

Nutzung von Augmented Reality zur informatorischen Arbeitsunterstützung in industriellen Prozessen: Status Quo und offene Forschungsfelder

Marc-André WEBER

*Institut für Supply Chain und Operations Management, Fachhochschule Kiel
Sokratesplatz 2, D-24149 Kiel*

Kurzfassung: Mensch-Maschine-Systeme dienen der Unterstützung bei informatorischer Arbeit. Hierbei nehmen Systeme der Augmented Reality (AR) für die Bereitstellung von Informationen, die zusätzlich zur Wahrnehmung der realen Umgebung vom Menschen erfasst werden, eine zentrale Rolle ein. Im Beitrag werden auf Basis einer Literaturlauswertung zunächst verschiedene technische Ausführungen von Head-Mounted-Displays (Datenbrillen und Smart Glasses) skizziert und eine kritische Abwägung geeigneter und ungeeigneter Einsatzfelder von AR im industriellen Kontext aufgezeigt. Zudem werden der aktuelle Stand der technischen Entwicklung sowie der (industriebezogenen) Verbreitung bzw. Nutzung aufgezeigt und zukünftige Entwicklungen prognostiziert.

Schlüsselwörter: Augmented Reality, Head-Mounted-Displays, Datenbrille, informatorische Arbeitsunterstützung, Digitalisierung, Industrie 4.0

1. Einleitung

In der informatorischen Arbeitsunterstützung mittels technischer Systeme sollen Informationen effektiv im Sinne inhaltlicher Korrektheit und effizient im Sinne einer schnellen Informationsverarbeitung dem Menschen bereitgestellt werden. Dabei können prinzipiell alle menschlichen Reize adressiert werden, wobei einige Systeme eine visuelle Informationsvermittlung vornehmen.

Eine technische Möglichkeit der visuellen Anzeige ist die Nutzung von Head-Mounted-Displays (HMDs), welche auf dem Kopf getragen werden und für welche sich die Grundausprägungen Virtual und Augmented Reality (VR bzw. AR) unterteilen lassen. Während bei VR die vollständige Erzeugung einer virtuellen Wahrnehmung im Vordergrund steht, wird bei AR eine unmittelbare und interaktive, um virtuelle Elemente angereicherte Wahrnehmung der realen Umgebung in Echtzeit angestrebt, wobei die realen Anteile überwiegen (Abbildung 1) (Dörner et al., 2019 und Grimm et al., 2019a).

Kontinuum der Realitäten	Realität			
				Virtualität
Klassifikation (engl.)	Reality	Mixed Reality		Virtuality
Bezeichnung (engl.)	Real Environment	Augmented Reality (AR)	Augmented Virtuality (AV)	Virtual Reality (VR)
		← Reale Anteile überwiegen		→ Virtuelle Anteile überwiegen

Abbildung 1: Abgrenzung Augmented und Virtual Reality (in Anlehnung an Milgram et al., 1994 und Dörner et al., 2019).

Grundsätzlich wird für visuelles AR unterschieden in direkte Augmentierung, d. h. es erfolgt eine Einblendung in das direkte Sichtfeld mittels Datenbrillen oder Smart Glasses, und solche mit indirekter Augmentierung, welche mittels flächiger Displays umgesetzt wird, auf welche der Betrachter schaut (Abbildung 2).

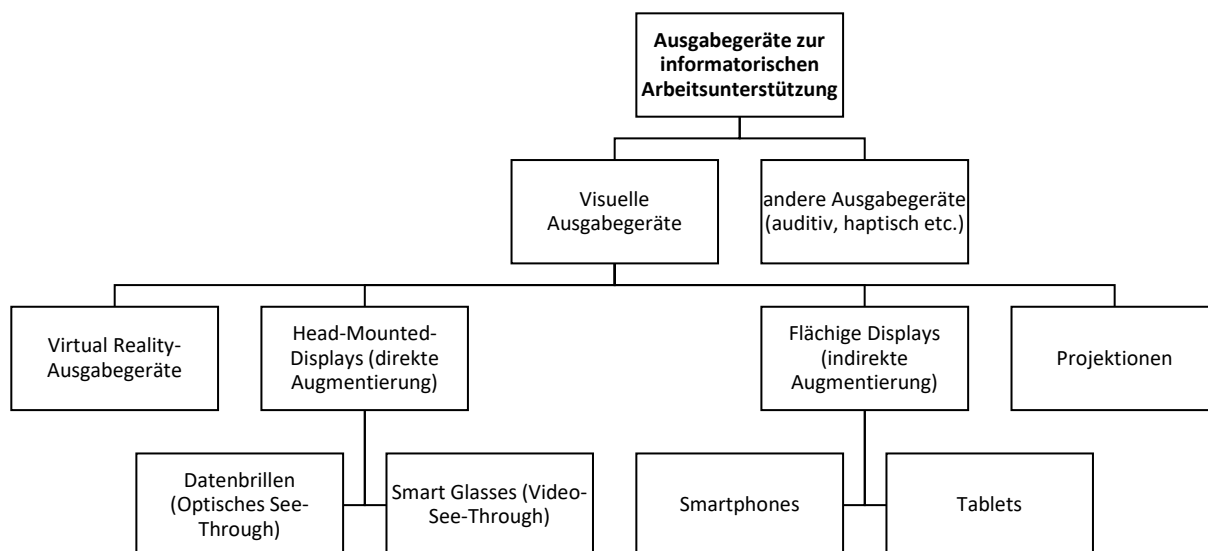


Abbildung 2: Klassifikation von Ausgabegeräten zur informatorischen Arbeitsunterstützung (in Anlehnung an Grimm et al., 2019a).

Die direkte Augmentierung, welche mit HMDs umgesetzt wird, kann entweder in der Form erfolgen, dass mittels Datenbrillen eine Projektion ausgehend von einem Display mit anschließender Weiterleitung über Strahlleiter zum Nutzerauge bzw. über eine direkte Projektion ins Auge erfolgt (optisches See-Through), oder mittels Smart Glasses eine indirekte Wahrnehmung auf einer Fokussierungsebene, d. h. einem Kleinbildmonitor, umgesetzt wird (Video-See-Through) (Grimm et al., 2019b).

In diesem Artikel wird die direkte Augmentierung mit HMDs aufgegriffen, wozu nachfolgend Angaben zum technischen Entwicklungsstand, industriellen Anwendungsfeldern und erwarteten zukünftigen Entwicklungen basierend auf einer Literaturliteraturanalyse gemacht werden.

2. Stand der Entwicklung und industrielle Anwendungsfelder

Zur Umsetzung von AR werden im Allgemeinen benötigt: (1) Tracking-Funktion zur Lage- und Positionsschätzung des AR-Geräts im Raum, (2) Registrierung zur festen Platzierung virtueller Objekte im realen Raum, (3) Rendering zur Darstellung der virtuellen Objekte in Form einer Überlagerung der realen Wahrnehmung, (4) Ausgabe in Form der Einblendung virtueller Elemente und (5) eine Videoaufnahme zur Erfassung der Realität (Dörner et al., 2019 und Broll, 2019). Die technische Entwicklung gilt als soweit fortgeschritten, dass ein betrieblicher Einsatz erfolgen kann, wobei im Detail noch weiterer Entwicklungsbedarf gegeben ist, wie nachvollgehend skizziert.

Die industrielle Nutzung von AR begann für Pilotanwendungen in den 1990er Jahren und ist seit ca. 2017 in operativen Tätigkeiten deutlich zunehmend (Kind et al., 2019 und Adelman, 2020). Eine zusammenfassende Literaturstudie zum industriellen AR-Einsatz findet sich bspw. in Cardoso et al., 2020 oder in Zigart & Schlund, 2020. Neben einer außer-industriellen Anwendung (z. B. im Militär, in der Lehre, in der Medizin oder im Tourismus) erstreckt sich der industrielle Nutzen von der Produktentwicklung über die Fabrik- und Fertigungsplanung, die Fertigungs-, Montage- und Logistikkassistenz bis hin zur Installation und Wartung, dem Training und dem Qualitätsmanagement (Broll, 2019 und Runde, 2020).

Tätigkeitsanforderungen, welche für eine Anwendung von AR-Brillen sprechen, umfassen strukturierte Arbeitsprozesse, in denen die Abbildung von Zielzuständen notwendig ist und die durch viele „kurze“ Kontextinformationen bei geringem Informationsbedarf in einzelnen Arbeitsschritten gekennzeichnet sind, die sich jedoch durch einen hohen Informationsbedarf über die gesamte Tätigkeit auszeichnen. Zudem ist kennzeichnend für AR-geeignete Arbeitsaufgaben, dass der Blick auf der Primäraufgabe bleiben muss und die Hände frei bleiben sollen zur Arbeitsausführung bei gleichzeitiger körperlicher Mobilität. Insbesondere sprechen Aufgaben mit hoher Variantenvielfalt und geringen Wiederholraten bei gleichzeitig niedrigen Fehlertoleranzen dafür AR einzusetzen (BAuA, 2016 und BGHM, 2019).

Im Hinblick auf die technische Entwicklung und die Möglichkeiten zur AR-Nutzung lässt sich festhalten, dass bislang im Allgemeinen nur eine sehr geringe Verbreitung vorliegt, d. h. AR als eine Nischen-Anwendung gilt, die sich oftmals auf Pilotprojekte und Prototypenanwendungen beschränkt. Die meisten Lösungen sind „stand-alone“ zu betrachten ohne eine umfassende Integration in andere Systeme (insbesondere eine Einbindung in Cyber-physische Produktionssysteme). Dies liegt auch daran, dass zur Zeit kaum eine strukturierte, systematische Evaluierung des AR-Einsatzes im Hinblick auf eine ganzheitliche Bewertung erfolgt, welche die Themenfelder Ergonomie, Wirtschaftlichkeit und technische Integration ganzheitlich und in der Breite industrieller Anwendungsmöglichkeiten erfasst (Zigart & Schlund, 2020, Schmiedinger et al., 2020 und Essig et al., 2020).

3. Erwartete zukünftige Entwicklungen

Der weltweite Absatz von AR-Brillen wird (industrieeunabhängig) für das Jahr 2021 auf ca. 25 Millionen Stück prognostiziert, nach lediglich ca. 0,2 Millionen verkauften Stück in 2016 (Apt et al., 2018 basierend auf Statista). Ein nicht unerheblicher Teil der verkauften Einheiten dürfte in industriellen Kontexten eine Anwendung finden, insbesondere in der Instandhaltung, in der Montage sowie in der Logistik. Zudem wird die eingangs geschilderte Nutzung indirekter Augmentierung mittels Smartphones und Tablets einen Großteil einnehmen aufgrund der ohnehin schon weiten Verbreitung dieser Geräte (Kind et al., 2019). Die Nutzung in der Industrie wird maßgeblich gefördert, wenn verschiedene Entwicklungsbedarfe aufgegriffen werden, und es kann davon ausgegangen werden, dass zum Ende dieser Dekade eine deutlich gestiegene Anwendung von AR in operativen Tätigkeiten der Industrie vorliegt.

Diese Entwicklungsbedarfe umfassen zunächst aus Hardware-technischer Sicht die Anforderungen nach einem größeren Sichtfeld, in welchem der Nutzer AR anwenden kann. Es wird erwartet, dass die Datenbrillen selbst in ihren Abmessungen sowie Gewichten so angepasst werden, dass der Tragekomfort steigt. Dies wird ergänzt durch die Verlängerung der Nutzungsdauer mittels leistungsfähigerer Akkus (Adelmann, 2020).

Aus Software-technischer Sicht besteht Bedarf nach vereinfachten Nutzer-Interaktionen, insbesondere das leichtere Erkennen von Gesten. Die Klarheit, welche Interaktionsform in welchem Kontext geeignet ist spielt in der Forschung ebenso eine Rolle wie die technische Umsetzung einer klaren Abgrenzung von zufälligen Bewegungen und gewünschten Gesten zur Steuerung des technischen Geräts. Zudem werden multimodale Interaktionen an Bedeutung gewinnen, d. h. die Kombination aus verschiedenen Interaktionsformen (Gesten, Sprachsteuerung, Eye-Tracking etc.). Das maschinelle Sehen durch die Kamera in der Datenbrille gilt zudem in Kombination mit maschinellem Lernen („Künstliche Intelligenz“) als vielversprechendes Forschungsfeld (Kind et al., 2019 und Adelmann, 2020).

Neben den technischen Entwicklungsbedarfen ergeben sich aber auch offene rechtliche und regulatorische Fragestellungen, welche Datenschutz und Datensicherheit ebenso umfassen wie Urheberrecht und die Rechtsverbindlichkeit der Entscheidungsfindung in digitalen Räumen (Schiefelbein, 2018 und Kind et al., 2019). Letztlich ist auch noch die Arbeitsgestaltung zu benennen, welche AR-Brillen sinnvoll in die Prozesse integrieren muss. Hierbei entfällt ein erheblicher Teil der Arbeit auf die Erstellung der Inhalte, welche angezeigt werden sollen, sowie deren stetige Aktualisierung.

4. Fazit

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Akzeptanz technischer Assistenzsysteme für die informatorische Arbeitsunterstützung auf einer Informationsergonomie einschließlich einer gesundheitlichen Unbedenklichkeit ihrer Nutzung gründet. Auch bei vergleichsweise niedrigen technischen Reifegraden kann die Nutzerakzeptanz als gegeben angenommen werden, wenn nutzenstiftende Anwendungsfälle vorliegen. Solche existieren bereits und sind in ihrer Anzahl zunehmend, wenngleich noch immer kein breiter Einsatz von AR in industriellen Prozessen vorliegt.

Im Hinblick auf AR-Datenbrillen ist auszusagen, dass diese noch weiterer technischer Reife bedürfen, um einen flächendeckenden Einsatz im betrieblichen Kontext zu

ermöglichen. Zudem sind langfristige Auswirkungen ihrer Nutzung noch nicht hinreichend erforscht, insbesondere wenn direkte Augmentierung angewendet wird. Wissenschaft und Forschung sowie Betriebspraktikern bieten sich folglich noch vielseitige Entwicklungs- und Gestaltungsspielräume, um die weitere Verbreitung und Nutzung zu fördern.

5. Literatur

- Adelmann R (2020) Augmented Reality in der industriellen Praxis. In: Orsolits H, Lackner M (Hrsg.) Virtual Reality und Augmented Reality in der Digitalen Produktion. Wiesbaden: Springer Gabler, 7-32.
- Apt W, Schubert M, Wischmann S (2018) Digitale Assistenzsysteme Perspektiven und Herausforderungen für den Einsatz in Industrie und Dienstleistungen. Berlin: Institut für Innovation und Technik (iit) in der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH.
- BAuA – Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2016, Hrsg.) Head-Mounted Displays – Arbeitshilfen der Zukunft. Bedingungen für den sicheren und ergonomischen Einsatz monokularer Systeme. Dortmund: baua Praxis.
- BGHM – Berufsgenossenschaft Holz und Metall (2019, Hrsg.) Fach-Information FAQ-Liste zum Einsatz von Datenbrillen an (gewerblichen) Arbeitsplätzen in Holz- und Metallbranchen, Nr. 0065, 07/2019.
- Broll W (2019) Augmentierte Realität. In: Dörner R, Broll W, Grimm P, Jung B (Hrsg.) Virtual und Augmented Reality (VR/AR). Grundlagen und Methoden der Virtuellen und Augmentierten Realität (2. Aufl.). Berlin: Springer Vieweg, 315-356.
- Cardoso LFD, Mariano FCMQ, Zorzal ER (2020) A survey of industrial augmented reality. In: Computers & Industrial Engineering 139(106159):1-12.
- Dörner R, Broll W, Jung B, Grimm P, Göbel M (2019) Einführung in Virtual und Augmented Reality. In: Dörner R, Broll W, Grimm P, Jung B (Hrsg.) Virtual und Augmented Reality (VR/AR). Grundlagen und Methoden der Virtuellen und Augmentierten Realität (2. Aufl.). Berlin: Springer Vieweg, 1-42.
- Essig K, Strenge B, Schak T (2020) Assistierende Technologie zur Förderung beruflichen Entwicklungspotenzials. In: Maier GW, Engels G, Steffen E (Hrsg.) Handbuch Gestaltung digitaler und vernetzter Arbeitswelten. Berlin: Springer.
- Grimm P, Broll W, Herold R, Hummel J (2019a) VR/AR-Eingabegeräte und Tracking. In: Dörner R, Broll W, Grimm P, Jung B (Hrsg.) Virtual und Augmented Reality (VR/AR). Grundlagen und Methoden der Virtuellen und Augmentierten Realität (2. Aufl.). Berlin: Springer Vieweg, 117-162.
- Grimm P, Broll W, Herold R, Reiners D, Cruz-Neira C (2019b) VR/AR-Ausgabegeräte. In: Dörner R, Broll W, Grimm P, Jung B (Hrsg.) Virtual und Augmented Reality (VR/AR). Grundlagen und Methoden der Virtuellen und Augmentierten Realität (2. Aufl.). Berlin: Springer Vieweg, 163-218.
- Kind S, Ferdinand JP, Jetzke T, Richter S, Weide S (2019) Virtual und Augmented Reality. Status Quo, Herausforderungen und zukünftige Entwicklungen (TA-Vorstudie). Berlin: Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag, Arbeitsbericht Nr. 180.
- Milgram P, Takemura H, Utsumi A, Kishino F (1994) Augmented Reality: a class of displays on the reality-virtuality continuum. In: Telem manipulator and Telepresence Technologies SPIE 2351:282-292.
- Runde C (2020) VR-/AR-Anwendungsfelder im Produktionskontext. In: Orsolits H, Lackner M (Hrsg.) Virtual Reality und Augmented Reality in der Digitalen Produktion. Wiesbaden: Springer Gabler, 51-74.
- Schiefelbein FP (2018) Datenbrillen als Arbeitsassistent in der Elektronik-Fertigung: Herausforderungen im Entwicklungsprozess. In: 7. Expertenworkshop Datenbrillen der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. Dortmund, 03/2018.
- Schmiedinger T, Petke M, von Czettritz L, Wohlschläger B, Adam M (2020) Augmented Reality as a tool for providing informational content in different production domains. In: Procedia Manufacturing 45:423-428.
- Zigart T, Schlund S (2020) Evaluation of Augmented Reality Technologies in Manufacturing – A Literature Review. In: Nunes IL (Hrsg.) Advances in Human Factors and Systems Interaction. Proceedings of the AHFE 2020 Virtual Conference on Human Factors and Systems Interaction, July 16-20, 2020, USA. Cham: Springer, 75-82.



Gesellschaft für
Arbeitswissenschaft e.V.

Arbeit HUMAINE gestalten

67. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

Lehrstuhl Wirtschaftspsychologie (WiPs)
Ruhr-Universität Bochum

Institut für Arbeitswissenschaft (IAW)
Ruhr-Universität Bochum

3. - 5. März 2021

GfA-Press

Bericht zum 67. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 3. - 5. März 2021

**Lehrstuhl Wirtschaftspsychologie, Ruhr-Universität Bochum
Institut für Arbeitswissenschaft, Ruhr-Universität Bochum**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.
Dortmund: GfA-Press, 2021
ISBN 978-3-936804-29-4

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,
- den Kongressband oder Teile daraus in Print- und/oder Nonprint-Medien (Webseiten, Blog, Social Media) zu verbreiten.

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

Screen design und Umsetzung

© 2021 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de