., Sihn W.: Durchblick im Variantendschungel, Fachartikel in WING Business 2/15, 2015, ISSN: 0256-7830, S. 22-27
- [9] Hold P., Ranz F.: Bewertung und Selektion elektronischer (visueller) Werkerassistenzsysteme, Fraunhofer Austria, 2015
- [10] Hold P., Ranz F.: Usability Fragebogen Version 0.1, Fraunhofer Austria, 2015
- [11] Lemke, K.: Entwicklung flexibel erstellbarer, universell verständlicher visueller Arbeitsanweisungen aus 3-D-Konstruktionsdaten für Montagelinien, Dissertation, Hochschule für Bildende Künste Braunschweig, Deutschland, 2005
- [12] Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH FFG: Broschüre Produktion der Zukunft, Forschung und Technologieentwicklung für eine innovative Sachgüterproduktion, Bundesministerium für Verkehr, Innovation

Literaturverzeichnis 95

- und Technologie, 2015
- [13] Royce W.W.: Managing The Development of Large Software Systems: Concepts and Techniques, IEEE Computer Society Press Los Alamitos, CA, USA, 1987, ISBN: 0-89791-216-0
- [14] Spath, Dieter: Produktionsarbeit der Zukunft Industrie 4.0, Fraunhofer IAO, 2013, ISBN: 978-3-8396-0570-7
- [15] Stephanidis C.: HCI International 2015 Posters' Extended Abstracts, Springer Verlag, 2015, ISBN: 978-3-319-21379-8
- [16] Syska A.: Produktionsmanagement, Das A-Z wichtiger Methoden und Konzepte für die Produktion von heute, 1. Auflage, Gabler Verlag, 2006, ISBN: 978-3-8349-0235-1
- [17] Theel S., Kommissionierung im 21. Jahrhundert Von Pick-by-Voice bis RFID, Hamburg, Diplomica Verlag GmbH, 2015
- [18] Verein Deutscher Ingenieure, VDI 2860: Montage- und Handhabungstechnik; Handhabungsfunktionen, Handhabungseinrichtungen; Begriffe, Definitionen, Symbole, Berlin Beuth, 1990
- [19] Verein Deutscher Ingenieure, VDI 3694: Lastenheft/Pflichtenheft für den Einsatz von Automatisierungssystemen, Berlin Beuth, 2014
- [20] Wiesbeck M., Dissertation, Struktur zur Repräsentation von Montagesequenzen für die situationsorientierte Werkerführung, Lehrstuhl für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik am Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (iwb), 2014
- [21] Wille M., Grauen B.: Head-Mounted Displays Beanspruchung im Langzeiteinsatz. Vortrag 3. Expertenworkshop Datenbrillen, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, 2013
- [22] Wyeld T., Calder P., Shen H.: Computer-Human Interaction, Springer Verlag, 2015, ISBN: 978-3-319-16939-2

96 Onlineliteratur

8 Onlineliteratur

[1]	Gelesen am 25.07.2015:		
	http://www.plm.automation.siemens.com/de	at/products/tecnomatix/manufactu	
	ing-planning/work-instructions/		

- [2] Gelesen am 25.07.2015: http://www.computer-aided-works.de/index.php?article_id=28
- [3] Gelesen am 25.07.2015: http://www.schnaithmann.de/news/news-uebersicht/montage-assistenzsystem/
- [4] Gelesen am 25.07.2015: http://www.ipa.fraunhofer.de/gruenes-licht-fuer-montage.html
- [5] Gelesen am 26.08.2015: http://www.cortona3d.com/de/rapidauthor
- [6] Gelesen am 17.07.2015:
 http://www.vuzix.com/wp-content/uploads/docs/ support/Manuals/425PB0001-01 Quick Start Guide US M100.pdf
- [7] Gelesen am 17.07.2015: https://www.thalmic.com/myo/
- [8] Gelesen am 24.08.2015: http://cmusphinx.sourceforge.net/
- [9] Gelesen am 24.08.2015: http://developer.android.com/reference/android/speech/SpeechRecognizer.html
- [10] Gelesen am 22.07.2015:
 http://www.ssi-schaefer.at/foerder-und-kommissioniersysteme/manuelle-kommissionierung/pick-by-light.html
- [11] Gelesen am 25.07.2015: http://www.mmit.at/preisschilder
- [12] Gelesen am 25.07.2015: http://www.fml.mw.tum.de/fml/index.php?Set_ID=258

Onlineliteratur 97

[13]	Gelesen am 16.08.2015: http://www.engr.washington.edu/facresearch/highlights/ee contactlens.html
[14]	
[4 =1	http://www.spektrum.de/lexikon/psychologie/elektroenzephalographie/3968
[15]	Gelesen am 16.08.2015: http://www.spektrum.de/lexikon/physik/elektromyographie/4066
[16]	Gelesen am 16.08.2015: http://store.neurosky.com/collections/eeg-headsets
[17]	Gelesen am 16.08.2015: http://techcrunch.com/2014/07/09/forget-ok-glass-mindrdr-is-a-new-google-glass-app-that-you-control-with-your-thoughts/
[18]	Gelesen am 16.08.2015: http://mindrdr.thisplace.com/static/index.html
[19]	Gelesen am 07.08.2015: http://goqr.me/de/
[20]	Gelesen am 07.08.2015: http://httpd.apache.org/
[21]	Gelesen am 09.08.2015: https://filezilla-project.org/
[22]	Gelesen am 09.08.2015: https://www.raspberrypi.org/products/model-b-plus/
[23]	Gelesen am 22.07.2015: http://developer.android.com/reference/android/speech/SpeechRecognizer.html
[24]	Gelesen am 25.08.2015: http://www.iais.fraunhofer.de/mmprec.html
[25]	Gelesen am 11.08.2015: http://www.itwissen.info/definition/lexikon/Datenhandschuh-data-glove.html
[26]	Gelesen am 26.08.2015: http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/-2080945382/industrie-4-0-v1.html

98 Onlineliteratur

http://www.evolaris.net/de/project/assist-4-0/

[28] Gelesen am 26.08.2015:

https://www.bundestag.de/blob/192512/cfa9e76cdcf46f34a941298efa7e85c9/internet_der_dinge-data.pdf

[29] Gelesen am 26.08.2015:

http://www.ubimax.de/index.php/de/news/publications/item/67-wettbewerbsvorteil-hmd

[30] Gelesen am 10.08.2015:

http://www.cortona3d.com/system/files/146/original/creating-configuration-flv.flv?1346326157

[31] Gelesen am 10.08.2015:

http://www.parallelgraphics.com/products/moviemaker/

[32] Gelesen am 10.08.2015:

 $\frac{https://www.dvdvideosoft.com/de/products/dvd/Free-Video-Dub.htm\#.VdT925evTaw}{}$

[33] Gelesen am 30.08.2015:

http://www.ubimax.de/index.php/de/news/press-releases/item/178-kommissionierung-werkerfuehrung-und-qualitaetssicherung-mit-datenbrillen-ubimax-stellt-xpick-und-xmake-auf-der-cemat-vor

[34] Gelesen am 30.08.2015:

http://www.profactor.at/index.php?id=911

[35] Gelesen am 22.09.2015:

http://www.iml.fraunhofer.de/content/dam/iml/de/documents/OE%20110/Folder%20OE%20110/Fraunhofer%20IML%20Flyer%20SmartDevices.pdf

[36] Gelesen am 22.09.2015:

http://www.weconect.com/cms/media/uploads/events/1400/dokumente/Trebing +Himstedt Variantenreiche Fertigung.pdf

[37] Gelesen am 19.10.2015:

http://www.cortona3d.com/de/product-tutorials

Anhang 99

9 Anhang

Folgende Dokumente sind der Arbeit als Anhang angefügt:

• Übersichtskarte: Diese Karte gibt einen Überblick über das System und die einzelnen Komponenten (Grafik aus Microsoft-Visio, A4-Format).

- **Datenstruktur:** Eine grafische Veranschaulichung der Datenstruktur des Montageassistenzsystems (Schritt, Vorgang, Produkt) im A4-Format.
- **Mindmap:** Mindmap aus der Konzeptentwicklungsphase. Diese enthält weitere Denkansätze zum Ausbau des Montageassistenzsystems (A4-Format).
- Blanker Usability-Fragebogen: Fragebogen zur persönlichen Einschätzung von visuellen Assistenzsystemen, Dip.-Wirtsch.-Ing. Philipp Hold, Fabian Ranz, M. Sc. (Version 0.1).
- Ausgefüllte Usability-Fragebögen: Der Fragebogen wurde von fünf Studenten im Zuge der Evaluierung des entwickelten Montageführungssystems ausgefüllt. Die ausgefüllten Fragebögen sind der Arbeit beigefügt.
- Auswertung der Benutzerbefragung: Stellt die Ergebnisse der Benutzerbefragung übersichtlich in tabellarischer Form dar.
- Zeitaufschrieb: Enthält die aufgeschlüsselten Arbeitszeiten dieser Diplomarbeit.

10 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Vereinfachtes Phasenmodell nach Hanser, Quelle: Hanser	. 12
Abbildung 2: Vuzix M100: Buttons (schwarz), Quelle: Vuzix	. 20
Abbildung 3: Kontroller der Epson Moverio BT200, Quelle: Epson	. 21
Abbildung 4: Vuzix Smartglass Manager, Touch- und Tastatureingabe	. 21
Abbildung 5: Einfache Gestenerkennung der Vuzix M10, Quelle: Vuzix	. 22
Abbildung 6: Myo-Armband, Gestensteuerung, Quelle: dominatingdesigns.com	. 23
Abbildung 7: Bilder in Werkerführungssysteme einblenden	. 26
Abbildung 8: Behälterfach in Werkerführungssystem angeben	. 27
Abbildung 9: Pick-By-Light-Anzeige mit Stückzahl, Quelle: build2light.com	. 28
Abbildung 10: Moderne ePaper-Preisschilder, Quelle: mmit.at	. 28
Abbildung 11: Pick-By-Vision-Lösung xPick, Quelle: Ubimax GmbH	. 29
Abbildung 12: Siemens Electronic Work Instructions, Quelle: Siemens AG	. 33
Abbildung 13: Arbeitsplatz mit Assistenzsystem, Quelle: computer-aided-works.de	35
Abbildung 14: Arbeitsplatz mit Werkerassistenzsystem, Quelle: Schnaithmann	. 37
Abbildung 15: Ubimax xMake	. 39
Abbildung 16: Evolaris Next Level GmbH	. 40
Abbildung 17: Profactor	. 41
Abbildung 18: Übersichtskarte über das Montageassistenzsystem	. 47
Abbildung 19: Konzept der Datenstruktur	. 49
Abbildung 20: Benutzeroberfläche - Hauptmenü	. 54
Abbildung 21: Benutzeroberfläche - Updatefunktion	. 55
Abbildung 22: Benutzeroberfläche - Update abgeschlossen	. 56
Abbildung 23: QR-Code mit Wert fha_5	. 57
Abbildung 24: Benutzeroberfläche - QR-Code-Scanner	. 58
Abbildung 25: Benutzeroberfläche - Abarbeitung	. 59
Abbildung 26: Benutzeroberfläche - Alternativtext	. 60
Abbildung 27: Benutzeroberfläche - Vorgang abgeschlossen	. 61
Abbildung 28: Überblick LAMP-Webserver-System, Quelle: Karsten Adam	und
openclipart.org	. 63
Abbildung 29: Benutzeroberfläche des FTP-Clients Filezilla	. 65
Abbildung 30: Raspberry Pi Modell B+, Quelle: cnet.com	. 66
Abbildung 31: Arbeitsvorbereitung - Hauptfenster	. 67
Abbildung 32: Arbeitsvorbereitung - Produkt editieren	. 70
Abbildung 33: Arbeitsvorbereitung - Vorgang editieren	. 71
Abbildung 34: Arbeitsvorbereitung - Schritt editieren	. 72
Abbildung 35: Arbeitsvorbereitung - Importfunktion	. 74
Abbildung 36: Fraunhofer Lernmontage, Quelle: Fraunhofer Austria	
Abbildung 37: Vorrichtung zur Prozessoptimierung, Quelle: Fraunhofer Austria	. 77

Abbildung 38: Cortona3D – Workspace anlegen	78
Abbildung 39: Cortona3D – Neues Projekt erstellen	79
Abbildung 40: Cortona3D – Schaltflächen zum Einblenden des 3D-Modells	80
Abbildung 41: Cortona3D – Exportieren der Arbeitsunterlagen	80
Abbildung 42: Cortona Movie Maker	81
Abbildung 43: Vorgang in das System importieren	82
Abbildung 44: Eingabe weiterer Details, Hochladen der Fügeanimation	83
Abbildung 45: Android Smartwatch, Quelle: att.net	91
Abbildung 46: Datenlinse, Quelle: University of Washington	92
Abbildung 47: Neurosky Mindwave, Quelle: mikeshouts.com	93
Abbildung 48: Benutzeroberfläche von MindRDR, Quelle: techcrunch.com	93

Tabellenverzeichnis

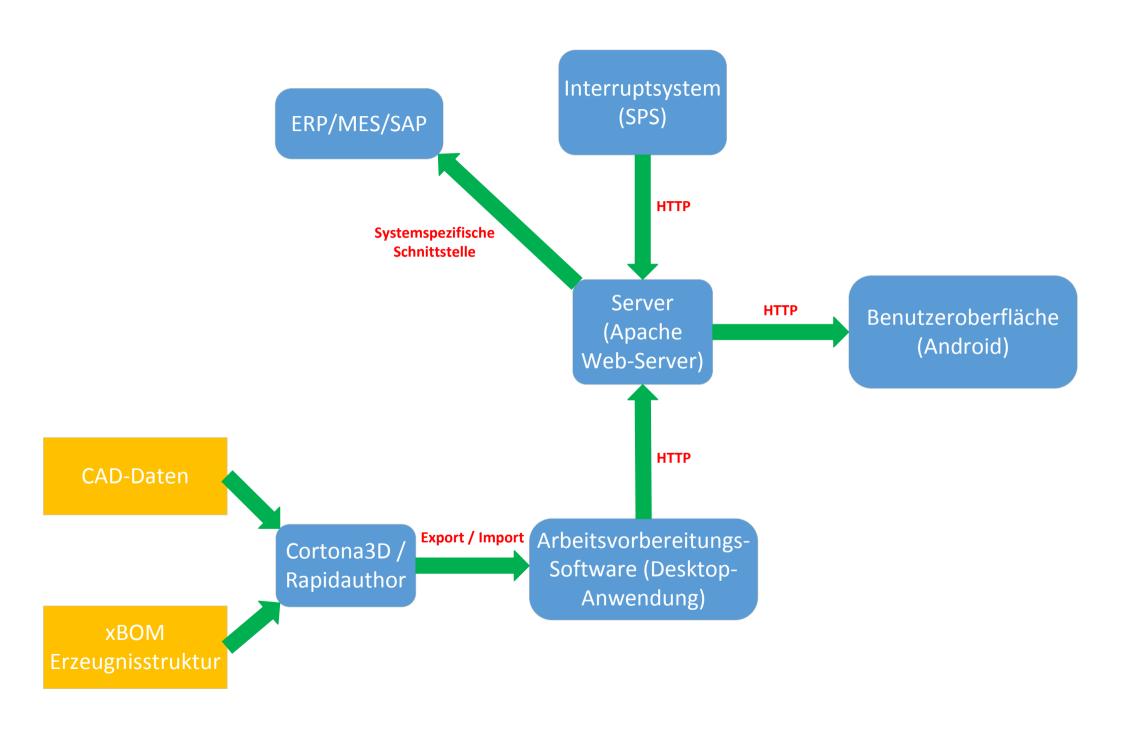
11 Tabellenverzeichnis

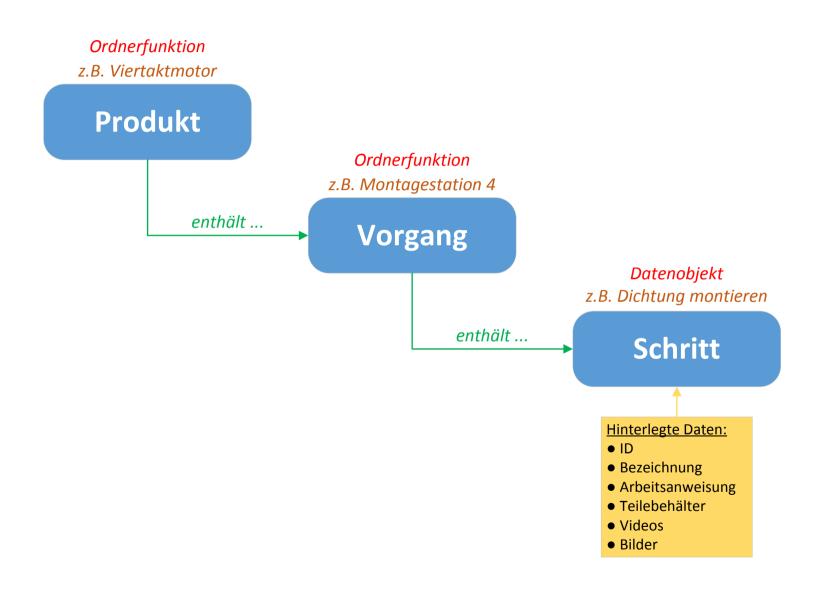
Tabelle 1: Methodischen Vorgehensweise	10
Tabelle 2: Untersuchte visuelle Werkerführungssysteme	32
Tabelle 3: Systeme und Anforderungen	42
Tabelle 4: Abkürzungsverzeichnis	103

12 Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
d.h.	das heißt
€	Euro
etc.	et cetera
exkl.	exklusive
i.d.R	in der Regel
inkl.	Inklusive
lt.	laut
Min.	Minuten
o.g.	oben genannt
Sek.	Sekunden
Std.	Stunden
Stk.	Stück
tlw.	teilweise
u.a.	unter anderem
vgl.	vergleiche
z.B.	zum Beispiel
max.	maximal
min.	minimal
sh.	siehe
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
IoT	Internet of Things, Internet der Dinge
AV	Arbeitsvorbereitung
PLM	Product-Lifecycle-Management
VOIP	Voice-Over-IP

Tabelle 4: Abkürzungsverzeichnis





Lernmontage
- Haben auch andere
Lernmontage-Betreiber Interesse
daran? (Stuttgart, RWTH Aachen, ...)
- Studenten / Workshopteilnehmer

sehen es - Testen von

Anwendungsfreundlichkeit
 Ist interessant, gibt Einblick ir
 Produktion der Zukunft (PdZ20)

Privater Rereich

- Gartenhaus
- Pool aufbauer

 Dusch/Bad-Amaturen
 Allgemein "Tutorials"? ->
 Verbinden mit Youtube/Youre

Mögliche Einwände
- Zu modern, Arbeiter nehmen es nicht an (aber: wir Menschen entwickeln uns nunmal kontinuierlich

- i) Ieranfällig (aber: Prozesssicherheit kann stark

- erhöht werden)
 Nach 1-2 Tagen hat man den Arbeitsablauf sowieso
 drin (aber ist für die Zukunft mit großer
 Varianterwieffalt)
 Messen von Zeiten bedeutet: Arbeiter unter Druck
 setzen (aber Zeiten messen wind immer öfter
 gemacht, ist für Wettbewerbsfähigkeit für UN
 wichtig)
 Praktisch vit. noch nicht 100% einsetzbar, aber in
 spätestens 10 Jahren Standard in der
 Variantenproduktion?

- Private Vorteile Arbeiter
 Uhrzeit durchsagen

- Nachrichten durchsagen?
- Kopplung mit Handy Spagat zw. MA-Motivation und
- Spagat zw. MA-Motivation und Ablenkung! Nicht weil Chef es vorschreibt, sondern eigener Antrieb! MA müssen sich "fast darum streiten" Sollen die MA überhaupt Internet auf den Datenbrillen haben oder nur internes Netzwerk? In Pausen privat nutzbar? Konsum anregen dadurch?

Datenbrille als virtueller Assistant

- Eigene Durchschnitts-Zeiten ansenen, davo lernen, wo kann man sich noch verbessern Anzeige mit Ampel (aber kontinuierlicher Übergang der Farben) ob man gerade

Personifizieren

- m in 1. Version Login-System in 1. Version
 Später MA-Ausweis-Scan,
- Stimmenerkennung, etc. Mit FB bzw. anderen soz. Netzwerken verknüpfen?
- Oberfläche anpassbar
- Schritte ausblendbar

Allgemeine Hinweise

- Hinweise zu allen nötigen Werkzeugen und Bauteilen
- Vorbereitungsarbeiten

- Einschränkungen 1. Version DA
- Dokumentation erforderlich?
- Zeiten aufzeichnen aber nicht grafisch darstellen (nur in DB drin) RaspberryPi

Offene Fragen

- VRML stückelbar? Parts
- xPick nutzen? Kombinierbar? Spracherkennung prozesssicher?

- Vollflexibles
- Produktionsprogramm?
- OBC für Nivellierung Wie für Arbeiter dieses System zu
- einem MUSS machen?

- Vormontage siehe Fürst Sägeringe auf Bolzen Einbindung von FhA mehr in FhG-Initiativen zu AR, Datenbrillen, PdZ, etc.

Dateien

Karte / Map

Sonstige Notizen

Anwendungen

Vorteile / USPs

Vorteile / USPs

- Datenbrille (mobil) oder Tablet (eher statisch) möglich

- Sprachsteuerung möglich ->
Werker hat freie Hände

- Analyse der Zeiten & KVP

Rückmeldung der Arbeitsschritte

Kaum AV-Aufwand, hestehende Software (Cortona3D)
- Aufteilung der Arbeitsschritte auf MA -> Heijunka

Werkerassistenzsystemen)
- Text-To-Speech (Durchsagen):
Textanweisung vorlesen,
Andon-Infos (Performance

An Werker anpassbar ->

- Interrupt-System (CAW) einbindbar + QS (bei Fehlerr

- Möbelhersteller (IKFA

Anwendungsschicht

- Datenbrille/Tablet/Smartwatch
- rowser?) Möglichst benutzerfreundlich

Einstellungen

QR Code am Handgelenk scannen
 RFID Chip an Handgelenk scannen
 Lichtsensor/Kamera
 verdunkeln/zuhalten
 Tippen auf Sensor am Körper oder
 Werkstückträger
 Erkennen von Gesichtsausdrücken?

Manuelle Steuerung - Buttons am Gerät

- Buttons am Gerät
- Sprachsteuerung durch textliche
Erkennung
- Sprachsteuerung durch
Frequenzerkennung zb Werker sag
markanten Ton ("Biep")
- Myo Amband Geisten
- Leap Motion - Steuerung durch
Kamera von oben
- Smartwatch gekoppelt, Touch
- Daß Orientierung - z.B. Kreis
zeichnen

QR Code am Handgelenk s

- erkennt? Google Umgebungsradar Datenhandschuh

- Joystick

- Elemente visual

 Hintergrund (Video, Bild, Text)

 Behälterfach (links oben)

 Zusatzdokumente (rechts oben)

 Fortschritt (rechts unten)

 Bilder über Video legen (am Anfang
- nur maximal 3 möglich)
 Video/Bild und Text, Splitscreen
 (%-Anteile einstellbar)

- AV-Aufwand

- ausdetailieren
 Videos erstellen
 Alles zuordnen (Videos, Interrupt-System)
 Produkte, Vorgänge, Schritte

- zuordnen

 Alles auf Anwendungsschicht
 runterladen

 Es geht immer mehr in Richtung
 PLM, dieser Extraaufwand wird

- Datenherkunft
- Manuell eingeben
 Importieren aus Cortona3D
 Importieren von bestehendem
 System (Schnittstelle muss für jeden
 Kunden entwickelt werden)

Interrupts
- Schrauber Drehmoment erreicht
- Näherungsschalter Entnahmeboxen
- Optische Erkennung
- Zukunft: Intelligente Materialien und
Chips? - OR REID Mikro
- Starre Vorgabe nach Taktzeit
(durchschr. Dauer der Vorgänge fix)

AV-Software

Plattformunabhängig), sofern möglich Import-Funktion
Zuordnen der Schritte zu Gruppen

- Server zentral
- Raspberry Pi verwenden! (also Linux), mit Tightvncserver Raspberry Pi: Dadurch Energieeffizienz reinbringen

Immer mehr HTML 5. etc. - Gleiche Videos verwendbar, z.B. wenn einmal M6 & einmal M10 zu verbauen

- In Server integriert (also Java) Mit SPS verbunden (schickt bei positiver Flanke Nachricht in
- Server schickt dies an Datenbrille

- Technische Hürden
- Spracherkennung prozesssicher
- SPS Anbindung
 Oberfläche zum Schritte zuordnen (wie Buycraft?)

- Beschreibung Text Videofile/3D-File

- Videoflig/3D-File
 Bildfile
 Hinweise/Warnungen
 Listen (Werkzeuge,
 Rohmateria/Teile, Hilfsstoffe)
 Checkbox mit Vorschau was sichtbarsein soll in App (Textbar, Video,
 Hinweise, Listen
 Typ (Schrauben, Olen, _)
 Fardbedingungen für
 Interrupt-System

Mobiles Werkerassistenzsystem

Wie hier RFID etc. einbauen?Auch umgekehrter Fluss? Also Aktoren von DaBr. steuern?

- Datenbrille oder Tablet Server oder RaspberryPi - SPS/Datenbus für Interrupt-System - AV-PC (Windows)

- Video und darüber Layer

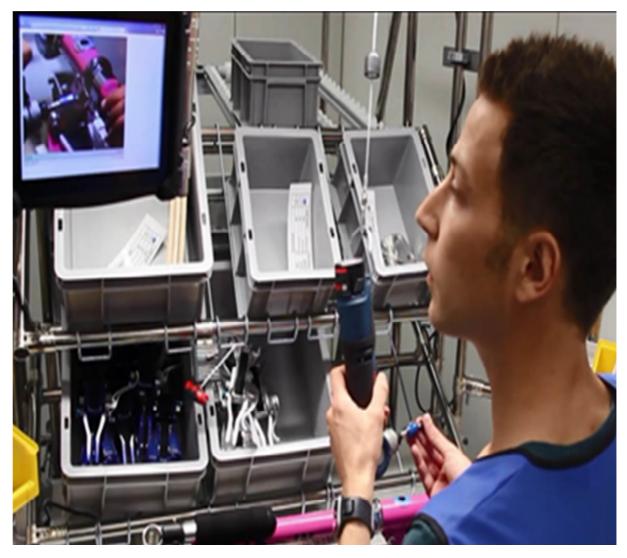
- Objekte Produkt ("Ordner")

Objekt Schritt

Usability-Fragebogen:

"Visuelle Assistenzsysteme"

Version 0.1



Bildquelle: ESB Reutlingen

Die bei Ihnen angeforderten Informationen und etwaige Rückfragen zu den Inhalten dieses Dokument richten Sie bitte an:

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Philipp Hold

Wissenschaftlicher Mitarbeiter Produktionsoptimierung | Industrial Engineering

Fraunhofer Austria Research GmbH

philipp.hold@fraunhofer.at

Mobil: 0043 676 888 61630 (Österreich)

Fabian Ranz, M.Sc.

Wissenschaftlicher Mitarbeiter

ESB Business School, Reutlingen University

fabian.ranz@reutlingen-university.de

Mobil: 0049 151 6140 9104 (Deutschland) 0043 681 106 11348 (Österreich)

Benutzerfragebogen

(in Anlehnung an DIN EN ISO 9241-110)

"Visuelle Assistenzsysteme"

Lieber Benutzer.

dieser Fragebogen dient dazu, Ihre persönliche Einschätzung zu dem vorliegenden visuellen Assistenzsystems, mit dem Sie täglich arbeiten, zu erfassen. Nur Sie können beurteilen, wie gut oder schlecht das vorliegende visuelle Assistenzsystem Sie bei der Ausführung Ihrer Arbeit unterstützt. Es geht darum, herauszufinden, bei welchen Tätigkeiten Sie durch das visuelle Assistenzsystem besonders gut unterstützt und in welchen Situationen Ihnen das visuelle Assistenzsystem Schwierigkeiten bereitet, über welche Sie sich ärgern oder vielleicht nicht weiter wissen.

Es kann sein, dass Ihnen bei der Erledigung Ihrer Arbeit die Schwachstellen des visuellen Assistenzsystems gar nicht mehr unangenehm auffallen, weil Sie sich daran gewöhnt haben oder vielleicht denken: "So ist das halt mit den visuellen Assistenzsystemen."

Der Fragebogen hilft Ihnen, auch solche Schwachstellen zu identifizieren und zu benennen. Ihre Antworten auf die Fragen werden dazu verwendet, Qualitätsmängel des visuellen Assistenzsystems zu erfassen, um diese im Nachgang zu beseitigen. Dabei ist es das Ziel, das visuelle Assistenzsystem an Ihre Bedürfnisse anzupassen und Ihnen den Umgang mit dem visuellen Assistenzsystem zu erleichtern.

Alle Daten werden selbstverständlich anonym erhoben, so dass keine Ihrer Aussagen auf Sie persönlich zurückgeführt werden können.

Handhabung des Fragebogens:

Bitte denken Sie beim Ausfüllen des Fragebogens an die Aufgabe des visuellen Assistenzsystems:

Die Aufgabe es visuellen Assistenzsystem ist es, Sie bei der Ausübung Ihrer Montagetätigkeit in Hinblick auf die Bereitstellung benötigter Informationen bestmöglich zu unterstützen. Diese Unterstützung soll vor allem in "kritischen" oder schwierig zu handhabenden Situationen erfolgen.

Bevor Sie damit beginnen, den Fragebogen auszufüllen, sollten Sie vorab alle Fragen gelesen haben. Sie werden feststellen, dass die Fragen auf sehr nützliche Eigenschaften aufmerksam machen, die das visuelle Assistenzsystem haben sollte, um Ihnen einen Mehrwert bei der Ausführung von Montagetätigkeiten zu bieten.

Wenn Sie feststellen, dass einige Fragen mit der genannten Aufgabe des visuellen Assistenzsystems inhaltlich nichts zu tun haben, so kreuzen Sie bitte "Frage trifft nicht zu" an. Beim Ausfüllen können Sie auf auch auf besondere Eigenschaften des visuellen Assistenzsystems hinweisen. Falls sie diese Eigenschaften als "sehr" störend oder belastend erleben, kreuzen Sie bitte an: "Ich empfinde dies als sehr störend."

Beginnen Sie erst mit dem Ausfüllen des Fragebogens, nachdem Sie in Ruhe alle Fragen gelesen haben.

Aufgabenangemessenheit:

Ein visuelles Assistenzsystem ist aufgabenangemessen, wenn es zur Erledigung Ihrer konkreten Tätigkeit brauchbar ist. "Brauchbar" bedeutet, dass alle Tätigkeiten, die Sie erledigen müssen, vom visuellen Assistenzsystem unterstützt werden und Ihnen das System dabei wirklich eine informative Hilfe und kein nötiges Übel ist, das Ihre Arbeit in manchen Situationen eher erschwert oder umständlicher macht.

	suelle Assistei ng zur Verfügu	nzsystem alle für Ihre Aufgabe benötigten Funktionen zur ung?
□ ja	•	☐ Frage trifft nicht zu
wenn "nein":		·
Bitte benenne	en Sie den Arbe	eitsschritt, bei dem Sie sich wünschen würden, dass das nehr kann", als gerade möglich ist.
		□ Ich empfinde dies als sehr störer
		nzsystem alle für die korrekte Durchführung Ihrer Aufgabe zur Verfügung?
□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu
wenn "nein":	:	3
		eitsschritt, bei dem Sie sich wünschen würden, dass das ehr oder vertiefende Informationen bereitstellt.
		□ Ich empfinde dies als sehr störer
benötigten Ir		nzsystem alle für die korrekte Durchführung Ihrer Aufgabe auch in "ungeplanten" bzw. in "unbekannten – 1 maligen g?
□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu
	en Sie den Arbe	eitsschritt bzw. die Situation, in welcher Sie sich wünschen sistenzsystem mehr oder vertiefende Informationen bereitstellt.
		□ Ich empfinde dies als sehr störer
Müssen Sie I	Eingaben ode	r Dialogschritte machen, die eigentlich überflüssig wären?
□ ia	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu

		□ Ich empfinde dies als sehr störe
		er Dialogschritte machen, die Sie stören oder Sie in der ten behindern?
□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
wenn "ja":		
Bitte benenne	en Sie die Sie I	behindernden Eingaben und Dialogschritte.
		☐ Ich empfinde dies als sehr störe
Findon Sio	doos die vieus	elle Assistenzleistung für Ihre Arbeitstätigkeit angemessen
rillueli Sie, i	uass die visue	
ist?		
ist? □ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
i st? □ ja wenn "nein" In welcher Si	□ nein ':	
i st? □ ja wenn "nein" In welcher Si	□ nein : tuation haben :	□ Frage trifft nicht zu
i st? □ ja wenn "nein" In welcher Si	□ nein : tuation haben :	□ Frage trifft nicht zu
ist? □ ja wenn "nein" In welcher Si	□ nein : tuation haben :	□ Frage trifft nicht zu
i st? □ ja wenn "nein" In welcher Si	□ nein : tuation haben :	□ Frage trifft nicht zu Sie schon mal gedacht: "Das könnte man auch mit weniger
i st? □ ja wenn "nein" In welcher Si	□ nein : tuation haben :	□ Frage trifft nicht zu Sie schon mal gedacht: "Das könnte man auch mit weniger
i st? □ ja wenn "nein" In welcher Si	□ nein : tuation haben :	□ Frage trifft nicht zu Sie schon mal gedacht: "Das könnte man auch mit weniger
ist? □ ja wenn "nein" In welcher Sit Aufwand bew	□ nein f: tuation haben s verkstelligen."	□ Frage trifft nicht zu Sie schon mal gedacht: "Das könnte man auch mit weniger □ Ich empfinde dies als sehr störe ss Sie weitere Informationen in bestimmten Situationen
ist? □ ja wenn "nein" In welcher Sit Aufwand bew	□ nein f: tuation haben s verkstelligen."	□ Frage trifft nicht zu Sie schon mal gedacht: "Das könnte man auch mit weniger □ Ich empfinde dies als sehr störe

	5	1
	☐ Ich empfinde dies als sehr störend	I
8.	Unterstützt Sie das visuelle Assistenzsystem in einer Weise, die Ihnen auch tatsächlich weiterhilft?	
	□ ja □ nein □ Frage trifft nicht zu	
	wenn "nein": Benennen Sie die Situationen, in denen Sie das Assistenzsystem nicht weitergebracht hat.	
	□ Ich empfinde dies als sehr störend	

Selbstbeschreibungsfähigkeit

Ein visuelles Assistenzsystem ist selbstbeschreibungsfähig, wenn Sie jederzeit die erforderlichen Informationen und Meldungen erhalten, welche Sie an Ihrem Arbeitsplatz benötigen.

9.	Sind die Info Bildschirm ü		ie zur Erledigung der Aufgabe notwendig sind, auf dem verfügbar?
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu
	wenn "nein"	•	
	Nennen Sie b Verfügung ste		ationen, die Sie benötigen, aber nicht "auf einen Blick" zur
			□ Ich empfinde dies als sehr störend
10.	Sind die Mele	dungen und I	nformationen des Systems für Sie immer verständlich?
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu
	wenn "nein":	:	· ·
		ie Situationen	, in denen Ihnen unverständliche Meldungen als auch ind.
			□ Ich empfinde dies als sehr störend
11.	Sind die Meld bzw. lesbar?	-	nformationen des Systems für Sie immer eindeutig erkennbar
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu
	wenn "nein":	•	•
	Nennen Sie d	ie Situationen	bei der Durchführung Ihrer Tätigkeit, in welchen Sie bestimmte en nicht erkennen oder lesen können.
			☐ Ich empfinde dies als sehr störend

Steuerbarkeit

Ein visuelles Assistenzsystem ist steuerbar, wenn Sie bei erforderlichen Arbeitssituationen die visuelle Assistenzleistung (aufwandfrei) unterbrechen können und anschließend ohne Verlust der bis dahin erreichten Arbeitsergebnisse wieder aufnehmen können.

12.	Macht das vi Zeitpunkt wo		enzsystem manchmal etwas, ohne dass Sie es zu dem
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu
	wenn "ja":		
	Nennen Sie b	itte das Verha	Iten des Programms, das ungewollt auftritt.
			□ Ich empfinde dies als sehr störend
13.			ne Aufgabe unterbrechen und später wieder fortsetzen, ohne Assistenzsystem vornehmen zu müssen?
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu
		bitte, in welch	er Situation Sie durch eine Unterbrechung Eingaben im visuellen nüssen und wozu.
			□ lch empfinde dies als sehr störend
14.	Können Sie I fortsetzen?	bei Bedarf eir	ne Aufgabe aufwandsfrei unterbrechen und später wieder
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu
	wenn "nein" Schildern Sie		er Situation Sie durch eine Unterbrechung aufwändige Eingaben
	oder Tätigkeit wieder aufzur		müssen, um die die Assistenzleistung zu unterbrechen und später
			□ lch empfinde dies als sehr störend

			Arbeitstempo durch das visuelle ge Wartezeiten?	e Assistenzsystem manchmai
[□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu	
	wenn "ja":			
 -	Beschreiber	n Sie bitte die S	ituationen, in denen Sie gerne züg	giger arbeiten würden.
_				
_				
-				
			_ I	ch empfinde dies als sehr störend
			Arbeitstempo durch das visuelle durch zu schnelle Informations	
[□ ја	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu	
	wenn "ja": Beschreiber	n Sie bitte die S	ituationen, in denen Sie gerne züç	giger arbeiten würden.
-				
_				
_				
_				
			□ 	ch empfinde dies als sehr störend

Erwartungskonformität

Ein visuelles Assistenzsystem ist erwartungskonform, wenn Sie bei der Arbeit mit dem durch das visuelle Assistenzsystem keine "Überraschungsmomente" erleben. Solche Momente können zum Beispiel sein, dass Sie unter Verwendung des visuellen Assistenzsystems Aufgaben nicht, wie Sie es gewohnt sind, ausführen können.

17.	Erfolgt eine v sollten?	visuelle Assi	stenz dort, wo sie Ihrer Meinung nach auch stattfinden
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu
	wenn "nein"	:	
	Nennen Sie b entspricht.	itte die konkre	ete Situation, in der die visuelle Assistenz nicht Ihren Erwartungen
			□ Ich empfinde dies als sehr störend
18.	Werden Sie deingeschrän		suelle Assistenzsystem in der Ausführung Ihrer Tätigkeit
	□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
	wenn "ja": Nennen Sie b eingeschränk		ete Situation, in der Sie durch das visuelle Assistenzsystem
			□ Ich empfinde dies als sehr störend
9.			suelle Assistenzsystem in Ihrer Bewegungsfreiheit bei der it eingeschränkt?
	□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
	wenn "ja": Nennen Sie b entspricht.	itte die konkre	ete Situation, in der die visuelle Assistenz nicht Ihren Erwartungen
			□ Ich empfinde dies als sehr störend
20.	Tätigkeit son	nstige negativ	ng des visuellen Assistenzsystems bei der Ausführung Ihrer ve Einflüsse auf Ihren Körper, wie bspw. Kopfschmerzen?
	□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu

	wenn "ja": Nennen Sie bitte Körper verspüre		Situation, in der Sie negative Einflüsse/ Auswirkungen auf Ihren
			□ Ich empfinde dies als sehr störend
21.	Glauben Sie be Tätigkeit abgel	_	s visuellen Assistenzsystems bei der Ausführung Ihrer n?
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu
	wenn "ja": Nennen Sie bitte Ausführung Ihre		Situation, in der Sie durch das visuelle Assistenzsystem bei der elenkt werden.
			☐ Ich empfinde dies als sehr störend

Fehlertoleranz

Ein visuelles Assistenzsystem ist fehlertolerant, wenn Sie Ihr Arbeitsergebnis trotz fehlerhafter Anwendung oder Bedienung entweder mit keinem oder mit minimalem Korrekturaufwand erreichen können. Außerdem sollte Sie das visuelle Assistenzsystem Sie darauf aufmerksam machen, wenn es einen Fehler bei der Anwendung oder Bedienung bemerkt, und Ihnen mögliche Korrekturhinweise zur richtigen Anwendung oder Bedienung liefern.

22.			r Anwendung oder Bedienung des visuellen rhinweise für eine korrekte Anwendung oder Bedienung?
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu
	wenn "nein":	to Cityotianan	in denon Cioniale viallaiakt wüngenkon wünden, dess lknen des
		,	in denen Sie sich vielleicht wünschen würden, dass Ihnen das en Vorschlag für eine richtige Anwendung oder Bedienung macht.
			□ Ich empfinde dies als sehr störend
23.			r fehlerhaften Anwendung oder Bedienung des visuellen gem Aufwand beheben?
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu
	wenn "nein":		
			tuationen, in denen Ihnen der Aufwand für die Korrektur einer Bedienung zu hoch erscheint.
			□ lch empfinde dies als sehr störend
			·
24.	Arbeitet das v stabil und zuv		enzsystem während der Ausführung Ihrer Aufgabe immer
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu
	wenn "nein":	Cityatianan i	a dance Cia day via vallar. Accistore viaht travar
	Nennen Sie die	e Situationen, ii	n denen Sie der visuellen Assistenz nicht trauen.
			□ lch empfinde dies als sehr störend

Individualisierbarkeit

Ein visuelles Assistenzsystem ist individualisierbar, wenn Sie Einstellungen des Systems vornehmen können, die an Ihre individuellen Bedürfnisse angepasst sind.

		as visuelle Ass rmationen leicl	sistenzsystem so einstellen, dass Ihnen das Erkennen der nt fällt?
	□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
	wenn "nein":		
	Nennen Sie die	e Stellen, bei de	nen Ihnen das Arbeiten mit dem Assistenzsystem schwer fällt.
			☐ Ich empfinde dies als sehr störend
26.			sistenzsystem so einstellen, dass Sie die für Sie relevante e Informationsdarstellung) erhalten?
	□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
	wenn "nein":		
	Nennen Sie die einstellen könn		nen Sie nicht die benötigte detaillierte Informationsdarstellung
			nen Sie nicht die benötigte detaillierte Informationsdarstellung
			nen Sie nicht die benötigte detaillierte Informationsdarstellung
			nen Sie nicht die benötigte detaillierte Informationsdarstellung

Lernförderlichkeit

Ein visuelles Assistenzsystem ist lernförderlich, wenn es Ihnen unter anderem ermöglicht, selbständig einfach mal "rumzuprobieren", ohne dass Sie Angst haben müssen, etwas "kaputt" zu machen.

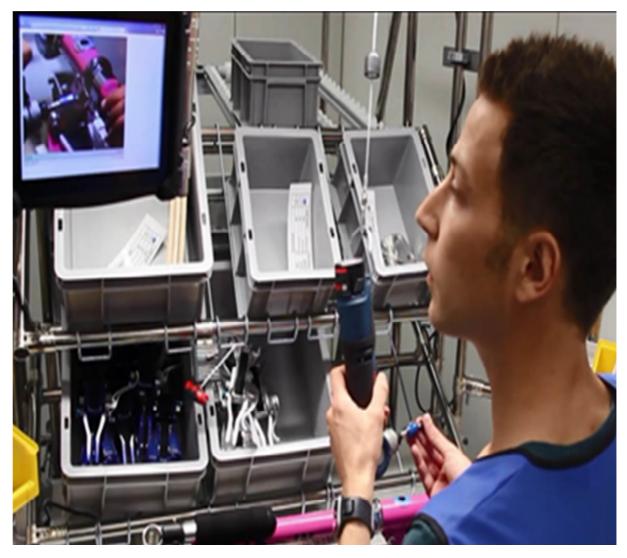
27.	Ermöglicht Ihnen das visuelle Assistenzsystem, auch einmal etwas gefahrlos auszuprobieren?					
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu			
	wenn "nein": Beschreiben Sie bitte die "Strafen", die Sie von dem visuellen Assistenzsystem durch "Rumprobieren" schon bekommen haben.					
	-					
			□ lah ampfinda diga ala sahr stärand			
			☐ Ich empfinde dies als sehr störend			
28.			s Ihnen Sie durch das visuelle Assistenzsystem beim ng unbekannter Tätigkeiten, entsprechend unterstützt			
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu			
	wenn "nein": Nennen Sie die Situationen, bei denen Sie den Eindruck haben durch das visuelle Assistenzsystem bei neuen – Ihnen bislang unbekannten – Tätigkeiten nicht entsprechend unterstützt zu werden.					
			□ Ich empfinde dies als sehr störend			

für weitere Kritik an dem visuellen Assistenzsystem oder für die Probleme, die Sie bei Beantwortung der Fragen nicht losgeworden sind.	

Usability-Fragebogen:

"Visuelle Assistenzsysteme"

Version 0.1



Bildquelle: ESB Reutlingen

Die bei Ihnen angeforderten Informationen und etwaige Rückfragen zu den Inhalten dieses Dokument richten Sie bitte an:

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Philipp Hold

Wissenschaftlicher Mitarbeiter Produktionsoptimierung | Industrial Engineering

Fraunhofer Austria Research GmbH

philipp.hold@fraunhofer.at

Mobil: 0043 676 888 61630 (Österreich)

Fabian Ranz, M.Sc.

Wissenschaftlicher Mitarbeiter

ESB Business School, Reutlingen University

fabian.ranz@reutlingen-university.de

Mobil: 0049 151 6140 9104 (Deutschland) 0043 681 106 11348 (Österreich)

Benutzerfragebogen

(in Anlehnung an DIN EN ISO 9241-110)

"Visuelle Assistenzsysteme"

Lieber Benutzer.

dieser Fragebogen dient dazu, Ihre persönliche Einschätzung zu dem vorliegenden visuellen Assistenzsystems, mit dem Sie täglich arbeiten, zu erfassen. Nur Sie können beurteilen, wie gut oder schlecht das vorliegende visuelle Assistenzsystem Sie bei der Ausführung Ihrer Arbeit unterstützt. Es geht darum, herauszufinden, bei welchen Tätigkeiten Sie durch das visuelle Assistenzsystem besonders gut unterstützt und in welchen Situationen Ihnen das visuelle Assistenzsystem Schwierigkeiten bereitet, über welche Sie sich ärgern oder vielleicht nicht weiter wissen.

Es kann sein, dass Ihnen bei der Erledigung Ihrer Arbeit die Schwachstellen des visuellen Assistenzsystems gar nicht mehr unangenehm auffallen, weil Sie sich daran gewöhnt haben oder vielleicht denken: "So ist das halt mit den visuellen Assistenzsystemen."

Der Fragebogen hilft Ihnen, auch solche Schwachstellen zu identifizieren und zu benennen. Ihre Antworten auf die Fragen werden dazu verwendet, Qualitätsmängel des visuellen Assistenzsystems zu erfassen, um diese im Nachgang zu beseitigen. Dabei ist es das Ziel, das visuelle Assistenzsystem an Ihre Bedürfnisse anzupassen und Ihnen den Umgang mit dem visuellen Assistenzsystem zu erleichtern.

Alle Daten werden selbstverständlich anonym erhoben, so dass keine Ihrer Aussagen auf Sie persönlich zurückgeführt werden können.

Handhabung des Fragebogens:

Bitte denken Sie beim Ausfüllen des Fragebogens an die Aufgabe des visuellen Assistenzsystems:

Die Aufgabe es visuellen Assistenzsystem ist es, Sie bei der Ausübung Ihrer Montagetätigkeit in Hinblick auf die Bereitstellung benötigter Informationen bestmöglich zu unterstützen. Diese Unterstützung soll vor allem in "kritischen" oder schwierig zu handhabenden Situationen erfolgen.

Bevor Sie damit beginnen, den Fragebogen auszufüllen, sollten Sie vorab alle Fragen gelesen haben. Sie werden feststellen, dass die Fragen auf sehr nützliche Eigenschaften aufmerksam machen, die das visuelle Assistenzsystem haben sollte, um Ihnen einen Mehrwert bei der Ausführung von Montagetätigkeiten zu bieten.

Wenn Sie feststellen, dass einige Fragen mit der genannten Aufgabe des visuellen Assistenzsystems inhaltlich nichts zu tun haben, so kreuzen Sie bitte "Frage trifft nicht zu" an. Beim Ausfüllen können Sie auf auch auf besondere Eigenschaften des visuellen Assistenzsystems hinweisen. Falls sie diese Eigenschaften als "sehr" störend oder belastend erleben, kreuzen Sie bitte an: "Ich empfinde dies als sehr störend."

Beginnen Sie erst mit dem Ausfüllen des Fragebogens, nachdem Sie in Ruhe alle Fragen gelesen haben.

Aufgabenangemessenheit:

Ein visuelles Assistenzsystem ist aufgabenangemessen, wenn es zur Erledigung Ihrer konkreten Tätigkeit brauchbar ist. "Brauchbar" bedeutet, dass alle Tätigkeiten, die Sie erledigen müssen, vom visuellen Assistenzsystem unterstützt werden und Ihnen das System dabei wirklich eine informative Hilfe und kein nötiges Übel ist, das Ihre Arbeit in manchen Situationen eher erschwert oder umständlicher macht.

wenn "nein": Bitte benennen Sie den Arbeitsschritt, bei dem Sie sich wünschen würden, dass das visuelle Assistenzsystem "mehr kann", als gerade möglich ist.	wenn "nein": Bitte benennen Sie den Arbeitsschritt, bei dem Sie sich wünschen würden, dass das visuelle Assistenzsystem "mehr kann", als gerade möglich ist. Automatischer Erkennung des Arbeitsfortschritts wäre praktisch, z.B. optisch oder über Sensoren Ich empfinde dies als sehr stör		ıng zur Verfüg	_
Bitte benennen Sie den Arbeitsschritt, bei dem Sie sich wünschen würden, dass das visuelle Assistenzsystem "mehr kann", als gerade möglich ist. Automatischer Erkennung des Arbeitsfortschritts wäre praktisch, z.B. optisch oder über Sensoren ch empfinde dies als sehr stör	Bitte benennen Sie den Arbeitsschritt, bei dem Sie sich wünschen würden, dass das visuelle Assistenzsystem "mehr kann", als gerade möglich ist. Automatischer Erkennung des Arbeitsfortschritts wäre praktisch, z.B. optisch oder über Sensoren Ich empfinde dies als sehr stör: Stellt das visuelle Assistenzsystem alle für die korrekte Durchführung Ihrer Aufgabe benötigten Informationen zur Verfügung? ja	□ ja		□ Frage trifft nicht zu
visuelle Assistenzsystem "mehr kann", als gerade möglich ist. Automatischer Erkennung des Arbeitsfortschritts wäre praktisch, z.B. optisch oder über Sensoren ch empfinde dies als sehr stör	visuelle Assistenzsystem "mehr kann", als gerade möglich ist. Automatischer Erkennung des Arbeitsfortschritts wäre praktisch, z.B. optisch oder über Sensoren ch empfinde dies als sehr störn			aite a chuite hai dans Cia aich uimeach an uimeach a dans dan
□ Ich empfinde dies als sehr stör Stellt das visuelle Assistenzsystem alle für die korrekte Durchführung Ihrer Aufgabe benötigten Informationen zur Verfügung? □ ja □ nein □ Frage trifft nicht zu wenn "nein": Bitte benennen Sie den Arbeitsschritt, bei dem Sie sich wünschen würden, dass das visuelle Assistenzsystem mehr oder vertiefende Informationen bereitstellt. □ Ich empfinde dies als sehr stör Stellt das visuelle Assistenzsystem alle für die korrekte Durchführung Ihrer Aufgabe benötigten Informationen auch in "ungeplanten" bzw. in "unbekannten – 1 maligen Situationen" zur Verfügung? □ ja □ nein □ Frage trifft nicht zu wenn "nein": Bitte benennen Sie den Arbeitsschritt bzw. die Situation, in welcher Sie sich wünschen würden, dass das visuelle Assistenzsystem mehr oder vertiefende Informationen bereitstell Der aktuell anzuzeigende Arbeitsschritt wird rein vom Benutzer bestimmt. In Ausnahmesitationen oder bei	□ Ich empfinde dies als sehr stör Stellt das visuelle Assistenzsystem alle für die korrekte Durchführung Ihrer Aufgabe benötigten Informationen zur Verfügung? □ ja □ nein □ Frage trifft nicht zu wenn "nein": Bitte benennen Sie den Arbeitsschritt, bei dem Sie sich wünschen würden, dass das visuelle Assistenzsystem mehr oder vertiefende Informationen bereitstellt. □ Ich empfinde dies als sehr störn Stellt das visuelle Assistenzsystem alle für die korrekte Durchführung Ihrer Aufgabe benötigten Informationen auch in "ungeplanten" bzw. in "unbekannten – 1 maligen Situationen" zur Verfügung? □ ja □ nein □ Frage trifft nicht zu wenn "nein": Bitte benennen Sie den Arbeitsschritt bzw. die Situation, in welcher Sie sich wünschen würden, dass das visuelle Assistenzsystem mehr oder vertiefende Informationen bereitstell Der aktuell anzuzeigende Arbeitsschritt wird rein vom Benutzer bestimmt. In Ausnahmesitationen oder bei			
Stellt das visuelle Assistenzsystem alle für die korrekte Durchführung Ihrer Aufgabe benötigten Informationen zur Verfügung? ja	Stellt das visuelle Assistenzsystem alle für die korrekte Durchführung Ihrer Aufgabe benötigten Informationen zur Verfügung? ja	Automatische	r Erkennung des A	rbeitsfortschritts wäre praktisch, z.B. optisch oder über Sensoren
Stellt das visuelle Assistenzsystem alle für die korrekte Durchführung Ihrer Aufgabe benötigten Informationen zur Verfügung? ja	Stellt das visuelle Assistenzsystem alle für die korrekte Durchführung Ihrer Aufgabe benötigten Informationen zur Verfügung? ja			
Stellt das visuelle Assistenzsystem alle für die korrekte Durchführung Ihrer Aufgabe benötigten Informationen zur Verfügung? ja	Stellt das visuelle Assistenzsystem alle für die korrekte Durchführung Ihrer Aufgabe benötigten Informationen zur Verfügung? ja			
benötigten Informationen zur Verfügung? ja	benötigten Informationen zur Verfügung? ja			□ lch empfinde dies als sehr störe
wenn "nein": Bitte benennen Sie den Arbeitsschritt, bei dem Sie sich wünschen würden, dass das visuelle Assistenzsystem mehr oder vertiefende Informationen bereitstellt. Ich empfinde dies als sehr stör	wenn "nein": Bitte benennen Sie den Arbeitsschritt, bei dem Sie sich wünschen würden, dass das visuelle Assistenzsystem mehr oder vertiefende Informationen bereitstellt. Ich empfinde dies als sehr störn Stellt das visuelle Assistenzsystem alle für die korrekte Durchführung Ihrer Aufgabe benötigten Informationen auch in "ungeplanten" bzw. in "unbekannten – 1 maligen Situationen" zur Verfügung? ja			
Bitte benennen Sie den Arbeitsschritt, bei dem Sie sich wünschen würden, dass das visuelle Assistenzsystem mehr oder vertiefende Informationen bereitstellt. lch empfinde dies als sehr stör Stellt das visuelle Assistenzsystem alle für die korrekte Durchführung Ihrer Aufgabe benötigten Informationen auch in "ungeplanten" bzw. in "unbekannten – 1 maligen Situationen" zur Verfügung? ja	Bitte benennen Sie den Arbeitsschritt, bei dem Sie sich wünschen würden, dass das visuelle Assistenzsystem mehr oder vertiefende Informationen bereitstellt. Ich empfinde dies als sehr störn	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu
□ Ich empfinde dies als sehr stör Stellt das visuelle Assistenzsystem alle für die korrekte Durchführung Ihrer Aufgabe benötigten Informationen auch in "ungeplanten" bzw. in "unbekannten – 1 maligen Situationen" zur Verfügung? □ ja □ nein □ Frage trifft nicht zu wenn "nein": Bitte benennen Sie den Arbeitsschritt bzw. die Situation, in welcher Sie sich wünschen würden, dass das visuelle Assistenzsystem mehr oder vertiefende Informationen bereitstell Der aktuell anzuzeigende Arbeitsschritt wird rein vom Benutzer bestimmt. In Ausnahmesitationen oder bei	□ Ich empfinde dies als sehr störn Stellt das visuelle Assistenzsystem alle für die korrekte Durchführung Ihrer Aufgabe benötigten Informationen auch in "ungeplanten" bzw. in "unbekannten – 1 maligen Situationen" zur Verfügung? □ ja □ nein □ Frage trifft nicht zu wenn "nein": Bitte benennen Sie den Arbeitsschritt bzw. die Situation, in welcher Sie sich wünschen würden, dass das visuelle Assistenzsystem mehr oder vertiefende Informationen bereitstellt Der aktuell anzuzeigende Arbeitsschritt wird rein vom Benutzer bestimmt. In Ausnahmesitationen oder bei	wenn "nein	" :	
Stellt das visuelle Assistenzsystem alle für die korrekte Durchführung Ihrer Aufgabe benötigten Informationen auch in "ungeplanten" bzw. in "unbekannten – 1 maligen Situationen" zur Verfügung? ja	Stellt das visuelle Assistenzsystem alle für die korrekte Durchführung Ihrer Aufgabe benötigten Informationen auch in "ungeplanten" bzw. in "unbekannten – 1 maligen Situationen" zur Verfügung? ja			
Stellt das visuelle Assistenzsystem alle für die korrekte Durchführung Ihrer Aufgabe benötigten Informationen auch in "ungeplanten" bzw. in "unbekannten – 1 maligen Situationen" zur Verfügung? ja nein Frage trifft nicht zu wenn "nein": Bitte benennen Sie den Arbeitsschritt bzw. die Situation, in welcher Sie sich wünschen würden, dass das visuelle Assistenzsystem mehr oder vertiefende Informationen bereitstell Der aktuell anzuzeigende Arbeitsschritt wird rein vom Benutzer bestimmt. In Ausnahmesitationen oder bei	Stellt das visuelle Assistenzsystem alle für die korrekte Durchführung Ihrer Aufgabe benötigten Informationen auch in "ungeplanten" bzw. in "unbekannten – 1 maligen Situationen" zur Verfügung? ja			
Stellt das visuelle Assistenzsystem alle für die korrekte Durchführung Ihrer Aufgabe benötigten Informationen auch in "ungeplanten" bzw. in "unbekannten – 1 maligen Situationen" zur Verfügung? ja nein Frage trifft nicht zu wenn "nein": Bitte benennen Sie den Arbeitsschritt bzw. die Situation, in welcher Sie sich wünschen würden, dass das visuelle Assistenzsystem mehr oder vertiefende Informationen bereitstell Der aktuell anzuzeigende Arbeitsschritt wird rein vom Benutzer bestimmt. In Ausnahmesitationen oder bei	Stellt das visuelle Assistenzsystem alle für die korrekte Durchführung Ihrer Aufgabe benötigten Informationen auch in "ungeplanten" bzw. in "unbekannten – 1 maligen Situationen" zur Verfügung? ja			
Stellt das visuelle Assistenzsystem alle für die korrekte Durchführung Ihrer Aufgabe benötigten Informationen auch in "ungeplanten" bzw. in "unbekannten – 1 maligen Situationen" zur Verfügung? ja	Stellt das visuelle Assistenzsystem alle für die korrekte Durchführung Ihrer Aufgabe benötigten Informationen auch in "ungeplanten" bzw. in "unbekannten – 1 maligen Situationen" zur Verfügung? ja			
benötigten Informationen auch in "ungeplanten" bzw. in "unbekannten – 1 maligen Situationen" zur Verfügung? ja nein Frage trifft nicht zu wenn "nein": Bitte benennen Sie den Arbeitsschritt bzw. die Situation, in welcher Sie sich wünschen würden, dass das visuelle Assistenzsystem mehr oder vertiefende Informationen bereitstell Der aktuell anzuzeigende Arbeitsschritt wird rein vom Benutzer bestimmt. In Ausnahmesitationen oder bei	benötigten Informationen auch in "ungeplanten" bzw. in "unbekannten – 1 maligen Situationen" zur Verfügung? ja nein Frage trifft nicht zu wenn "nein": Bitte benennen Sie den Arbeitsschritt bzw. die Situation, in welcher Sie sich wünschen würden, dass das visuelle Assistenzsystem mehr oder vertiefende Informationen bereitstell Der aktuell anzuzeigende Arbeitsschritt wird rein vom Benutzer bestimmt. In Ausnahmesitationen oder bei			□ Ich empfinde dies als sehr störe
wenn "nein": Bitte benennen Sie den Arbeitsschritt bzw. die Situation, in welcher Sie sich wünschen würden, dass das visuelle Assistenzsystem mehr oder vertiefende Informationen bereitstell Der aktuell anzuzeigende Arbeitsschritt wird rein vom Benutzer bestimmt. In Ausnahmesitationen oder bei	wenn "nein": Bitte benennen Sie den Arbeitsschritt bzw. die Situation, in welcher Sie sich wünschen würden, dass das visuelle Assistenzsystem mehr oder vertiefende Informationen bereitstell Der aktuell anzuzeigende Arbeitsschritt wird rein vom Benutzer bestimmt. In Ausnahmesitationen oder bei	benötigten	Informationen	auch in "ungeplanten" bzw. in "unbekannten – 1 maligen
Bitte benennen Sie den Arbeitsschritt bzw. die Situation, in welcher Sie sich wünschen würden, dass das visuelle Assistenzsystem mehr oder vertiefende Informationen bereitstell Der aktuell anzuzeigende Arbeitsschritt wird rein vom Benutzer bestimmt. In Ausnahmesitationen oder bei	Bitte benennen Sie den Arbeitsschritt bzw. die Situation, in welcher Sie sich wünschen würden, dass das visuelle Assistenzsystem mehr oder vertiefende Informationen bereitstell Der aktuell anzuzeigende Arbeitsschritt wird rein vom Benutzer bestimmt. In Ausnahmesitationen oder bei	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu
		Bitte benenn	nen Sie den Arb	
		Der aktuell an	zuzeigende Arbeits	sschritt wird rein vom Benutzer bestimmt. In Ausnahmesitationen oder bei
		-	-	
			gg.	- That are an are a second and are a second are a second and a second are a second are a second and a second are a second and

		J	r Dialogschritte machen, die eigentlich überflüssig wären?
	□ ја	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
	wenn "ja":	0' - 1' - ' - '1-	A constitution of the state of
	Bitte benenner	Sie die in in	ren Augen überflüssigen Eingaben und Dialogschritte.
			□ Ich empfinde dies als sehr stören
•			er Dialogschritte machen, die Sie stören oder Sie in der ten behindern?
	□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
	wenn "ja":	. Cia dia Cia l	pehindernden Eingaben und Dialogschritte.
	Dille Derienner		Definitioe moen Emgaben und Dialogschille.
	Eventuell die Upo	date-Funktion, di	iese könnte vollautomatisch im Hintergrund ablaufen, sobald es eine Änderung in
	den Daten auf de	em Server gibt.	
			□ Ich empfinde dies als sehr stören
	Finden Sie, da	ass die visue	elle Assistenzleistung für Ihre Arbeitstätigkeit angemessen
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu
	wenn "nein": In welcher Situ	ation haben S	Sie schon mal gedacht: "Das könnte man auch mit weniger
	Aufwand bewe	rkstelligen."	

<i>(</i> .	benötigen, welche Ihnen das visuelle Assistenzsystem nicht bereitstellt?					
	□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu			
	wenn "ja": Bitte benenner	n Sie diese Sit	tuationen sowie wie die b	enötigten Informationen.		
				□ Ich empfinde dies als sehr störend		
8.	Unterstützt S weiterhilft?	ie das visuell	e Assistenzsystem in e	iner Weise, die Ihnen auch tatsächlich		
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu			
	wenn "nein": Benennen Sie		en, in denen Sie das Assis	stenzsystem nicht weitergebracht hat.		
				$\hfill\Box$ Ich empfinde dies als sehr störend		

Selbstbeschreibungsfähigkeit

Ein visuelles Assistenzsystem ist selbstbeschreibungsfähig, wenn Sie jederzeit die erforderlichen Informationen und Meldungen erhalten, welche Sie an Ihrem Arbeitsplatz benötigen.

9.		rmationen, di bersichtlich v	e zur Erledigung der Aufgabe notwendig sind, auf dem verfügbar?
	□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
	wenn "nein":	•	
	Nennen Sie b Verfügung ste		ationen, die Sie benötigen, aber nicht "auf einen Blick" zur
			□ Ich empfinde dies als sehr störend
10.	Sind die Meld	dungen und l	nformationen des Systems für Sie immer verständlich?
	□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
	wenn "nein":	:	
		ie Situationen, aufgefallen si	, in denen Ihnen unverständliche Meldungen als auch ind.
	Die Beschreibu	ng der Arbeitssch	ritte ist nicht immer eindeutig. Dies liegt allerdings nicht am Werkerführungssystem,
	sondern an der	Arbeitsvorbereitu	ng, welche die Daten anlegt.
			□ Ich empfinde dies als sehr störend
11.	Sind die Meld bzw. lesbar?	_	nformationen des Systems für Sie immer eindeutig erkennbar
	□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
	wenn "nein":		_ · · • • • • • · · · · · · · · · · · ·
	Nennen Sie d	ie Situationen	bei der Durchführung Ihrer Tätigkeit, in welchen Sie bestimmte en nicht erkennen oder lesen können.
			□ Ich empfinde dies als sehr störend

Steuerbarkeit

Ein visuelles Assistenzsystem ist steuerbar, wenn Sie bei erforderlichen Arbeitssituationen die visuelle Assistenzleistung (aufwandfrei) unterbrechen können und anschließend ohne Verlust der bis dahin erreichten Arbeitsergebnisse wieder aufnehmen können.

2. Macht das v Zeitpunkt w		tenzsystem manchmal etwas, ohne dass Sie es zu dem
□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
wenn "ja":		
Nennen Sie	bitte das Verha	alten des Programms, das ungewollt auftritt.
Beispielsweis	e kann es passiere	en, dass der nächste Schritt aufgerufen wird, wenn der vorherige noch nicht
abgeschlosse	en wurde, z.B. durc	h fehlerhafte Spracherkennung oder Toucheingaben
		□ lch empfinde dies als sehr störend
eine Eingab		ne Aufgabe unterbrechen und später wieder fortsetzen, ohne n Assistenzsystem vornehmen zu müssen?
□ <mark>ja</mark> wenn "nein		□ Frage trint nicht zu
Schildern Si	e bitte, in welch	ner Situation Sie durch eine Unterbrechung Eingaben im visuellen nüssen und wozu.
		☐ Ich empfinde dies als sehr störend
4. Können Sie fortsetzen?		ne Aufgabe aufwandsfrei unterbrechen und später wieder
□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
	e bitte, in welch eiten ausführen	ner Situation Sie durch eine Unterbrechung aufwändige Eingaben müssen, um die die Assistenzleistung zu unterbrechen und später
		□ lch empfinde dies als sehr störend

9	, z. b. aaron lan	ge Wartezeiten?
□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
wenn "ja"	' :	
Beschreib	en Sie bitte die S	ituationen, in denen Sie gerne zügiger arbeiten würden.
		☐ Ich empfinde dies als sehr störend
		Arbeitstempo durch das visuelle Assistenzsystem manchmal durch zu schnelle Informationsfolgen?
		•
unter Dru	ck gesetzt, z. B. □ nein	durch zu schnelle Informationsfolgen?
unter Dru □ ja wenn "ja"	ck gesetzt, z. B. nein :	durch zu schnelle Informationsfolgen?
unter Dru □ ja wenn "ja"	ck gesetzt, z. B. nein :	durch zu schnelle Informationsfolgen? □ Frage trifft nicht zu
unter Dru □ ja wenn "ja"	ck gesetzt, z. B. nein :	durch zu schnelle Informationsfolgen? □ Frage trifft nicht zu
unter Dru □ ja wenn "ja"	ck gesetzt, z. B. nein :	durch zu schnelle Informationsfolgen? □ Frage trifft nicht zu
unter Dru □ ja wenn "ja"	ck gesetzt, z. B. nein :	durch zu schnelle Informationsfolgen? □ Frage trifft nicht zu
unter Dru □ ja wenn "ja"	ck gesetzt, z. B. nein :	durch zu schnelle Informationsfolgen? □ Frage trifft nicht zu

Erwartungskonformität

Ein visuelles Assistenzsystem ist erwartungskonform, wenn Sie bei der Arbeit mit dem durch das visuelle Assistenzsystem keine "Überraschungsmomente" erleben. Solche Momente können zum Beispiel sein, dass Sie unter Verwendung des visuellen Assistenzsystems Aufgaben nicht, wie Sie es gewohnt sind, ausführen können.

17.	Erfolgt eine v sollten?	isuelle Assis	stenz dort, wo sie Ihrer Meinung nach auch stattfinden
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu
	wenn "nein":		· ·
			ete Situation, in der die visuelle Assistenz nicht Ihren Erwartungen
			□ Ich empfinde dies als sehr störend
18.	Werden Sie d eingeschränk		uelle Assistenzsystem in der Ausführung Ihrer Tätigkeit
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu
	wenn "ja": Nennen Sie bi eingeschränkt		ete Situation, in der Sie durch das visuelle Assistenzsystem
	Beim Arbeiten n	nit Datenbrillen k	ommt es zur Überdeckung der Augen, dies schränkt die Sicht etwas ein
			□ Ich empfinde dies als sehr störend
19.			uelle Assistenzsystem in Ihrer Bewegungsfreiheit bei der it eingeschränkt?
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu
	wenn "ja": Nennen Sie bi entspricht.	itte die konkre	ete Situation, in der die visuelle Assistenz nicht Ihren Erwartungen
	Sofern mit Date	nbrillen gearbeite	et wird, ansonsten nicht
			□ Ich empfinde dies als sehr störend

			g des visuellen Assistenzsystems bei der Ausführung Ihrer ve Einflüsse auf Ihren Körper, wie bspw. Kopfschmerzen?			
	∃ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu			
V	wenn "ja":					
	Nennen Sie Körper vers		ete Situation, in der Sie negative Einflüsse/ Auswirkungen auf Ihren			
_						
_						
_						
			□ Ich empfinde dies als sehr störend			
		ie bei Nutzung d bgelenkt zu wei	des visuellen Assistenzsystems bei der Ausführung Ihrer rden?			
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu			
V	wenn "ja":					
	Nennen Sie bitte die konkrete Situation, in der Sie durch das visuelle Assistenzsystem bei der Ausführung Ihrer Tätigkeit abgelenkt werden.					
	Dies muss re	ein durch den Benutz	zer selbst geschehen, z.B. erneuter Aufruf des vorherigen Schritts			
_						
			☐ Ich empfinde dies als sehr störend			

Fehlertoleranz

Ein visuelles Assistenzsystem ist fehlertolerant, wenn Sie Ihr Arbeitsergebnis trotz fehlerhafter Anwendung oder Bedienung entweder mit keinem oder mit minimalem Korrekturaufwand erreichen können. Außerdem sollte Sie das visuelle Assistenzsystem Sie darauf aufmerksam machen, wenn es einen Fehler bei der Anwendung oder Bedienung bemerkt, und Ihnen mögliche Korrekturhinweise zur richtigen Anwendung oder Bedienung liefern.

22.			r Anwendung oder Bedienung des visuellen rhinweise für eine korrekte Anwendung oder Bedienung?
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu
	wenn "nein":		
			in denen Sie sich vielleicht wünschen würden, dass Ihnen das en Vorschlag für eine richtige Anwendung oder Bedienung macht.
			□ Ich empfinde dies als sehr störend
23.			r fehlerhaften Anwendung oder Bedienung des visuellen gem Aufwand beheben?
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu
	wenn "nein":		
			tuationen, in denen Ihnen der Aufwand für die Korrektur einer Bedienung zu hoch erscheint.
			☐ Ich empfinde dies als sehr störend
			·
24.	Arbeitet das v stabil und zuv		enzsystem während der Ausführung Ihrer Aufgabe immer
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu
	wenn "nein":		
	Nennen Sie die	Situationen, ii	n denen Sie der visuellen Assistenz nicht trauen.
			□ Ich empfinde dies als sehr störend

Individualisierbarkeit

Ein visuelles Assistenzsystem ist individualisierbar, wenn Sie Einstellungen des Systems vornehmen können, die an Ihre individuellen Bedürfnisse angepasst sind.

25.	Können Sie das visuelle Assistenzsystem so einstellen, dass Ihnen das Erkennen der richtigen Informationen leicht fällt?				
	□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu		
	wenn "nein": Nennen Sie die	Stellen, bei de	nen Ihnen das Arbeiten mit dem Assistenzsystem schwer fällt.		
	Dies ist in der akt	tuellen Version noch	n nicht möglich. Beispielsweise können die Schriftgrößen und Farben der		
	Informationen nic	ht abgeändert werd	len.		
			□ Ich empfinde dies als sehr störend		
26.			sistenzsystem so einstellen, dass Sie die für Sie relevante e Informationsdarstellung) erhalten?		
	□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu		
	wenn "nein":				
	Nennen Sie die einstellen könn		nen Sie nicht die benötigte detaillierte Informationsdarstellung		
	Zum Beispiel Veränderung der Schriftgröße oder Position der Informationen				
	-				

Lernförderlichkeit

Ein visuelles Assistenzsystem ist lernförderlich, wenn es Ihnen unter anderem ermöglicht, selbständig einfach mal "rumzuprobieren", ohne dass Sie Angst haben müssen, etwas "kaputt" zu machen.

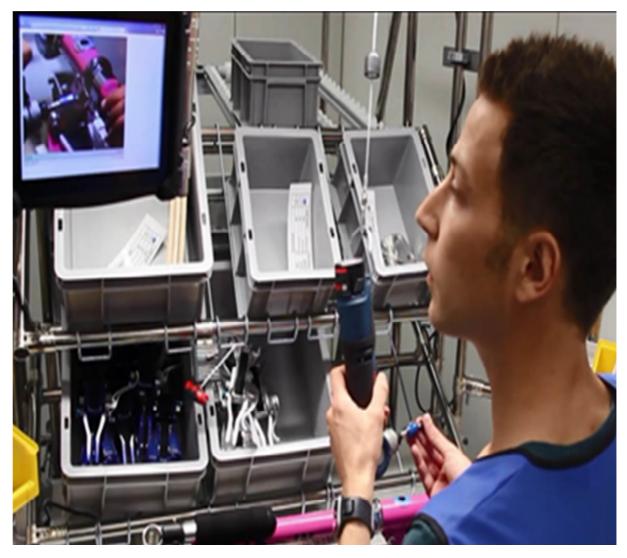
27.	Ermöglicht Ihr auszuprobiere		e Assistenzsystem, auch einmal etwas gefahrlos
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu
		e bitte die "Stra " schon bekomr	fen", die Sie von dem visuellen Assistenzsystem durch nen haben.
			☐ Ich empfinde dies als sehr störend
28.			es Ihnen Sie durch das visuelle Assistenzsystem beim ing unbekannter Tätigkeiten, entsprechend unterstützt
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu
		m bei neuen – I	ei denen Sie den Eindruck haben durch das visuelle hnen bislang unbekannten – Tätigkeiten nicht entsprechend
			□ Ich empfinde dies als sehr störend

für weitere Kritik an dem visuellen Assistenzsystem oder für die Probleme, die Sie bei Beantwortung der Fragen nicht losgeworden sind.	

Usability-Fragebogen:

"Visuelle Assistenzsysteme"

Version 0.1



Bildquelle: ESB Reutlingen

Die bei Ihnen angeforderten Informationen und etwaige Rückfragen zu den Inhalten dieses Dokument richten Sie bitte an:

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Philipp Hold

Wissenschaftlicher Mitarbeiter Produktionsoptimierung | Industrial Engineering

Fraunhofer Austria Research GmbH

philipp.hold@fraunhofer.at

Mobil: 0043 676 888 61630 (Österreich)

Fabian Ranz, M.Sc.

Wissenschaftlicher Mitarbeiter

ESB Business School, Reutlingen University

fabian.ranz@reutlingen-university.de

Mobil: 0049 151 6140 9104 (Deutschland) 0043 681 106 11348 (Österreich)

Benutzerfragebogen

(in Anlehnung an DIN EN ISO 9241-110)

"Visuelle Assistenzsysteme"

Lieber Benutzer.

dieser Fragebogen dient dazu, Ihre persönliche Einschätzung zu dem vorliegenden visuellen Assistenzsystems, mit dem Sie täglich arbeiten, zu erfassen. Nur Sie können beurteilen, wie gut oder schlecht das vorliegende visuelle Assistenzsystem Sie bei der Ausführung Ihrer Arbeit unterstützt. Es geht darum, herauszufinden, bei welchen Tätigkeiten Sie durch das visuelle Assistenzsystem besonders gut unterstützt und in welchen Situationen Ihnen das visuelle Assistenzsystem Schwierigkeiten bereitet, über welche Sie sich ärgern oder vielleicht nicht weiter wissen.

Es kann sein, dass Ihnen bei der Erledigung Ihrer Arbeit die Schwachstellen des visuellen Assistenzsystems gar nicht mehr unangenehm auffallen, weil Sie sich daran gewöhnt haben oder vielleicht denken: "So ist das halt mit den visuellen Assistenzsystemen."

Der Fragebogen hilft Ihnen, auch solche Schwachstellen zu identifizieren und zu benennen. Ihre Antworten auf die Fragen werden dazu verwendet, Qualitätsmängel des visuellen Assistenzsystems zu erfassen, um diese im Nachgang zu beseitigen. Dabei ist es das Ziel, das visuelle Assistenzsystem an Ihre Bedürfnisse anzupassen und Ihnen den Umgang mit dem visuellen Assistenzsystem zu erleichtern.

Alle Daten werden selbstverständlich anonym erhoben, so dass keine Ihrer Aussagen auf Sie persönlich zurückgeführt werden können.

Handhabung des Fragebogens:

Bitte denken Sie beim Ausfüllen des Fragebogens an die Aufgabe des visuellen Assistenzsystems:

Die Aufgabe es visuellen Assistenzsystem ist es, Sie bei der Ausübung Ihrer Montagetätigkeit in Hinblick auf die Bereitstellung benötigter Informationen bestmöglich zu unterstützen. Diese Unterstützung soll vor allem in "kritischen" oder schwierig zu handhabenden Situationen erfolgen.

Bevor Sie damit beginnen, den Fragebogen auszufüllen, sollten Sie vorab alle Fragen gelesen haben. Sie werden feststellen, dass die Fragen auf sehr nützliche Eigenschaften aufmerksam machen, die das visuelle Assistenzsystem haben sollte, um Ihnen einen Mehrwert bei der Ausführung von Montagetätigkeiten zu bieten.

Wenn Sie feststellen, dass einige Fragen mit der genannten Aufgabe des visuellen Assistenzsystems inhaltlich nichts zu tun haben, so kreuzen Sie bitte "Frage trifft nicht zu" an. Beim Ausfüllen können Sie auf auch auf besondere Eigenschaften des visuellen Assistenzsystems hinweisen. Falls sie diese Eigenschaften als "sehr" störend oder belastend erleben, kreuzen Sie bitte an: "Ich empfinde dies als sehr störend."

Beginnen Sie erst mit dem Ausfüllen des Fragebogens, nachdem Sie in Ruhe alle Fragen gelesen haben.

Aufgabenangemessenheit:

Ein visuelles Assistenzsystem ist aufgabenangemessen, wenn es zur Erledigung Ihrer konkreten Tätigkeit brauchbar ist. "Brauchbar" bedeutet, dass alle Tätigkeiten, die Sie erledigen müssen, vom visuellen Assistenzsystem unterstützt werden und Ihnen das System dabei wirklich eine informative Hilfe und kein nötiges Übel ist, das Ihre Arbeit in manchen Situationen eher erschwert oder umständlicher macht.

ja		Stellt das visuelle Assistenzsystem alle für Ihre Aufgabe benötigten Funktionen zur Unterstützung zur Verfügung?			
wenn "nein": Bitte benennen Sie den Arbeitsschritt, bei dem Sie sich wünschen würden, dass das visuelle Assistenzsystem "mehr kann", als gerade möglich ist. lch empfinde dies als sehr störe	•				
Bitte benennen Sie den Arbeitsschritt, bei dem Sie sich wünschen würden, dass das visuelle Assistenzsystem "mehr kann", als gerade möglich ist. Ich empfinde dies als sehr störe Ich empfinde normationen zur Verfügung? Ja	-				
Stellt das visuelle Assistenzsystem alle für die korrekte Durchführung Ihrer Aufgabe benötigten Informationen zur Verfügung? ja	Bitte benennen	Bitte benennen Sie den Arbeitsschritt, bei dem Sie sich wünschen würden, dass das			
Stellt das visuelle Assistenzsystem alle für die korrekte Durchführung Ihrer Aufgabe benötigten Informationen zur Verfügung? ja					
Stellt das visuelle Assistenzsystem alle für die korrekte Durchführung Ihrer Aufgabe benötigten Informationen zur Verfügung? ja					
Stellt das visuelle Assistenzsystem alle für die korrekte Durchführung Ihrer Aufgabe benötigten Informationen zur Verfügung? ja					
benötigten Informationen zur Verfügung? ja			☐ Ich empfinde dies als sehr störe		
wenn "nein": Bitte benennen Sie den Arbeitsschritt, bei dem Sie sich wünschen würden, dass das visuelle Assistenzsystem mehr oder vertiefende Informationen bereitstellt. Ich empfinde dies als sehr störe					
Bitte benennen Sie den Arbeitsschritt, bei dem Sie sich wünschen würden, dass das visuelle Assistenzsystem mehr oder vertiefende Informationen bereitstellt. Ich empfinde dies als sehr störe	□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu		
□ Ich empfinde dies als sehr störe Stellt das visuelle Assistenzsystem alle für die korrekte Durchführung Ihrer Aufgabe benötigten Informationen auch in "ungeplanten" bzw. in "unbekannten – 1 maligen Situationen" zur Verfügung? □ ja □ nein □ Frage trifft nicht zu wenn "nein": Bitte benennen Sie den Arbeitsschritt bzw. die Situation, in welcher Sie sich wünschen würden, dass das visuelle Assistenzsystem mehr oder vertiefende Informationen bereitstellt.	wenn "nein":				
Stellt das visuelle Assistenzsystem alle für die korrekte Durchführung Ihrer Aufgabe benötigten Informationen auch in "ungeplanten" bzw. in "unbekannten – 1 maligen Situationen" zur Verfügung? ja nein Frage trifft nicht zu wenn "nein": Bitte benennen Sie den Arbeitsschritt bzw. die Situation, in welcher Sie sich wünschen würden, dass das visuelle Assistenzsystem mehr oder vertiefende Informationen bereitstellt.		Bitte benennen Sie den Arbeitsschritt, bei dem Sie sich wünschen würden, dass das			
Stellt das visuelle Assistenzsystem alle für die korrekte Durchführung Ihrer Aufgabe benötigten Informationen auch in "ungeplanten" bzw. in "unbekannten – 1 maligen Situationen" zur Verfügung? ja nein Frage trifft nicht zu wenn "nein": Bitte benennen Sie den Arbeitsschritt bzw. die Situation, in welcher Sie sich wünschen würden, dass das visuelle Assistenzsystem mehr oder vertiefende Informationen bereitstellt.					
Stellt das visuelle Assistenzsystem alle für die korrekte Durchführung Ihrer Aufgabe benötigten Informationen auch in "ungeplanten" bzw. in "unbekannten – 1 maligen Situationen" zur Verfügung? ja nein Frage trifft nicht zu wenn "nein": Bitte benennen Sie den Arbeitsschritt bzw. die Situation, in welcher Sie sich wünschen würden, dass das visuelle Assistenzsystem mehr oder vertiefende Informationen bereitstellt.					
Stellt das visuelle Assistenzsystem alle für die korrekte Durchführung Ihrer Aufgabe benötigten Informationen auch in "ungeplanten" bzw. in "unbekannten – 1 maligen Situationen" zur Verfügung? ja nein Frage trifft nicht zu wenn "nein": Bitte benennen Sie den Arbeitsschritt bzw. die Situation, in welcher Sie sich wünschen würden, dass das visuelle Assistenzsystem mehr oder vertiefende Informationen bereitstellt.					
benötigten Informationen auch in "ungeplanten" bzw. in "unbekannten – 1 maligen Situationen" zur Verfügung? □ ja □ nein □ Frage trifft nicht zu wenn "nein": Bitte benennen Sie den Arbeitsschritt bzw. die Situation, in welcher Sie sich wünschen würden, dass das visuelle Assistenzsystem mehr oder vertiefende Informationen bereitstellt			□ Ich empfinde dies als sehr störe		
wenn "nein": Bitte benennen Sie den Arbeitsschritt bzw. die Situation, in welcher Sie sich wünschen würden, dass das visuelle Assistenzsystem mehr oder vertiefende Informationen bereitstellt	benötigten Inf	ormationen	auch in "ungeplanten" bzw. in "unbekannten – 1 maligen		
Bitte benennen Sie den Arbeitsschritt bzw. die Situation, in welcher Sie sich wünschen würden, dass das visuelle Assistenzsystem mehr oder vertiefende Informationen bereitstellt.	□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu		
würden, dass das visuelle Assistenzsystem mehr oder vertiefende Informationen bereitstellt.	,,	Sia dan Arb	oiteachritt baw die Situation in welcher Sie eich wüngehen		
Man könnte im sekundären visuellen Blickfeld eine zusätzliche einmalige Information mit einblenden					
	Man könnte im se	ekundären visue	llen Blickfeld eine zusätzliche einmalige Information mit einblenden		
□ Ich empfinde dies als sehr störe					

□ ja wenn "ja":	□ nein	er Dialogschritte machen, die eigentlich überflüssig wären? □ Frage trifft nicht zu	
•	n Sie die in ih	nren Augen überflüssigen Eingaben und Dialogschritte.	
		□ Ich empfinde dies als sehr störer	
		er Dialogschritte machen, die Sie stören oder Sie in der iten behindern?	
□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu	
wenn "ja":			
Bitte benenne	n Sie die Sie i	behindernden Eingaben und Dialogschritte.	
Das Identifiziere	n der Arbeitsstat	tion könnte entfallen und automatisch vorgegeben sein.	
		□ lch empfinde dies als sehr störe	
Finden Sie, dass die visuelle Assistenzleistung für Ihre Arbeitstätigkeit angemessen ist?			
□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu	
wenn "nein": In welcher Situation haben Sie schon mal gedacht: "Das könnte man auch mit weniger Aufwand bewerkstelligen."			

7.	Haben Sie das Gefühl, dass Sie weitere Informationen in bestimmten Situationen benötigen, welche Ihnen das visuelle Assistenzsystem nicht bereitstellt?			
	□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu	
	wenn "ja": Bitte benennen Sie diese Situationen sowie wie die benötigten Informationen.			
	Bei kompliziert	en, eventuell man	uellen Vorgängen, könnte eine Erläuterung der genauen Bedienung erforderlich	
	sein. Im Sinne	eines Glossars, w	velches dem Arbeiter eine zusätzliche Erleichterung durch Aufrufen	
	eine bessere Erklärung bereit stellt.			
8.	Unterstützt 9 weiterhilft?	Sie das visue	□ Ich empfinde dies als sehr störend Ile Assistenzsystem in einer Weise, die Ihnen auch tatsächlich	
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu	
	wenn "nein": Benennen Sie die Situationen, in denen Sie das Assistenzsystem nicht weitergebracht hat.			
			□ Ich empfinde dies als sehr störend	

Selbstbeschreibungsfähigkeit

Ein visuelles Assistenzsystem ist selbstbeschreibungsfähig, wenn Sie jederzeit die erforderlichen Informationen und Meldungen erhalten, welche Sie an Ihrem Arbeitsplatz benötigen.

9.	Sind die Informationen, die zur Erledigung der Aufgabe notwendig sind, auf dem Bildschirm übersichtlich verfügbar?					
	□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu			
	wenn "nein"	•				
	Nennen Sie b	oitte die Inform	ationen, die Sie benötigen, aber nicht "auf einen Blick" zur			
	Verfügung ste	Verfügung stehen.				
	Man könnte dennoch detailliertere Ausführungen, ansehnlicher und verständlicher machen, in dem man diese					
	Vergrößert ode	Vergrößert oder den einzubauenden Teil selbst unter die Lupe nehmen bzw. vergrößern.				
			□ Ich empfinde dies als sehr störend			
10.	Sind die Mel	dungen und I	nformationen des Systems für Sie immer verständlich?			
	□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu			
	wenn "nein"	•				
	Nennen Sie die Situationen, in denen Ihnen unverständliche Meldungen als auch Informationen aufgefallen sind.					
			□ Ich empfinde dies als sehr störend			
11.	Sind die Mel bzw. lesbar?	_	nformationen des Systems für Sie immer eindeutig erkennbar			
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu			
	wenn "nein"	_				
	Nennen Sie die Situationen bei der Durchführung Ihrer Tätigkeit, in welchen Sie bestimmte Informationen und Meldungen nicht erkennen oder lesen können.					
		_				
			□ Ich empfinde dies als sehr störend			

Steuerbarkeit

Ein visuelles Assistenzsystem ist steuerbar, wenn Sie bei erforderlichen Arbeitssituationen die visuelle Assistenzleistung (aufwandfrei) unterbrechen können und anschließend ohne Verlust der bis dahin erreichten Arbeitsergebnisse wieder aufnehmen können.

12.		Macht das visuelle Assistenzsystem manchmal etwas, ohne dass Sie es zu dem Zeitpunkt wollen?				
	□ ja □	nein	□ Frage trifft nicht zu			
	wenn "ja":	dae Varhalte	en des Programms, das ungewollt auftritt.			
	Nermen Sie bille	uas vernane	en des Programms, das ungewont autmit.			
			□ Ich empfinde dies als sehr störend			
13.	eine Eingabe im	Können Sie bei Bedarf eine Aufgabe unterbrechen und später wieder fortsetzen, ohne eine Eingabe im visuellen Assistenzsystem vornehmen zu müssen? □ ja □ nein □ Frage trifft nicht zu				
	wenn "nein": Schildern Sie bitte, in welcher Situation Sie durch eine Unterbrechung Eingaben im visuell Assistenzsystem machen müssen und wozu.					
			□ Ich empfinde dies als sehr störend			
14.	. Können Sie bei fortsetzen?	Bedarf eine	Aufgabe aufwandsfrei unterbrechen und später wieder			
	□ ja □	nein	□ Frage trifft nicht zu			
		ausführen m	Situation Sie durch eine Unterbrechung aufwändige Eingaben üssen, um die die Assistenzleistung zu unterbrechen und später			
			☐ Ich empfinde dies als sehr störend			

			ge Wartezeiten?
[□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
١	wenn "ja":		
E	Beschreiben	Sie bitte die S	ituationen, in denen Sie gerne zügiger arbeiten würden.
=			
-			
_			
			□ Ich empfinde dies als sehr störend
			Arbeitstempo durch das visuelle Assistenzsystem manchmal durch zu schnelle Informationsfolgen?
	□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
١	wenn "ja":		
E	Beschreiben	Sie bitte die S	ituationen, in denen Sie gerne zügiger arbeiten würden.
_			
-			
-			
-			
			□ Ich empfinde dies als sehr störend

Erwartungskonformität

Ein visuelles Assistenzsystem ist erwartungskonform, wenn Sie bei der Arbeit mit dem durch das visuelle Assistenzsystem keine "Überraschungsmomente" erleben. Solche Momente können zum Beispiel sein, dass Sie unter Verwendung des visuellen Assistenzsystems Aufgaben nicht, wie Sie es gewohnt sind, ausführen können.

17.	Erfolgt eine sollten?	visuelle Assis	stenz dort, wo sie Ihrer Meinung nach auch stattfinden
	□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
	wenn "nein"	':	Ç
			te Situation, in der die visuelle Assistenz nicht Ihren Erwartungen
			□ lch empfinde dies als sehr störend
18.	Werden Sie eingeschrän		uelle Assistenzsystem in der Ausführung Ihrer Tätigkeit
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu
	wenn "ja": Nennen Sie k eingeschränk		te Situation, in der Sie durch das visuelle Assistenzsystem
			□ Ich empfinde dies als sehr störend
19.			uelle Assistenzsystem in Ihrer Bewegungsfreiheit bei der t eingeschränkt?
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu
	wenn "ja": Nennen Sie b entspricht.	oitte die konkre	te Situation, in der die visuelle Assistenz nicht Ihren Erwartungen
	_		
			□ Ich amnfinda dias als sahr störand

20.			g des visuellen Assistenzsystems bei der Ausführung Ihrer e Einflüsse auf Ihren Körper, wie bspw. Kopfschmerzen?
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu
	wenn "ja":		ete Situation, in der Sie negative Einflüsse/ Auswirkungen auf Ihren
			□ Ich empfinde dies als sehr störend
21.		e bei Nutzung o ogelenkt zu we	des visuellen Assistenzsystems bei der Ausführung Ihrer rden?
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu
			ete Situation, in der Sie durch das visuelle Assistenzsystem bei der abgelenkt werden.
			□ Ich empfinde dies als sehr störend

Fehlertoleranz

Ein visuelles Assistenzsystem ist fehlertolerant, wenn Sie Ihr Arbeitsergebnis trotz fehlerhafter Anwendung oder Bedienung entweder mit keinem oder mit minimalem Korrekturaufwand erreichen können. Außerdem sollte Sie das visuelle Assistenzsystem Sie darauf aufmerksam machen, wenn es einen Fehler bei der Anwendung oder Bedienung bemerkt, und Ihnen mögliche Korrekturhinweise zur richtigen Anwendung oder Bedienung liefern.

22.			er Anwendung oder Bedienung des visuellen urhinweise für eine korrekte Anwendung oder Bedienung?
	□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
	wenn "nein":	tto Situationon	, in denen Sie sich vielleicht wünschen würden, dass Ihnen das
			en Vorschlag für eine richtige Anwendung oder Bedienung macht.
			□ Ich empfinde dies als sehr störend
23.			er fehlerhaften Anwendung oder Bedienung des visuellen ngem Aufwand beheben?
	□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
	wenn "nein":		
			ituationen, in denen Ihnen der Aufwand für die Korrektur einer r Bedienung zu hoch erscheint.
			☐ Ich empfinde dies als sehr störend
24.	Arbeitet das v stabil und zuv		tenzsystem während der Ausführung Ihrer Aufgabe immer
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu
	wenn "nein": Nennen Sie die	e Situationen,	in denen Sie der visuellen Assistenz nicht trauen.
			☐ Ich empfinde dies als sehr störend

Individualisierbarkeit

Ein visuelles Assistenzsystem ist individualisierbar, wenn Sie Einstellungen des Systems vornehmen können, die an Ihre individuellen Bedürfnisse angepasst sind.

25.	Können Sie da richtigen Infor		sistenzsystem so einstellen, dass Ihnen das Erkennen der nt fällt?
	□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
	wenn "nein":		
		Stellen, bei de	nen Ihnen das Arbeiten mit dem Assistenzsystem schwer fällt.
			☐ Ich empfinde dies als sehr störend
26.			sistenzsystem so einstellen, dass Sie die für Sie relevante e Informationsdarstellung) erhalten?
	□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
	wenn "nein": Nennen Sie die einstellen könn		nen Sie nicht die benötigte detaillierte Informationsdarstellung
			□ Ich empfinde dies als sehr störend

Lernförderlichkeit

Ein visuelles Assistenzsystem ist lernförderlich, wenn es Ihnen unter anderem ermöglicht, selbständig einfach mal "rumzuprobieren", ohne dass Sie Angst haben müssen, etwas "kaputt" zu machen.

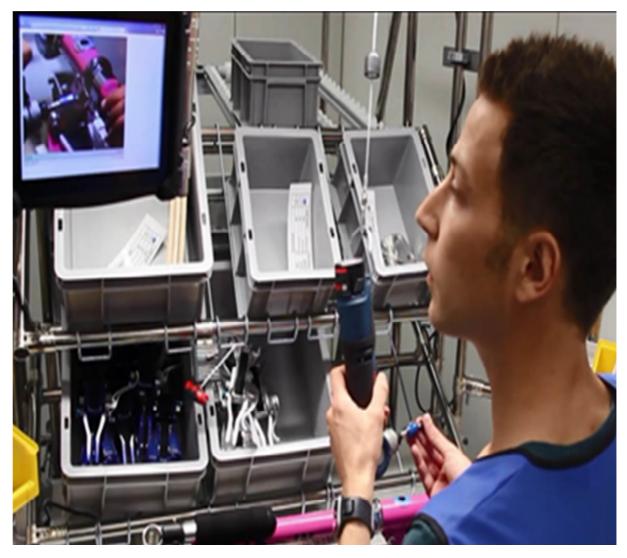
27.	Ermöglicht Ihr auszuprobiere		e Assistenzsystem, auch einmal etwas gefahrlos
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu
		e bitte die "Stra " schon bekomr	fen", die Sie von dem visuellen Assistenzsystem durch nen haben.
			☐ Ich empfinde dies als sehr störend
28.			es Ihnen Sie durch das visuelle Assistenzsystem beim ing unbekannter Tätigkeiten, entsprechend unterstützt
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu
		m bei neuen – I	ei denen Sie den Eindruck haben durch das visuelle hnen bislang unbekannten – Tätigkeiten nicht entsprechend
			□ Ich empfinde dies als sehr störend

für weitere Kritik an dem visuellen Assistenzsystem oder für die Probleme, die Sie bei Beantwortung der Fragen nicht losgeworden sind.	

Usability-Fragebogen:

"Visuelle Assistenzsysteme"

Version 0.1



Bildquelle: ESB Reutlingen

Die bei Ihnen angeforderten Informationen und etwaige Rückfragen zu den Inhalten dieses Dokument richten Sie bitte an:

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Philipp Hold

Wissenschaftlicher Mitarbeiter Produktionsoptimierung | Industrial Engineering

Fraunhofer Austria Research GmbH

philipp.hold@fraunhofer.at

Mobil: 0043 676 888 61630 (Österreich)

Fabian Ranz, M.Sc.

Wissenschaftlicher Mitarbeiter

ESB Business School, Reutlingen University

fabian.ranz@reutlingen-university.de

Mobil: 0049 151 6140 9104 (Deutschland) 0043 681 106 11348 (Österreich)

Benutzerfragebogen

(in Anlehnung an DIN EN ISO 9241-110)

"Visuelle Assistenzsysteme"

Lieber Benutzer.

dieser Fragebogen dient dazu, Ihre persönliche Einschätzung zu dem vorliegenden visuellen Assistenzsystems, mit dem Sie täglich arbeiten, zu erfassen. Nur Sie können beurteilen, wie gut oder schlecht das vorliegende visuelle Assistenzsystem Sie bei der Ausführung Ihrer Arbeit unterstützt. Es geht darum, herauszufinden, bei welchen Tätigkeiten Sie durch das visuelle Assistenzsystem besonders gut unterstützt und in welchen Situationen Ihnen das visuelle Assistenzsystem Schwierigkeiten bereitet, über welche Sie sich ärgern oder vielleicht nicht weiter wissen.

Es kann sein, dass Ihnen bei der Erledigung Ihrer Arbeit die Schwachstellen des visuellen Assistenzsystems gar nicht mehr unangenehm auffallen, weil Sie sich daran gewöhnt haben oder vielleicht denken: "So ist das halt mit den visuellen Assistenzsystemen."

Der Fragebogen hilft Ihnen, auch solche Schwachstellen zu identifizieren und zu benennen. Ihre Antworten auf die Fragen werden dazu verwendet, Qualitätsmängel des visuellen Assistenzsystems zu erfassen, um diese im Nachgang zu beseitigen. Dabei ist es das Ziel, das visuelle Assistenzsystem an Ihre Bedürfnisse anzupassen und Ihnen den Umgang mit dem visuellen Assistenzsystem zu erleichtern.

Alle Daten werden selbstverständlich anonym erhoben, so dass keine Ihrer Aussagen auf Sie persönlich zurückgeführt werden können.

Handhabung des Fragebogens:

Bitte denken Sie beim Ausfüllen des Fragebogens an die Aufgabe des visuellen Assistenzsystems:

Die Aufgabe es visuellen Assistenzsystem ist es, Sie bei der Ausübung Ihrer Montagetätigkeit in Hinblick auf die Bereitstellung benötigter Informationen bestmöglich zu unterstützen. Diese Unterstützung soll vor allem in "kritischen" oder schwierig zu handhabenden Situationen erfolgen.

Bevor Sie damit beginnen, den Fragebogen auszufüllen, sollten Sie vorab alle Fragen gelesen haben. Sie werden feststellen, dass die Fragen auf sehr nützliche Eigenschaften aufmerksam machen, die das visuelle Assistenzsystem haben sollte, um Ihnen einen Mehrwert bei der Ausführung von Montagetätigkeiten zu bieten.

Wenn Sie feststellen, dass einige Fragen mit der genannten Aufgabe des visuellen Assistenzsystems inhaltlich nichts zu tun haben, so kreuzen Sie bitte "Frage trifft nicht zu" an. Beim Ausfüllen können Sie auf auch auf besondere Eigenschaften des visuellen Assistenzsystems hinweisen. Falls sie diese Eigenschaften als "sehr" störend oder belastend erleben, kreuzen Sie bitte an: "Ich empfinde dies als sehr störend."

Beginnen Sie erst mit dem Ausfüllen des Fragebogens, nachdem Sie in Ruhe alle Fragen gelesen haben.

Aufgabenangemessenheit:

Ein visuelles Assistenzsystem ist aufgabenangemessen, wenn es zur Erledigung Ihrer konkreten Tätigkeit brauchbar ist. "Brauchbar" bedeutet, dass alle Tätigkeiten, die Sie erledigen müssen, vom visuellen Assistenzsystem unterstützt werden und Ihnen das System dabei wirklich eine informative Hilfe und kein nötiges Übel ist, das Ihre Arbeit in manchen Situationen eher erschwert oder umständlicher macht.

system alle für Ihre Aufgabe benötigten Funktionen zur g?
□ Frage trifft nicht zu
sschritt, bei dem Sie sich wünschen würden, dass das nr kann", als gerade möglich ist.
□ Ich empfinde dies als sehr störe
system alle für die korrekte Durchführung Ihrer Aufgabe ir Verfügung?
□ Frage trifft nicht zu
sschritt, bei dem Sie sich wünschen würden, dass das r oder vertiefende Informationen bereitstellt.
□ Ich empfinde dies als sehr störer
system alle für die korrekte Durchführung Ihrer Aufgabe uch in "ungeplanten" bzw. in "unbekannten – 1 maligen?
□ Frage trifft nicht zu
sschritt bzw. die Situation, in welcher Sie sich wünschen istenzsystem mehr oder vertiefende Informationen bereitstellt.
eist kein Montagevideo hinterlegt.

□ ja wenn "ja":	□ nein	□ Frage trifft nicht zu
-	en Sie die in ih	ren Augen überflüssigen Eingaben und Dialogschritte.
		□ Ich empfinde dies als sehr störe
		er Dialogschritte machen, die Sie stören oder Sie in der ten behindern?
□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu
wenn "ja":	0' 0'	behindernden Eingaben und Dialogschritte.
		<u> </u>
-		
		☐ Ich empfinde dies als sehr störei
		- ion empiride dies die sein stele
Finden Sie, ist?	dass die visue	elle Assistenzleistung für Ihre Arbeitstätigkeit angemessen
□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
wenn "nein"	' :	
	tuation haben : verkstelligen."	Sie schon mal gedacht: "Das könnte man auch mit weniger

□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
wenn "ja":		ituationen sowie wie die benötigten Informationen.
——————————————————————————————————————	Tien die diese d	ituationen sowie wie die benotigten informationen.
Zum Beispiel	genaue Anschluss	maße oder Sonderinformationen
		☐ Ich empfinde dies als sehr störe
		□ ich emplinde dies als seili store
Unterstützt weiterhilft?		le Assistenzsystem in einer Weise, die Ihnen auch tatsächlic
weiterhilft? ia wenn "neir	? □ nein ı":	le Assistenzsystem in einer Weise, die Ihnen auch tatsächlic
weiterhilft? ia wenn "neir	? □ nein ı":	le Assistenzsystem in einer Weise, die Ihnen auch tatsächlic
weiterhilft? ia wenn "neir	? □ nein ı":	le Assistenzsystem in einer Weise, die Ihnen auch tatsächlic
weiterhilft? ia wenn "neir	? □ nein ı":	le Assistenzsystem in einer Weise, die Ihnen auch tatsächlic
weiterhilft? ia wenn "neir	? □ nein ı":	le Assistenzsystem in einer Weise, die Ihnen auch tatsächlic

Selbstbeschreibungsfähigkeit

Ein visuelles Assistenzsystem ist selbstbeschreibungsfähig, wenn Sie jederzeit die erforderlichen Informationen und Meldungen erhalten, welche Sie an Ihrem Arbeitsplatz benötigen.

9.	Sind die Infor Bildschirm üb		e zur Erledigung der Aufgabe notwendig sind, auf dem verfügbar?
	□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
	wenn "nein":		
	Nennen Sie bi Verfügung stel		ationen, die Sie benötigen, aber nicht "auf einen Blick" zur
			☐ Ich empfinde dies als sehr störend
10.	Sind die Meld	lungen und li	nformationen des Systems für Sie immer verständlich?
	□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
	wenn "nein":		
	Nennen Sie di Informationen		, in denen Ihnen unverständliche Meldungen als auch nd.
			□ Ich empfinde dies als sehr störend
11.	Sind die Meld bzw. lesbar?	lungen und l	nformationen des Systems für Sie immer eindeutig erkennbar
	□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
	wenn "nein":		- 1 rage time the 2d
	Nennen Sie di	e Situationen	bei der Durchführung Ihrer Tätigkeit, in welchen Sie bestimmte en nicht erkennen oder lesen können.
	Eine größere Sc	hrift für die Darst	ellung der zu verbauenden Teile wäre praktisch.
			□ Ich empfinde dies als sehr störend

Steuerbarkeit

Ein visuelles Assistenzsystem ist steuerbar, wenn Sie bei erforderlichen Arbeitssituationen die visuelle Assistenzleistung (aufwandfrei) unterbrechen können und anschließend ohne Verlust der bis dahin erreichten Arbeitsergebnisse wieder aufnehmen können.

12. Macht das Zeitpunkt v		enzsystem manchmal etwas, ohne dass Sie es zu dem
□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu
wenn "ja":		
Nennen Sie	bitte das Verha	Iten des Programms, das ungewollt auftritt.
		□ Ich empfinde dies als sehr störend
		ne Aufgabe unterbrechen und später wieder fortsetzen, ohne Assistenzsystem vornehmen zu müssen?
□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu
wenn "neir		
		er Situation Sie durch eine Unterbrechung Eingaben im visuellen nüssen und wozu.
Dies ist leide	er in keiner Situation	möglich.
-		
		□ Ich empfinde dies als sehr störend
14. Können Si fortsetzen'		ne Aufgabe aufwandsfrei unterbrechen und später wieder
□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu
	sie bitte, in welch	er Situation Sie durch eine Unterbrechung aufwändige Eingaben müssen, um die die Assistenzleistung zu unterbrechen und später
wieder aufz		-
Dies ist leide	er in keiner Situation	möglich.
		□ Ich empfinde dies als sehr störend

9	, z. b. aaron lan	ge Wartezeiten?
□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
wenn "ja"	' :	
Beschreib	en Sie bitte die S	ituationen, in denen Sie gerne zügiger arbeiten würden.
		☐ Ich empfinde dies als sehr störend
		Arbeitstempo durch das visuelle Assistenzsystem manchmal durch zu schnelle Informationsfolgen?
		•
unter Dru	ck gesetzt, z. B. □ nein	durch zu schnelle Informationsfolgen?
unter Dru □ ja wenn "ja"	ck gesetzt, z. B. nein :	durch zu schnelle Informationsfolgen?
unter Dru □ ja wenn "ja"	ck gesetzt, z. B. nein :	durch zu schnelle Informationsfolgen? □ Frage trifft nicht zu
unter Dru □ ja wenn "ja"	ck gesetzt, z. B. nein :	durch zu schnelle Informationsfolgen? □ Frage trifft nicht zu
unter Dru □ ja wenn "ja"	ck gesetzt, z. B. nein :	durch zu schnelle Informationsfolgen? □ Frage trifft nicht zu
unter Dru □ ja wenn "ja"	ck gesetzt, z. B. nein :	durch zu schnelle Informationsfolgen? □ Frage trifft nicht zu
unter Dru □ ja wenn "ja"	ck gesetzt, z. B. nein :	durch zu schnelle Informationsfolgen? □ Frage trifft nicht zu

Erwartungskonformität

Ein visuelles Assistenzsystem ist erwartungskonform, wenn Sie bei der Arbeit mit dem durch das visuelle Assistenzsystem keine "Überraschungsmomente" erleben. Solche Momente können zum Beispiel sein, dass Sie unter Verwendung des visuellen Assistenzsystems Aufgaben nicht, wie Sie es gewohnt sind, ausführen können.

17.	Erfolgt eine v sollten?	isuelle Assis	stenz dort, wo sie Ihrer Meinung nach auch stattfinden
	□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
	wenn "nein":		Ç
			te Situation, in der die visuelle Assistenz nicht Ihren Erwartungen
			□ Ich empfinde dies als sehr störend
18.	Werden Sie d eingeschränk		uelle Assistenzsystem in der Ausführung Ihrer Tätigkeit
	□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
	wenn "ja": Nennen Sie bi eingeschränkt		te Situation, in der Sie durch das visuelle Assistenzsystem
			□ lch empfinde dies als sehr störend
19.			uelle Assistenzsystem in Ihrer Bewegungsfreiheit bei der t eingeschränkt?
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu
	wenn "ja": Nennen Sie bi entspricht.	itte die konkre	te Situation, in der die visuelle Assistenz nicht Ihren Erwartungen
	Sofern das Assi	stenzsystem auf	einer Datenbrille verwendet wird, ja!
			□ Ich empfinde dies als sehr störend

20.			g des visuellen Assistenzsystems bei der Ausführung Ihrer e Einflüsse auf Ihren Körper, wie bspw. Kopfschmerzen?			
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu			
	wenn "ja": Nennen Sie bitte die konkrete Situation, in der Sie negative Einflüsse/ Auswirkungen auf Ihre Körper verspüren.					
			□ Ich empfinde dies als sehr störend			
21.		e bei Nutzung o ogelenkt zu we	des visuellen Assistenzsystems bei der Ausführung Ihrer rden?			
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu			
			ete Situation, in der Sie durch das visuelle Assistenzsystem bei der abgelenkt werden.			
			□ Ich empfinde dies als sehr störend			

Fehlertoleranz

Ein visuelles Assistenzsystem ist fehlertolerant, wenn Sie Ihr Arbeitsergebnis trotz fehlerhafter Anwendung oder Bedienung entweder mit keinem oder mit minimalem Korrekturaufwand erreichen können. Außerdem sollte Sie das visuelle Assistenzsystem Sie darauf aufmerksam machen, wenn es einen Fehler bei der Anwendung oder Bedienung bemerkt, und Ihnen mögliche Korrekturhinweise zur richtigen Anwendung oder Bedienung liefern.

22.			r Anwendung oder Bedienung des visue Irhinweise für eine korrekte Anwendung	
	□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu	
	wenn "nein":		· ·	
			in denen Sie sich vielleicht wünschen würd en Vorschlag für eine richtige Anwendung o	-
	Beispielsweise be	eim Verbau von fal	lschen oder fehlerhaften Teilen	
				_
			□ Ich empfind	le dies als sehr störend
23.		-	r fehlerhaften Anwendung oder Bedien gem Aufwand beheben?	ung des visuellen
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu	
	wenn "nein":			
			tuationen, in denen Ihnen der Aufwand für Bedienung zu hoch erscheint.	die Korrektur einer
			□ lch empfind	le dies als sehr störend
24.	Arbeitet das v stabil und zuv		enzsystem während der Ausführung Ihr	er Aufgabe immer
	□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu	
	wenn "nein":			
	Nennen Sie die	e Situationen, ir	n denen Sie der visuellen Assistenz nicht t	rauen.
			□ lch empfind	le dies als sehr störend

Individualisierbarkeit

Ein visuelles Assistenzsystem ist individualisierbar, wenn Sie Einstellungen des Systems vornehmen können, die an Ihre individuellen Bedürfnisse angepasst sind.

25.	Können Sie da richtigen Info		ssistenzsystem so einstellen, dass Ihnen das Erkennen der icht fällt?	
	□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu	
	wenn "nein":			
	Nennen Sie die	e Stellen, bei	denen Ihnen das Arbeiten mit dem Assistenzsystem schwer fällt.	
	Das individuelle	Einstellen von So	chriftgrößen und Farben wäre praktisch, sowie das Ausblenden gewisser Schritte.	
			☐ Ich empfinde dies als sehr stören	d
26.			ssistenzsystem so einstellen, dass Sie die für Sie relevante rte Informationsdarstellung) erhalten?	
	□ ја	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu	
	wenn "nein": Nennen Sie die einstellen könn		denen Sie nicht die benötigte detaillierte Informationsdarstellung	
	Das Ausblenden	gewisser Schritt	e wäre praktisch.	
			□ Ich empfinde dies als sehr stören	d

Lernförderlichkeit

Ein visuelles Assistenzsystem ist lernförderlich, wenn es Ihnen unter anderem ermöglicht, selbständig einfach mal "rumzuprobieren", ohne dass Sie Angst haben müssen, etwas "kaputt" zu machen.

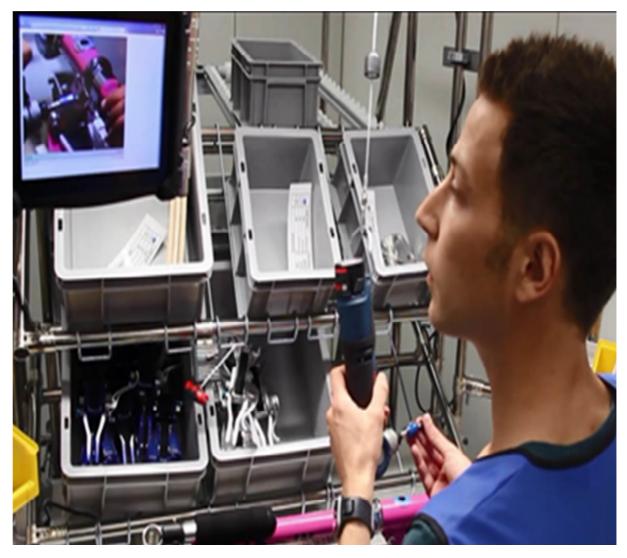
27.	Ermöglicht Ihr auszuprobiere		e Assistenzsystem, auch einmal etwas gefahrlos
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu
		e bitte die "Stra " schon bekomr	fen", die Sie von dem visuellen Assistenzsystem durch nen haben.
			☐ Ich empfinde dies als sehr störend
28.			es Ihnen Sie durch das visuelle Assistenzsystem beim ing unbekannter Tätigkeiten, entsprechend unterstützt
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu
		m bei neuen – I	ei denen Sie den Eindruck haben durch das visuelle hnen bislang unbekannten – Tätigkeiten nicht entsprechend
			□ Ich empfinde dies als sehr störend

für weitere Kritik an dem visuellen Assistenzsystem oder für die Probleme, die Sie bei Beantwortung der Fragen nicht losgeworden sind.	

Usability-Fragebogen:

"Visuelle Assistenzsysteme"

Version 0.1



Bildquelle: ESB Reutlingen

Die bei Ihnen angeforderten Informationen und etwaige Rückfragen zu den Inhalten dieses Dokument richten Sie bitte an:

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Philipp Hold

Wissenschaftlicher Mitarbeiter Produktionsoptimierung | Industrial Engineering

Fraunhofer Austria Research GmbH

philipp.hold@fraunhofer.at

Mobil: 0043 676 888 61630 (Österreich)

Fabian Ranz, M.Sc.

Wissenschaftlicher Mitarbeiter

ESB Business School, Reutlingen University

fabian.ranz@reutlingen-university.de

Mobil: 0049 151 6140 9104 (Deutschland) 0043 681 106 11348 (Österreich)

Benutzerfragebogen

(in Anlehnung an DIN EN ISO 9241-110)

"Visuelle Assistenzsysteme"

Lieber Benutzer.

dieser Fragebogen dient dazu, Ihre persönliche Einschätzung zu dem vorliegenden visuellen Assistenzsystems, mit dem Sie täglich arbeiten, zu erfassen. Nur Sie können beurteilen, wie gut oder schlecht das vorliegende visuelle Assistenzsystem Sie bei der Ausführung Ihrer Arbeit unterstützt. Es geht darum, herauszufinden, bei welchen Tätigkeiten Sie durch das visuelle Assistenzsystem besonders gut unterstützt und in welchen Situationen Ihnen das visuelle Assistenzsystem Schwierigkeiten bereitet, über welche Sie sich ärgern oder vielleicht nicht weiter wissen.

Es kann sein, dass Ihnen bei der Erledigung Ihrer Arbeit die Schwachstellen des visuellen Assistenzsystems gar nicht mehr unangenehm auffallen, weil Sie sich daran gewöhnt haben oder vielleicht denken: "So ist das halt mit den visuellen Assistenzsystemen."

Der Fragebogen hilft Ihnen, auch solche Schwachstellen zu identifizieren und zu benennen. Ihre Antworten auf die Fragen werden dazu verwendet, Qualitätsmängel des visuellen Assistenzsystems zu erfassen, um diese im Nachgang zu beseitigen. Dabei ist es das Ziel, das visuelle Assistenzsystem an Ihre Bedürfnisse anzupassen und Ihnen den Umgang mit dem visuellen Assistenzsystem zu erleichtern.

Alle Daten werden selbstverständlich anonym erhoben, so dass keine Ihrer Aussagen auf Sie persönlich zurückgeführt werden können.

Handhabung des Fragebogens:

Bitte denken Sie beim Ausfüllen des Fragebogens an die Aufgabe des visuellen Assistenzsystems:

Die Aufgabe es visuellen Assistenzsystem ist es, Sie bei der Ausübung Ihrer Montagetätigkeit in Hinblick auf die Bereitstellung benötigter Informationen bestmöglich zu unterstützen. Diese Unterstützung soll vor allem in "kritischen" oder schwierig zu handhabenden Situationen erfolgen.

Bevor Sie damit beginnen, den Fragebogen auszufüllen, sollten Sie vorab alle Fragen gelesen haben. Sie werden feststellen, dass die Fragen auf sehr nützliche Eigenschaften aufmerksam machen, die das visuelle Assistenzsystem haben sollte, um Ihnen einen Mehrwert bei der Ausführung von Montagetätigkeiten zu bieten.

Wenn Sie feststellen, dass einige Fragen mit der genannten Aufgabe des visuellen Assistenzsystems inhaltlich nichts zu tun haben, so kreuzen Sie bitte "Frage trifft nicht zu" an. Beim Ausfüllen können Sie auf auch auf besondere Eigenschaften des visuellen Assistenzsystems hinweisen. Falls sie diese Eigenschaften als "sehr" störend oder belastend erleben, kreuzen Sie bitte an: "Ich empfinde dies als sehr störend."

Beginnen Sie erst mit dem Ausfüllen des Fragebogens, nachdem Sie in Ruhe alle Fragen gelesen haben.

Aufgabenangemessenheit:

Ein visuelles Assistenzsystem ist aufgabenangemessen, wenn es zur Erledigung Ihrer konkreten Tätigkeit brauchbar ist. "Brauchbar" bedeutet, dass alle Tätigkeiten, die Sie erledigen müssen, vom visuellen Assistenzsystem unterstützt werden und Ihnen das System dabei wirklich eine informative Hilfe und kein nötiges Übel ist, das Ihre Arbeit in manchen Situationen eher erschwert oder umständlicher macht.

	suelle Assiste ng zur Verfüg	enzsystem alle für Ihre Aufgabe benötigten Funktionen zur ung?
□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
wenn "nein" Bitte benenne		peitsschritt, bei dem Sie sich wünschen würden, dass das
visuelle Assis	stenzsystem "r	nehr kann", als gerade möglich ist.
Zu benutzende	es Werkzeug anze	igen
		☐ Ich empfinde dies als sehr störe
		enzsystem alle für die korrekte Durchführung Ihrer Aufgabe zur Verfügung?
□ ја	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
wenn "nein"	:	
		peitsschritt, bei dem Sie sich wünschen würden, dass das nehr oder vertiefende Informationen bereitstellt.
Siehe Frage 1,	Werkzeug anzeig	gen
		☐ Ich empfinde dies als sehr störe
benötigten l		enzsystem alle für die korrekte Durchführung Ihrer Aufgabe auch in "ungeplanten" bzw. in "unbekannten – 1 maligen ng?
□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
wenn "nein" Bitte benenne		peitsschritt bzw. die Situation, in welcher Sie sich wünschen
		Assistenzsystem mehr oder vertiefende Informationen bereitstellt.
wurden, dass		

□ ja wenn "ja":	□ nein	□ Frage trifft nicht zu
-	en Sie die in ih	ren Augen überflüssigen Eingaben und Dialogschritte.
		□ Ich empfinde dies als sehr störe
		er Dialogschritte machen, die Sie stören oder Sie in der ten behindern?
□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu
wenn "ja":	0' 0'	behindernden Eingaben und Dialogschritte.
		<u> </u>
-		
		☐ Ich empfinde dies als sehr störei
		- ion empiride dies die sein stele
Finden Sie, ist?	dass die visue	elle Assistenzleistung für Ihre Arbeitstätigkeit angemessen
□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
wenn "nein"	' :	
	tuation haben : verkstelligen."	Sie schon mal gedacht: "Das könnte man auch mit weniger

7.			ss Sie weitere Informationen in bestimmten Situationen das visuelle Assistenzsystem nicht bereitstellt?
	□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
	wenn "ja": Bitte benenne	en Sie diese S	ituationen sowie wie die benötigten Informationen.
	Welches Werk	zeug für welches	Bauteil
			□ Ich empfinde dies als sehr störend
8.	Unterstützt S weiterhilft?	Sie das visue	lle Assistenzsystem in einer Weise, die Ihnen auch tatsächlich
	□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
	wenn "nein"		
	Benennen Si	e die Situation	en, in denen Sie das Assistenzsystem nicht weitergebracht hat.
			☐ Ich empfinde dies als sehr störend

Selbstbeschreibungsfähigkeit

Ein visuelles Assistenzsystem ist selbstbeschreibungsfähig, wenn Sie jederzeit die erforderlichen Informationen und Meldungen erhalten, welche Sie an Ihrem Arbeitsplatz benötigen.

9.		ormationen, d ibersichtlich	ie zur Erledigung der Aufgabe notwendig sind, auf dem verfügbar?
	□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
	wenn "nein"	:	
	Nennen Sie b	oitte die Inform	ationen, die Sie benötigen, aber nicht "auf einen Blick" zur
	Verfügung ste	ehen.	
			□ Ich empfinde dies als sehr störend
10.	Sind die Mel	dungen und I	nformationen des Systems für Sie immer verständlich?
	□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
	wenn "nein"	:	
		die Situationen n aufgefallen s	, in denen Ihnen unverständliche Meldungen als auch ind.
			☐ Ich empfinde dies als sehr störend
11.	Sind die Mel bzw. lesbar?	-	nformationen des Systems für Sie immer eindeutig erkennbar
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu
	wenn "nein"	_	
	Nennen Sie o	die Situationen	bei der Durchführung Ihrer Tätigkeit, in welchen Sie bestimmte gen nicht erkennen oder lesen können.
			□ Ich empfinde dies als sehr störend

Steuerbarkeit

Ein visuelles Assistenzsystem ist steuerbar, wenn Sie bei erforderlichen Arbeitssituationen die visuelle Assistenzleistung (aufwandfrei) unterbrechen können und anschließend ohne Verlust der bis dahin erreichten Arbeitsergebnisse wieder aufnehmen können.

12.	. Macht das visue Zeitpunkt woller		nzsystem manchmal etwas, ohne dass Sie es zu dem
	□ ja □	nein	□ Frage trifft nicht zu
	wenn "ja":	das Varhalte	en des Programms, das ungewollt auftritt.
		uas vernane	en des Programms, das ungewont autmit.
			□ Ich empfinde dies als sehr störend
13.	eine Eingabe im		Aufgabe unterbrechen und später wieder fortsetzen, ohne ssistenzsystem vornehmen zu müssen?
	wenn "nein": Schildern Sie bitte Assistenzsystem		Situation Sie durch eine Unterbrechung Eingaben im visuellen ssen und wozu.
			□ Ich empfinde dies als sehr störend
14.	. Können Sie bei l fortsetzen?	Bedarf eine	Aufgabe aufwandsfrei unterbrechen und später wieder
	□ ja □	nein	□ Frage trifft nicht zu
		ausführen m	Situation Sie durch eine Unterbrechung aufwändige Eingaben üssen, um die die Assistenzleistung zu unterbrechen und später
			☐ Ich empfinde dies als sehr störend

9	, z. b. aaron lan	ge Wartezeiten?
□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
wenn "ja"	' :	
Beschreib	en Sie bitte die S	ituationen, in denen Sie gerne zügiger arbeiten würden.
		☐ Ich empfinde dies als sehr störend
		Arbeitstempo durch das visuelle Assistenzsystem manchmal durch zu schnelle Informationsfolgen?
		•
unter Dru	ck gesetzt, z. B. □ nein	durch zu schnelle Informationsfolgen?
unter Dru □ ja wenn "ja"	ck gesetzt, z. B. nein :	durch zu schnelle Informationsfolgen?
unter Dru □ ja wenn "ja"	ck gesetzt, z. B. nein :	durch zu schnelle Informationsfolgen? □ Frage trifft nicht zu
unter Dru □ ja wenn "ja"	ck gesetzt, z. B. nein :	durch zu schnelle Informationsfolgen? □ Frage trifft nicht zu
unter Dru □ ja wenn "ja"	ck gesetzt, z. B. nein :	durch zu schnelle Informationsfolgen? □ Frage trifft nicht zu
unter Dru □ ja wenn "ja"	ck gesetzt, z. B. nein :	durch zu schnelle Informationsfolgen? □ Frage trifft nicht zu
unter Dru □ ja wenn "ja"	ck gesetzt, z. B. nein :	durch zu schnelle Informationsfolgen? □ Frage trifft nicht zu

Erwartungskonformität

Ein visuelles Assistenzsystem ist erwartungskonform, wenn Sie bei der Arbeit mit dem durch das visuelle Assistenzsystem keine "Überraschungsmomente" erleben. Solche Momente können zum Beispiel sein, dass Sie unter Verwendung des visuellen Assistenzsystems Aufgaben nicht, wie Sie es gewohnt sind, ausführen können.

17.	Erfolgt eine sollten?	visuelle Assis	stenz dort, wo sie Ihrer Meinung nach auch stattfinden
	□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
	wenn "nein"		J
			te Situation, in der die visuelle Assistenz nicht Ihren Erwartungen
			□ lch empfinde dies als sehr störend
18.	Werden Sie eingeschrär		uelle Assistenzsystem in der Ausführung Ihrer Tätigkeit
	□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
	wenn "ja": Nennen Sie I eingeschränk		te Situation, in der Sie durch das visuelle Assistenzsystem
			□ Ich empfinde dies als sehr störend
19.			uelle Assistenzsystem in Ihrer Bewegungsfreiheit bei der t eingeschränkt?
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu
	wenn "ja": Nennen Sie I entspricht.	bitte die konkre	te Situation, in der die visuelle Assistenz nicht Ihren Erwartungen
			□ Ich ampfinda dias als sahr störand

20.	Verspüren Sie bei Nutzung des visuellen Assistenzsystems bei der Ausführung Ihrer Tätigkeit sonstige negative Einflüsse auf Ihren Körper, wie bspw. Kopfschmerzen?				
	□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu		
	wenn "ja": Nennen Sie bitte die konkrete Situation, in der Sie negative Einflüsse/ Auswirkungen auf Ihren Körper verspüren.				
			□ Ich empfinde dies als sehr störend		
21.		e bei Nutzung o ogelenkt zu we	des visuellen Assistenzsystems bei der Ausführung Ihrer rden?		
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu		
	wenn "ja": Nennen Sie bitte die konkrete Situation, in der Sie durch das visuelle Assistenzsystem bei der Ausführung Ihrer Tätigkeit abgelenkt werden.				
			□ Ich empfinde dies als sehr störend		

Fehlertoleranz

Ein visuelles Assistenzsystem ist fehlertolerant, wenn Sie Ihr Arbeitsergebnis trotz fehlerhafter Anwendung oder Bedienung entweder mit keinem oder mit minimalem Korrekturaufwand erreichen können. Außerdem sollte Sie das visuelle Assistenzsystem Sie darauf aufmerksam machen, wenn es einen Fehler bei der Anwendung oder Bedienung bemerkt, und Ihnen mögliche Korrekturhinweise zur richtigen Anwendung oder Bedienung liefern.

22.			Anwendung oder Bedienung des visuellen hinweise für eine korrekte Anwendung oder Bedienung?
	□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
			n denen Sie sich vielleicht wünschen würden, dass Ihnen das n Vorschlag für eine richtige Anwendung oder Bedienung macht.
			☐ Ich empfinde dies als sehr störend
23.			fehlerhaften Anwendung oder Bedienung des visuellen gem Aufwand beheben?
	□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
			uationen, in denen Ihnen der Aufwand für die Korrektur einer Bedienung zu hoch erscheint.
			☐ Ich empfinde dies als sehr störend
24.	Arbeitet das vi stabil und zuv		nzsystem während der Ausführung Ihrer Aufgabe immer
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu
	wenn "nein": Nennen Sie die	Situationen in	denen Sie der visuellen Assistenz nicht trauen.
		Oltuationen, in	deficit die der visuellen Assistenz filent traden.
			☐ Ich empfinde dies als sehr störend

Individualisierbarkeit

Ein visuelles Assistenzsystem ist individualisierbar, wenn Sie Einstellungen des Systems vornehmen können, die an Ihre individuellen Bedürfnisse angepasst sind.

25.	Können Sie da richtigen Infor		istenzsystem so einstellen, dass Ihnen das Erkennen der t fällt?	
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu	
	wenn "nein":			
		Stellen, bei de	nen Ihnen das Arbeiten mit dem Assistenzsystem schwer fällt.	
			☐ Ich empfinde dies als sehr störend	
26.			istenzsystem so einstellen, dass Sie die für Sie relevante Informationsdarstellung) erhalten?	
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu	
	wenn "nein": Nennen Sie die Stellen, bei denen Sie nicht die benötigte detaillierte Informationsdarstellung einstellen können.			
			□ Ich empfinde dies als sehr störend	

Lernförderlichkeit

Ein visuelles Assistenzsystem ist lernförderlich, wenn es Ihnen unter anderem ermöglicht, selbständig einfach mal "rumzuprobieren", ohne dass Sie Angst haben müssen, etwas "kaputt" zu machen.

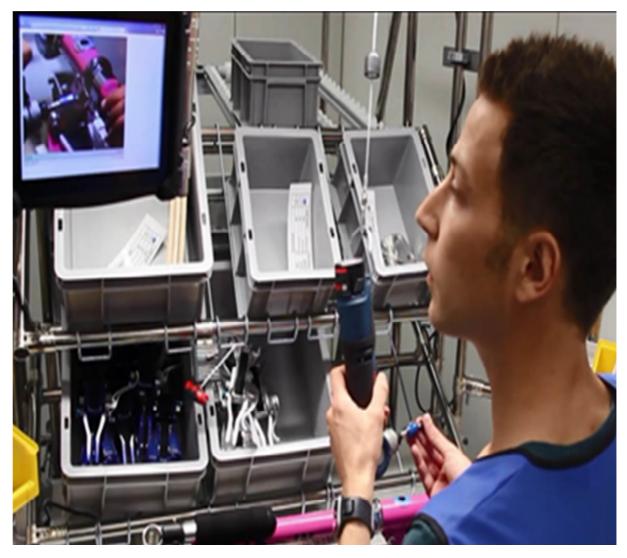
27.	Ermöglicht Ihr auszuprobiere		e Assistenzsystem, auch einmal etwas gefahrlos		
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu		
		e bitte die "Stra " schon bekomr	fen", die Sie von dem visuellen Assistenzsystem durch nen haben.		
			☐ Ich empfinde dies als sehr störend		
28.			es Ihnen Sie durch das visuelle Assistenzsystem beim Ing unbekannter Tätigkeiten, entsprechend unterstützt		
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu		
	wenn "nein": Nennen Sie die Situationen, bei denen Sie den Eindruck haben durch das visuelle Assistenzsystem bei neuen – Ihnen bislang unbekannten – Tätigkeiten nicht entsprechend unterstützt zu werden.				
			□ Ich empfinde dies als sehr störend		

ber letzte Teil des Fragebogens ist für ihre individuellen Anmerkungen reserviert. Hier ist Platz für weitere Kritik an dem visuellen Assistenzsystem oder für die Probleme, die Sie bei Beantwortung der Fragen nicht losgeworden sind.		

Usability-Fragebogen:

"Visuelle Assistenzsysteme"

Version 0.1



Bildquelle: ESB Reutlingen

Die bei Ihnen angeforderten Informationen und etwaige Rückfragen zu den Inhalten dieses Dokument richten Sie bitte an:

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Philipp Hold

Wissenschaftlicher Mitarbeiter Produktionsoptimierung | Industrial Engineering

Fraunhofer Austria Research GmbH

philipp.hold@fraunhofer.at

Mobil: 0043 676 888 61630 (Österreich)

Fabian Ranz, M.Sc.

Wissenschaftlicher Mitarbeiter

ESB Business School, Reutlingen University

fabian.ranz@reutlingen-university.de

Mobil: 0049 151 6140 9104 (Deutschland) 0043 681 106 11348 (Österreich)

Benutzerfragebogen

(in Anlehnung an DIN EN ISO 9241-110)

"Visuelle Assistenzsysteme"

Lieber Benutzer.

dieser Fragebogen dient dazu, Ihre persönliche Einschätzung zu dem vorliegenden visuellen Assistenzsystems, mit dem Sie täglich arbeiten, zu erfassen. Nur Sie können beurteilen, wie gut oder schlecht das vorliegende visuelle Assistenzsystem Sie bei der Ausführung Ihrer Arbeit unterstützt. Es geht darum, herauszufinden, bei welchen Tätigkeiten Sie durch das visuelle Assistenzsystem besonders gut unterstützt und in welchen Situationen Ihnen das visuelle Assistenzsystem Schwierigkeiten bereitet, über welche Sie sich ärgern oder vielleicht nicht weiter wissen.

Es kann sein, dass Ihnen bei der Erledigung Ihrer Arbeit die Schwachstellen des visuellen Assistenzsystems gar nicht mehr unangenehm auffallen, weil Sie sich daran gewöhnt haben oder vielleicht denken: "So ist das halt mit den visuellen Assistenzsystemen."

Der Fragebogen hilft Ihnen, auch solche Schwachstellen zu identifizieren und zu benennen. Ihre Antworten auf die Fragen werden dazu verwendet, Qualitätsmängel des visuellen Assistenzsystems zu erfassen, um diese im Nachgang zu beseitigen. Dabei ist es das Ziel, das visuelle Assistenzsystem an Ihre Bedürfnisse anzupassen und Ihnen den Umgang mit dem visuellen Assistenzsystem zu erleichtern.

Alle Daten werden selbstverständlich anonym erhoben, so dass keine Ihrer Aussagen auf Sie persönlich zurückgeführt werden können.

Handhabung des Fragebogens:

Bitte denken Sie beim Ausfüllen des Fragebogens an die Aufgabe des visuellen Assistenzsystems:

Die Aufgabe es visuellen Assistenzsystem ist es, Sie bei der Ausübung Ihrer Montagetätigkeit in Hinblick auf die Bereitstellung benötigter Informationen bestmöglich zu unterstützen. Diese Unterstützung soll vor allem in "kritischen" oder schwierig zu handhabenden Situationen erfolgen.

Bevor Sie damit beginnen, den Fragebogen auszufüllen, sollten Sie vorab alle Fragen gelesen haben. Sie werden feststellen, dass die Fragen auf sehr nützliche Eigenschaften aufmerksam machen, die das visuelle Assistenzsystem haben sollte, um Ihnen einen Mehrwert bei der Ausführung von Montagetätigkeiten zu bieten.

Wenn Sie feststellen, dass einige Fragen mit der genannten Aufgabe des visuellen Assistenzsystems inhaltlich nichts zu tun haben, so kreuzen Sie bitte "Frage trifft nicht zu" an. Beim Ausfüllen können Sie auf auch auf besondere Eigenschaften des visuellen Assistenzsystems hinweisen. Falls sie diese Eigenschaften als "sehr" störend oder belastend erleben, kreuzen Sie bitte an: "Ich empfinde dies als sehr störend."

Beginnen Sie erst mit dem Ausfüllen des Fragebogens, nachdem Sie in Ruhe alle Fragen gelesen haben.

Aufgabenangemessenheit:

Ein visuelles Assistenzsystem ist aufgabenangemessen, wenn es zur Erledigung Ihrer konkreten Tätigkeit brauchbar ist. "Brauchbar" bedeutet, dass alle Tätigkeiten, die Sie erledigen müssen, vom visuellen Assistenzsystem unterstützt werden und Ihnen das System dabei wirklich eine informative Hilfe und kein nötiges Übel ist, das Ihre Arbeit in manchen Situationen eher erschwert oder umständlicher macht.

	ung zur Verfüg □ nein	□ Frage trifft nicht zu
□ ja		□ Frage trifft flicht zu
wenn "nei		peitsschritt, bei dem Sie sich wünschen würden, dass das
		nehr kann", als gerade möglich ist.
		☐ Ich empfinde dies als sehr stör
		enzsystem alle für die korrekte Durchführung Ihrer Aufgabe zur Verfügung?
□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
wenn "nei	n":	•
		peitsschritt, bei dem Sie sich wünschen würden, dass das pehr oder vertiefende Informationen bereitstellt.
VISUCIIC AS	SiSteriz System in	ioni oddi verticionae informationen bereitstent.
-		
-		
		□ Ich empfinde dies als sehr stör
benötigter		enzsystem alle für die korrekte Durchführung Ihrer Aufgabe auch in "ungeplanten" bzw. in "unbekannten – 1 maligen ng?
□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
wenn "nei	n":	
		peitsschritt bzw. die Situation, in welcher Sie sich wünschen
würden, da	ss das visuelle A	Assistenzsystem mehr oder vertiefende Informationen bereitstell
-		
-		

□ ja wenn "ja":	□ nein	□ Frage trifft nicht zu
-	en Sie die in ih	ren Augen überflüssigen Eingaben und Dialogschritte.
		□ Ich empfinde dies als sehr störe
		er Dialogschritte machen, die Sie stören oder Sie in der ten behindern?
□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu
wenn "ja":	0' 0'	behindernden Eingaben und Dialogschritte.
		<u> </u>
-		
		☐ Ich empfinde dies als sehr störei
		- ion empiride dies die sein stele
Finden Sie, ist?	dass die visue	elle Assistenzleistung für Ihre Arbeitstätigkeit angemessen
□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
wenn "nein"	' :	
	tuation haben : verkstelligen."	Sie schon mal gedacht: "Das könnte man auch mit weniger

7.		,		onen in bestimmten Situationen estem nicht bereitstellt?
	□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu	
	wenn "ja": Bitte benenner	n Sie diese Sit	tuationen sowie wie die b	enötigten Informationen.
				□ Ich empfinde dies als sehr störend
8.	Unterstützt S weiterhilft?	ie das visuell	e Assistenzsystem in e	iner Weise, die Ihnen auch tatsächlich
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu	
	wenn "nein": Benennen Sie		en, in denen Sie das Assis	stenzsystem nicht weitergebracht hat.
				$\hfill\Box$ Ich empfinde dies als sehr störend

Selbstbeschreibungsfähigkeit

Ein visuelles Assistenzsystem ist selbstbeschreibungsfähig, wenn Sie jederzeit die erforderlichen Informationen und Meldungen erhalten, welche Sie an Ihrem Arbeitsplatz benötigen.

9.		ormationen, d ibersichtlich	ie zur Erledigung der Aufgabe notwendig sind, auf dem verfügbar?
	□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
	wenn "nein"	:	
	Nennen Sie b	oitte die Inform	ationen, die Sie benötigen, aber nicht "auf einen Blick" zur
	Verfügung ste	ehen.	
			□ Ich empfinde dies als sehr störend
10.	Sind die Mel	dungen und I	nformationen des Systems für Sie immer verständlich?
	□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
	wenn "nein"	:	
		die Situationen n aufgefallen s	, in denen Ihnen unverständliche Meldungen als auch ind.
			☐ Ich empfinde dies als sehr störend
11.	Sind die Mel bzw. lesbar?	-	nformationen des Systems für Sie immer eindeutig erkennbar
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu
	wenn "nein"	_	
	Nennen Sie o	die Situationen	bei der Durchführung Ihrer Tätigkeit, in welchen Sie bestimmte gen nicht erkennen oder lesen können.
			□ Ich empfinde dies als sehr störend

Steuerbarkeit

Ein visuelles Assistenzsystem ist steuerbar, wenn Sie bei erforderlichen Arbeitssituationen die visuelle Assistenzleistung (aufwandfrei) unterbrechen können und anschließend ohne Verlust der bis dahin erreichten Arbeitsergebnisse wieder aufnehmen können.

12.	. Macht das visue Zeitpunkt woller	visuelle Assistenzsystem manchmal etwas, ohne dass Sie es zu dem vollen?				
	□ ja □	nein	□ Frage trifft nicht zu			
	wenn "ja":	das Varhalte	en des Programms, das ungewollt auftritt.			
		uas vernane	en des Programms, das ungewont autmit.			
			□ Ich empfinde dies als sehr störend			
13.	eine Eingabe im		Aufgabe unterbrechen und später wieder fortsetzen, ohne ssistenzsystem vornehmen zu müssen?			
	wenn "nein": Schildern Sie bitte Assistenzsystem		Situation Sie durch eine Unterbrechung Eingaben im visuellen ssen und wozu.			
			□ Ich empfinde dies als sehr störend			
14.	. Können Sie bei l fortsetzen?	Bedarf eine	Aufgabe aufwandsfrei unterbrechen und später wieder			
	□ ja □	nein	□ Frage trifft nicht zu			
		ausführen m	Situation Sie durch eine Unterbrechung aufwändige Eingaben üssen, um die die Assistenzleistung zu unterbrechen und später			
			☐ Ich empfinde dies als sehr störend			

9	, z. b. aaron lan	ge Wartezeiten?
□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
wenn "ja"	' :	
Beschreib	en Sie bitte die S	ituationen, in denen Sie gerne zügiger arbeiten würden.
		☐ Ich empfinde dies als sehr störend
		Arbeitstempo durch das visuelle Assistenzsystem manchmal durch zu schnelle Informationsfolgen?
		•
unter Dru	ck gesetzt, z. B. □ nein	durch zu schnelle Informationsfolgen?
unter Dru □ ja wenn "ja"	ck gesetzt, z. B. nein :	durch zu schnelle Informationsfolgen?
unter Dru □ ja wenn "ja"	ck gesetzt, z. B. nein :	durch zu schnelle Informationsfolgen? □ Frage trifft nicht zu
unter Dru □ ja wenn "ja"	ck gesetzt, z. B. nein :	durch zu schnelle Informationsfolgen? □ Frage trifft nicht zu
unter Dru □ ja wenn "ja"	ck gesetzt, z. B. nein :	durch zu schnelle Informationsfolgen? □ Frage trifft nicht zu
unter Dru □ ja wenn "ja"	ck gesetzt, z. B. nein :	durch zu schnelle Informationsfolgen? □ Frage trifft nicht zu
unter Dru □ ja wenn "ja"	ck gesetzt, z. B. nein :	durch zu schnelle Informationsfolgen? □ Frage trifft nicht zu

Erwartungskonformität

Ein visuelles Assistenzsystem ist erwartungskonform, wenn Sie bei der Arbeit mit dem durch das visuelle Assistenzsystem keine "Überraschungsmomente" erleben. Solche Momente können zum Beispiel sein, dass Sie unter Verwendung des visuellen Assistenzsystems Aufgaben nicht, wie Sie es gewohnt sind, ausführen können.

17.	Erfolgt eine sollten?	visuelle Assis	stenz dort, wo sie Ihrer Meinung nach auch stattfinden
	□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
	wenn "nein"	':	Ç
			te Situation, in der die visuelle Assistenz nicht Ihren Erwartungen
			□ lch empfinde dies als sehr störend
18.	Werden Sie eingeschrän		uelle Assistenzsystem in der Ausführung Ihrer Tätigkeit
	□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
	wenn "ja": Nennen Sie k eingeschränk		te Situation, in der Sie durch das visuelle Assistenzsystem
			□ Ich empfinde dies als sehr störend
19.			uelle Assistenzsystem in Ihrer Bewegungsfreiheit bei der t eingeschränkt?
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu
	wenn "ja": Nennen Sie bentspricht.	oitte die konkre	te Situation, in der die visuelle Assistenz nicht Ihren Erwartungen
	_		
			□ Ich amnfinda dias als sahr störand

20.	Verspüren Sie bei Nutzung des visuellen Assistenzsystems bei der Ausführung Ihrer Tätigkeit sonstige negative Einflüsse auf Ihren Körper, wie bspw. Kopfschmerzen?				
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu		
	wenn "ja":		ete Situation, in der Sie negative Einflüsse/ Auswirkungen auf Ihren		
			□ Ich empfinde dies als sehr störend		
21.		e bei Nutzung o ogelenkt zu we	des visuellen Assistenzsystems bei der Ausführung Ihrer rden?		
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu		
			ete Situation, in der Sie durch das visuelle Assistenzsystem bei der abgelenkt werden.		
			□ Ich empfinde dies als sehr störend		

Fehlertoleranz

Ein visuelles Assistenzsystem ist fehlertolerant, wenn Sie Ihr Arbeitsergebnis trotz fehlerhafter Anwendung oder Bedienung entweder mit keinem oder mit minimalem Korrekturaufwand erreichen können. Außerdem sollte Sie das visuelle Assistenzsystem Sie darauf aufmerksam machen, wenn es einen Fehler bei der Anwendung oder Bedienung bemerkt, und Ihnen mögliche Korrekturhinweise zur richtigen Anwendung oder Bedienung liefern.

22.			Anwendung oder Bedienung des visuellen hinweise für eine korrekte Anwendung oder Bedienung?
	□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
	wenn "nein":		
		•	n denen Sie sich vielleicht wünschen würden, dass Ihnen das n Vorschlag für eine richtige Anwendung oder Bedienung macht.
	z.B. bei Verwend	ung des falschen V	Verkzeuges
			□ Ich empfinde dies als sehr störend
23.			fehlerhaften Anwendung oder Bedienung des visuellen gem Aufwand beheben?
	□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
	wenn "nein":		
			uationen, in denen Ihnen der Aufwand für die Korrektur einer Bedienung zu hoch erscheint.
			☐ Ich empfinde dies als sehr störend
24.	Arbeitet das v stabil und zuv		enzsystem während der Ausführung Ihrer Aufgabe immer
	□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
	wenn "nein":		
	Nennen Sie die	e Situationen, in	denen Sie der visuellen Assistenz nicht trauen.
			☐ Ich empfinde dies als sehr störend

Individualisierbarkeit

Ein visuelles Assistenzsystem ist individualisierbar, wenn Sie Einstellungen des Systems vornehmen können, die an Ihre individuellen Bedürfnisse angepasst sind.

25.	Können Sie da richtigen Infor		sistenzsystem so einstellen, dass Ihnen das Erkennen der nt fällt?
	□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
	wenn "nein":		
		Stellen, bei de	nen Ihnen das Arbeiten mit dem Assistenzsystem schwer fällt.
			☐ Ich empfinde dies als sehr störend
26.			sistenzsystem so einstellen, dass Sie die für Sie relevante e Informationsdarstellung) erhalten?
	□ ja	□ nein	☐ Frage trifft nicht zu
	wenn "nein": Nennen Sie die einstellen könn		nen Sie nicht die benötigte detaillierte Informationsdarstellung
			□ Ich empfinde dies als sehr störend

Lernförderlichkeit

Ein visuelles Assistenzsystem ist lernförderlich, wenn es Ihnen unter anderem ermöglicht, selbständig einfach mal "rumzuprobieren", ohne dass Sie Angst haben müssen, etwas "kaputt" zu machen.

27.	Ermöglicht Ihr auszuprobiere		e Assistenzsystem, auch einmal etwas gefahrlos
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu
		e bitte die "Stra " schon bekomr	fen", die Sie von dem visuellen Assistenzsystem durch nen haben.
			☐ Ich empfinde dies als sehr störend
28.			es Ihnen Sie durch das visuelle Assistenzsystem beim ing unbekannter Tätigkeiten, entsprechend unterstützt
	□ ja	□ nein	□ Frage trifft nicht zu
		m bei neuen – I	ei denen Sie den Eindruck haben durch das visuelle hnen bislang unbekannten – Tätigkeiten nicht entsprechend
			□ Ich empfinde dies als sehr störend

für weitere Kritik an dem visuellen Assistenzsystem oder für die Probleme, die Sie bei Beantwortung der Fragen nicht losgeworden sind.	

Auswertung der Benutzerbefragung

Nachfolgende Tabelle stellt übersichtlich die Anzahl der von den Benutzern gegebenen Antworten dar. Der Benutzerfragebogen wurde von fünf Studenten nach der Benutzung des entwickelten Montageassistenzsystems in der Lernmontage der Fraunhofer Austria Research GmbH ausgefüllt.

Nr.	Frage	Ja	Nein	Anderes
1	Stellt das visuelle Assistenzsystem alle für Ihre Aufgabe benötigten Funktionen zur Unterstützung zur Verfügung?	3	2	0
2	Stellt das visuelle Assistenzsystem alle für die korrekte Durchführung Ihrer Aufgabe benötigten Informationen zur Verfügung?	4	1	0
3	Stellt das visuelle Assistenzsystem alle für die korrekte Durchführung Ihrer Aufgabe benötigten Informationen auch in "ungeplanten" bzw. in "unbekannten – 1 maligen Situationen" zur Verfügung?	2	3	0
4	Müssen Sie Eingaben oder Dialogschritte machen, die eigentlich überflüssig wären?	0	5	0
5	Müssen Sie Eingaben oder Dialogschritte machen, die Sie stören oder Sie in der Ausführung Ihrer Tätigkeiten behindern?	2	3	0
6	Finden Sie, dass die visuelle Assistenzleistung für Ihre Arbeitstätigkeit angemessen ist?	5	0	0
7	Haben Sie das Gefühl, dass Sie weitere Informationen in bestimmten Situationen benötigen, welche Ihnen das visuelle Assistenzsystem nicht bereitstellt?	3	2	0
8	Unterstützt Sie das visuelle Assistenzsystem in einer Weise, die Ihnen auch tatsächlich weiterhilft?	5	0	0
9	Sind die Informationen, die zur Erledigung der Aufgabe notwendig sind, auf dem Bildschirm übersichtlich verfügbar?	5	0	0
10	Sind die Meldungen und Informationen des Systems für Sie immer verständlich?	4	1	0
- 11	Sind die Meldungen und Informationen des Systems für Sie immer eindeutig erkennbar bzw. lesbar?	4	1	0
12	Macht das visuelle Assistenzsystem manchmal etwas, ohne dass Sie es zu dem Zeitpunkt wollen?	1	4	0
13	Können Sie bei Bedarf eine Aufgabe unterbrechen und später wieder fortsetzen, ohne eine Eingabe im visuellen Assistenzsystem vornehmen zu müssen?	4	1	0
14	Können Sie bei Bedarf eine Aufgabe aufwandsfrei unterbrechen und später wieder fortsetzen?	4	1	0
15	Fühlen Sie sich in Ihrem Arbeitstempo durch das visuelle Assistenzsystem manchmal gebremst, z. B. durch lange Wartezeiten?	0	5	0
16	Fühlen Sie sich in Ihrem Arbeitstempo durch das visuelle Assistenzsystem manchmal unter Druck gesetzt, z. B. durch zu schnelle Informationsfolgen?	0	5	0
17	Erfolgt eine visuelle Assistenz dort, wo sie Ihrer Meinung nach auch stattfinden sollten?	5	0	0
18	Werden Sie durch das visuelle Assistenzsystem in der Ausführung Ihrer Tätigkeit eingeschränkt?	1	4	0

19	Werden Sie durch das visuelle Assistenzsystem in Ihrer Bewegungsfreiheit bei der Ausführung Ihrer Tätigkeit eingeschränkt?	2	3	0
20	Verspüren Sie bei Nutzung des visuellen Assistenzsystems bei der Ausführung Ihrer Tätigkeit sonstige negative Einflüsse auf Ihren Körper, wie bspw. Kopfschmerzen?	0	5	0
21	Glauben Sie bei Nutzung des visuellen Assistenzsystems bei der Ausführung Ihrer Tätigkeit abgelenkt zu werden?	0	5	0
22	Erhalten Sie bei fehlerhafter Anwendung oder Bedienung des visuellen Assistenzsystems Korrekturhinweise für eine korrekte Anwendung oder Bedienung?	1	4	0
23	Können Sie die Folgen einer fehlerhaften Anwendung oder Bedienung des visuellen Assistenzsystems mit geringem Aufwand beheben?	5	0	0
24	Arbeitet das visuelle Assistenzsystem während der Ausführung Ihrer Aufgabe immer stabil und zuverlässig?	4	0	1
25	Können Sie das visuelle Assistenzsystem so einstellen, dass Ihnen das Erkennen der richtigen Informationen leicht fällt?	3	2	0
26	Können Sie das visuelle Assistenzsystem so einstellen, dass Sie die für Sie relevante Informationstiefe (detaillierte Informationsdarstellung) erhalten?	3	2	0
27	Ermöglicht Ihnen das visuelle Assistenzsystem, auch einmal etwas gefahrlos auszuprobieren?	5	0	0
28	Haben Sie den Eindruck, dass Ihnen Sie durch das visuelle Assistenzsystem beim Ausführen neuer, Ihnen bislang unbekannter Tätigkeiten, entsprechend unterstützt werden?	5	0	0

Zeitaufschrieb

Datum	Von	Bis	Nettozeit [h]	Arbeit
01.06.2015	10:00	18:00	8,0	Recherche Smarttools
02.06.2015	19:30	23:00	3,5	Recherche Smarttools
03.06.2015	18:00	23:00	5,0	Recherche Smarttools
04.06.2015	09:00	14:00	5,0	Recherche Smarttools
05.06.2015	09:00	15:00	6,0	Recherche Assistenzsysteme, Augmented Reality
05.06.2015	16:00	23:30	7,5	Recherche Assistenzsysteme, Augmented Reality
06.06.2015	09:00	12:00	3,0	Recherche Assistenzsysteme, Augmented Reality
07.06.2015	14:00	19:00	5,0	Recherche Assistenzsysteme, Augmented Reality
08.06.2015	11:00	16:00	5,0	Marktanalyse
08.06.2015	20:00	23:30	3,5	Marktanalyse
09.06.2015	18:00	23:30	5,5	Marktanalyse
12.06.2015	08:00	13:00	5,0	Marktanalyse
12.06.2015	15:00	22:00	7,0	Lastenheft erstellen
13.06.2015	08:30	14:00	5,5	Lastenheft erstellen
13.06.2015	14:30	23:00	8,5	Lastenheft erstellen
15.06.2015	10:30	16:00	5,5	Konzeptentwicklung
16.06.2015	19:00	23:30	4,5	Konzeptentwicklung
17.06.2015	18:00	23:30	5,5	Konzeptentwicklung
19.06.2015	18:00	22:00	4,0	Konzeptentwicklung
20.06.2015	09:00	14:00	5,0	Konzeptentwicklung
20.06.2015	14:00	23:00	9,0	Konzeptentwicklung
21.06.2015	10:30	17:00	6,5	Konzeptentwicklung
23.06.2015	16:00	23:00	7,0	Dokumentation: Grundeinrichtugn
24.06.2015	09:00	13:00	4,0	Dokumentation: Einleitung
24.06.2015	14:00	19:00	5,0	Dokumentation: Einleitung
25.06.2015	18:00	23:00	5,0	Softwareentwicklung: Server
27.06.2015	09:00	13:00	4,0	Softwareentwicklung: Server
27.06.2015	15:00	21:00	6,0	Softwareentwicklung: Server
28.06.2015	18:00	23:30	5,5	Softwareentwicklung: Server
29.06.2015	08:00	13:00	5,0	Softwareentwicklung: Server
29.06.2015	15:00	22:00	7,0	Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche
03.07.2015	08:00	15:00	7,0	Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche
03.07.2015	16:00	19:00	3,0	Softwareentwicklung: Server
05.07.2015	10:00	13:00	3,0	Softwareentwicklung: Server
05.07.2015	15:00	22:00	7,0	Softwareentwicklung: Server
06.07.2015	09:00	13:00	4,0	Softwareentwicklung: Server
07.07.2015	13:30	19:00	5,5	Softwareentwicklung: Server
08.07.2015	08:00	13:30	5,5	Softwareentwicklung: Server

09.07.2015	15:00	21:00	6,0	Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche
12.07.2015		21:00	7,0	Dokumentation: Einleitung
13.07.2015		14:00	5,0	Dokumentation: Einleitung
13.07.2015	15:00	21:00	6,0	Dokumentation: Einleitung
14.07.2015	08:00	12:00	4,0	Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche
14.07.2015	13:30	19:00	5,5	Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche
15.07.2015	10:00	14:00	4,0	Softwareentwicklung: AV-Software
15.07.2015		20:00	5,5	Softwareentwicklung: AV-Software
16.07.2015	10:00	14:00	4,0	Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche
16.07.2015	14:30	20:00	5,5	Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche
17.07.2015	09:00	13:00	4,0	Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen
17.07.2015	14:00	19:00	5,0	Softwareentwicklung: Sprachsteuerung
19.07.2015	08:00	13:00	5,0	Softwareentwicklung: Sprachsteuerung
19.07.2015	13:30	16:00	2,5	Softwareentwicklung: Sprachsteuerung
19.07.2015	17:00	23:30	6,5	Softwareentwicklung: Server
20.07.2015	09:00	13:00	4,0	Softwareentwicklung: Server
20.07.2015	13:30	21:00	7,5	Softwareentwicklung: Server
21.07.2015	09:30	13:00	3,5	Cortona3D, Arbeitsanleitungen für Usecase
21.07.2015	14:00	21:00	7,0	Cortona3D, Arbeitsanleitungen für Usecase
22.07.2015	09:00	13:00	4,0	Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen
22.07.2015	13:30	22:00	8,5	Softwareentwicklung: AV-Software
23.07.2015	18:00	23:30	5,5	Softwareentwicklung: AV-Software
25.07.2015	08:00	12:30	4,5	Softwareentwicklung: AV-Software
25.07.2015	10:00	14:00	4,0	Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen
25.07.2015	15:00	22:00	7,0	Dokumentation: Praktischer Teil
26.07.2015	07:30	12:00	4,5	Softwareentwicklung: AV-Software
26.07.2015	15:00	23:00	8,0	Softwareentwicklung: AV-Software
27.07.2015	09:30	13:00	3,5	Softwareentwicklung: AV-Software
27.07.2015	14:30	19:00	4,5	Softwareentwicklung: Importschnittstelle
28.07.2015	10:00	15:00	5,0	Softwareentwicklung: Importschnittstelle
28.07.2015	16:00	21:00	5,0	Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen
29.07.2015	15:00	22:00	7,0	Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen
01.08.2015	14:00	19:00	5,0	Softwareentwicklung: AV-Software
02.08.2015	14:00	21:00	7,0	Softwareentwicklung: AV-Software
03.08.2015	08:00	14:00	6,0	Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche
03.08.2015	16:00	22:00	6,0	Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche
04.08.2015	18:00	23:30	5,5	Softwareentwicklung: Sprachsteuerung
05.08.2015	18:30	23:00	4,5	Softwareentwicklung: Sprachsteuerung
07.08.2015	07:00	12:00	5,0	Dokumentation: Praktischer Teil
07.08.2015	13:00	16:00	3,0	Dokumentation: Praktischer Teil
07.08.2015	20:00	23:30	3,5	Softwareentwicklung: Sprachsteuerung

08.08.2015 13:30 19:00 5,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 09.08.2015 12:00 15:00 3,0 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 09.08.2015 16:00 21:00 5,0 Dokumentation: Praktischer Teil 10.08.2015 07:00 11:00 4,0 Dokumentation: Ausblick 11.08.2015 08:00 12:00 4,0 Dokumentation: Ausblick 11.08.2015 09:00 14:00 5,0 Sprachsteuerung optimieren 12.08.2015 16:00 21:00 5,0 Sprachsteuerung optimieren 13.08.2015 16:00 22:00 6,0 Sprachsteuerung optimieren 15.08.2015 16:00 22:00 6,0 Sprachsteuerung optimieren 15.08.2015 16:00 19:00 5,0 Sprachsteuerung optimieren 15.08.2015 18:00 19:00 5,0 Dokumentation: Ausblick 16.08.2015 18:00 19:00 5,0 Dokumentation: Praktischer Teil 19.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentati					
09.08.2015 12:00 15:00 3,0 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 09.08.2015 16:00 21:00 5,0 Dokumentation: Praktischer Teil 10.08.2015 07:00 11:00 4,0 Dokumentation: Ausblick 11.08.2015 08:00 12:00 4,0 Dokumentation: Ausblick 11.08.2015 15:00 22:00 7,0 Dokumentation: Ausblick 11.08.2015 15:00 22:00 5,0 Sprachsteuerung optimieren 12.08.2015 16:00 21:00 5,0 Sprachsteuerung optimieren 13.08.2015 16:00 22:00 6,0 Sprachsteuerung optimieren 15.08.2015 10:00 12:00 5,0 Sprachsteuerung optimieren 15.08.2015 14:00 19:00 5,0 Sprachsteuerung optimieren 15.08.2015 14:00 19:00 5,0 Dokumentation: Ausblick 16.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Praktischer Teil 18.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Fraktisch	08.08.2015		13:00	4,0	Softwareentwicklung: Sprachsteuerung
09.08.2015 16:00 21:00 5,0 Dokumentation: Praktischer Teil 10.08.2015 07:00 11:00 4,0 Dokumentation: Ausblick 11.08.2015 08:00 12:00 4,0 Dokumentation: Ausblick 11.08.2015 15:00 22:00 7,0 Dokumentation: Ausblick 12.08.2015 16:00 21:00 5,0 Sprachsteuerung optimieren 12.08.2015 16:00 22:00 6,0 Sprachsteuerung optimieren 13.08.2015 16:00 22:00 6,0 Sprachsteuerung optimieren 15.08.2015 19:00 5,0 Sprachsteuerung optimieren 15.08.2015 14:00 19:00 5,0 Sprachsteuerung optimieren 15.08.2015 14:00 19:00 5,0 Dokumentation: Ausblick 16.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Ausblick 16.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Praktischer Teil 18.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Praktischer Teil					
10.08.2015 07:00 11:00 4,0 Dokumentation: Ausblick 11.08.2015 08:00 12:00 4,0 Dokumentation: Ausblick 11.08.2015 15:00 22:00 7,0 Dokumentation: Ausblick 12.08.2015 09:00 14:00 5,0 Sprachsteuerung optimieren 13.08.2015 16:00 21:00 5,0 Sprachsteuerung optimieren 15.08.2015 16:00 22:00 6,0 Sprachsteuerung optimieren 15.08.2015 16:00 12:30 3,5 Sprachsteuerung optimieren 15.08.2015 14:00 19:00 5,0 Sprachsteuerung optimieren 16.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Ausblick 16.08.2015 18:00 23:00 5,0 Dokumentation: Praktischer Teil 18.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Praktischer Teil 19.08.2015 18:00 23:00 5,0 Dokumentation: Evaluierung 20.08.2015 18:00 23:00 5,0 Dokumentation: Evaluierung	09.08.2015	12:00	15:00	3,0	Softwareentwicklung: Sprachsteuerung
11.08.2015 08:00 12:00 4,0 Dokumentation: Ausblick 11.08.2015 15:00 22:00 7,0 Dokumentation: Ausblick 12.08.2015 09:00 14:00 5,0 Sprachsteuerung optimieren 12.08.2015 16:00 21:00 5,0 Sprachsteuerung optimieren 13.08.2015 16:00 22:00 6,0 Sprachsteuerung optimieren 15.08.2015 19:00 19:00 5,0 Sprachsteuerung optimieren 16.08.2015 18:00 19:00 5,0 Dokumentation: Ausblick 16.08.2015 18:00 23:00 5,0 Dokumentation: Ausblick 16.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Praktischer Teil 18.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Evaluierung 20.08.2015 18:00 23:00 5,0 Dokumentation: Evaluierung 20.08.2015 18:00 23:00 5,0 Dokumentation: Evaluierung 20.08.2015 18:00 30 Dokumentation: Evaluierung	09.08.2015	16:00	21:00	5,0	Dokumentation: Praktischer Teil
11.08.2015 15:00 22:00 7,0 Dokumentation: Ausblick 12.08.2015 09:00 14:00 5,0 Sprachsteuerung optimieren 13.08.2015 16:00 22:00 6,0 Sprachsteuerung optimieren 15.08.2015 16:00 22:00 6,0 Sprachsteuerung optimieren 15.08.2015 09:00 12:30 3,5 Sprachsteuerung optimieren 15.08.2015 14:00 19:00 5,0 Sprachsteuerung optimieren 16.08.2015 14:00 19:00 5,0 Dokumentation: Ausblick 16.08.2015 18:00 23:00 5,0 Dokumentation: Ausblick 16.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Praktischer Teil 18.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Praktischer Teil 19.08.2015 18:00 23:00 5,0 Dokumentation: Evaluierung Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche 20.08.2015 18:00 23:00 5,0 Dokumentation: Evaluierung Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche (Messemodus) Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche 22.08.2015 12:00 18:00 4,0 Gokumentation: Evaluierung 22.08.2015 12:30 18:00 5,5 Dokumentation: Evaluierung 22.08.2015 12:30 18:00 5,5 Dokumentation: Evaluierung 22.08.2015 12:30 18:00 5,5 Dokumentation: Evaluierung 23.08.2015 12:30 18:00 5,5 Dokumentation: Evaluierung 23.08.2015 12:30 18:00 5,5 Dokumentation: Evaluierung 23.08.2015 12:30 13:00 3,0 Dokumentation: Grundlagen 24.08.2015 12:30 13:00 3,0 Dokumentation: Grundlagen 24.08.2015 19:00 23:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 10:00 13:00 3,0 Softwareentwicklung: Messemodus 26.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Evaluierung 26.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 13:00 13:00 3,5 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 13:00 13:00 3,5 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 13:00 13:00 3,5 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 13:00 13:00 3,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 13:00 13:00 3,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 13:00 13:00 3,0 Dokumenta	10.08.2015	07:00	11:00	4,0	Dokumentation: Ausblick
12.08.2015 09:00 14:00 5,0 Sprachsteuerung optimieren 12.08.2015 16:00 21:00 5,0 Sprachsteuerung optimieren 13.08.2015 16:00 22:00 6,0 Sprachsteuerung optimieren 15.08.2015 09:00 12:30 3,5 Sprachsteuerung optimieren 15.08.2015 14:00 19:00 5,0 Sprachsteuerung optimieren 16.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Ausblick 16.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Ausblick 16.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Praktischer Teil 18.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Praktischer Teil 19.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Praktischer Teil 19.08.2015 18:00 23:00 5,0 Dokumentation: Praktischer Teil 19.08.2015 18:00 23:00 5,0 Dokumentation: Praktischer Teil 19.08.2015 18:00 23:00 5,0 Dokumentation: Evaluierung Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche (Messemodus) Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche (Messemodus) Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche (Messemodus) 21.08.2015 12:00 18:00 6,0 Dokumentation: Evaluierung 22.08.2015 12:30 18:00 5,5 Dokumentation: Evaluierung 23.08.2015 12:00 15:00 3,0 Dokumentation: Evaluierung 23.08.2015 12:00 15:00 3,0 Dokumentation: Grundlagen 23.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Grundlagen 23.08.2015 18:00 23:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 13:00 13:00 3,0 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 13:00 13:00 3,0 Softwareentwicklung: Messemodus 26.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 13:00 13:00 3,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2	11.08.2015	08:00	12:00	4,0	Dokumentation: Ausblick
12.08.2015 16:00 21:00 5,0 Sprachsteuerung optimieren	11.08.2015	15:00	22:00	7,0	Dokumentation: Ausblick
13.08.2015 16:00 22:00 6,0 Sprachsteuerung optimieren 15.08.2015 09:00 12:30 3,5 Sprachsteuerung optimieren 15.08.2015 14:00 19:00 5,0 Sprachsteuerung optimieren 16.08.2015 07:00 12:00 5,0 Dokumentation: Ausblick 16.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Ausblick 16.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Praktischer Teil 18.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Praktischer Teil 19.08.2015 18:00 23:00 5,0 Dokumentation: Evaluierung Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche (Messemodus) Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche (Messemodus) Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche (Messemodus) Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche (Messemodus) Softwareentwicklung: Evaluierung 22.08.2015 12:00 18:00 6,0 Dokumentation: Evaluierung 23.08.2015 12:30 18:00 5,5 Dokumentation: Evaluierung 23.08.2015 12:30 18:00 5,5 Dokumentation: Evaluierung 23.08.2015 12:00 15:00 3,0 Dokumentation: Evaluierung 23.08.2015 12:00 15:00 3,0 Dokumentation: Evaluierung 24.08.2015 19:00 23:30 5,5 Dokumentation: Evaluierung 25.08.2015 19:00 23:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 19:00 23:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 19:00 13:00 3,0 Softwareentwicklung: Messemodus 26.08.2015 13:00 15:00 4,0 Dokumentation: Evaluierung 26.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Evaluierung 26.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 13:00	12.08.2015	09:00	14:00	5,0	Sprachsteuerung optimieren
15.08.2015 09:00 12:30 3,5 Sprachsteuerung optimieren 15.08.2015 14:00 19:00 5,0 Sprachsteuerung optimieren 16.08.2015 17:00 12:00 5,0 Dokumentation: Ausblick 16.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Ausblick 16.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Praktischer Teil 18.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Praktischer Teil 19.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Praktischer Teil 19.08.2015 18:00 23:00 5,0 Dokumentation: Evaluierung Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche (Messemodus) Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche (Messemodus) 21.08.2015 12:00 18:00 6,0 Dokumentation: Evaluierung 22.08.2015 12:00 18:00 3,0 Dokumentation: Evaluierung 23.08.2015 12:00 15:00 3,0 Dokumentation: Evaluierung 23.08.2015 12:00 15:00 3,0 Dokumentation: Grundlagen 24.08.2015 19:00 23:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 10:00 13:00 3,0 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 10:00 13:00 3,0 Softwareentwicklung: Messemodus 26.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Evaluierung 26.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 13:00 16:00 3,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 13:00 16:00 3,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 13:00 13:00 2,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 14:00 13:00 2,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 14:00 19:00 5,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 14:00 19:00 5,0 D	12.08.2015	16:00	21:00	5,0	Sprachsteuerung optimieren
15.08.2015	13.08.2015	16:00	22:00	6,0	Sprachsteuerung optimieren
16.08.2015 07:00 12:00 5,0 Dokumentation: Ausblick 16.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Ausblick 16.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Praktischer Teil 18.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Praktischer Teil 19.08.2015 18:00 23:00 5,0 Dokumentation: Praktischer Teil 19.08.2015 18:00 23:00 5,0 Dokumentation: Evaluierung Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche (Messemodus) Softwareentwicklung: Evaluierung Dokumentation: Evaluierung Softwareentwicklung: Evaluierung Softwareentwicklung: Messemodus Softwaree	15.08.2015	09:00	12:30	3,5	Sprachsteuerung optimieren
16.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Ausblick 16.08.2015 18:00 23:00 5,0 Dokumentation: Ausblick 17.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Praktischer Teil 18.08.2015 18:00 23:00 5,0 Dokumentation: Evaluierung 19.08.2015 18:00 23:00 5,0 Dokumentation: Evaluierung 20.08.2015 18:00 23:00 5,0 Mokumentation: Evaluierung 20.08.2015 18:00 23:00 5,0 Mokumentation: Evaluierung 21.08.2015 07:00 11:00 4,0 Mokumentation: Evaluierung 21.08.2015 12:00 18:00 6,0 Dokumentation: Evaluierung 22.08.2015 12:30 18:00 5,5 Dokumentation: Grundlagen 23.08.2015 12:00 15:00 3,0 Dokumentation: Grundlagen 23.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Grundlagen 24.08.2015 19:00 33:0 3,0 Softwareentwicklung: Messemodus	15.08.2015	14:00	19:00	5,0	Sprachsteuerung optimieren
16.08.2015 18:00 23:00 5,0 Dokumentation: Ausblick 17.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Praktischer Teil 18.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Praktischer Teil 19.08.2015 18:00 23:00 5,0 Dokumentation: Evaluierung 20.08.2015 18:00 23:00 5,0 Dokumentation: Evaluierung 20.08.2015 18:00 23:00 5,0 Messemodus 21.08.2015 07:00 11:00 4,0 (Messemodus) 21.08.2015 12:00 18:00 6,0 Dokumentation: Evaluierung 22.08.2015 10:00 18:00 5,5 Dokumentation: Evaluierung 22.08.2015 12:30 18:00 5,5 Dokumentation: Grundlagen 23.08.2015 12:00 15:00 3,0 Dokumentation: Grundlagen 23.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Grundlagen 24.08.2015 19:00 13:00 3,0 Softwareentwicklung: Messemodus	16.08.2015	07:00	12:00	5,0	Dokumentation: Ausblick
17.08.2015	16.08.2015	13:00	15:00	2,0	Dokumentation: Ausblick
18.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Praktischer Teil 19.08.2015 18:00 23:00 5,0 Dokumentation: Evaluierung 20.08.2015 18:00 23:00 5,0 (Messemodus) 20.08.2015 18:00 23:00 5,0 (Messemodus) 21.08.2015 07:00 11:00 4,0 (Messemodus) 21.08.2015 12:00 18:00 6,0 Dokumentation: Evaluierung 22.08.2015 12:30 18:00 5,5 Dokumentation: Evaluierung 23.08.2015 12:00 15:00 3,0 Dokumentation: Grundlagen 23.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Grundlagen 24.08.2015 19:00 23:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 10:00 13:00 3,0 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 14:00 18:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 26.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Evaluierung	16.08.2015	18:00	23:00	5,0	Dokumentation: Ausblick
19.08.2015 18:00 23:00 5,0 Dokumentation: Evaluierung 20.08.2015 18:00 23:00 5,0 (Messemodus) 21.08.2015 07:00 11:00 4,0 (Messemodus) 21.08.2015 12:00 18:00 6,0 Dokumentation: Evaluierung 22.08.2015 09:00 12:00 3,0 Dokumentation: Evaluierung 22.08.2015 12:30 18:00 5,5 Dokumentation: Evaluierung 23.08.2015 12:00 15:00 3,0 Dokumentation: Grundlagen 23.08.2015 12:00 15:00 3,0 Dokumentation: Grundlagen 24.08.2015 19:00 23:30 5,5 Dokumentation: Grundlagen 25.08.2015 10:00 13:00 3,0 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 10:00 13:00 3,0 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 10:00 13:00 3,0 Softwareentwicklung: Messemodus 26.08.2015 14:00 18:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 26.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Evaluierung 26.08.2015 15:00 20:00 5,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 15:00 20:00 5,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 13:00 16:00 3,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 13:00 16:00 3,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 11:00 13:00 2,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 11:00 13:00 2,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 11:00 18:00 2,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 11:00 18:00 8,0 Recherche Smarttools	17.08.2015	18:00	23:30	5,5	Dokumentation: Praktischer Teil
Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche	18.08.2015	18:00	23:30	5,5	Dokumentation: Praktischer Teil
20.08.2015 18:00 23:00 5,0 (Messemodus) 21.08.2015 07:00 11:00 4,0 (Messemodus) 21.08.2015 12:00 18:00 6,0 Dokumentation: Evaluierung 22.08.2015 09:00 12:00 3,0 Dokumentation: Evaluierung 22.08.2015 12:30 18:00 5,5 Dokumentation: Grundlagen 23.08.2015 12:00 15:00 3,0 Dokumentation: Grundlagen 23.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Grundlagen 24.08.2015 19:00 23:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 10:00 13:00 3,0 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 14:00 18:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 26.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Evaluierung 26.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 13:00 15:00 3,5 Dokumentation: Ausblick	19.08.2015	18:00	23:00	5,0	Dokumentation: Evaluierung
Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche					Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche
21.08.2015 07:00 11:00 4,0 (Messemodus) 21.08.2015 12:00 18:00 6,0 Dokumentation: Evaluierung 22.08.2015 09:00 12:00 3,0 Dokumentation: Evaluierung 22.08.2015 12:30 18:00 5,5 Dokumentation: Grundlagen 23.08.2015 12:00 15:00 3,0 Dokumentation: Grundlagen 23.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Grundlagen 24.08.2015 19:00 23:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 10:00 13:00 3,0 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 14:00 18:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 26.08.2015 08:00 12:00 4,0 Dokumentation: Evaluierung 26.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 13:00 12:30 3,5 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 13:00 16:00 3,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 18:00 22:00 4,0 Dokumentation	20.08.2015	18:00	23:00	5,0	(Messemodus)
21.08.2015 12:00 18:00 6,0 Dokumentation: Evaluierung 22.08.2015 09:00 12:00 3,0 Dokumentation: Evaluierung 22.08.2015 12:30 18:00 5,5 Dokumentation: Evaluierung 23.08.2015 12:00 15:00 3,0 Dokumentation: Grundlagen 23.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Grundlagen 24.08.2015 19:00 23:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 10:00 13:00 3,0 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 14:00 18:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 26.08.2015 08:00 12:00 4,0 Dokumentation: Evaluierung 26.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Evaluierung 26.08.2015 15:00 20:00 5,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 09:00 12:30 3,5 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 13:00 13:00 2,0 Dokumentation: Ausblick					Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche
22.08.2015 09:00 12:00 3,0 Dokumentation: Evaluierung 22.08.2015 12:30 18:00 5,5 Dokumentation: Evaluierung 23.08.2015 12:00 15:00 3,0 Dokumentation: Grundlagen 23.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Grundlagen 24.08.2015 19:00 23:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 10:00 13:00 3,0 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 14:00 18:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 26.08.2015 08:00 12:00 4,0 Dokumentation: Evaluierung 26.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Evaluierung 26.08.2015 15:00 20:00 5,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 09:00 12:30 3,5 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 13:00 16:00 3,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 18:00 22:00 4,0 Dokumentation: Ausblick <td>21.08.2015</td> <td>07:00</td> <td>11:00</td> <td>4,0</td> <td>(Messemodus)</td>	21.08.2015	07:00	11:00	4,0	(Messemodus)
22.08.2015 12:30 18:00 5,5 Dokumentation: Evaluierung 23.08.2015 12:00 15:00 3,0 Dokumentation: Grundlagen 23.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Grundlagen 24.08.2015 19:00 23:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 10:00 13:00 3,0 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 14:00 18:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 26.08.2015 08:00 12:00 4,0 Dokumentation: Evaluierung 26.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 15:00 20:00 5,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 13:00 16:00 3,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 11:00 13:00 2,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 14:00 19:00 5,0 Dokumentation: Ausblick 30.08.2015 14:00 19:00 5,0 Dokumentation: Ausblick	21.08.2015	12:00	18:00	6,0	Dokumentation: Evaluierung
23.08.2015 12:00 15:00 3,0 Dokumentation: Grundlagen 23.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Grundlagen 24.08.2015 19:00 23:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 10:00 13:00 3,0 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 14:00 18:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 26.08.2015 08:00 12:00 4,0 Dokumentation: Evaluierung 26.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 15:00 20:00 5,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 09:00 12:30 3,5 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 11:00 13:00 2,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 11:00 13:00 2,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 14:00 19:00 5,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 15:00 22:00 4,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 14:00 19:00 5,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 10:00 18:00 8,0 Recherche Smarttools 20.06.2015 19:30 23:00 3,5 Recherche Smarttools	22.08.2015	09:00	12:00	3,0	Dokumentation: Evaluierung
23.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Grundlagen 24.08.2015 19:00 23:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 10:00 13:00 3,0 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 14:00 18:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 26.08.2015 08:00 12:00 4,0 Dokumentation: Evaluierung 26.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 15:00 20:00 5,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 09:00 12:30 3,5 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 13:00 13:00 2,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 11:00 13:00 2,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 14:00 19:00 5,0 Dokumentation: Ausblick 01.06.2015 10:00 18:00 8,0 Recherche Smarttools 02.06.2015 19:30 23:00 3,5 Recherche Smarttools </td <td>22.08.2015</td> <td>12:30</td> <td>18:00</td> <td>5,5</td> <td>Dokumentation: Evaluierung</td>	22.08.2015	12:30	18:00	5,5	Dokumentation: Evaluierung
24.08.2015 19:00 23:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 10:00 13:00 3,0 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 14:00 18:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 26.08.2015 08:00 12:00 4,0 Dokumentation: Evaluierung 26.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 15:00 20:00 5,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 13:00 16:00 3,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 11:00 13:00 2,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 18:00 22:00 4,0 Dokumentation: Ausblick 30.08.2015 14:00 19:00 5,0 Dokumentation: Ausblick 01.06.2015 10:00 18:00 8,0 Recherche Smarttools 02.06.2015 19:30 23:00 3,5 Recherche Smarttools	23.08.2015	12:00	15:00	3,0	Dokumentation: Grundlagen
25.08.2015 10:00 13:00 3,0 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 14:00 18:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 26.08.2015 08:00 12:00 4,0 Dokumentation: Evaluierung 26.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 15:00 20:00 5,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 09:00 12:30 3,5 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 13:00 16:00 3,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 18:00 22:00 4,0 Dokumentation: Ausblick 30.08.2015 14:00 19:00 5,0 Dokumentation: Ausblick 01.06.2015 10:00 18:00 8,0 Recherche Smarttools 02.06.2015 19:30 23:00 3,5 Recherche Smarttools	23.08.2015	18:00	23:30	5,5	Dokumentation: Grundlagen
25.08.2015 14:00 18:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 26.08.2015 08:00 12:00 4,0 Dokumentation: Evaluierung 26.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Grundlagen 26.08.2015 15:00 20:00 5,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 09:00 12:30 3,5 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 13:00 16:00 3,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 11:00 13:00 2,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 18:00 22:00 4,0 Dokumentation: Ausblick 30.08.2015 14:00 19:00 5,0 Dokumentation: Ausblick 01.06.2015 10:00 18:00 8,0 Recherche Smarttools 02.06.2015 19:30 23:00 3,5 Recherche Smarttools	24.08.2015	19:00	23:30	4,5	Softwareentwicklung: Messemodus
26.08.2015 08:00 12:00 4,0 Dokumentation: Evaluierung 26.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Evaluierung 26.08.2015 15:00 20:00 5,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 09:00 12:30 3,5 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 13:00 16:00 3,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 11:00 13:00 2,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 18:00 22:00 4,0 Dokumentation: Ausblick 30.08.2015 14:00 19:00 5,0 Dokumentation: Ausblick 01.06.2015 10:00 18:00 8,0 Recherche Smarttools 02.06.2015 19:30 23:00 3,5 Recherche Smarttools	25.08.2015	10:00	13:00	3,0	Softwareentwicklung: Messemodus
26.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Evaluierung 26.08.2015 15:00 20:00 5,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 09:00 12:30 3,5 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 13:00 16:00 3,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 11:00 13:00 2,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 18:00 22:00 4,0 Dokumentation: Ausblick 30.08.2015 14:00 19:00 5,0 Dokumentation: Ausblick 01.06.2015 10:00 18:00 8,0 Recherche Smarttools 02.06.2015 19:30 23:00 3,5 Recherche Smarttools	25.08.2015	14:00	18:30	4,5	Softwareentwicklung: Messemodus
26.08.2015 15:00 20:00 5,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 09:00 12:30 3,5 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 13:00 16:00 3,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 11:00 13:00 2,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 18:00 22:00 4,0 Dokumentation: Ausblick 30.08.2015 14:00 19:00 5,0 Dokumentation: Ausblick 01.06.2015 10:00 18:00 8,0 Recherche Smarttools 02.06.2015 19:30 23:00 3,5 Recherche Smarttools	26.08.2015	08:00	12:00	4,0	Dokumentation: Evaluierung
27.08.2015 09:00 12:30 3,5 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 13:00 16:00 3,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 11:00 13:00 2,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 18:00 22:00 4,0 Dokumentation: Ausblick 30.08.2015 14:00 19:00 5,0 Dokumentation: Ausblick 01.06.2015 10:00 18:00 8,0 Recherche Smarttools 02.06.2015 19:30 23:00 3,5 Recherche Smarttools	26.08.2015	13:00	15:00	2,0	Dokumentation: Evaluierung
27.08.2015 13:00 16:00 3,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 11:00 13:00 2,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 18:00 22:00 4,0 Dokumentation: Ausblick 30.08.2015 14:00 19:00 5,0 Dokumentation: Ausblick 01.06.2015 10:00 18:00 8,0 Recherche Smarttools 02.06.2015 19:30 23:00 3,5 Recherche Smarttools	26.08.2015	15:00	20:00	5,0	Dokumentation: Grundlagen
29.08.2015 11:00 13:00 2,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 18:00 22:00 4,0 Dokumentation: Ausblick 30.08.2015 14:00 19:00 5,0 Dokumentation: Ausblick 01.06.2015 10:00 18:00 8,0 Recherche Smarttools 02.06.2015 19:30 23:00 3,5 Recherche Smarttools	27.08.2015	09:00	12:30	3,5	Dokumentation: Grundlagen
29.08.2015 18:00 22:00 4,0 Dokumentation: Ausblick 30.08.2015 14:00 19:00 5,0 Dokumentation: Ausblick 01.06.2015 10:00 18:00 8,0 Recherche Smarttools 02.06.2015 19:30 23:00 3,5 Recherche Smarttools	27.08.2015	13:00	16:00	3,0	Dokumentation: Ausblick
30.08.2015 14:00 19:00 5,0 Dokumentation: Ausblick 01.06.2015 10:00 18:00 8,0 Recherche Smarttools 02.06.2015 19:30 23:00 3,5 Recherche Smarttools	29.08.2015	11:00	13:00	2,0	Dokumentation: Ausblick
01.06.2015 10:00 18:00 8,0 Recherche Smarttools 02.06.2015 19:30 23:00 3,5 Recherche Smarttools	29.08.2015	18:00	22:00	4,0	Dokumentation: Ausblick
02.06.2015 19:30 23:00 3,5 Recherche Smarttools	30.08.2015	14:00	19:00	5,0	Dokumentation: Ausblick
	01.06.2015	10:00	18:00	8,0	Recherche Smarttools
03.06.2015 18:00 23:00 5.0 Recherche Smarttools	02.06.2015	19:30	23:00	3,5	Recherche Smarttools
	03.06.2015	18:00	23:00	5,0	Recherche Smarttools

04.06.2015	09:00	14:00	5,0	Recherche Smarttools
05.06.2015	09:00	15:00	6,0	Recherche Assistenzsysteme, Augmented Reality
05.06.2015	16:00	23:30	7,5	Recherche Assistenzsysteme, Augmented Reality
06.06.2015	09:00	12:00	3,0	Recherche Assistenzsysteme, Augmented Reality
07.06.2015	14:00	19:00	5,0	Recherche Assistenzsysteme, Augmented Reality
08.06.2015	11:00	16:00	5,0	Marktanalyse
08.06.2015	20:00	23:30	3,5	Marktanalyse
09.06.2015	18:00	23:30	5,5	Marktanalyse
12.06.2015	08:00	13:00	5,0	Marktanalyse
12.06.2015	15:00	22:00	7,0	Lastenheft erstellen
13.06.2015	08:30	14:00	5,5	Lastenheft erstellen
13.06.2015	14:30	23:00	8,5	Lastenheft erstellen
15.06.2015	10:30	16:00	5,5	Konzeptentwicklung
16.06.2015	19:00	23:30	4,5	Konzeptentwicklung
17.06.2015	18:00	23:30	5,5	Konzeptentwicklung
19.06.2015	18:00	22:00	4,0	Konzeptentwicklung
20.06.2015	09:00	14:00	5,0	Konzeptentwicklung
20.06.2015	14:00	23:00	9,0	Konzeptentwicklung
21.06.2015	10:30	17:00	6,5	Konzeptentwicklung
23.06.2015	16:00	23:00	7,0	Dokumentation: Grundeinrichtugn
24.06.2015	09:00	13:00	4,0	Dokumentation: Einleitung
24.06.2015	14:00	19:00	5,0	Dokumentation: Einleitung
25.06.2015	18:00	23:00	5,0	Softwareentwicklung: Server
27.06.2015	09:00	13:00	4,0	Softwareentwicklung: Server
27.06.2015	15:00	21:00	6,0	Softwareentwicklung: Server
28.06.2015	18:00	23:30	5,5	Softwareentwicklung: Server
29.06.2015	08:00	13:00	5,0	Softwareentwicklung: Server
29.06.2015	15:00	22:00	7,0	Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche
03.07.2015	08:00	15:00	7,0	Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche
03.07.2015	16:00	19:00	3,0	Softwareentwicklung: Server
05.07.2015	10:00	13:00	3,0	Softwareentwicklung: Server
05.07.2015	15:00	22:00	7,0	Softwareentwicklung: Server
06.07.2015	09:00	13:00	4,0	Softwareentwicklung: Server
07.07.2015	13:30	19:00	5,5	Softwareentwicklung: Server
08.07.2015	08:00	13:30	5,5	Softwareentwicklung: Server
09.07.2015	15:00	21:00	6,0	Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche
12.07.2015	14:00	21:00	7,0	Dokumentation: Einleitung
13.07.2015	09:00	14:00	5,0	Dokumentation: Einleitung
13.07.2015	15:00	21:00	6,0	Dokumentation: Einleitung
14.07.2015	08:00	12:00	4,0	Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche
14.07.2015	13:30	19:00	5,5	Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche

15.07.2015 14:30 20:00 5,5 Softwareentwicklung: AV-Software					
16.07.2015 10:00 14:00 4,0 Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche 16.07.2015 14:30 20:00 5,5 Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche 17.07.2015 99:00 13:00 4,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 17.07.2015 18:00 19:00 5,0 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 19.07.2015 18:30 16:00 2,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 19.07.2015 17:00 23:30 6,5 Softwareentwicklung: Server 20.07.2015 19:00 13:00 4,0 Softwareentwicklung: Server 20.07.2015 19:30 13:00 4,0 Softwareentwicklung: Server 20.07.2015 13:30 21:00 7,5 Softwareentwicklung: Server 21.07.2015 14:00 21:00 7,0 Cortona3D, Arbeitsanleitungen für Usecase 21.07.2015 14:30 21:00 7,0 Cortona3D, Arbeitsanleitungen für Usecase 22.07.2015 14:30 22:00 8,5 Softwareentwicklung: AV-Software 22.07.2015	15.07.2015	10:00	14:00	4,0	Softwareentwicklung: AV-Software
16.07.2015 14:30 20:00 5,5 Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche 17.07.2015 09:00 13:00 4,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 17.07.2015 14:00 19:00 5,0 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 19.07.2015 13:30 16:00 2,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 19.07.2015 13:30 16:00 2,5 Softwareentwicklung: Server 20.07.2015 09:00 13:00 4,0 Softwareentwicklung: Server 20.07.2015 13:30 21:00 7,5 Softwareentwicklung: Server 21.07.2015 13:30 21:00 7,5 Softwareentwicklung: Server 21.07.2015 13:30 21:00 7,0 Cortona3D, Arbeitsanleitungen für Usecase 21.07.2015 14:00 21:00 7,0 Cortona3D, Arbeitsanleitungen für Usecase 21.07.2015 18:00 23:30 5,5 Softwareentwicklung: AV-Software 22.07.2015 18:00 23:30 5,5 Softwareentwicklung: AV-Software 25.07.2015 18	15.07.2015	14:30	20:00	5,5	Softwareentwicklung: AV-Software
17.07.2015 09:00 13:00 4,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 17.07.2015 14:00 19:00 5,0 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 19.07.2015 08:00 13:00 5,0 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 19.07.2015 13:30 16:00 2,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 19.07.2015 17:00 23:30 6,5 Softwareentwicklung: Server 20.07.2015 13:30 14:00 7,5 Softwareentwicklung: Server 20.07.2015 9:30 13:00 3,5 Cortona3D, Arbeitsanleitungen für Usecase 21.07.2015 9:30 13:00 3,5 Cortona3D, Arbeitsanleitungen für Usecase 21.07.2015 13:30 21:00 7,0 Cortona3D, Arbeitsanleitungen für Usecase 22.07.2015 13:30 22:00 8,5 Softwareentwicklung: AV-Software 22.07.2015 13:30 22:00 8,5 Softwareentwicklung: AV-Software 25.07.2015 13:00 12:30 4,5 Softwareentwicklung: AV-Software 25.07.2015	16.07.2015	10:00	14:00	4,0	Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche
17.07.2015 14:00 19:00 5,0 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 19.07.2015 08:00 13:00 5,0 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 19.07.2015 13:30 16:00 2,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 19.07.2015 17:00 23:30 6,5 Softwareentwicklung: Server 20.07.2015 09:30 13:00 4,0 Softwareentwicklung: Server 21.07.2015 09:30 13:00 3,5 Cortona3D, Arbeitsanleitungen für Usecase 21.07.2015 19:00 13:00 3,5 Cortona3D, Arbeitsanleitungen für Usecase 21.07.2015 19:00 13:00 3,5 Cortona3D, Arbeitsanleitungen für Usecase 21.07.2015 19:00 13:00 4,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 22.07.2015 19:00 13:00 4,5 Softwareentwicklung: AV-Software 25.07.2015 19:00 14:00 4,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 25.07.2015 19:00 14:00 4,5 Softwareentwicklung: AV-Software 26	16.07.2015	14:30	20:00	5,5	Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche
19.07.2015 08:00 13:00 5,0 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 19.07.2015 13:30 16:00 2,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 19.07.2015 17:00 23:30 6,5 Softwareentwicklung: Server 20.07.2015 09:00 13:00 4,0 Softwareentwicklung: Server 20.07.2015 13:30 21:00 7,5 Softwareentwicklung: Server 21.07.2015 09:30 13:00 3,5 Cortona3D, Arbeitsanleitungen für Usecase 21.07.2015 14:00 21:00 7,0 Cortona3D, Arbeitsanleitungen für Usecase 22.07.2015 19:00 13:00 4,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 22.07.2015 13:30 22:00 8,5 Softwareentwicklung: AV-Software 25.07.2015 18:00 23:30 5,5 Softwareentwicklung: AV-Software 25.07.2015 18:00 12:30 4,5 Softwareentwicklung: AV-Software 25.07.2015 15:00 22:00 7,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 25.07.2015	17.07.2015	09:00	13:00	4,0	Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen
19.07.2015 13:30 16:00 2,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 19.07.2015 17:00 23:30 6,5 Softwareentwicklung: Server 20.07.2015 09:00 13:00 4,0 Softwareentwicklung: Server 20.07.2015 13:30 21:00 7,5 Softwareentwicklung: Server 21.07.2015 09:30 13:00 3,5 Cortona3D, Arbeitsanleitungen für Usecase 21.07.2015 14:00 21:00 7,0 Cortona3D, Arbeitsanleitungen für Usecase 22.07.2015 13:30 22:00 8,5 Softwareentwicklung: AV-Software 22.07.2015 13:30 22:00 8,5 Softwareentwicklung: AV-Software 25.07.2015 18:00 23:30 5,5 Softwareentwicklung: AV-Software 25.07.2015 10:00 14:00 4,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 25.07.2015 15:00 22:00 7,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 26.07.2015 15:00 23:00 8,0 Softwareentwicklung: AV-Software 27.07.2015	17.07.2015	14:00	19:00	5,0	Softwareentwicklung: Sprachsteuerung
19.07.2015 17:00 23:30 6,5 Softwareentwicklung: Server 20.07.2015 09:00 13:00 4,0 Softwareentwicklung: Server 20.07.2015 13:30 21:00 7,5 Softwareentwicklung: Server 21.07.2015 09:30 13:00 3,5 Cortona3D, Arbeitsanleitungen für Usecase 21.07.2015 14:00 21:00 7,0 Cortona3D, Arbeitsanleitungen für Usecase 22.07.2015 09:00 13:00 4,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 22.07.2015 13:30 22:00 8,5 Softwareentwicklung: AV-Software 23.07.2015 18:00 23:30 5,5 Softwareentwicklung: AV-Software 25.07.2015 08:00 12:30 4,5 Softwareentwicklung: AV-Software 25.07.2015 08:00 12:30 4,5 Softwareentwicklung: AV-Software 25.07.2015 07:30 12:00 4,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 26.07.2015 07:30 12:00 4,5 Softwareentwicklung: AV-Software 26.07.2015 07:30 12:00 4,5 Softwareentwicklung: AV-Software 26.07.2015 09:30 13:00 3,5 Softwareentwicklung: AV-Software 27.07.2015 09:30 13:00 3,5 Softwareentwicklung: AV-Software 27.07.2015 14:30 19:00 4,5 Softwareentwicklung: Importschnittstelle 28.07.2015 10:00 15:00 5,0 Softwareentwicklung: Importschnittstelle 28.07.2015 10:00 15:00 5,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 29.07.2015 14:00 19:00 5,0 Softwareentwicklung: AV-Software 29.07.2015 14:00 19:00 5,0 Softwareentwicklung: AV-Software 29.07.2015 16:00 21:00 5,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 29.07.2015 14:00 19:00 5,0 Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche 30.08.2015 14:00 21:00 5,0 Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche 30.08.2015 16:00 23:30 5,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 30.08.2015 18:30 23:00 4,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 30.08.2015 13:30 16:00 3,0 Dokumentation: Praktischer Teil 30.08.2015 13:30 19:00 5,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 30.08.2015 13:30 19:00 5,5 Softwareentwicklung: Sprachst	19.07.2015	08:00	13:00	5,0	Softwareentwicklung: Sprachsteuerung
20.07.2015 09:00 13:00 4,0 Softwareentwicklung: Server 20.07.2015 13:30 21:00 7,5 Softwareentwicklung: Server 21.07.2015 09:30 13:00 3,5 Cortona3D, Arbeitsanleitungen für Usecase 21.07.2015 14:00 21:00 7,0 Cortona3D, Arbeitsanleitungen für Usecase 22.07.2015 09:00 13:00 4,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 22.07.2015 13:30 22:00 8,5 Softwareentwicklung: AV-Software 23.07.2015 18:00 23:30 5,5 Softwareentwicklung: AV-Software 25.07.2015 10:00 14:00 4,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 25.07.2015 15:00 22:00 7,0 Dokumentation: Praktischer Teil 26.07.2015 15:00 22:00 7,0 Dokumentation: Praktischer Teil 26.07.2015 15:00 23:00 8,0 Softwareentwicklung: AV-Software 27.07.2015 15:00 23:00 8,0 Softwareentwicklung: AV-Software 27.07.2015 <	19.07.2015	13:30	16:00	2,5	Softwareentwicklung: Sprachsteuerung
20.07.2015 13:30 21:00 7,5 Softwareentwicklung: Server 21.07.2015 09:30 13:00 3,5 Cortona3D, Arbeitsanleitungen für Usecase 21.07.2015 14:00 21:00 7,0 Cortona3D, Arbeitsanleitungen für Usecase 22.07.2015 09:00 13:00 4,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 22.07.2015 18:30 22:00 8,5 Softwareentwicklung: AV-Software 23.07.2015 18:00 23:30 5,5 Softwareentwicklung: AV-Software 25.07.2015 10:00 14:00 4,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 25.07.2015 15:00 22:00 7,0 Dokumentation: Praktischer Teil 26.07.2015 15:00 23:00 8,0 Softwareentwicklung: AV-Software 26.07.2015 15:00 23:00 8,0 Softwareentwicklung: AV-Software 27.07.2015 14:30 19:00 4,5 Softwareentwicklung: Importschnittstelle 28.07.2015 16:00 21:00 5,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen <td< td=""><td>19.07.2015</td><td>17:00</td><td>23:30</td><td>6,5</td><td>Softwareentwicklung: Server</td></td<>	19.07.2015	17:00	23:30	6,5	Softwareentwicklung: Server
21.07.2015 09:30 13:00 3,5 Cortona3D, Arbeitsanleitungen für Usecase 21.07.2015 14:00 21:00 7,0 Cortona3D, Arbeitsanleitungen für Usecase 22.07.2015 09:00 13:00 4,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 22.07.2015 13:30 22:00 8,5 Softwareentwicklung: AV-Software 23.07.2015 18:00 23:30 5,5 Softwareentwicklung: AV-Software 25.07.2015 08:00 12:30 4,5 Softwareentwicklung: AV-Software 25.07.2015 10:00 14:00 4,0 Dokumentation: Praktischer Teil 26.07.2015 15:00 22:00 7,0 Dokumentation: Praktischer Teil 26.07.2015 15:00 23:00 8,0 Softwareentwicklung: AV-Software 27.07.2015 15:00 23:00 8,0 Softwareentwicklung: AV-Software 27.07.2015 15:00 23:00 3,5 Softwareentwicklung: Importschnittstelle 28.07.2015 16:00 15:00 5,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 29.07.2	20.07.2015	09:00	13:00	4,0	Softwareentwicklung: Server
21.07.2015 14:00 21:00 7,0 Cortona3D, Arbeitsanleitungen für Usecase 22.07.2015 09:00 13:00 4,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 22.07.2015 13:30 22:00 8,5 Softwareentwicklung: AV-Software 23.07.2015 18:00 23:30 5,5 Softwareentwicklung: AV-Software 25.07.2015 10:00 14:00 4,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 25.07.2015 15:00 22:00 7,0 Dokumentation: Praktischer Teil 26.07.2015 15:00 22:00 7,0 Dokumentation: Praktischer Teil 26.07.2015 15:00 23:00 8,0 Softwareentwicklung: AV-Software 26.07.2015 15:00 23:00 8,0 Softwareentwicklung: AV-Software 27.07.2015 15:00 3,5 Softwareentwicklung: Importschnittstelle 28.07.2015 16:00 15:00 5,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 29.07.2015 16:00 21:00 5,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 10.08.2015	20.07.2015	13:30	21:00	7,5	Softwareentwicklung: Server
22.07.2015 09:00 13:00 4,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 22.07.2015 13:30 22:00 8,5 Softwareentwicklung: AV-Software 23.07.2015 18:00 23:30 5,5 Softwareentwicklung: AV-Software 25.07.2015 08:00 12:30 4,5 Softwareentwicklung: AV-Software 25.07.2015 10:00 14:00 4,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 25.07.2015 15:00 22:00 7,0 Dokumentation: Praktischer Teil 26.07.2015 15:00 23:00 8,0 Softwareentwicklung: AV-Software 26.07.2015 15:00 23:00 8,0 Softwareentwicklung: AV-Software 27.07.2015 09:30 13:00 3,5 Softwareentwicklung: Importschnittstelle 28.07.2015 10:00 15:00 5,0 Softwareentwicklung: Importschnittstelle 28.07.2015 16:00 21:00 5,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 29.07.2015 15:00 22:00 7,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen	21.07.2015	09:30	13:00	3,5	Cortona3D, Arbeitsanleitungen für Usecase
22.07.2015 13:30 22:00 8,5 Softwareentwicklung: AV-Software 23.07.2015 18:00 23:30 5,5 Softwareentwicklung: AV-Software 25.07.2015 08:00 12:30 4,5 Softwareentwicklung: AV-Software 25.07.2015 10:00 14:00 4,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 25.07.2015 15:00 22:00 7,0 Dokumentation: Praktischer Teil 26.07.2015 07:30 12:00 4,5 Softwareentwicklung: AV-Software 26.07.2015 15:00 23:00 8,0 Softwareentwicklung: AV-Software 27.07.2015 09:30 13:00 3,5 Softwareentwicklung: Importschnittstelle 28.07.2015 14:30 19:00 4,5 Softwareentwicklung: Importschnittstelle 28.07.2015 16:00 21:00 5,0 Softwareentwicklung: Importschnittstelle 28.07.2015 16:00 21:00 5,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 29.07.2015 15:00 22:00 7,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen	21.07.2015	14:00	21:00	7,0	Cortona3D, Arbeitsanleitungen für Usecase
23.07.2015 18:00 23:30 5,5 Softwareentwicklung: AV-Software 25.07.2015 08:00 12:30 4,5 Softwareentwicklung: AV-Software 25.07.2015 10:00 14:00 4,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 25.07.2015 15:00 22:00 7,0 Dokumentation: Praktischer Teil 26.07.2015 07:30 12:00 4,5 Softwareentwicklung: AV-Software 26.07.2015 15:00 23:00 8,0 Softwareentwicklung: AV-Software 27.07.2015 09:30 13:00 3,5 Softwareentwicklung: Importschnittstelle 27.07.2015 14:30 19:00 4,5 Softwareentwicklung: Importschnittstelle 28.07.2015 10:00 15:00 5,0 Softwareentwicklung: Importschnittstelle 28.07.2015 16:00 21:00 5,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 29.07.2015 15:00 22:00 7,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 10.08.2015 14:00 19:00 5,0 Softwareentwicklung: Senational Markingen	22.07.2015	09:00	13:00	4,0	Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen
25.07.2015 08:00 12:30 4,5 Softwareentwicklung: AV-Software 25.07.2015 10:00 14:00 4,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 25.07.2015 15:00 22:00 7,0 Dokumentation: Praktischer Teil 26.07.2015 07:30 12:00 4,5 Softwareentwicklung: AV-Software 26.07.2015 15:00 23:00 8,0 Softwareentwicklung: AV-Software 27.07.2015 09:30 13:00 3,5 Softwareentwicklung: Importschnittstelle 28.07.2015 14:30 19:00 4,5 Softwareentwicklung: Importschnittstelle 28.07.2015 10:00 15:00 5,0 Softwareentwicklung: Importschnittstelle 28.07.2015 16:00 21:00 5,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 29.07.2015 15:00 22:00 7,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 01.08.2015 14:00 19:00 5,0 Softwareentwicklung: AV-Software 02.08.2015 14:00 19:00 5,0 Softwareentwicklung: AV-Software	22.07.2015	13:30	22:00	8,5	Softwareentwicklung: AV-Software
25.07.2015 10:00 14:00 4,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 25.07.2015 15:00 22:00 7,0 Dokumentation: Praktischer Teil 26.07.2015 07:30 12:00 4,5 Softwareentwicklung: AV-Software 26.07.2015 15:00 23:00 8,0 Softwareentwicklung: AV-Software 27.07.2015 09:30 13:00 3,5 Softwareentwicklung: Importschnittstelle 28.07.2015 10:00 15:00 5,0 Softwareentwicklung: Importschnittstelle 28.07.2015 10:00 15:00 5,0 Softwareentwicklung: Importschnittstelle 28.07.2015 16:00 21:00 5,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 29.07.2015 16:00 21:00 5,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 01.08.2015 14:00 19:00 5,0 Softwareentwicklung: AV-Software 02.08.2015 14:00 19:00 5,0 Softwareentwicklung: AV-Software 03.08.2015 18:00 21:00 7,0 Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche	23.07.2015	18:00	23:30	5,5	Softwareentwicklung: AV-Software
25.07.2015 15:00 22:00 7,0 Dokumentation: Praktischer Teil 26.07.2015 07:30 12:00 4,5 Softwareentwicklung: AV-Software 26.07.2015 15:00 23:00 8,0 Softwareentwicklung: AV-Software 27.07.2015 09:30 13:00 3,5 Softwareentwicklung: Importschnittstelle 27.07.2015 14:30 19:00 4,5 Softwareentwicklung: Importschnittstelle 28.07.2015 10:00 15:00 5,0 Softwareentwicklung: Importschnittstelle 28.07.2015 16:00 21:00 5,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 29.07.2015 15:00 22:00 7,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 01.08.2015 14:00 19:00 5,0 Softwareentwicklung: AV-Software 02.08.2015 14:00 19:00 5,0 Softwareentwicklung: AV-Software 03.08.2015 14:00 21:00 7,0 Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche 03.08.2015 18:00 23:30 5,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung <	25.07.2015	08:00	12:30	4,5	Softwareentwicklung: AV-Software
26.07.2015 07:30 12:00 4,5 Softwareentwicklung: AV-Software 26.07.2015 15:00 23:00 8,0 Softwareentwicklung: AV-Software 27.07.2015 09:30 13:00 3,5 Softwareentwicklung: Importschnittstelle 27.07.2015 14:30 19:00 4,5 Softwareentwicklung: Importschnittstelle 28.07.2015 10:00 15:00 5,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 29.07.2015 15:00 22:00 7,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 01.08.2015 14:00 19:00 5,0 Softwareentwicklung: AV-Software 02.08.2015 14:00 19:00 5,0 Softwareentwicklung: AV-Software 03.08.2015 14:00 19:00 5,0 Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche 03.08.2015 16:00 22:00 6,0 Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche 04.08.2015 18:00 23:30 5,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 05.08.2015 18:30 23:00 4,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung	25.07.2015	10:00	14:00	4,0	Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen
26.07.2015 15:00 23:00 8,0 Softwareentwicklung: AV-Software 27.07.2015 09:30 13:00 3,5 Softwareentwicklung: Importschnittstelle 27.07.2015 14:30 19:00 4,5 Softwareentwicklung: Importschnittstelle 28.07.2015 10:00 15:00 5,0 Softwareentwicklung: Importschnittstelle 28.07.2015 16:00 21:00 5,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 29.07.2015 15:00 22:00 7,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 01.08.2015 14:00 19:00 5,0 Softwareentwicklung: AV-Software 02.08.2015 14:00 19:00 5,0 Softwareentwicklung: AV-Software 03.08.2015 14:00 19:00 5,0 Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche 03.08.2015 16:00 22:00 6,0 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 05.08.2015 18:00 23:30 5,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 07.08.2015 07:00 12:00 5,0 Dokumentation: Praktischer Teil	25.07.2015	15:00	22:00	7,0	Dokumentation: Praktischer Teil
27.07.2015 09:30 13:00 3,5 Softwareentwicklung: AV-Software 27.07.2015 14:30 19:00 4,5 Softwareentwicklung: Importschnittstelle 28.07.2015 10:00 15:00 5,0 Softwareentwicklung: Importschnittstelle 28.07.2015 16:00 21:00 5,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 29.07.2015 15:00 22:00 7,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 01.08.2015 14:00 19:00 5,0 Softwareentwicklung: AV-Software 02.08.2015 14:00 21:00 7,0 Softwareentwicklung: AV-Software 03.08.2015 08:00 14:00 6,0 Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche 03.08.2015 16:00 22:00 6,0 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 05.08.2015 18:00 23:30 5,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 07.08.2015 07:00 12:00 5,0 Dokumentation: Praktischer Teil 07.08.2015 13:00 16:00 3,0 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung <	26.07.2015	07:30	12:00	4,5	Softwareentwicklung: AV-Software
27.07.2015 14:30 19:00 4,5 Softwareentwicklung: Importschnittstelle 28.07.2015 10:00 15:00 5,0 Softwareentwicklung: Importschnittstelle 28.07.2015 16:00 21:00 5,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 29.07.2015 15:00 22:00 7,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 01.08.2015 14:00 19:00 5,0 Softwareentwicklung: AV-Software 02.08.2015 14:00 21:00 7,0 Softwareentwicklung: AV-Software 03.08.2015 08:00 14:00 6,0 Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche 03.08.2015 16:00 22:00 6,0 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 05.08.2015 18:00 23:30 5,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 07.08.2015 07:00 12:00 5,0 Dokumentation: Praktischer Teil 07.08.2015 13:00 16:00 3,0 Dokumentation: Sprachsteuerung 08.08.2015 09:00 13:00 4,0 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung <td< td=""><td>26.07.2015</td><td>15:00</td><td>23:00</td><td>8,0</td><td>Softwareentwicklung: AV-Software</td></td<>	26.07.2015	15:00	23:00	8,0	Softwareentwicklung: AV-Software
28.07.2015 10:00 15:00 5,0 Softwareentwicklung: Importschnittstelle 28.07.2015 16:00 21:00 5,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 29.07.2015 15:00 22:00 7,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 01.08.2015 14:00 19:00 5,0 Softwareentwicklung: AV-Software 02.08.2015 14:00 21:00 7,0 Softwareentwicklung: AV-Software 03.08.2015 08:00 14:00 6,0 Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche 03.08.2015 16:00 22:00 6,0 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 05.08.2015 18:30 23:30 5,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 07.08.2015 18:30 23:00 4,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 07.08.2015 13:00 16:00 3,0 Dokumentation: Praktischer Teil 07.08.2015 20:00 23:30 3,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 08.08.2015 13:30 19:00 5,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 08.08.2015 13:30 19:00 5,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 09.08.2015 12:00 15:00 3,0 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 09.08.2015 12:00 15:00 3,0 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 09.08.2015 12:00 15:00 3,0 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 09.08.2015 16:00 21:00 5,0 Dokumentation: Praktischer Teil 00.08.2015 10.00 10.00 5,0 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 09.08.2015 10.00 10.00 5,0 Dokumentation: Praktischer Teil 00.08.2015 10.00 10.00 10.00 5,0 Dokumentation: Praktischer Teil 00.08.2015 10.00 10.00 10.00 5,0 Dokumentation: Praktischer Teil	27.07.2015	09:30	13:00	3,5	Softwareentwicklung: AV-Software
28.07.2015 16:00 21:00 5,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 29.07.2015 15:00 22:00 7,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 01.08.2015 14:00 19:00 5,0 Softwareentwicklung: AV-Software 02.08.2015 14:00 21:00 7,0 Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche 03.08.2015 08:00 14:00 6,0 Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche 03.08.2015 16:00 22:00 6,0 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 05.08.2015 18:30 23:30 5,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 07.08.2015 18:30 23:00 4,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 07.08.2015 07:00 12:00 5,0 Dokumentation: Praktischer Teil 07.08.2015 13:00 16:00 3,0 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 08.08.2015 09:00 13:00 4,0 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 08.08.2015 13:30 19:00 5,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung	27.07.2015	14:30	19:00	4,5	Softwareentwicklung: Importschnittstelle
29.07.2015 15:00 22:00 7,0 Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen 01.08.2015 14:00 19:00 5,0 Softwareentwicklung: AV-Software 02.08.2015 14:00 21:00 7,0 Softwareentwicklung: AV-Software 03.08.2015 08:00 14:00 6,0 Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche 03.08.2015 16:00 22:00 6,0 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 04.08.2015 18:00 23:30 5,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 05.08.2015 18:30 23:00 4,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 07.08.2015 07:00 12:00 5,0 Dokumentation: Praktischer Teil 07.08.2015 13:00 16:00 3,0 Dokumentation: Praktischer Teil 07.08.2015 20:00 23:30 3,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 08.08.2015 09:00 13:00 4,0 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 09.08.2015 12:00 15:00 3,0 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 09.08.2015 <td>28.07.2015</td> <td>10:00</td> <td>15:00</td> <td>5,0</td> <td>Softwareentwicklung: Importschnittstelle</td>	28.07.2015	10:00	15:00	5,0	Softwareentwicklung: Importschnittstelle
01.08.2015 14:00 19:00 5,0 Softwareentwicklung: AV-Software 02.08.2015 14:00 21:00 7,0 Softwareentwicklung: AV-Software 03.08.2015 08:00 14:00 6,0 Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche 03.08.2015 16:00 22:00 6,0 Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche 04.08.2015 18:00 23:30 5,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 05.08.2015 18:30 23:00 4,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 07.08.2015 07:00 12:00 5,0 Dokumentation: Praktischer Teil 07.08.2015 13:00 16:00 3,0 Dokumentation: Praktischer Teil 07.08.2015 20:00 23:30 3,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 08.08.2015 09:00 13:00 4,0 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 09.08.2015 12:00 15:00 3,0 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 09.08.2015 16:00 21:00 5,0 Dokumentation: Praktischer Teil 10.08.2015	28.07.2015	16:00	21:00	5,0	Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen
02.08.2015 14:00 21:00 7,0 Softwareentwicklung: AV-Software 03.08.2015 08:00 14:00 6,0 Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche 03.08.2015 16:00 22:00 6,0 Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche 04.08.2015 18:00 23:30 5,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 05.08.2015 18:30 23:00 4,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 07.08.2015 07:00 12:00 5,0 Dokumentation: Praktischer Teil 07.08.2015 13:00 16:00 3,0 Dokumentation: Praktischer Teil 07.08.2015 09:00 13:00 4,0 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 08.08.2015 13:30 19:00 5,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 09.08.2015 12:00 15:00 3,0 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 09.08.2015 16:00 21:00 5,0 Dokumentation: Praktischer Teil 10.08.2015 07:00 11:00 4,0 Dokumentation: Ausblick	29.07.2015	15:00	22:00	7,0	Dokumentation: Stand der Technik, Grundlagen
03.08.2015 08:00 14:00 6,0 Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche 03.08.2015 16:00 22:00 6,0 Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche 04.08.2015 18:00 23:30 5,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 05.08.2015 18:30 23:00 4,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 07.08.2015 07:00 12:00 5,0 Dokumentation: Praktischer Teil 07.08.2015 13:00 16:00 3,0 Dokumentation: Praktischer Teil 07.08.2015 20:00 23:30 3,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 08.08.2015 09:00 13:00 4,0 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 09.08.2015 12:00 15:00 3,0 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 09.08.2015 16:00 21:00 5,0 Dokumentation: Praktischer Teil 10.08.2015 07:00 11:00 4,0 Dokumentation: Ausblick	01.08.2015	14:00	19:00	5,0	Softwareentwicklung: AV-Software
03.08.2015 16:00 22:00 6,0 Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche 04.08.2015 18:00 23:30 5,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 05.08.2015 18:30 23:00 4,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 07.08.2015 07:00 12:00 5,0 Dokumentation: Praktischer Teil 07.08.2015 13:00 16:00 3,0 Dokumentation: Praktischer Teil 07.08.2015 20:00 23:30 3,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 08.08.2015 09:00 13:00 4,0 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 08.08.2015 13:30 19:00 5,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 09.08.2015 12:00 15:00 3,0 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 09.08.2015 16:00 21:00 5,0 Dokumentation: Praktischer Teil 10.08.2015 07:00 11:00 4,0 Dokumentation: Ausblick	02.08.2015	14:00	21:00	7,0	Softwareentwicklung: AV-Software
04.08.2015 18:00 23:30 5,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 05.08.2015 18:30 23:00 4,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 07.08.2015 07:00 12:00 5,0 Dokumentation: Praktischer Teil 07.08.2015 13:00 16:00 3,0 Dokumentation: Praktischer Teil 07.08.2015 20:00 23:30 3,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 08.08.2015 09:00 13:00 4,0 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 08.08.2015 13:30 19:00 5,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 09.08.2015 12:00 15:00 3,0 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 09.08.2015 16:00 21:00 5,0 Dokumentation: Praktischer Teil 10.08.2015 07:00 11:00 4,0 Dokumentation: Ausblick	03.08.2015	08:00	14:00	6,0	Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche
05.08.2015 18:30 23:00 4,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 07.08.2015 07:00 12:00 5,0 Dokumentation: Praktischer Teil 07.08.2015 13:00 16:00 3,0 Dokumentation: Praktischer Teil 07.08.2015 20:00 23:30 3,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 08.08.2015 09:00 13:00 4,0 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 08.08.2015 13:30 19:00 5,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 09.08.2015 12:00 15:00 3,0 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 09.08.2015 16:00 21:00 5,0 Dokumentation: Praktischer Teil 10.08.2015 07:00 11:00 4,0 Dokumentation: Ausblick	03.08.2015	16:00	22:00	6,0	Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche
07.08.2015 07:00 12:00 5,0 Dokumentation: Praktischer Teil 07.08.2015 13:00 16:00 3,0 Dokumentation: Praktischer Teil 07.08.2015 20:00 23:30 3,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 08.08.2015 09:00 13:00 4,0 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 08.08.2015 13:30 19:00 5,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 09.08.2015 12:00 15:00 3,0 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 09.08.2015 16:00 21:00 5,0 Dokumentation: Praktischer Teil 10.08.2015 07:00 11:00 4,0 Dokumentation: Ausblick	04.08.2015	18:00	23:30	5,5	Softwareentwicklung: Sprachsteuerung
07.08.2015 13:00 16:00 3,0 Dokumentation: Praktischer Teil 07.08.2015 20:00 23:30 3,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 08.08.2015 09:00 13:00 4,0 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 08.08.2015 13:30 19:00 5,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 09.08.2015 12:00 15:00 3,0 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 09.08.2015 16:00 21:00 5,0 Dokumentation: Praktischer Teil 10.08.2015 07:00 11:00 4,0 Dokumentation: Ausblick	05.08.2015	18:30	23:00	4,5	Softwareentwicklung: Sprachsteuerung
07.08.2015 20:00 23:30 3,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 08.08.2015 09:00 13:00 4,0 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 08.08.2015 13:30 19:00 5,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 09.08.2015 12:00 15:00 3,0 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 09.08.2015 16:00 21:00 5,0 Dokumentation: Praktischer Teil 10.08.2015 07:00 11:00 4,0 Dokumentation: Ausblick	07.08.2015	07:00	12:00	5,0	Dokumentation: Praktischer Teil
08.08.2015 09:00 13:00 4,0 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 08.08.2015 13:30 19:00 5,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 09.08.2015 12:00 15:00 3,0 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 09.08.2015 16:00 21:00 5,0 Dokumentation: Praktischer Teil 10.08.2015 07:00 11:00 4,0 Dokumentation: Ausblick	07.08.2015	13:00	16:00	3,0	Dokumentation: Praktischer Teil
08.08.2015 13:30 19:00 5,5 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 09.08.2015 12:00 15:00 3,0 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 09.08.2015 16:00 21:00 5,0 Dokumentation: Praktischer Teil 10.08.2015 07:00 11:00 4,0 Dokumentation: Ausblick	07.08.2015	20:00	23:30	3,5	Softwareentwicklung: Sprachsteuerung
09.08.2015 12:00 15:00 3,0 Softwareentwicklung: Sprachsteuerung 09.08.2015 16:00 21:00 5,0 Dokumentation: Praktischer Teil 10.08.2015 07:00 11:00 4,0 Dokumentation: Ausblick	08.08.2015	09:00	13:00	4,0	Softwareentwicklung: Sprachsteuerung
09.08.2015 16:00 21:00 5,0 Dokumentation: Praktischer Teil 10.08.2015 07:00 11:00 4,0 Dokumentation: Ausblick	08.08.2015	13:30	19:00	5,5	Softwareentwicklung: Sprachsteuerung
10.08.2015 07:00 11:00 4,0 Dokumentation: Ausblick	09.08.2015	12:00	15:00	3,0	Softwareentwicklung: Sprachsteuerung
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	09.08.2015	16:00	21:00	5,0	Dokumentation: Praktischer Teil
11.08.2015 08:00 12:00 4,0 Dokumentation: Ausblick	10.08.2015	07:00	11:00	4,0	Dokumentation: Ausblick
, , , , , , , , , , , , , , , , , , , ,	11.08.2015	08:00	12:00	4,0	Dokumentation: Ausblick

12.08.2015 09:00 14:00 5,0 Sprachsteuerung optimieren 12.08.2015 16:00 21:00 5,0 Sprachsteuerung optimieren 13.08.2015 16:00 22:00 6,0 Sprachsteuerung optimieren 15.08.2015 09:00 12:30 3,5 Sprachsteuerung optimieren 15.08.2015 14:00 19:00 5,0 Dokumentation: Ausblick 16.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Ausblick 16.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Praktischer Teil 18.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Evaluierung 20.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Evaluierung 20.08.2015 18:00 23:00 5,0 Onkumentation: Evaluierung 21.08.2015 07:00 11:00 4,0 (Messemodus) 21.08.2015 07:00 11:00 4,0 (Messemodus) 21.08.2015 07:00 18:00 5,5 Dokumentation: Evaluierung <t< th=""><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th></t<>					
12.08.2015 16:00 21:00 5,0 Sprachsteuerung optimieren 13.08.2015 16:00 22:00 6,0 Sprachsteuerung optimieren 15.08.2015 09:00 12:30 3,5 Sprachsteuerung optimieren 15.08.2015 14:00 19:00 5,0 Sprachsteuerung optimieren 16.08.2015 07:00 12:00 5,0 Dokumentation: Ausblick 16.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Ausblick 16.08.2015 18:00 23:00 5,0 Dokumentation: Ausblick 17.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Praktischer Teil 19.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Praktischer Teil 19.08.2015 18:00 23:00 5,0 Dokumentation: Praktischer Teil 19.08.2015 18:00 23:00 5,0 Dokumentation: Evaluierung Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche (Messemodus) Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche 20.08.2015 12:00 18:00 6,0 Dokumentation: Evaluierung 22.08.2015 12:00 18:00 6,0 Dokumentation: Evaluierung 22.08.2015 12:00 18:00 5,5 Dokumentation: Evaluierung 22.08.2015 12:00 15:00 3,0 Dokumentation: Evaluierung 23.08.2015 12:00 15:00 3,0 Dokumentation: Evaluierung 23.08.2015 12:00 15:00 3,0 Dokumentation: Grundlagen 24.08.2015 19:00 23:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 10:00 13:00 3,0 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 10:00 13:00 3,0 Softwareentwicklung: Messemodus 26.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Evaluierung 26.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Evaluierung 26.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 13:00 15:00 3,0 Formatieren, Überarbeiten 10.	11.08.2015				
13.08.2015 16:00 22:00 6,0 Sprachsteuerung optimieren 15.08.2015 09:00 12:30 3,5 Sprachsteuerung optimieren 15.08.2015 14:00 19:00 5,0 Sprachsteuerung optimieren 16.08.2015 07:00 12:00 5,0 Dokumentation: Ausblick 16.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Ausblick 16.08.2015 18:00 23:00 5,0 Dokumentation: Ausblick 17.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Praktischer Teil 18.08.2015 18:00 23:00 5,0 Dokumentation: Praktischer Teil 19.08.2015 18:00 23:00 5,0 Dokumentation: Evaluierung 20.08.2015 18:00 23:00 5,0 Dokumentation: Evaluierung 21.08.2015 12:00 18:00 6,0 Dokumentation: Evaluierung 22.08.2015 12:00 18:00 6,0 Dokumentation: Evaluierung 22.08.2015 12:00 18:00 6,0 Dokumentation: Evaluierung 22.08.2015 12:00 18:00 5,5 Dokumentation: Evaluierung 23.08.2015 12:00 15:00 3,0 Dokumentation: Evaluierung 23.08.2015 12:00 15:00 3,0 Dokumentation: Grundlagen 23.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Grundlagen 24.08.2015 19:00 23:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 10:00 13:00 3,0 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 10:00 13:00 3,0 Softwareentwicklung: Messemodus 26.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Evaluierung 26.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 13:00 15:00 2.00 5,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 13:00 15:00 3,0			14:00		Sprachsteuerung optimieren
15.08.2015 09:00 12:30 3,5 Sprachsteuerung optimieren 15.08.2015 14:00 19:00 5,0 Sprachsteuerung optimieren 16.08.2015 07:00 12:00 5,0 Dokumentation: Ausblick 16.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Ausblick 16.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Praktischer Teil 18.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Praktischer Teil 19.08.2015 18:00 23:00 5,0 Dokumentation: Praktischer Teil 19.08.2015 18:00 23:00 5,0 Dokumentation: Praktischer Teil 19.08.2015 18:00 23:00 5,0 Dokumentation: Evaluierung Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche 20.08.2015 18:00 23:00 5,0 Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche 21.08.2015 07:00 11:00 4,0 (Messemodus) Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche 22.08.2015 09:00 12:00 3,0 Dokumentation: Evaluierung 22.08.2015 12:00 18:00 6,0 Dokumentation: Evaluierung 22.08.2015 12:00 18:00 5,5 Dokumentation: Evaluierung 23.08.2015 12:00 15:00 3,0 Dokumentation: Evaluierung 23.08.2015 12:00 15:00 3,0 Dokumentation: Grundlagen 23.08.2015 12:00 15:00 3,0 Dokumentation: Grundlagen 24.08.2015 19:00 23:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 10:00 13:00 3,0 Softwareentwicklung: Messemodus 26.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Evaluierung 26.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 13:00 12:00 4,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 13:00 15:00 2,0 Formatieren, Überarbeiten 21.09.2015 14:00	12.08.2015	16:00		5,0	Sprachsteuerung optimieren
15.08.2015 14:00 19:00 5,0 Sprachsteuerung optimieren 16.08.2015 07:00 12:00 5,0 Dokumentation: Ausblick 16.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Ausblick 16.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Praktischer Teil 18.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Praktischer Teil 19.08.2015 18:00 23:00 5,0 Dokumentation: Praktischer Teil 19.08.2015 18:00 23:00 5,0 Dokumentation: Praktischer Teil 19.08.2015 18:00 23:00 5,0 Dokumentation: Evaluierung 20.08.2015 18:00 23:00 5,0 Messemodus) 21.08.2015 12:00 11:00 4,0 (Messemodus) 21.08.2015 12:00 18:00 6,0 Dokumentation: Evaluierung 22.08.2015 12:00 18:00 6,0 Dokumentation: Evaluierung 22.08.2015 12:30 18:00 5,5 Dokumentation: Evaluierung 22.08.2015 12:30 18:00 5,5 Dokumentation: Evaluierung 22.08.2015 12:00 13:00 3,0 Dokumentation: Evaluierung 22.08.2015 12:30 18:00 5,5 Dokumentation: Grundlagen 23.08.2015 12:30 15:00 3,0 Dokumentation: Grundlagen 24.08.2015 19:00 23:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 10:00 13:00 3,0 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 10:00 13:00 3,0 Softwareentwicklung: Messemodus 26.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Evaluierung 26.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 13:00 12:30 3,5 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 13:00	13.08.2015	16:00	22:00	6,0	Sprachsteuerung optimieren
16.08.2015 07:00 12:00 5,0 Dokumentation: Ausblick 16.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Ausblick 16.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Praktischer Teil 18.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Praktischer Teil 19.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Praktischer Teil 19.08.2015 18:00 23:00 5,0 Dokumentation: Praktischer Teil 19.08.2015 18:00 23:00 5,0 Dokumentation: Evaluierung Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche (Messemodus)	15.08.2015	09:00	12:30	3,5	Sprachsteuerung optimieren
16.08.2015	15.08.2015	14:00	19:00	5,0	Sprachsteuerung optimieren
16.08.2015 18:00 23:00 5,0 Dokumentation: Ausblick 17.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Praktischer Teil 18.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Evaluierung 19.08.2015 18:00 23:00 5,0 Dokumentation: Evaluierung 20.08.2015 18:00 23:00 5,0 (Messemodus) 21.08.2015 07:00 11:00 4,0 (Messemodus) 21.08.2015 12:00 18:00 6,0 Dokumentation: Evaluierung 22.08.2015 12:00 18:00 5,5 Dokumentation: Evaluierung 22.08.2015 12:30 18:00 5,5 Dokumentation: Grundlagen 23.08.2015 12:00 15:00 3,0 Dokumentation: Grundlagen 24.08.2015 19:00 23:30 5,5 Dokumentation: Grundlagen 24.08.2015 19:00 23:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 14:00 18:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus	16.08.2015	07:00	12:00	5,0	Dokumentation: Ausblick
17.08.2015	16.08.2015	13:00	15:00	2,0	Dokumentation: Ausblick
18.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Praktischer Teil 19.08.2015 18:00 23:00 5,0 Dokumentation: Evaluierung 20.08.2015 18:00 23:00 5,0 Dokumentation: Evaluierung 20.08.2015 18:00 23:00 5,0 Messemodus) 21.08.2015 07:00 11:00 4,0 Messemodus 21.08.2015 12:00 18:00 6,0 Dokumentation: Evaluierung 22.08.2015 12:00 18:00 5,5 Dokumentation: Evaluierung 23.08.2015 12:00 15:00 3,0 Dokumentation: Grundlagen 23.08.2015 12:00 15:00 3,0 Dokumentation: Grundlagen 23.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Grundlagen 24.08.2015 19:00 23:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 10:00 13:00 3,0 Softwareentwicklung: Messemodus 26.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Evaluierung	16.08.2015	18:00	23:00	5,0	Dokumentation: Ausblick
19.08.2015	17.08.2015	18:00	23:30	5,5	Dokumentation: Praktischer Teil
Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche	18.08.2015	18:00	23:30	5,5	Dokumentation: Praktischer Teil
20.08.2015 18:00 23:00 5,0 (Messemodus)	19.08.2015	18:00	23:00	5,0	Dokumentation: Evaluierung
Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche 21.08.2015 07:00 11:00 4,0 (Messemodus) 21.08.2015 12:00 18:00 6,0 Dokumentation: Evaluierung 22.08.2015 09:00 12:00 3,0 Dokumentation: Evaluierung 22.08.2015 12:30 18:00 5,5 Dokumentation: Evaluierung 23.08.2015 12:00 15:00 3,0 Dokumentation: Grundlagen 23.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Grundlagen 24.08.2015 19:00 23:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 10:00 13:00 3,0 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 14:00 18:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 14:00 18:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 26.08.2015 08:00 12:00 4,0 Dokumentation: Evaluierung 26.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 15:00 20:00 5,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 13:00 16:00 3,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 13:00 16:00 3,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 13:00 13:00 2,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 18:00 22:00 4,0 Dokumentation: Ausblick 30.08.2015 14:00 19:00 5,0 Dokumentation: Ausblick 31.08.2015 08:00 13:00 5,0 Formatieren, Überarbeiten 31.08.2015 09:00 13:00 4,0 Formatieren, Überarbeiten 01.09.2015 09:00 13:00 4,0 Formatieren, Überarbeiten 18.09.2015 09:00 13:00 4,0 Korrekturphase, Überarbeitung der Diplomarbeiten 18.09.2015 09:00 13:00 4,0 Korrekturphase, Überarbeitung 00.					Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche
21.08.2015 07:00 11:00 4,0 (Messemodus) 21.08.2015 12:00 18:00 6,0 Dokumentation: Evaluierung 22.08.2015 09:00 12:00 3,0 Dokumentation: Evaluierung 22.08.2015 12:30 18:00 5,5 Dokumentation: Grundlagen 23.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Grundlagen 24.08.2015 19:00 23:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 10:00 13:00 3,0 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 14:00 18:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 14:00 18:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 26.08.2015 13:00 12:00 4,0 Dokumentation: Evaluierung 26.08.2015 13:00 12:00 4,0 Dokumentation: Evaluierung 26.08.2015 15:00 20:00 5,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 13:00 16:00 3,0 Dokumentation: Ausblick	20.08.2015	18:00	23:00	5,0	(Messemodus)
21.08.2015 12:00 18:00 6,0 Dokumentation: Evaluierung 22.08.2015 09:00 12:00 3,0 Dokumentation: Evaluierung 22.08.2015 12:30 18:00 5,5 Dokumentation: Grundlagen 23.08.2015 12:00 15:00 3,0 Dokumentation: Grundlagen 23.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Grundlagen 24.08.2015 19:00 23:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 10:00 13:00 3,0 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 14:00 18:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 26.08.2015 18:00 12:00 4,0 Dokumentation: Evaluierung 26.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Evaluierung 26.08.2015 15:00 20:00 5,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 13:00 16:00 3,5 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 13:00 16:00 3,0 Dokumentation: Ausblick<					Softwareentwicklung: Benutzeroberfläche
22.08.2015 09:00 12:00 3,0 Dokumentation: Evaluierung 22.08.2015 12:30 18:00 5,5 Dokumentation: Evaluierung 23.08.2015 12:00 15:00 3,0 Dokumentation: Grundlagen 23.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Grundlagen 24.08.2015 19:00 23:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 10:00 13:00 3,0 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 14:00 18:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 26.08.2015 13:00 12:00 4,0 Dokumentation: Evaluierung 26.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 13:00 20:00 5,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 13:00 16:00 3,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 13:00 16:00 3,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 18:00 22:00 4,0 Dokumentation: Ausblick <td>21.08.2015</td> <td>07:00</td> <td>11:00</td> <td>4,0</td> <td>(Messemodus)</td>	21.08.2015	07:00	11:00	4,0	(Messemodus)
22.08.2015 12:30 18:00 5,5 Dokumentation: Evaluierung 23.08.2015 12:00 15:00 3,0 Dokumentation: Grundlagen 23.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Grundlagen 24.08.2015 19:00 23:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 10:00 13:00 3,0 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 14:00 18:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 26.08.2015 08:00 12:00 4,0 Dokumentation: Evaluierung 26.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 15:00 20:00 5,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 13:00 16:00 3,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 13:00 16:00 3,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 18:00 22:00 4,0 Dokumentation: Ausblick 30.08.2015 14:00 19:00 5,0 Formatieren, Überarbeiten	21.08.2015	12:00	18:00	6,0	Dokumentation: Evaluierung
23.08.2015 12:00 15:00 3,0 Dokumentation: Grundlagen 23.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Grundlagen 24.08.2015 19:00 23:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 10:00 13:00 3,0 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 14:00 18:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 26.08.2015 08:00 12:00 4,0 Dokumentation: Evaluierung 26.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Evaluierung 26.08.2015 15:00 20:00 5,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 15:00 20:00 5,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 13:00 16:00 3,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 11:00 13:00 2,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 18:00 22:00 4,0 Dokumentation: Ausblick 31.08.2015 18:00 19:00 5,0 Formatieren, Überarbeiten	22.08.2015	09:00	12:00	3,0	Dokumentation: Evaluierung
23.08.2015 18:00 23:30 5,5 Dokumentation: Grundlagen 24.08.2015 19:00 23:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 10:00 13:00 3,0 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 14:00 18:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 26.08.2015 08:00 12:00 4,0 Dokumentation: Evaluierung 26.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Evaluierung 26.08.2015 15:00 20:00 5,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 15:00 20:00 5,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 13:00 16:00 3,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 11:00 13:00 2,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 18:00 22:00 4,0 Dokumentation: Ausblick 31.08.2015 18:00 19:00 5,0 Formatieren, Überarbeiten 31.08.2015 15:00 21:00 6,0 Formatieren, Überarbeiten	22.08.2015	12:30	18:00	5,5	Dokumentation: Evaluierung
24.08.2015 19:00 23:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 10:00 13:00 3,0 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 14:00 18:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 26.08.2015 08:00 12:00 4,0 Dokumentation: Evaluierung 26.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 15:00 20:00 5,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 13:00 12:30 3,5 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 13:00 13:00 2,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 11:00 13:00 2,0 Dokumentation: Ausblick 30.08.2015 14:00 19:00 5,0 Dokumentation: Ausblick 31.08.2015 08:00 13:00 5,0 Formatieren, Überarbeiten 31.08.2015 15:00 21:00 6,0 Formatieren, Überarbeiten 01.09.2015 09:00 13:00 4,0 Formatieren, Überarbeiten	23.08.2015	12:00	15:00	3,0	Dokumentation: Grundlagen
25.08.2015 10:00 13:00 3,0 Softwareentwicklung: Messemodus 25.08.2015 14:00 18:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 26.08.2015 08:00 12:00 4,0 Dokumentation: Evaluierung 26.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 15:00 20:00 5,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 09:00 12:30 3,5 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 13:00 16:00 3,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 11:00 13:00 2,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 11:00 13:00 2,0 Dokumentation: Ausblick 30.08.2015 14:00 19:00 5,0 Dokumentation: Ausblick 31.08.2015 08:00 13:00 5,0 Formatieren, Überarbeiten 31.08.2015 15:00 21:00 6,0 Formatieren, Überarbeiten 01.09.2015 09:00 13:00 4,0 Formatieren, Überarbeiten 01.09.2015 14:00 19:00 5,0 Formatieren, Überarbeiten 01.09.2015 09:00 13:00 4,0 Formatieren, Überarbeiten 01.09.2015 09:00 13:00 4,0 Korrekturphase, Überarbeitung der Diplomarbeiten	23.08.2015	18:00	23:30	5,5	Dokumentation: Grundlagen
25.08.2015 14:00 18:30 4,5 Softwareentwicklung: Messemodus 26.08.2015 08:00 12:00 4,0 Dokumentation: Evaluierung 26.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Evaluierung 26.08.2015 15:00 20:00 5,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 09:00 12:30 3,5 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 13:00 16:00 3,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 11:00 13:00 2,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 18:00 22:00 4,0 Dokumentation: Ausblick 30.08.2015 14:00 19:00 5,0 Dokumentation: Ausblick 31.08.2015 08:00 13:00 5,0 Formatieren, Überarbeiten 31.08.2015 15:00 21:00 6,0 Formatieren, Überarbeiten 01.09.2015 14:00 19:00 5,0 Formatieren, Überarbeiten 01.09.2015 14:00 19:00 5,0 Korrekturphase, Überarbeitung der Diplomarbe	24.08.2015	19:00	23:30	4,5	Softwareentwicklung: Messemodus
26.08.2015 08:00 12:00 4,0 Dokumentation: Evaluierung 26.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Evaluierung 26.08.2015 15:00 20:00 5,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 09:00 12:30 3,5 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 13:00 16:00 3,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 11:00 13:00 2,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 18:00 22:00 4,0 Dokumentation: Ausblick 30.08.2015 14:00 19:00 5,0 Dokumentation: Ausblick 31.08.2015 08:00 13:00 5,0 Formatieren, Überarbeiten 31.08.2015 15:00 21:00 6,0 Formatieren, Überarbeiten 01.09.2015 09:00 13:00 4,0 Formatieren, Überarbeiten 01.09.2015 09:00 13:00 4,0 Korrekturphase, Überarbeitung der Diplomarbeiten	25.08.2015	10:00	13:00	3,0	Softwareentwicklung: Messemodus
26.08.2015 13:00 15:00 2,0 Dokumentation: Evaluierung 26.08.2015 15:00 20:00 5,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 09:00 12:30 3,5 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 13:00 16:00 3,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 11:00 13:00 2,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 18:00 22:00 4,0 Dokumentation: Ausblick 30.08.2015 14:00 19:00 5,0 Dokumentation: Ausblick 31.08.2015 08:00 13:00 5,0 Formatieren, Überarbeiten 31.08.2015 15:00 21:00 6,0 Formatieren, Überarbeiten 01.09.2015 09:00 13:00 4,0 Formatieren, Überarbeiten 18.09.2015 09:00 13:00 4,0 Korrekturphase, Überarbeitung der Diplomarbeiten	25.08.2015	14:00	18:30	4,5	Softwareentwicklung: Messemodus
26.08.2015 15:00 20:00 5,0 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 09:00 12:30 3,5 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 13:00 16:00 3,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 11:00 13:00 2,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 18:00 22:00 4,0 Dokumentation: Ausblick 30.08.2015 14:00 19:00 5,0 Dokumentation: Ausblick 31.08.2015 08:00 13:00 5,0 Formatieren, Überarbeiten 31.08.2015 15:00 21:00 6,0 Formatieren, Überarbeiten 01.09.2015 09:00 13:00 4,0 Formatieren, Überarbeiten 18.09.2015 09:00 13:00 4,0 Korrekturphase, Überarbeitung der Diplomarbeitung der Diplomarbeitung der Diplomarbeitung	26.08.2015	08:00	12:00	4,0	Dokumentation: Evaluierung
27.08.2015 09:00 12:30 3,5 Dokumentation: Grundlagen 27.08.2015 13:00 16:00 3,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 11:00 13:00 2,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 18:00 22:00 4,0 Dokumentation: Ausblick 30.08.2015 14:00 19:00 5,0 Dokumentation: Ausblick 31.08.2015 08:00 13:00 5,0 Formatieren, Überarbeiten 31.08.2015 15:00 21:00 6,0 Formatieren, Überarbeiten 01.09.2015 09:00 13:00 4,0 Formatieren, Überarbeiten 18.09.2015 09:00 13:00 4,0 Korrekturphase, Überarbeitung der Diplomarbeiten	26.08.2015	13:00	15:00	2,0	Dokumentation: Evaluierung
27.08.2015 13:00 16:00 3,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 11:00 13:00 2,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 18:00 22:00 4,0 Dokumentation: Ausblick 30.08.2015 14:00 19:00 5,0 Dokumentation: Ausblick 31.08.2015 08:00 13:00 5,0 Formatieren, Überarbeiten 31.08.2015 15:00 21:00 6,0 Formatieren, Überarbeiten 01.09.2015 09:00 13:00 4,0 Formatieren, Überarbeiten 18.09.2015 09:00 13:00 4,0 Korrekturphase, Überarbeitung der Diplomarbeiten	26.08.2015	15:00	20:00	5,0	Dokumentation: Grundlagen
29.08.2015 11:00 13:00 2,0 Dokumentation: Ausblick 29.08.2015 18:00 22:00 4,0 Dokumentation: Ausblick 30.08.2015 14:00 19:00 5,0 Dokumentation: Ausblick 31.08.2015 08:00 13:00 5,0 Formatieren, Überarbeiten 31.08.2015 15:00 21:00 6,0 Formatieren, Überarbeiten 01.09.2015 09:00 13:00 4,0 Formatieren, Überarbeiten 01.09.2015 14:00 19:00 5,0 Formatieren, Überarbeiten 18.09.2015 09:00 13:00 4,0 Korrekturphase, Überarbeitung der Diplomarbeiten	27.08.2015	09:00	12:30	3,5	Dokumentation: Grundlagen
29.08.2015 18:00 22:00 4,0 Dokumentation: Ausblick 30.08.2015 14:00 19:00 5,0 Dokumentation: Ausblick 31.08.2015 08:00 13:00 5,0 Formatieren, Überarbeiten 31.08.2015 15:00 21:00 6,0 Formatieren, Überarbeiten 01.09.2015 09:00 13:00 4,0 Formatieren, Überarbeiten 01.09.2015 14:00 19:00 5,0 Formatieren, Überarbeiten 18.09.2015 09:00 13:00 4,0 Korrekturphase, Überarbeitung der Diplomarbeiten	27.08.2015	13:00	16:00	3,0	Dokumentation: Ausblick
30.08.2015 14:00 19:00 5,0 Dokumentation: Ausblick 31.08.2015 08:00 13:00 5,0 Formatieren, Überarbeiten 31.08.2015 15:00 21:00 6,0 Formatieren, Überarbeiten 01.09.2015 09:00 13:00 4,0 Formatieren, Überarbeiten 01.09.2015 14:00 19:00 5,0 Formatieren, Überarbeiten 18.09.2015 09:00 13:00 4,0 Korrekturphase, Überarbeitung der Diplomarbeiten	29.08.2015	11:00	13:00	2,0	Dokumentation: Ausblick
31.08.2015 08:00 13:00 5,0 Formatieren, Überarbeiten 31.08.2015 15:00 21:00 6,0 Formatieren, Überarbeiten 01.09.2015 09:00 13:00 4,0 Formatieren, Überarbeiten 01.09.2015 14:00 19:00 5,0 Formatieren, Überarbeiten 18.09.2015 09:00 13:00 4,0 Korrekturphase, Überarbeitung der Diplomarbeiten	29.08.2015	18:00	22:00	4,0	Dokumentation: Ausblick
31.08.2015 15:00 21:00 6,0 Formatieren, Überarbeiten 01.09.2015 09:00 13:00 4,0 Formatieren, Überarbeiten 01.09.2015 14:00 19:00 5,0 Formatieren, Überarbeiten 18.09.2015 09:00 13:00 4,0 Korrekturphase, Überarbeitung der Diplomarbeiten	30.08.2015	14:00	19:00	5,0	Dokumentation: Ausblick
01.09.2015 09:00 13:00 4,0 Formatieren, Überarbeiten 01.09.2015 14:00 19:00 5,0 Formatieren, Überarbeiten 18.09.2015 09:00 13:00 4,0 Korrekturphase, Überarbeitung der Diplomarbeitung	31.08.2015	08:00	13:00	5,0	Formatieren, Überarbeiten
01.09.2015 14:00 19:00 5,0 Formatieren, Überarbeiten 18.09.2015 09:00 13:00 4,0 Korrekturphase, Überarbeitung der Diplomarbeitung der Diplomarbeitung	31.08.2015	15:00	21:00	6,0	Formatieren, Überarbeiten
18.09.2015 09:00 13:00 4,0 Korrekturphase, Überarbeitung der Diplomarbe	01.09.2015	09:00	13:00	4,0	Formatieren, Überarbeiten
	01.09.2015	14:00	19:00	5,0	Formatieren, Überarbeiten
18.09.2015 14:00 19:00 5,0 Korrekturphase, Überarbeitung der Diplomarbe	18.09.2015	09:00	13:00	4,0	Korrekturphase, Überarbeitung der Diplomarbeit
	18.09.2015	14:00	19:00	5,0	Korrekturphase, Überarbeitung der Diplomarbeit
19.09.2015 09:00 13:00 4,0 Korrekturphase, Überarbeitung der Diplomarbe	19.09.2015	09:00	13:00	4,0	Korrekturphase, Überarbeitung der Diplomarbeit

19.09.2015	14:00	19:00	5,0	Korrekturphase, Überarbeitung der Diplomarbeit
20.09.2015	10:00	13:00	3,0	Korrekturphase, Überarbeitung der Diplomarbeit
20.09.2015	14:00	19:00	5,0	Korrekturphase, Überarbeitung der Diplomarbeit
14.10.2015	18:00	22:00	4,0	Korrekturphase, Überarbeitung der Diplomarbeit
15.10.2015 18:00 22:00		4,0	Korrekturphase, Überarbeitung der Diplomarbeit	
16.10.2015	14:00	20:00	6,0	Korrekturphase, Überarbeitung der Diplomarbeit
17.10.2015	13:00	19:00	6,0	Korrekturphase, Überarbeitung der Diplomarbeit
	Summe:		<u>644,0</u>	