

Kontextsensitive Informationsbereitstellung auf Mixed-Reality-Brillen für eine sichere, gesunde und lernförderliche Arbeit

Jan TERHOEVEN

*Gruppe „Human Factors, Ergonomie“
Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)
Friedrich-Henkel-Weg 1-25, D-44149 Dortmund*

Kurzfassung: Im Rahmen der zunehmenden Digitalisierung industrieller Arbeit und dem damit zusammenhängenden Wandel von Arbeitstätigkeiten rückt das Konzept der Lernförderlichkeit zunehmend stärker in den Fokus. Dabei geht es zum einen um die Vermeidung von Dequalifizierung und zum anderen um das Heranführen neuer Beschäftigter an wissensintensive Tätigkeiten in vernetzten Produktionssystemen. In diesem Beitrag wird eine Laborstudie vorgestellt, welche den Einfluss einer kontextsensitiven Informationsbereitstellung mittels Mixed-Reality-Brillen auf die Lernförderlichkeit in modernen Arbeitssystemen untersuchen soll. Dabei wird angestrebt, mittels moderner Technologien aus dem Konsumentenbereich das Produkt- und Prozessverständnis gezielt zu unterstützen.

Schlüsselwörter: Mixed-Reality-Datenbrille, Lernförderlichkeit, Mixed Reality, Usability, Arbeitsgestaltung

1. Einleitung

Der breite Einzug moderner Informations- und Kommunikationstechnologien in die Arbeitswelt resultiert in bedeutenden Auswirkungen auf die Strukturen, Inhalte und Anforderungen zukünftiger Arbeitssysteme (BMAS 2017). Es wird von einem Rückgang manueller Routinearbeiten bei einer gleichzeitigen Zunahme wissensintensiver Arbeiten ausgegangen: Beschäftigte übernehmen künftig mehr überwachende und steuernde Aufgaben. Arbeitsinhalte werden zunehmend komplexer, notwendige Entscheidungen dezentralisiert und der ortsunabhängige Abruf von fachübergreifendem Wissen gewinnt an Bedeutung (Spath et al. 2013).

Aufgrund der Zunahme von Informationsmenge und -verfügbarkeit rücken neue Formen der technologischen Arbeitsassistenten in den Fokus, um erforderliche Entscheidungsprozesse zu unterstützen (Jost et al. 2015). Diese Assistenzsysteme sind künftig in der Lage, Beschäftigte mit kontextsensitiven Informationen zu versorgen. Dabei ist es wichtig, die Lernförderlichkeit in der Arbeitsumgebung zu gewährleisten, sodass eine Dequalifizierung vermieden und das Erfahrungswissen der Beschäftigten erhalten und nach Möglichkeit der Aufbau gefördert wird (Hirsch-Kreinsen 2015).

Basierend auf den beschriebenen Anforderungen an eine Arbeitsassistenten werden zunehmend neue technologische Konzepte zur Darstellung aufgabenrelevanter Informationen diskutiert und entwickelt. Ein Schwerpunkt liegt dabei insbesondere auf binokularen see-through Datenbrillen respektive auf Mixed-Reality-Brillen (Tegtmeier 2006). Ziel dabei ist es, die Beanspruchung der Beschäftigten in komplexen Arbeitssystemen zu optimieren, eine hohe Technologieakzeptanz zu erreichen und

darüber hinaus deren Effizienz zu steigern (Mayer & Pantförder 2014, Grauel et al. 2014). Es stellt sich allerdings die Frage, ob sich die Informationsbereitstellung über eine Mixed-Reality-Brille auf die kognitive Beanspruchung der Beschäftigten sowie die Lernförderlichkeit auswirkt und welchen Einfluss dabei die Art der medialen Präsentation besitzt (Terhoeven & Wischniewski 2017a).

Dieser Beitrag behandelt den Aufbau einer Laborstudie sowie die ausgewählten Methoden zur Untersuchung der kontextsensitiven Informationsbereitstellung auf Mixed-Reality-Brillen.

2. Aktueller Forschungsstand

Neben der reinen Präsentation von Informationen findet sich ein lernförderlicher Charakter vor allem auch in der Interaktionsgestaltung wieder. So ist die Lernförderlichkeit eines der Dialogprinzipien zur Gestaltung gebrauchstauglicher Mensch-Maschine-Schnittstellen (DIN EN 9241-110). Vor diesem Hintergrund wurde der aktuelle Forschungsstand hinsichtlich der Gewährleistung und Bewertung der Gebrauchstauglichkeit von Smart Devices durch ein systematisches Literaturreview zusammengefasst (Terhoeven & Wischniewski 2017b). Dabei konnte festgestellt werden, dass die für konventionelle Bildschirmgeräte etablierten Bewertungskriterien auch für Smart Devices adaptiert werden können. In diesem Bereich sind neben der DIN EN 9241-110 insbesondere auch Nielsen (1993), Shneiderman & Plaisant (2005) und Wickens & Hollands (2000) zu erwähnen.

Mit Bezug zum Wandel von Arbeitstätigkeiten und -anforderungen in einer digitalisierten Arbeitswelt rücken für einen beanspruchungsoptimierten Einsatz von Datenbrillen die, bei Grauel et al. (2014) als wesentliches Einsatzkriterium identifizierte, Aufgaben-Technologie-Passung sowie die Individualisierbarkeit und Lernförderlichkeit in den Fokus. Hinweise auf den Zusammenhang zwischen Lernförderlichkeit, Individualisierbarkeit und Aufgaben-Technologie-Passung gibt auch Dehnbostel (2007). So zeigen sich vollständige Aufgaben mit Freiheits- und Entscheidungsgraden sowie der Möglichkeit zu individuellen Arbeitsweisen als Kriterien für die Lernförderlichkeit in Arbeitstätigkeiten.

Vor dem Hintergrund der Lernförderlichkeit sowie einer Vermeidung von Dequalifizierung und kognitiver Überlastung wurde ein weiteres Literaturreview durchgeführt, welches mögliche Faktoren identifiziert, die sich bei der Informationsbereitstellung mittels Datenbrillen auf die kognitive Beanspruchung auswirken. Im Ergebnis zeigt sich dabei neben den naheliegenden Faktoren Latenzzeit (Thomaschke & Haering 2014) und Field-of-View (Kishishita et al. 2014) insbesondere auch die Positionierung von Informationen (Chua et al. 2016) als wesentlicher Einflussfaktor für die Beanspruchung im Umgang mit Datenbrillen. Es zeigte sich, dass für die Möglichkeit, die Informationsbereitstellung auf Datenbrillen an die eigenen Nutzerbedürfnisse und Arbeitsweisen anpassen zu können und für den Einfluss auf Beanspruchung, Akzeptanz und Motivation bislang nur unzureichende Ergebnisse vorliegen.

3. Experimentelles Design

Ziel des Untersuchungsvorhabens ist die differenzierte Betrachtung des Prinzips Lernförderlichkeit im Rahmen einer kontextsensitiven Informationsbereitstellung mittels Datenbrille in einem modernen Produktionsszenario. Dabei steht insbesondere

die Analyse des Zusammenhangs zwischen der Aufgaben-Technologie-Passung, Individualisierbarkeit und Lernförderlichkeit im Fokus, um darauf aufbauend Handlungsempfehlungen zur lernförderlichen Gestaltung der Informationsbereitstellung mittels Datenbrillen im Arbeitskontext abzuleiten.

Unter Berücksichtigung von zunehmend komplexen industriellen Tätigkeiten ist es wichtig, eine repräsentative Aufgabe zu wählen. Diese sollte vor dem Hintergrund sich verändernder Industrietätigkeiten und auch in Anlehnung an Dehnbostel (2007) und Ulich (2005) Merkmale vollständiger Tätigkeiten enthalten, um bereits eine Grundlage für die Lernförderlichkeit zu schaffen. Hierzu können einfache Montagetätigkeiten z.B. durch verbundene Tätigkeiten (Kommissionierung, Qualitätskontrolle, Rüsten etc.) erweitert werden.

Im Rahmen der kontextsensitiven Informationsbereitstellung wird u.a. auf die Cognitive Load Theorie (Chandler & Sweller 1991) zurückgegriffen. Sie stellt den Zusammenhang zwischen der Art der Informationsbereitstellung und der kognitiven Beanspruchung und Lernförderlichkeit auf. Dabei stellt sich auch die Frage, welchen Einfluss die individuelle Anpassung der Informationsbereitstellung an Nutzerbedürfnisse und –wissen auf die Beanspruchung, Leistung sowie Lernförderlichkeit hat. Hinweise darauf könnten auch Konzepte aus der Instruktionspsychologie geben (Klauer & Leutner 2012).

3.1 Variablen und Hypothesen

Ausgehend von den beschriebenen Forschungsschwerpunkten und Spezifika von Industriearbeit erfolgt die Ableitung der Variablen. Als unabhängige Variablen werden in dem Forschungsvorhaben Art, Menge und Platzierung aufgabenrelevanter Kontextinformationen auf einer Datenbrille betrachtet. Als abhängige Variablen werden die Lernförderlichkeit (z.B. Lernförderlichkeitsinventar nach Frieling et al. 2007), die kurzfristige Beanspruchung (z.B. NASA-TLX) und die Arbeitsleistung betrachtet. Das Geschlecht, Alter und die Technikaffinität stellen Kontrollvariablen dar. Insgesamt ergeben sich die folgenden Hypothesen:

- Die kontextsensitive Bereitstellung relevanter Arbeitsinformationen hat einen Einfluss auf die Lernförderlichkeit bzw. Lernleistung.
- Die kontextsensitive Bereitstellung relevanter Arbeitsinformationen hat einen Einfluss auf die Beanspruchung.
- Die kontextsensitive Bereitstellung relevanter Arbeitsinformationen hat einen Einfluss auf die Arbeitsleistung.

3.2 Festlegung der Arbeitsaufgabe

Für die Durchführung der Versuche wurde in einer Laborumgebung ein synthetisches Arbeitsszenario entwickelt und aufgebaut, welches die Verknüpfung verschiedener industrieller Einzeltätigkeiten zu einer Gesamtaufgabe zulässt. Die Kernaufgabe im Arbeitsszenario ist das Zusammensetzen und Verschalten elektronischer Bausteine (Widerstände, Dioden, Kondensatoren etc.) zu spezifischen Schaltungen auf Basissteckplatten. Diese Schaltungen bieten die Möglichkeit den Arbeitsinhalt hinsichtlich möglicher Varianten als auch der Dauer für die einzelnen Arbeitsschritte flexibel zu variieren.

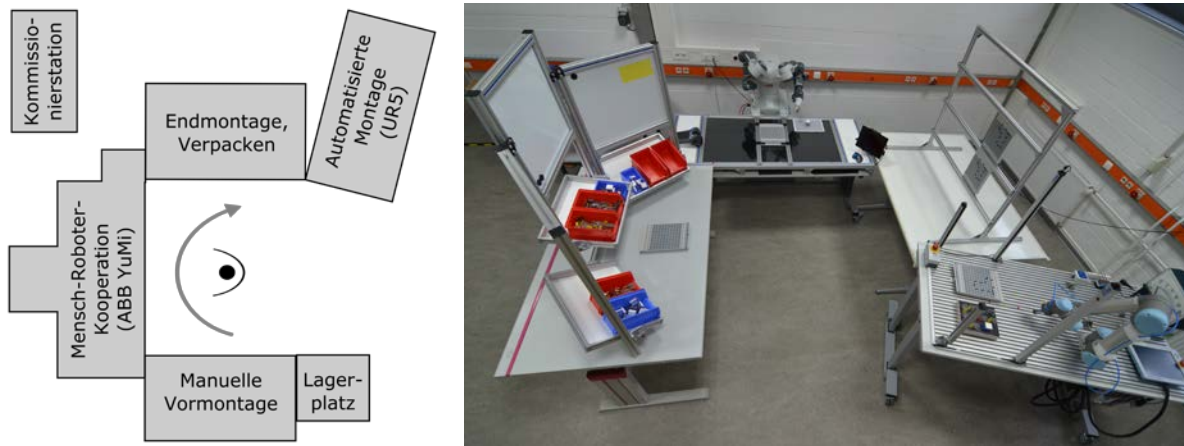


Abbildung 1: Layout (links) sowie Umsetzung des geplanten Arbeitsszenarios (Quelle: BAuA)

Die Arbeitsaufgabe unterteilt sich in jedem Durchlauf in eine manuelle Vormontage, eine mit einem Roboter gemeinsam durchgeführte Montage und eine Endmontage, bei der die manuell gefertigte Produktkomponente mit einer durch einen zweiten Roboter parallel gefertigten Produktkomponente zum Endprodukt zusammengeführt wird. Hinzu kommt eine unregelmäßig auftretende Sekundäraufgabe, dass die parallele Roboteranfertigung vor einem möglichen Leerlaufen des Bauteilmagazins neu bestückt werden muss. Zu diesem Zweck befindet sich ein Lagerregal inklusive Kommissioniertisch mit im Arbeitssystem. Die manuell gefertigte Produktkomponente variiert je nach herzustellender elektronischer Schaltung, wogegen die automatisch gefertigte Produktkomponente in jedem Durchlauf gleich bleibt. Hierbei entstehen auch Wartezeiten für den Versuchsteilnehmer. Das Layout des Arbeitsszenarios ist Abbildung 1 zu entnehmen.

3.3 Kontextsensitive Informationen

Aufgrund der aktuell gängigen Praxis in der Industrie sowie noch bestehender ergonomischer Restriktionen von Datenbrillen werden die für die Durchführung der Arbeitsaufgabe zwingend notwendigen als auch arbeitssicherheitsrelevanten Informationen im Laborversuch auf Papier oder auf stationären Monitoren zur Verfügung gestellt.

Darüber hinaus finden sich im Arbeitssystem allerdings auch solche Informationen wieder, welche für die Aufgabendurchführung nicht zwingend notwendig sind, allerdings durch ihren Kontextbezug für ein durchgängiges Verständnis der Prozesskette sorgen können. Dies können z.B. Kundeninformationen, technische Daten der Roboter, Informationen über vor- und nachgelagerte Produktionsschritte oder vertiefende Sicherheitshinweise sein. Solche Informationen beziehen sich häufig auf konkrete Arbeitsschritte/-plätze und sind an industriellen Arbeitsplätzen zumeist in Aktenordnern oder in den IT-Systemen hinterlegt.

In der beschriebenen Untersuchung werden diese kontextsensitiven Informationen in den verschiedenen Bedingungen mittels unterschiedlicher Medien und somit auch an unterschiedlichen Orten im Arbeitssystem zur Verfügung gestellt.

3.4 Eingesetzte Technologien

Im vorgestellten Arbeitsszenario werden für die Herstellung der Elektronik-Schaltungen zwei unterschiedliche Roboter eingesetzt. Auf der einen Seite wird ein

Teil des Endprodukts in Form einer Mensch-Roboter-Kooperation gemeinsam mit einem ABB IRB 14000 (YuMi) gefertigt. Auf der anderen Seite wird die zweite Komponente des Endprodukts parallel automatisiert durch einen UR5-Roboter des Herstellers Universal Robots gefertigt.

Für die Bereitstellung der kontextsensitiven Informationen wird in der einen Versuchsbedingung eine Microsoft HoloLens eingesetzt, mit der die Informationen in der direkten räumlichen Umgebung des entsprechenden Arbeitsplatzes eingeblendet werden können.

3.5 Versuchsbedingungen und -ablauf

Für den experimentellen Aufbau wird ein Between-Group-Design gewählt. Beide Gruppen sollen über eine Zeit von etwa drei Stunden mehrere Aufgabendurchläufe durchführen. An allen Arbeitsplätzen stehen den VersuchsteilnehmerInnen Kontextinformationen, wie sie zuvor beschrieben wurden, in klassischer Form (Ordner, Klapp tafeln etc.) zur Verfügung. Auf diese Kontextinformationen werden die VersuchsteilnehmerInnen im Vorfeld ebenso hingewiesen wie auch darauf, dass im Anschluss an den Versuch Fragen zum Arbeitsprozess gestellt werden.

Nach einer Eingewöhnungsphase von etwa drei Aufgabendurchläufen werden die Gruppen auf zwei Bedingungen aufgeteilt. In der einen Bedingung ändert sich am beschriebenen Versuchsablauf sowie der Art der Informationsbereitstellung nichts. In der zweiten Bedingung erhalten die VersuchsteilnehmerInnen eine Microsoft HoloLens, auf der an den jeweiligen Arbeitsplätzen relevante Kontextinformationen im Raum dargestellt werden. Diese überlagern allerdings nicht das für die Arbeitsaufgabe notwendige Sichtfeld. Die Darstellung der Informationen erfolgt in Anlehnung an einer erweiterten Realität (AR) und wird unter Berücksichtigung verschiedener Aspekte aus dem Themenfeld der Gamification aufbereitet. Die VersuchsteilnehmerInnen in dieser Bedingung werden im Vorfeld darüber informiert, dass die HoloLens für eine bestimmte Mindestanzahl an Durchläufen zu nutzen ist.

Zwischen den Aufgabendurchläufen wird kontinuierlich die subjektive Beanspruchung der Versuchsteilnehmer erhoben. Für die Arbeitsleistung werden die Zeiten für die einzelnen Arbeitsschritte sowie Fehler bei der Montage für alle Aufgabendurchläufe dokumentiert. Weiterhin werden Beobachtungen hinsichtlich der Nutzung der unterschiedlichen Medien im Arbeitsablauf dokumentiert. Im Anschluss an die Versuche erhalten die VersuchsteilnehmerInnen einen Fragebogen, welcher das Produkt- und Prozessverständnis für das synthetische Arbeitssystem und weitere Aspekte der Lernförderlichkeit hinterfragt.

4. Zusammenfassung

Bei einer zunehmenden Digitalisierung industrieller Arbeit ist ein Wandel von Arbeitstätigkeiten hin zu mehr wissensintensiven Arbeiten abzusehen. In diesem Kontext gilt es eine Dequalifizierung zu vermeiden und neue Beschäftigte an solche Tätigkeiten heranzuführen. Die Nutzung von modernen Technologien wie z.B. Mix-Reality-Dantebrille kann hier das Potenzial bieten, durch eine kontextsensitive, spielerische Aufbereitung von produkt- und prozessrelevanten Informationen, die Motivation zum Lernen im Prozess der Arbeit zu fördern. Dies ist Untersuchungsgegenstand der vorgestellten Laborstudie geplant.

5. Literatur

- Bundesministerium für Arbeit und Soziales (2017) Weißbuch Arbeiten 4.0. BMAS, Berlin.
- Chandler P, Sweller J (1991) Cognitive Load Theory and the Format of Instruction. *Cognition and Instruction* 8(4):293-332.
- DIN EN ISO 9241-110 (2008) Ergonomie der Mensch-System-Interaktion. Teil 110: Grundsätze der Dialoggestaltung; Deutsche Fassung EN ISO 9241-110:2008. Berlin: Beuth.
- Grael BM, Terhoeven JN, Wischniewski S, Kluge A (2014) Erfassung akzeptanzrelevanter Merkmale von Datenbrillen mittels Repertory Grid Technik. *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft* 68:250-256.
- Hirsch-Kreinsen H (2015) Entwicklungsperspektiven von Produktionsarbeit. In: Botthoff A, Hartmann EA (Hrsg.) *Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0*. Berlin Heidelberg: Springer, 89-98.
- Jost J, Kirks T, Mättig B, Sinsel A, Trapp TU (2015) Der Mensch in der Industrie – Innovative Unterstützung durch Augmented Reality. In: Vogel-Heuser B, Bauernhansl T, Ten Hompel M (eds) *Handbuch Industrie 4.0 Bd. 1*. Berlin Heidelberg: Springer, 153-174.
- Kishishita N, Kiyokawa K, Orlosky J, Mashita T, Takemura H, Kruijff E (2014) Analysing the effects of a wide field of view augmented reality display on search performance in di-vided attention tasks. In: *Proceedings of the 2014 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality*, München, Germany, 177-186.
- Klauer KJ, Leutner D (2012) *Lehren und Lernen: Einführung in die Instruktionspsychologie*. 2. Auflage. Weinheim: Beltz.
- Luczak H (1989) Prinzipien menschlicher Informationsverarbeitung. In: Institut für Arbeitswissenschaft e.V. (Hrsg): *Arbeitsgestaltung in Produktion und Verwaltung*. Köln: Bachem.
- Mayer F, Pantförder D (2014) Unterstützung des Menschen in Cyber-Physical-Production-Systems. In: Bauernhansl T, Ten Hompel M, Vogel-Heuser B (Hrsg.) *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik*. Berlin Heidelberg: Springer, 481-491.
- Nielsen J (1993) *Usability Engineering*. San Francisco: Morgan Kaufmann.
- Shiffrin RM, Schneider W (1977) Controlled and automatic human information processing II: Perceptual learning, automatic attending, and a general theory. *Psychological Review* 84:127-190.
- Shneiderman B, Plaisant C (2005) *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human Computer Interaction*. Boston: Addison Wesley.
- Spath, D, Ganschar O, Gerlach S, Hämmerle M, Krause T, Schlund S (2013) *Produktionsarbeit der Zukunft - Industrie 4.0*. Stuttgart: Fraunhofer Verlag.
- Tegtmeier A (2006) *Augmented Reality als Anwendungstechnologie in der Automobilindustrie*. Dissertation, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg.
- Terhoeven J, Wischniewski S (2017a) Cognitive Load by Context-Sensitive Information Provision Using Binocular Smart Glasses in an Industrial Setting. In: Nah FFH, Tan CH (Hrsg.) *HCI in Business, Government and Organizations. Interacting with Information Systems*. 4th International Conference, HCIBGO 2017, Held as Part of HCI International 2017, Vancouver, BC, Canada, July 9-14, 2017, *Proceedings, Part I*. Cham: Springer International Publishing, 387-399.
- Terhoeven J, Wischniewski S (2017b) How to evaluate the Usability of Smart Devices as Conceivable Work Assistance: A systematic review. In: Schlick CM, Duckwitz S, Flemisch F, Frenz M, Kuz S, Mertens A, Mütze-Niewöhner S (eds) *Advances in Ergonomic Design of Systems, Products and Processes*. Berlin Heidelberg: Springer, 261-274.
- Thomaschke R, Haering C (2014) Predictivity of system delays shortens human response time. *International Journal of Human-Computer Studies* 72(3):358-365.
- Ulich E (2005) *Arbeitspsychologie*. 6. Auflage. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
- Wickens CD, Hollands JG (2000) *Engineering Psychology and Human Performance*. New Jersey: Prentice Hall.

Danksagung: Das diesem Beitrag zugrunde liegende Forschungs- und Entwicklungsprojekt Glass@Service wird im Rahmen des Förderprogramms „Smart Service Welt I“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) unter dem Förderkennzeichen 01MD16008B gefördert und durch das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR Projektträger) betreut. Für den Inhalt dieser Veröffentlichung ist allein der Autor verantwortlich.



Gesellschaft für
Arbeitswissenschaft e.V.

ARBEIT(s).WISSEN.SCHAF(F)T
Grundlage für Management & Kompetenzentwicklung

64. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

FOM Hochschule für
Oekonomie & Management gGmbH

21. – 23. Februar 2018

GfA Press

Bericht zum 64. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 21. – 23. Februar 2018

FOM Hochschule für Oekonomie & Management

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Dortmund: GfA-Press, 2018

ISBN 978-3-936804-24-9

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Dortmund**

Schriftleitung: Matthias Jäger

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. ist es nicht gestattet, den Kongressband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen.

Die Verantwortung für die Inhalte der Beiträge tragen alleine die jeweiligen Verfasser; die GfA haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

USB-Print:

Prof. Dr. Thomas Heupel, FOM Prorektor Forschung, thomas.heupel@fom.de

Screen design und Umsetzung

© 2018 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de