

HCI in der SmartFactoryOWL – Angewandte Forschung & Entwicklung

Sebastian Büttner¹, Henrik Mucha¹, Sebastian Robert², Fabian Hellweg², Carsten Röcker²

Institut für industrielle Informationstechnik (inIT), Hochschule OWL, Lemgo¹
Fraunhofer Anwendungszentrum Industrial Automation (IOSB-INA), Lemgo²

Zusammenfassung

Im Kontext von *Industrie 4.0* nimmt die Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle eine herausragende Stellung ein. Folglich müssen neue technologische und menschenzentrierte Ansätze zur Unterstützung von Menschen in *Smart Factories* entwickelt und erforscht werden. In Lemgo wurde zu Forschungs- und Demonstrationszwecken die SmartFactoryOWL errichtet. In diesem Beitrag geben wir einen Überblick über die SmartFactoryOWL und ihren Beitrag zur hiesigen HCI-Forschung. Wir zeigen, wie diese Einrichtung unsere Forschung an neuen Systemen, wie z. B. Systemen zur Informations- und Wissensvernetzung in *Smart Factories* beiträgt. Weiterhin präsentieren wir in diesem Beitrag *AR-Cube*, eine durchgängige Lösung für eine Smart-Factory-Lernumgebung, welche die Remote-Interaktion zwischen Produktionssystemen innerhalb und außerhalb der SmartFactoryOWL ermöglicht. Mit der Workshop-Teilnahme wollen wir unsere hier skizzierten Konzepte und Visionen gerne in der HCI-Community diskutieren und die Grundlage für zukünftige Weiterentwicklungen legen.



Abbildung 1: SmartFactoryOWL in Lemgo

1 Einleitung

Die Hightech-Strategie der Bundesregierung macht eines deutlich: Die Gestaltung der Mensch-Maschine-Interaktion im Kontext der Digitalisierung produzierender Industrieunternehmen – in Deutschland unter dem Schlagwort *Industrie 4.0* diskutiert – nimmt eine herausragende Stellung unter den Forschungsaufgaben ein (vgl. BMBF, 2016). Dieser Herausforderung begegnen die Lemgoer Forschungseinrichtungen – das Fraunhofer Anwendungszentrum Industrial Automation (Fraunhofer IOSB-INA) und das Institut für industrielle Informationstechnik (inIT) der Hochschule Ostwestfalen-Lippe – mit der Etablierung der SmartFactoryOWL¹ (siehe Abbildung 1) als herstellerunabhängige und offene *Industrie-4.0*-Forschungs- und Demonstrationsplattform. In diesem Workshop-Beitrag zeigen wir auf, wie insbesondere unser Forschungsgebiet Human-Computer Interaction (HCI) in Lemgo von dieser Infrastruktur profitiert. Unsere Forschung fokussiert auf die Gestaltung innovativer Nutzerschnittstellen und Interaktionsmöglichkeiten im Umfeld von digitalisierten Produktionsumgebungen (*Smart Factories*). Unser mittelbares Ziel ist es, Arbeitsprozesse produktiver zu gestalten, die Arbeitsqualität von Mitarbeitern zu verbessern und die Komplexität von hochgradig vernetzten Systemen im Kontext von *Industrie 4.0* beherrschbar zu machen. In diesem Beitrag geben wir einen Überblick, wie die SmartFactoryOWL zu diesen Zielen beiträgt und welche Forschungsthemen wir derzeit bearbeiten. Weiterhin präsentieren wir unseren jüngsten Showcase, den sogenannten *AR-Cube*, eine durchgängige Lösung für eine Smart-Factory-Lernumgebung, welche die Remote-Interaktion zwischen Produktionssystemen innerhalb und außerhalb der SmartFactoryOWL ermöglicht.

2 SmartFactoryOWL

Basierend auf der Definition von Lucke et al. (vgl. Lucke et al., 2008) verstehen wir unter einer *Smart Factory* eine in Form einer Fabrik realisierte kontextsensitive und intelligente Umgebung, die Menschen und Maschinen dabei unterstützt, verschiedene Aufgaben zu erledigen. Die Unterstützung kann hierbei sämtliche Phasen und beteiligten Akteure des Entwicklungs- und Produktionsprozess betreffen. Dieser Abschnitt gibt einen kurzen Überblick über die Entstehung, die aktuelle Ausstattung sowie die Forschungsziele der SmartFactoryOWL.

2.1 Umfeld & Entstehung

Ostwestfalen-Lippe ist eine der zentralen Industrieregionen in Deutschland mit führenden Unternehmen in den Bereichen Maschinenbau, Industrieelektronik und Lebensmitteltechnologie.² Aufgrund der großen Bedeutung der industriellen Produktion für die Region wurde daher im Jahr 2006 das Institut für industrielle Informationstechnik (inIT) an der Hochschule Ostwestfalen-Lippe gegründet, an dem heute mehr als 70 Wissenschaftler aus verschiedenen Disziplinen (Ingenieurwissenschaften, Informatik, Wirtschaftswissenschaften, Psychologie) am Themenfeld *Industrie 4.0* forschen. Am gleichen Standort wurde im Jahr 2009 das Fraunhofer IOSB-INA gegründet, welches die anwendungsnahe Forschung und Entwicklung im Themengebiet

¹<http://smartfactory-owl.de>

²Vgl. <http://www.its-owl.de/technologie-netzwerk/region>

der industriellen Informations- und Kommunikationstechnologien adressiert. Die beiden genannten Forschungseinrichtungen sind Partner im Spitzencluster *Intelligente technische Systeme Ostwestfalen-Lippe (it's OWL)*³ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF). Um Forschung in einer realitätsnahen Umgebung durchführen zu können und um aktuelle Forschungsergebnisse einem breiten Publikum zu demonstrieren, wurde schließlich auf Initiative des Fraunhofer IOSB-INA und der Hochschule OWL die SmartFactoryOWL in Lemgo ins Leben gerufen und im April 2016 eröffnet. Seitdem bietet diese Einrichtung neue Möglichkeiten für die Forschung, die Lehre und den regionalen sowie überregionalen Wissenstransfer.

2.2 Infrastruktur & Ausstattung

Die SmartFactoryOWL bietet eine Fläche von 800 Quadratmetern und realisiert eine Testumgebung, in der unterschiedliche Industrie-4.0-Konzepte und -Technologien in Kooperation mit Industriepartnern entwickelt und demonstriert werden können. Innerhalb der SmartFactoryOWL sind einzelne, autonome und flexibel vernetzbare Produktionssysteme für verschiedene Erzeugnisse aufgebaut, die sich flexibel an sich ändernde Rahmenbedingungen (z. B. Nachfrageänderungen, neue Erzeugnisse, neue Herstellungsprozesse) anpassen lassen. Gegenwärtig werden beispielsweise *Smart Lights* produziert. Im Gebäude ist derzeit eine Vielzahl von industriellen Komponenten verfügbar, die über Doppelgurt-Transportsysteme flexibel miteinander zu einer Produktionsanlage verbunden werden können. Die Halle besitzt ein modulares Bodensystem, welches flexiblen Zugang zu Strom, Internet und Druckluft ermöglicht. Zur Lokalisierung von Maschinen, Produkten, Fahrzeugen oder Personen wird die komplette Halle durch ein Indoor-lokalisierungssystem abgedeckt, welches über Ultra-Breitband-Technologie (UWB) Transponder mit einer Genauigkeit von wenigen Zentimetern orten kann. Neben klassischer industrieller Komponenten verfügt die SmartFactoryOWL über ein breite Palette an additiven Fertigungssystemen (3D-Druckverfahren) sowie über mobile, autonome und kollaborative Roboter, wie z.B. Bosch Rexroth APAS⁴ und KuKA KMR iiwa⁵.

2.3 Ziele

In der SmartFactoryOWL forschen die beiden Forschungsinstitute in Zusammenarbeit mit lokalen Unternehmen und unterstützt durch öffentliche Fördermittel an Fragestellungen, die für die Fabrik der Zukunft von hoher Relevanz sind. Aktuelle Forschungsfragen umfassen hierbei die Wandlungsfähigkeit von Produktionsanlagen, die Ressourceneffizienz oder den Einsatz neuer Interaktionstechnologien, welche die mit der Digitalisierung einhergehende zunehmende Komplexität (vgl. Spath et al., 2013) beherrschbar machen sollen. Hierbei fokussiert sich unsere Forschung vor allem auf Technologien, die für KMU relevant sind, wie z. B. kostengünstigen Head-mounted Displays (HMD) oder kleine und leistungsfähige LED-Projektoren. Auch die Auswirkungen einer sich ändernden Arbeitswelt sollen in den Fokus der Forschung an der SmartFactoryOWL rücken. In naher Zukunft wird hierbei auch der Gedanke der *Open*

³<http://www.its-owl.de>

⁴<http://www.bosch-apas.com>

⁵<https://www.kuka.com/de-de/produkte-leistungen/mobilität/mobile-roboter/kmr-iiwa>

Innovation in Form von offenen Workshops, Co-Creation Sessions, Hackathons⁶ uvm. eine immer wichtigere Rolle spielen. Hierfür ist die SmartFactoryOWL seit kurzem ein Mitglied der offiziellen europäischen *Living Labs*⁷.

3 HCI@SmartFactoryOWL

Die flächendeckende Einführung von *Industrie 4.0* ist eine interdisziplinäre Gemeinschaftsaufgabe (vgl. Geissbauer et al., 2015), welche eine Reihe an Forschungsfragen aufwirft. Wir haben dargelegt, dass die Gestaltung von Mensch-Maschine-Schnittstellen von zentralem Interesse ist. Daher widmet sich die Arbeitsgruppe HCI in Lemgo schwerpunktmäßig drei *Themenfeldern* im Kontext von Smart Factories: Zum Ersten gehen wir der Frage nach, wie Usability und User Experience im Kontext technischer Systeme systematisch zu verankern sind. Zweitens zielt unsere Forschungsarbeit darauf ab, Interaktionsstrategien für eben solche Systeme zu konzipieren und zu evaluieren, um letztendlich mittels Technologie eine menschengerechte Interaktion zwischen Produktionsmitarbeiter und interaktivem System zu zeitigen. Daran anknüpfend beschäftigt sich unsere Arbeitsgruppe auch mit der Frage der Technologieakzeptanz, indem wir mittels Nutzerstudien im Umfeld der SmartFactoryOWL gezielt Daten rund um den Themenkomplex *Industrie 4.0* erheben und analysieren.

Auf Ebene der *Handlungsfelder* ergibt sich aus diesem Ansatz eine Fokussierung auf Assistenzsysteme für die industrielle Produktion. Darunter fallen insbesondere *Augmented-Reality(AR)*-basierte Assistenzsysteme (vgl. Büttner, Mucha et al., 2017), wie wir sie in einer Reihe an Vorarbeiten adressiert haben. In Paelke et al., 2015 präsentieren wir beispielsweise ein Assistenzsystem, das manuelle Produktionsprozesse mit Hilfe von AR-Anleitungen mittels HMD unterstützt. Unsere experimentelle Untersuchung von HMDs im Vergleich zu In-Situ-Projektionen (Büttner, Funk et al., 2016) hat Vorteile von projektionsbasierten Systemen klar aufgezeigt. Aufgrund dieser Ergebnisse haben wir in jüngster Vergangenheit weitere projektionsbasierte Systeme zur Unterstützung von Fertigungsprozessen entwickelt (Büttner, Sand et al., 2017; Röcker und Robert, 2016; Sand et al., 2016). Weitere Konzepte sind in Büttner, Sand et al., 2015 skizziert. Dieser Schwerpunkt wird auch in Zukunft von den BMBF geförderten Projekten *Adaptives Assistenzsystem für die Instandhaltung intelligenter Maschinen und Anlagen (ADI-MA)* und *Augmented-Reality-Assistenzsystem für mobile Anwendungsszenarien in der Industrie (MARI)* getragen. Gegenwärtig beschäftigen wir uns darüber hinaus intensiv mit technologiegestützter Inklusion. Dies schließt die Frage ein, wie Mitarbeiter mit körperlichen, geistigen oder psychischen Behinderungen mittels Assistenzsystemen darin unterstützt werden können, am digitalisierten Arbeitsleben teilzuhaben. Dies wirft die Frage nach lernförderlicher Gestaltung von interaktiven Systemen auf. Beispiele hierfür sind die laufenden Transferprojekte⁸ *Flexible Inklusion in einem gemeinsamen Produktionsprozess durch adaptive Assistenz (Flex-Int)* und *Prototypische Umsetzung eines Assistenzsystems zur individuellen Unterstützung von Menschen mit Behinderung in der Produktion (ProdAssist)* im Rahmen des Spitzenclusters *it's OWL*. Zusammen mit dem Transferprojekt *Optimierung der Gebrauchstauglichkeit (Usability)*

⁶<http://www.factoryhack.com>

⁷<http://www.openlivinglabs.eu/>

⁸Vgl. <http://www.its-owl.de/services/technologietransfer/transferprojekte/>

und des Benutzererlebnisses (UX) der Nutzeroberfläche eines Systems zur Steuerung von Gummimischanlagen (RubUX) spiegelt diese Projektarbeit zudem die Forschungstätigkeit in enger Zusammenarbeit mit KMU aus der Region Ostwestfalen-Lippe wieder, die auch in vorangegangenen Publikationen zum Ausdruck kommt (Büttner und Röcker, 2016; Mucha, Büttner et al., 2016; Mucha und Nebe, 2017). Hier dient die SmartFactoryOWL als wichtiges Werkzeug zur Vernetzung insbesondere mit KMU, da wir unmittelbar die Ergebnisse unsere Forschung demonstrieren, testen und diskutieren können.

4 Showcase: Der AR-Cube – Remote-Interaktion mit der SmartFactoryOWL

Um unsere HCI-Forschung in der SmartFactoryOWL anschaulich zu machen, präsentieren wir in diesem Beitrag unseren jüngsten Showcase, den sogenannten *AR-Cube*. Hierbei handelt es sich um ein mobiles projektionsbasiertes Assistenzsystem, das den Montage-Prozess unterstützen kann. Gleichzeitig erlaubt der *AR-Cube* aber auch eine Remote-Interaktion zwischen Mitarbeitern innerhalb und außerhalb der *Smart Factory*, um In-Situ-Lernen zu unterstützen.



Abbildung 2: AR-Cube-Plattform zur In-Situ-Assistenz

Mit der Plattform *AR-Cube* wird die mobile kamerabasierte Echtzeit-Erfassung mit innovativen Assistenzfunktionen demonstriert, die den Werker in seinem Arbeitsumfeld gezielt und möglichst effizient unterstützen sollen. Im Fokus steht dabei eine adaptive Benutzerschnittstelle die direkt auf den Arbeitstisch oder entsprechende Objekte projiziert wird und mit intuitiven Zeige- und Handgesten bedient werden kann. Durch die Anzeige prozessbezogener Informationen im unmittelbaren Umfeld des Arbeitsbereichs wird dem Werker die Möglichkeit gegeben, wichtige Informationen jederzeit wahrzunehmen und sich gleichzeitig auf seine primäre Arbeitsaufgabe zu konzentrieren. Darüber hinaus wird der anfallende Bedienungsaufwand minimiert, da zur Interaktion mit dem System keine peripheren Eingabegeräte notwendig sind. 3D-Kameras um den Arbeitstisch herum erfassen dabei nicht nur den Werker und dessen Armbewegungen, sondern auch den Arbeitsraum und alle sich darin befindenden Objekte, wie etwa Materialkisten. Zudem wird Werkzeug, das zuvor mit einfachen Markern versehen wurde, kostengünstig im Einsatz dokumentiert und Verschraubpositionen automatisch bestätigt und protokolliert. Durch das Erkennen von Greifbewegungen in die Materialkisten werden Montagesequenzen wiedererkannt und der Füllstand der jeweiligen Kisten nachvollzogen, sodass bei einem entsprechend vorliegenden Materialbedarf die Produktion fehlender Bauteile an einem integrierten 3D-Drucker automatisch initiiert werden kann.



Abbildung 3: Augmented-Reality-basierte Remote-Interaktion zur Unterstützung in ortsentfernten Szenarien

Für die standortverteilte Produktion setzt der *AR-Cube* auf eine vernetzte Assistenz, die ortsunabhängig Montageplätze miteinander verbindet. Dazu wird der Datenaustausch zwischen den unterschiedlichen Komponenten des Produktionssystems mittels der Industrie-4.0-Standards Automation Markup Language (AutomationML) und OPC Unified Architecture (OPC UA) implementiert. Auf dieser Basis kann ein nahtloser Datenfluss geschaffen und durch Synergien eine breite Nutzbarkeit des Systems ermöglicht werden. Zudem unterstützen die Standards die kooperative Zuarbeit zwischen zwei Arbeitsplätzen: In einem Augmented-Reality-basierten Videokonferenzmodus können sich ortsentfernte Monteure im Bedarfsfall einander zuschalten und aus den verschiedenen Kameraperspektiven im Arbeitsumfeld des fremden Montageprozesses agieren. Sie können dabei in einem innovativen Interaktionsmodus zur gezielten Anleitung aktiv Bereiche im beobachteten Arbeitsraum hervorheben.

5 Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Workshop-Beitrag haben wir eine Übersicht über die SmartFactoryOWL und die hiesige HCI-Forschung gegeben. Die Verfügbarkeit einer *Smart Factory* bietet hervorragende Möglichkeiten, um an Forschungsfragen in Bezug auf die Gestaltung der Mensch-Maschine-Interaktion im Kontext von *Industrie 4.0* zu arbeiten. Neben Fragestellungen zur Effizienzsteigerung, beispielsweise durch das Beherrschbarmachen von Komplexität vernetzter Systeme, sehen wir es als wichtige Aufgabe der Forschung, die Arbeitsqualität von Mitarbeitern zu verbessern und mit Hilfe von technischen Möglichkeiten zur Inklusion beizutragen. Diese Themen spiegeln sich auch in unseren aktuellen Forschungstätigkeiten in der SmartFactoryOWL wieder. Als Beispiel für unsere aktuellen Tätigkeiten im Bereich Assistenzsysteme haben wir in diesem Beitrag unseren *AR-Cube* vorgestellt. Dieser realisiert das Konzept eines mobilen projektionsbasierten Assistenzsystems, welches zusätzlich die Remote-Interaktion zwischen Mitarbeitern unterstützt. Wir nutzen diesen *AR-Cube* als Forschungs-Artefakt (im Sinne von Zimmerman et al., 2007) um Diskussionen mit Vertretern aus Forschung und Industrie über neue Ansätze zur Informations- und Wissensvernetzung sowie Möglichkeiten von In-Situ-Lernumgebungen zu diskutieren. Eine Befragung von 17 Vertretern der Wirtschaft hat beispielsweise ein hohes Potential der Technologie für die Montage, die Ausbildung sowie für Wartung und Service konstatiert. Auch wird die generelle Bedeutung von Augmented Reality für die Entwicklung von Assistenzsystemen von den Befragten als äußerst hoch eingeschätzt.⁹ Mit der Teilnahme an dem Workshop *Smart Factories: Mitarbeiterzentrierte Informationssysteme für die Zusammenarbeit der Zukunft* wollen wir unsere hier skizzierten Konzepte und Visionen gerne in der HCI-Community diskutieren und gemeinsam weiterentwickeln. Durch diese Diskussionen glauben wir, dem Forschungsziel der Gestaltung von Mensch-Maschine-Interaktionen im Kontext der Digitalisierung produzierender Industrieunternehmen (vgl. BMBF, 2016) näher zu kommen.

⁹Die detaillierten Ergebnisse dieser Studie sind bisher unveröffentlicht.

Literaturverzeichnis

- BMBF. (2016). Zukunft der Arbeit – Innovationen für die Arbeit von morgen. Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bonn, Germany.
- Büttner, S., Funk, M., Sand, O. & Röcker, C. (2016). Using Head-Mounted Displays and In-Situ Projection for Assistive Systems: A Comparison. In *Proceedings of the 9th ACM International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments* (S. 44). ACM.
- Büttner, S., Mucha, H., Funk, M., Kosch, T., Aehnelt, M., Robert, S. & Röcker, C. (2017). The Design Space of Augmented and Virtual Reality Applications for Assistive Environments in Manufacturing: A Visual Approach. In *Proceedings of the 10th ACM International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments*. ACM.
- Büttner, S. & Röcker, C. (2016). Applying Human-Centered Design Methods in Industry—a Field Report. In *Human-Computer Interaction—Perspectives on Industry 4.0. Workshop at i-KNOW 2016 Graz, Austria, Oct 2016*.
- Büttner, S., Sand, O. & Röcker, C. (2015). Extending the Design Space in Industrial Manufacturing Through Mobile Projection. In *Proceedings of the 17th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services Adjunct* (S. 1130–1133). ACM.
- Büttner, S., Sand, O. & Röcker, C. (2017). Exploring Design Opportunities for Intelligent Worker Assistance: A New Approach Using Projection-Based AR and a Novel Hand-Tracking Algorithm. In *European Conference on Ambient Intelligence* (S. 33–45). Springer International Publishing.
- Geissbauer, R., Vedso, J. & Schrauf, S. (2015). Industry 4.0: Building the digital enterprise. PwC.
- Lucke, D., Constantinescu, C. & Westkämper, E. (2008). Smart factory—a step towards the next generation of manufacturing. *Manufacturing systems and technologies for the new frontier*, 115–118.
- Mucha, H., Büttner, S. & Röcker, C. (2016). Application Areas for Human-Centered Assistive Systems. In *Human-Computer Interaction—Perspectives on Industry 4.0. Workshop at i-KNOW 2016 Graz, Austria, Oct 2016*.
- Mucha, H. & Nebe, K. (2017). Human-centered Toolkit Design. In *HCI.Tools 2017: Strategies and Best Practices for Designing, Evaluating and Sharing Technical HCI Toolkits. Workshop at CHI 2017, Denver, USA*. ACM.
- Paelke, V., Röcker, C., Koch, N., Flatt, H. & Büttner, S. (2015). User interfaces for cyber-physical systems. *at-Automatisierungstechnik*, 63(10), 833–843.
- Röcker, C. & Robert, S. (2016). Projektionsbasierte Montageunterstützung mit visueller Fortschrittserkennung. In *visIT Industrie 4.0*. Fraunhofer IOSB, Karlsruhe, Germany.
- Sand, O., Büttner, S., Paelke, V. & Röcker, C. (2016). smARt. Assembly–Projection-Based Augmented Reality for Supporting Assembly Workers. In *International Conference on Virtual, Augmented and Mixed Reality* (S. 643–652). Springer International Publishing.
- Spath, D., Ganschar, O., Gerlach, S., Hämmerle, M., Krause, T. & Schlund, S. (2013). *Produktionsarbeit der Zukunft-Industrie 4.0*. Fraunhofer Verlag Stuttgart.

Zimmerman, J., Forlizzi, J. & Evenson, S. (2007). Research through design as a method for interaction design research in HCI. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (S. 493–502). ACM.

Autoren



Büttner, Sebastian

Sebastian absolvierte ein Studium der Wirtschaftsinformatik an der TU Darmstadt und der KTH Stockholm (Dipl.-Wirtsch.-Inform.). Nach einem Forschungsjahr am Mobile Life Centre, Stockholm (SICS Swedish ICT) arbeitete er zunächst mehrere Jahre als Softwareentwickler und Scrum-Master in der Industrie. Seit 2015 arbeitet Sebastian als Doktorand in der Forschungsgruppe „User Experience and Interaction Design“ an der Hochschule Ostwestfalen-Lippe. In seiner Forschung widmet sich Sebastian der Frage, wie *projektionsbasierte Augmentend-Reality-Technologien* zu Interaktionen in *SmartFactories* eingesetzt werden können.



Mucha, Henrik

Henrik arbeitet als wissenschaftlicher Mitarbeiter der Hochschule OWL an HCI-Themen im Spannungsfeld von Digitalisierung und industrieller Produktion. Henrik ist Industrial Designer (Dipl.-Des., Universität Duisburg-Essen) und Usability Engineer (M.Sc., Hochschule Rhein-Waal) und beschäftigt sich daher schwerpunktmäßig mit dem Themenkomplex *menschzentrierte Gestaltung*. Dazu zählt u. a. die Frage, wie Prozesse und Methoden des *Design Thinking* und *Human-centred Design* zielführend in die Domäne industrieller Mensch-Maschine-Interaktionen übertragen werden können.



Robert, Sebastian

Sebastian absolvierte ein Studium der Wirtschaftsinformatik an der Westfälischen Wilhelms-Universität in Münster, der Saint Mary's University in Halifax, Kanada sowie der Universität Osnabrück (M.Sc.). Nach Beendigung seines Studiums arbeitete er von 2011 bis 2015 als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Unternehmensführung und -rechnung der Universität Osnabrück. In dieser Zeit promovierte er zum Thema „Anpassung von Prognosen – experimentelle Evidenz“. Seit 2015 ist er wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer Anwendungszentrum IOSB-INA in der Forschungsgruppe Assistenzsysteme.

**Hellweg, Fabian**

Fabian hat einen Abschluss in Erneuerbare Energien der Hochschule Ostwestfalen-Lippe (B. Eng.). Seit 2017 arbeitet er als wissenschaftliche Hilfskraft am Fraunhofer Anwendungszentrum IOSB-INA in der Forschungsgruppe Assistenzsysteme und arbeitet dort an seiner Masterarbeit im Themenbereich *Industrie 4.0*.

**Röcker, Carsten**

Carsten ist Vorstandsmitglied des Instituts für industrielle Informationstechnik der Hochschule Ostwestfalen-Lippe und vertritt dort das Fachgebiet „User Experience and Interaction Design“. Darüber hinaus leitet er am Fraunhofer Anwendungszentrum IOSB-INA die Arbeitsgruppe „Assistenzsysteme“. Zuvor begleitete er Stellen an der RWTH Aachen (2008–2014), der University of California, San Diego (2007–2008) und dem Fraunhofer Institut für Integrierte Informations- & Publikationssysteme, Darmstadt (2000–2006). Seine aktuelle Forschung befasst sich mit den Themenfeldern *Intelligente Systeme*, *Mensch-Maschine-Interaktion* und *Technologieakzeptanz*.