
Digitalisierung in der Aus- und Weiterbildung

Oliver Thomas · Dirk Metzger
Helmut Niegemann
(Hrsg.)

Digitalisierung in der Aus- und Weiterbildung

Virtual und Augmented
Reality für Industrie 4.0

Herausgeber

Oliver Thomas
Universität Osnabrück
Osnabrück, Deutschland

Helmut Niegemann
Universität des Saarlandes
Saarbrücken, Deutschland

Dirk Metzger

Universität Osnabrück
Osnabrück, Deutschland

ISBN 978-3-662-56550-6

ISBN 978-3-662-56551-3 (eBook)

<https://doi.org/10.1007/978-3-662-56551-3>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Gabler

© Springer-Verlag GmbH Deutschland 2018

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Lektorat: Susanne Kramer

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Gabler ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist ein Teil von Springer Nature

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

Vorwort

Das Wissen und die Kompetenzen der Menschen sind nicht nur in der Produktion, sondern insb. auch im Bereich von Dienstleistungen kritische Erfolgsfaktoren der Unternehmen. Daher ist auch die Aus- und Weiterbildung von Mitarbeitern essentiell. Die fortwährende Digitalisierung durch mobile und tragbare Informationssysteme bietet in diesem Zusammenhang neue Chancen für die Aus- und Weiterbildung und ermöglicht eine bis dato nicht erreichte Form des Zugangs zu Lerninhalten – unabhängig von räumlichen, zeitlichen und individuellen Gegebenheiten.

Im Rahmen des Forschungsprojekts GLASSROOM,¹ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) in der Förderlinie *Digitale Medien in der beruflichen Bildung (DIMEBB)* gefördert (Förderkennzeichen: 01PD14014A), wurde ein bedarfsorientiertes Bildungskonzept entwickelt, das die Potenziale von Virtual Reality (VR) und Augmented Reality (AR) im Verbund mit neuen digitalen Medien für die berufliche Bildung im Bereich des Maschinen- und Anlagenbaus unterstützt. Das Projektakronym lautet GLASSROOM, um durch die orthographische Nähe zum Klassenraum (engl.: classroom) die Verbindung der VR-/AR-Brillen (engl.: glasses) mit digitalen Lerninhalten zu betonen. Die entstandene „hybride“ Aus- und Weiterbildung besteht aus zwei Konzepten: der Schulung von Mitarbeitern in der virtuellen Realität und der Unterstützung der Mitarbeiter während der Ausführung ihrer Tätigkeiten in der erweiterten Realität.

Die *virtuelle Realität* bietet dabei eine Lernumgebung, um z.B. Maschinen und Anlagen zu simulieren sowie Aus- und Weiterbildungsprozesse an diesen virtuell durchführen zu können. Dabei werden die zu bearbeitenden Prozesse den Lernenden Schritt für Schritt erläutert, sodass diese über Einblendungen durch das Lernszenario geführt werden. Die Repräsentation der Maschinen und Anlagen kann über die Nutzung von Konstruktionsdaten realisiert werden. Meist liegen diese in Unternehmen bereits vor, da sie für die Konstruktion und Fertigung von Maschinen und Anlagen benötigt werden. Da es sich dabei um Daten zur Abbildung der 3D-Komponenten handelt, werden diese transformiert und in die virtuelle Realität geladen, um so ein konstruktionsgetreues Abbild der Maschine bzw. Anlage zu erreichen. Diese werden angereichert durch die eigentlichen Abläufe der jeweiligen Dienstleistung, basierend auf bestehenden Prozessmodellen. Die Prozessmodelle werden ebenfalls in die virtuelle Lernumgebung geladen und als Hinweise für den

¹ Das Akronym GLASSROOM steht für „Kompetenzaufbau, -entwicklung und -definition in virtuellen Lebenswelten des Maschinen- und Anlagenbaus“.

Nutzer angezeigt. Auf diese Weise werden das ablaforientierte Anleiten des Lernenden und interaktive Schulungen ermöglicht. Technisch gesehen wird in der virtuellen Lernumgebung auf VR-Brillen (z.B. Oculus Rift) aufgesetzt. In Kombination mit Körperbewegungserfassungskomponenten (Microsoft Kinect bzw. Leap Motion) wird eine vollständige Interaktion mit virtuellen Objekten ermöglicht.

Um darüber hinaus die Mitarbeiter in ihrer Ausführung zu unterstützen, wird in der *erweiterten Realität* auf identische Weise die Unterstützung und Führung durch den Aus- und Weiterbildungsprozess realisiert. Dabei wird auf Basis einer erweiterten Realitätsbrille dem Dienstleistungserbringer der Ablauf zur Durchführung des Serviceprozesses angezeigt und dieser damit durch den Prozess geführt. Aus didaktischen Gründen werden dabei die identischen grafischen Darstellungen wie in der virtuellen Realität wiederverwendet. Dadurch ist es für den Lernenden besonders einfach, die Übertragung aus der virtuellen Lernumgebung in die erweiterte Realität zu vollziehen; die Erinnerung an das virtuelle Lernszenario, in welchem der Lernende den Ablauf erlernt hat, wird bewusst stimuliert. Technisch gesehen werden in der erweiterten Unterstützungsumgebung Augmented-Reality-Brillen (Meta One) oder Smart Glasses (Google Glass oder Vuzix M100) eingesetzt, um zusätzliche Informationen vor Ort einblenden zu können.

GLASSROOM vereint mit diesem Ansatz verschiedene Vorteile: (1) Zunächst ist es möglich, dem Lernenden praktische Aus- und Weiterbildungstätigkeiten zu vermitteln, welche über die Vermittlung von theoretischen Grundlagen hinausgehen. (2) Darüber hinaus werden die Lehrenden entlastet, da diese die Schulungen nur einmalig für die Lernumgebung aufbereiten müssen. Dies ist insb. in der betrieblichen Weiterbildung relevant, um die erfahrenen Mitarbeiter somit zu entlasten. (3) Insgesamt ist ein kostengünstiger Einsatz in Unternehmen jeder Größe möglich, da die Hardwarekomponenten auf Basis aktueller Endgeräte aus dem Bereich der Endkunden stammen. (4) Damit das Gesamtsystem den bestmöglichen Erfolg erzielen kann, wird auf didaktische Gegebenheiten und Vorgaben Rücksicht genommen, sodass das System eine punktgenaue Unterstützung für individuelles Lernen leistet. Dies wird durch unterschiedliche, aufeinander aufbauende Lernszenarien realisiert, welche je nach Erfahrungsstand des Mitarbeiters an unterschiedlichen Stellen begonen werden können. Damit können Dienstleistungserbringer mit unterschiedlichen Vorerfahrungen adäquat eingebunden werden.

Das Projekt GLASSROOM wurde 2014-2017 in Kooperation der Universität Osnabrück, der Universität des Saarlandes, des Fraunhofer-Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation, der IMC AG und den beiden Anwendungspartnern AMAZONEN-Werke H. Dreyer GmbH & Co. KG und Alfred Becker GmbH durchgeführt. Darüber hinaus waren lokale Bildungseinrichtungen wie Berufs- und Meisterschulen als assoziierte Partner mit eingebunden.

Der vorliegende Herausgeberband *Digitalisierung in der Aus- und Weiterbildung – Virtual und Augmented Reality für Industrie 4.0* fasst die Ergebnisse des Forschungsprojekts GLASSROOM zusammen und gibt zugleich einen Überblick über die Gestaltung von AR- und VR-Applikationen für die Aus- und Weiterbildung. Es werden sowohl aktuelle Problemstellungen und Lösungsansätze als auch

zukünftige Entwicklungsperspektiven betrachtet. Die einzelnen Kapitel fokussieren einerseits die Entwicklung und andererseits die Anwendung mobiler und tragbarer Assistenzsysteme. Der Aufbau des Herausgeberbandes folgt einer Fünfteilung des Gegenstandsbereichs.

Im ersten Teil des Bandes *Grundlagen, Anwendungsszenarien und Technologien* stellen Oliver Thomas, Dirk Metzger, Helmut Niegemann, Markus Welk und Thomas Becker die zentrale GLASSROOM-Fallstudie und den Projekthintergrund vor. Benedikt Zobel, Sebastian Werning, Lisa Berkemeier und Oliver Thomas erweitern das Blickfeld durch einen State-of-the-Art-Vergleich von Augmented- und Virtual-Reality-Technologien zur Digitalisierung der Aus- und Weiterbildung. Lisa Niegemann und Helmut Niegemann greifen diese technischen Grundlagen auf und untersuchen die Potenziale und Hemmnisse von AR- und VR-Medien zur Unterstützung der Aus- und Weiterbildung im technischen Service.

Im zweiten Teil *Methoden und Modelle* widmen sich Dirk Metzger, Christina Niemöller und Oliver Thomas der Konstruktion und Anwendung der Entwicklungsmethodik für Service-Unterstützungssysteme, die im Rahmen des GLASSROOM-Projekts eingesetzt wurde. Die Modellierung technischer Serviceprozesse zur Digitalisierung der Aus- und Weiterbildung wird von Simon Schwantzer und Sven Jannaber thematisiert. Mit dem Design darauf aufbauender digitaler Aus- und Weiterbildungsszenarien befassen sich Helmut Niegemann und Lisa Niegemann.

Im Rahmen des dritten Teils *Konzeption und Implementierung* werden die beiden zentralen in GLASSROOM entwickelten Informationssysteme vorgestellt. Simon Schwantzer übernimmt diese Aufgabe für das Smart-Glasses-basierte Informationssystem (Augmented Reality) und Matthias Bues, Tobias Schultze und Benjamin Wingert präsentieren die entsprechende Lernumgebung für die virtuelle Realität (Virtual Reality).

Der vierte Teil *Erstellung digitaler Lerninhalte und Evaluation* erweitert die vorhergehenden Untersuchungen. Sven Jannaber, Lisa Berkemeier, Dirk Metzger, Christina Niemöller, Lukas Brenning und Oliver Thomas erläutern, wie Smart Glasses als Autorenwerkzeug zur Erstellung digitaler Aus- und Weiterbildungsinhalte verwendet werden können. Die Evaluation der im GLASSROOM-Projekt implementierten Systeme erfolgt anschließend zweigeteilt, einerseits für die Akzeptanz von Smart Glasses für die Aus- und Weiterbildung von Lisa Berkemeier, Christina Niemöller, Dirk Metzger und Oliver Thomas und andererseits für die Evaluation digitaler Aus- und Weiterbildung im virtuellen Raum von Tobias Schultze und Matthias Bues.

Im fünften und letzten Teil *Kooperations- und Geschäftsmodelle* analysieren und gestalten Christina Niemöller, Tim Schomaker und Oliver Thomas Geschäftsmodelle im Rahmen des Einsatzes von Smart Glasses in Unternehmen. Die in GLASSROOM verwendeten Produktivitätsmess- und -bewertungsmodelle für komplexe IT-gestützte Dienstleistungen werden von Jennifer Braesch, Christina Niemöller und Oliver Thomas aufgearbeitet. Der Herausgeberband schließt mit einem Beitrag von Friedemann Kammler, Lisa Berkemeier, Novica Zarvić, Bene-

dikt Zobel und Oliver Thomas zur Branchenübertragbarkeit und Cross Innovation von Smart Glasses Applications.

Insgesamt haben die Diskussionen während der Laufzeit des Forschungsprojekts GLASSROOM und bei der Zusammenstellung der einzelnen Beiträge dieses Bandes verdeutlicht, dass das Themengebiet *Digitale Medien in der beruflichen Bildung* stärker als bisher eine interdisziplinäre Ausrichtung und eine Auseinandersetzung mit fachübergreifenden Vorgehensweisen, Paradigmen und Methoden erfordert. Die Ziele des Projekts konnten nur durch eine Kombination der umfangreichen Erfahrungen der Projektpartner in den Bereichen der Aus- und Weiterbildung, der Bildungstechnologie, der neuen Medien (insb. AR und VR) sowie der Anwendungsdomäne technischer Kundendienst erreicht werden. Wir hoffen, dass der Herausgeberband in diesem Sinne zur Digitalisierung der Aus- und Weiterbildung einen nachhaltigen Beitrag leistet.

Osnabrück und Saarbrücken, im Sommer 2017

Oliver Thomas
Dirk Metzger
Helmut Niegemann

Inhaltsübersicht

Teil I: Grundlagen, Anwendungsszenarien und Technologien..... 1

GLASSROOM – Kompetenzaufbau und -entwicklung
in virtuellen Lebenswelten
*Oliver Thomas, Dirk Metzger, Helmut Niegemann, Markus Welk
und Thomas Becker*..... 2

Augmented- und Virtual-Reality-Technologien zur Digitalisierung
der Aus- und Weiterbildung – Überblick, Klassifikation und Vergleich
Benedikt Zobel, Sebastian Werning, Lisa Berkemeier und Oliver Thomas 20

Potenziale und Hemmnisse von AR- und VR-Medien zur Unterstützung
der Aus- und Weiterbildung im technischen Service
Lisa Niegemann und Helmut Niegemann 35

Teil II: Methoden und Modelle..... 49

Konstruktion und Anwendung einer Entwicklungsmethodik
für Service-Unterstützungssysteme
Dirk Metzger, Christina Niemöller und Oliver Thomas 50

Modellierung technischer Serviceprozesse zur Digitalisierung
der Aus- und Weiterbildung
Simon Schwantzer und Sven Jannaber 64

Design digitaler Aus- und Weiterbildungsszenarien
Helmut Niegemann und Lisa Niegemann 75

Teil III: Konzeption und Implementierung..... 93

Konzeption und Implementierung eines Smart-Glasses-basierten
Informationssystems für technische Dienstleistungen
Simon Schwantzer 94

Konzeption und Implementierung einer VR-Lernumgebung
für technische Dienstleistungen
Matthias Bues, Tobias Schultze und Benjamin Wingert 113

Teil IV: Erstellung digitaler Lerninhalte und Evaluation..... 125

Smart Glasses als Autorenwerkzeug zur Erstellung digitaler Aus- und Weiterbildungsinhalte <i>Sven Jannaber, Lisa Berkemeier, Dirk Metzger, Christina Niemöller, Lukas Brenning und Oliver Thomas</i>	126
Akzeptanz von Smart Glasses für die Aus- und Weiterbildung <i>Lisa Berkemeier, Christina Niemöller, Dirk Metzger und Oliver Thomas</i>	143
Evaluation digitaler Aus- und Weiterbildung im virtuellen Raum <i>Tobias Schultze und Matthias Bues</i>	157

Teil V: Kooperations- und Geschäftsmodelle..... 169

Einsatz von Smart Glasses in Unternehmen – Analyse und Gestaltung von Geschäftsmodellen <i>Christina Niemöller, Tim Schomaker und Oliver Thomas</i>	170
Produktivitätsmessung und -bewertung komplexer IT-gestützter Dienstleistungen <i>Jennifer Braesch, Christina Niemöller und Oliver Thomas</i>	182
Smart Glasses Applications – Branchenübertragbarkeit und Cross Innovation <i>Friedemann Kammler, Lisa Berkemeier, Novica Zarvić, Benedikt Zobel und Oliver Thomas</i>	211

Inhaltsverzeichnis

Teil I: Grundlagen, Anwendungsszenarien und Technologien..... 1

GLASSROOM – Kompetenzaufbau und -entwicklung in virtuellen Lebenswelten

*Oliver Thomas, Dirk Metzger, Helmut Niegemann, Markus Welk
und Thomas Becker..... 2*

1 Aus- und Weiterbildung im digitalen Wandel	2
2 Bedarfe und Mehrwert digitaler Medien	3
3 GLASSROOM – Konzeption und Zielsetzung.....	5
3.1 Technische Ziele.....	5
3.1.1 Kompetenzaufbau in der virtuellen Realität	5
3.1.2 Kompetenzentwicklung in der erweiterten Realität	6
3.1.3 Zusammenspiel der Realitäten.....	7
3.2 Didaktische Ziele.....	8
3.3 Anwendungsziele.....	10
4 Umfeldanalyse und Abgrenzung.....	12
4.1 Stand der Technik.....	12
4.2 Stand der Praxis.....	13
4.3 Stand der Wissenschaft	15
5 Zusammenfassung und Entwicklungsperspektiven.....	16
6 Literatur	17

Augmented- und Virtual-Reality-Technologien zur Digitalisierung der Aus- und Weiterbildung – Überblick, Klassifikation und Vergleich

Benedikt Zobel, Sebastian Werning, Lisa Berkemeier und Oliver Thomas 20

1 Einführung	20
2 Anwendungsdomäne technischer Kundendienst.....	21
3 Entwicklungsstand.....	22
3.1 State-of-the-Art von Virtual Reality	22
3.1.1 Full-Feature-Endgeräte	23
3.1.2 Mobile- und Low-Budget-Endgeräte	24
3.1.3 Mixed Reality	25
3.2 State-of-the-Art von Augmented Reality	25
3.2.1 Unterstützte Realität.....	25

3.2.2 „Echte“ erweiterte Realität.....	26
4 Klassifikation	27
4.1 Untersuchungskriterien und Klassifikationskategorien.....	27
4.2 Virtual Reality.....	28
4.3 Augmented Reality.....	30
4.4 Vergleich.....	31
5 Fazit und Ausblick.....	32
6 Literatur	33

Potenziale und Hemmnisse von AR- und VR-Medien zur Unterstützung der Aus- und Weiterbildung im technischen Service

<i>Lisa Niegemann und Helmut Niegemann.....</i>	35
---	-----------

1 Besonderheiten der Aus- und Weiterbildung im Bereich technischer Kundendienstleistungen.....	35
2 Einsatz der AR-Technik in der Aus- und Weiterbildung bei Klima Becker.....	36
2.1 Aus- und Weiterbildung bisher.....	36
2.2 Erfahrungen mit der AR-Brille.....	38
2.3 VR-System.....	40
3 Weiterbildung mit AR- und VR-Technik bei den Amazonenwerken	40
3.1 Einsatz digitaler Medien in Aus- und Weiterbildung.....	41
3.2 AR-Brille	41
3.3 VR-System.....	43
4 Zusammenfassung der Befragungen.....	44
4.1 Einsatz von AR- und VR-Technik bei Klima Becker	44
4.2 Einsatz von AR- und VR-Technik bei Amazonenwerke.....	45
5 Gelingensbedingungen des Einsatzes von AR- und VR-Technologie in der Aus- und Weiterbildung	46
5.1 Einsatzmöglichkeiten.....	46
5.2 Qualitätsanforderungen an die Systeme.....	47
5.3 Qualifizierung der Fachkräfte für die Aus- und Weiterbildung.....	47
6 Literatur	48

Teil II: Methoden und Modelle..... 49

Konstruktion und Anwendung einer Entwicklungsmethodik für Service-Unterstützungssysteme

<i>Dirk Metzger, Christina Niemöller und Oliver Thomas.....</i>	50
---	-----------

1 Einleitung.....	50
2 Konstrukte.....	52
2.1 Anwendungsspezifische Konstrukte	53
2.2 Methodenspezifische Konstrukte.....	53
2.3 Ausgabespezifische Konstrukte.....	53
2.4 Integrierte Konstruktion eines Service-Unterstützungssystems.....	54

3 Entwurf der Engineering-Methode	54
3.1 Product-Service-Systems-Engineering-Schritte.....	55
3.2 Schritte der Wissensbrücke	56
3.3 Information-Systems-Engineering-Schritte.....	59
4 Fazit und Ausblick.....	60
5 Literatur	61

Modellierung technischer Serviceprozesse zur Digitalisierung der Aus- und Weiterbildung

<i>Simon Schwantzer und Sven Jannaber</i>	64
---	-----------

1 Einleitung.....	64
1.1 Beschreibung von Serviceprozessen.....	64
1.2 Digitalisierung von Serviceprozessen	65
1.3 Serviceprozesse als Grundlage für die digitale Unterstützung.....	66
2 Modellierung von Serviceprozessen mit BPMN.....	66
2.1 Prozessdiagramme in BPMN	67
2.2 Technische Repräsentation von BPMN	70
3 Erweiterung zur digitalen Unterstützung.....	70
3.1 Metainformationen und Internationalisierung	71
3.2 Inhalte in GLASSROOM und Zusammenspiel mit Prozessen	71
3.3 Modellierung der Unterstützungsinformationen.....	72
3.4 Verknüpfung von Serviceprozess und VR-System.....	73
4 Zusammenfassung und Ausblick	74

Design digitaler Aus- und Weiterbildungsszenarien

<i>Helmut Niegemann und Lisa Niegemann</i>	75
--	-----------

1 Instructional Design.....	75
1.1 Was ist Instruktionsdesign?.....	75
1.2 Gagnés Ansatz.....	75
1.3 Interne und externe Lernbedingungen.....	76
2 Instruktionsdesignmodelle.....	76
2.1 Vier-Komponenten-Modell für komplexes Lernen.....	77
2.2 Klauers Lehrfunktionen	77
3 Ein Rahmenmodell: DO ID.....	78
3.1 Didaktische Entscheidungen	78
3.2 Qualitätssicherung: Ziele, Projektmanagement und Evaluation	79
3.3 Analysen	79
3.4 Entscheidungsfelder.....	80
4 Didaktische Entwurfsmuster	85
5 Ein Assistenzsystem für Praktiker	86
6 Fazit und Ausblick.....	88
7 Literatur	89

Teil III: Konzeption und Implementierung..... 93**Konzeption und Implementierung eines Smart-Glasses-basierten
Informationssystems für technische Dienstleistungen**

<i>Simon Schwantzer</i>	94
1 Einführung	94
2 Technische Rahmenbedingungen und User Experience für Smart Glasses.....	95
2.1 Technische Rahmenbedingungen	95
2.2 Möglichkeiten und Grenzen von Smart Glasses.....	96
2.3 Richtlinien zum UX Design für Smart Glasses	96
3 Basistechnologien und Frameworks	98
4 Prozessaufnahme mit dem GLASSROOM Recording Tool.....	100
4.1 Rapid Authoring vs. Modellierung.....	101
4.2 Aufnahmefunktionen	101
4.3 Erstellung von Anleitungen.....	102
4.4 Erfassung eines Schrittes	102
4.5 Ergänzung und Löschung von Anleitungen	104
5 Unterstützung mit dem GLASSROOM Support Tool	104
5.1 Auswahl einer Anleitung	105
5.2 Anzeige einer Anleitung	105
6 Prozess- und Inhaltsverwaltung mit dem GLASSROOM Manager.....	106
6.1 Anforderungen und Konzept.....	107
6.2 Installation und Konfiguration	108
6.3 Anlegen und Bearbeiten von Anleitungen	108
6.4 Bearbeitung der Unterstützungsinformationen.....	109
6.5 Synchronisation und Distribution.....	110
7 Zusammenfassung und Ausblick.....	111
8 Literatur	112

**Konzeption und Implementierung einer VR-Lernumgebung
für technische Dienstleistungen**

<i>Matthias Bues, Tobias Schultze und Benjamin Wingert</i>	113
1 Einleitung und Problemstellung	113
2 Eingesetzte VR-Technik	114
2.1 VR-Hardware	114
2.2 VR-Softwareplattform	116
3 Nutzerzentrierung.....	117
4 Prozessintegration.....	120
5 Datenintegration	120
6 Erstellung der VR-Lerninhalte	121
7 Zusammenfassung und Ausblick.....	122
8 Literatur	122

Teil IV: Erstellung digitaler Lerninhalte und Evaluation..... 125**Smart Glasses als Autorenwerkzeug zur Erstellung digitaler Aus- und Weiterbildungsinhalte**

Sven Jannaber, Lisa Berkemeier, Dirk Metzger, Christina Niemöller, Lukas Brenning und Oliver Thomas 126

1 Motivation.....	126
2 Charakterisierung technischer Dienstleistungsprozesse und Implikationen für die Modellierung.....	128
3 Methode.....	130
4 Anforderungen für die Modellierung technischer Dienstleistungsprozesse....	130
4.1 Immaterialität.....	131
4.2 Integrativität.....	131
4.3 Modularisierbarkeit.....	132
5 Laufzeitmodellierung mit Smart Glasses	132
5.1 Sprachdefinition.....	132
5.2 Prozessmuster.....	135
5.3 Implementierung.....	135
5.4 Architektur.....	137
6 Demonstrationsbeispiel.....	138
7 Zusammenfassung und Ausblick.....	140
8 Literatur	141

Akzeptanz von Smart Glasses für die Aus- und Weiterbildung

Lisa Berkemeier, Christina Niemöller, Dirk Metzger und Oliver Thomas 143

1 Einleitung.....	143
2 Nutzerakzeptanz im betrieblichen Kontext	145
2.1 Akzeptanzbegriff.....	145
2.2 Technology Acceptance Model.....	147
3 Durchführung der Akzeptanzstudie	148
3.1 Szenario	148
3.2 Prototyp.....	148
3.3 Fragebogen zum Technology Acceptance Model.....	149
3.4 Beschaffenheit der Stichprobe.....	149
4 Auswertung des Fragebogens.....	150
4.1 Ergebnisse.....	150
4.2 Korrelationen.....	152
4.3 Implikationen	153
5 Diskussion.....	154
6 Ausblick.....	154
7 Literatur	155

Evaluation digitaler Aus- und Weiterbildung im virtuellen Raum

Tobias Schultze und Matthias Bues 157

1	Einleitung.....	157
2	Evaluation auf der Agritechnica	158
2.1	Zielsetzung der Evaluation.....	159
2.2	Technische Voraussetzungen	159
2.3	Wahl des Lehrinhaltes und der Aufgabe	160
2.4	Erhebung der Daten	163
2.5	Ergebnisse.....	163
3	Evaluation mit Fachpersonal.....	165
3.1	Ziel der Evaluation	165
3.2	Technische Voraussetzungen	166
3.3	Wahl des Lehrinhaltes und der Aufgabe	166
3.4	Erhebung der Daten und Ergebnisse.....	167
4	Fazit und Ausblick.....	167
5	Literatur	167

Teil V: Kooperations- und Geschäftsmodelle..... 169

Einsatz von Smart Glasses in Unternehmen – Analyse und Gestaltung von Geschäftsmodellen

Christina Niemöller, Tim Schomaker und Oliver Thomas 170

1	Einleitung.....	170
2	Klassifikation von Geschäftsmodellen.....	171
2.1	Definition und Eingrenzung	171
2.2	Dimensionen zur Beschreibung von Geschäftsmodellen	172
3	Einfluss von Datenbrillen auf die Klassifikationskriterien eines Geschäftsmodells.....	175
3.1	Nutzen- und Wertangebot	175
3.2	Zielkunden	176
3.3	Kundenbeziehung.....	176
3.4	Vertriebskanäle.....	176
3.5	Wertkonfiguration und Kernkompetenzen	177
3.6	Partnernetzwerk.....	178
3.7	Erlösmodell.....	178
3.8	Kostenmodell	179
4	Fazit und Ausblick.....	179
5	Literatur	180

Produktivitätsmessung und -bewertung komplexer IT-gestützter Dienstleistungen

Jennifer Braesch, Christina Niemöller und Oliver Thomas 182

1	Einleitung.....	182
2	Produktivitätsmodelle für Dienstleistungen.....	183
2.1	Produktivitätsbegriff.....	183
2.2	Konzepte zur Messung von Dienstleistungsproduktivität	184
2.3	State-of-the-Art der Produktivitätsmessung mobiler Assistenzsysteme..	189
3	Vorgehensmodell zur Konstruktion eines Kennzahlenmodells für komplexe Dienstleistungen	190
4	Konstruktion eines Kennzahlenmodells für komplexe Dienstleistungen	191
4.1	Problemdefinition der Produktivitätsmessung von Dienstleistungen.....	191
4.2	Analyse bestehender Messmodelle zur Produktivitätsmessung von Dienstleistungen.....	192
4.3	Entwicklungsstrategie.....	194
4.4	Theoretische Entwicklung eines Kennzahlenmodells zur Produktivitätsmessung komplexer IT-gestützter Dienstleistungen	195
4.5	Spezifisches Kennzahlenmodell mit Ausprägungen des Maschinen- und Anlagenbaus	201
4.6	Generisches Kennzahlenmodell.....	204
5	Diskussion und Fazit.....	206
6	Literatur	207

Smart Glasses Applications – Branchenübertragbarkeit und Cross Innovation

Friedemann Kammler, Lisa Berkemeier, Novica Zarvić, Benedikt Zobel und Oliver Thomas 211

1	Einleitung.....	211
2	Klassifikation von Adaptionsszenarien.....	213
3	Transferszenarien.....	214
3.1	Reine Adaption.....	214
3.2	Funktionale Erweiterung.....	215
3.3	Kontexttransfer	216
3.4	Cross-sektorale Innovation.....	217
4	Cooperative Cross Innovation als Treiber des innovativen Technologieeinsatzes	218
5	Auswahl geeigneter Innovationsstrategien	220
6	Fazit	221
7	Literatur	222

Autorenverzeichnis 223