



Kurze Zusammenfassung der Ergebnisse der Literaturrecherche

Auswirkungen von Datenbrillen auf Arbeitssicherheit und Gesundheit (ADAG)

D. Friemert¹, U. Hartmann¹, A. Holz², R. Herold², C. Terschüren², V. Harth², J. Werth³,
K. Karamanidis³, C. Alteköster⁴, R. Ellegast⁴, B. Gross⁴, C. Schiefer⁴, M. Wittlich⁴

¹Hochschule Koblenz, RheinAhrCampus Remagen, Fachbereich Mathematik und Technik

²Zentralinstitut für Arbeitsmedizin und Maritime Medizin (ZfAM)
Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf (UKE)

³South Bank University London, England
School of Applied Sciences

⁴Institut für Arbeitsschutz der
Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung
St. Augustin

Datenbrillen werden bereits in vielen Wirtschaftszweigen für unterschiedliche Zwecke eingesetzt. Die Anwendungsgebiete reichen von der Logistik über die Bauwirtschaft und die Automobilbranche bis hin zur Medizin innerhalb und außerhalb des Operationssaals. Datenbrillen werden beispielsweise in der Fehleranalyse von Produktionsanlagen, dem Qualitätsmanagement, zur Optimierung von Lagerabläufen, zur Aus- und Weiterbildung und zu telemedizinischen Zwecken genutzt.

Unter dem Aspekt der Akzeptanz wird in den Veröffentlichungen dazu deutlich, dass die Themen Datenschutz und Gesundheitsschutz (auch Hygiene) von den Nutzern und Nutzerinnen von Datenbrillen kritisch bewertet wurden. Auch der Tragekomfort, der mit dem Gewicht und der Fixierung der Datenbrille am Kopf zusammenhängt, wurde in den oft experimentellen Studien häufig bemängelt. Expertinnen und Experten arbeiteten Nützlichkeit, Funktionalität und Benutzerfreundlichkeit als die wichtigsten Faktoren für die langfristige Akzeptanz heraus. Auch Usability-Probleme wurden identifiziert und müssten durch den Einsatz neuartiger Interaktionsmethoden und Visualisierungstechniken gelöst werden. In Bezug auf die Präferenz von Nutzerinnen und Nutzer zeigte sich, dass Smartphones gegenüber papierbasierten Systemen oder Datenbrillen bevorzugt wurden. Das Smartphone wurde als am einfachsten zu bedienen und am vertrautesten beschrieben. Datenbrillen müssen für eine breite Anwendung sehr gut konzipiert werden, d.h. ergonomisch in Bezug auf Hard- und Software und Hygiene, um die Beschäftigten in einem Produktionskontext zufrieden zu stellen.

Für die Augen ergab sich durch die Nutzung von Datenbrillen, dass Brennweitenwechsel der Augen zu einer signifikant geringeren Leistung führen können. Bei einer wiederholten Ausführung einer Tätigkeit mit einem HMD-Display kam es in einer Untersuchung zu vermehrten Beschwerden wie Ermüdung der Augen und Kopfschmerzen. Die Darstellungsform (Text vs. Grafik) in Display hat einen Einfluss auf die Entstehung der „Simulator-Sickness“, hervorgerufen durch eine im Auge vorgetäuschte Bewegung durch die Nähe zum Display. Untersuchungen zum Einfluss auf das Muskel-Skelettsystem zeigten Effekte auf Kopf- und Körperhaltung durch das Tragen von Datenbrillen.

In Bezug auf eine Strahlenbelastung durch Datenbrillen weisen die Autorinnen und Autoren der identifizierten Studien darauf hin, dass Datenbrillen typischerweise über längere Zeiträume sehr nah am Kopf verwendet werden. Daher sollte zu einer verbesserten Beurteilung der Strahlungsexposition durch Datenbrillen dieser Aspekt in weiteren Studien untersucht werden.

Bei der Betrachtung der kognitiven Belastung wurde herausgearbeitet, dass die Gangleistung durch Datenbrillen weniger stark beeinträchtigt wird als bei den anderen Displayarten (z.B. Tablet). Datenbrillen könnten eine vielversprechende Technologie

zur Reduzierung des Risikos eines unerwünschten Gangereignisses (z.B. Sturz) sein. Allerdings ist aus Sicht mancher Autorinnen und Autoren die Technologie der Datenbrillen noch nicht ausreichend ausgereift, um allen Anforderungen an Arbeitsplätze von professionellen Nutzerinnen und Nutzern gerecht werden zu können. Auch die Auswirkungen auf die visuelle Aufmerksamkeit zeigten, dass Teilnehmende in Studien nicht nur gewünschte Effekte zeigten. So waren sie z.B. nicht in der Lage, sekundäre Informationen zu blockieren, die auf der Datenbrille präsentiert wurden, auch wenn sie es wollten oder dazu angewiesen wurden. Reaktionszeiten erhöhten sich, wenn die Teilnehmenden darüber informiert wurden, dass die Informationen auf dem Display nützlich für die Lösung der Aufgaben sind. Studien zeigten auch, dass die kognitive Belastung bei der Verwendung von digitalen Anzeigesystemen signifikant zunahm. Eine andere Studie fand eine erhöhte subjektive Arbeitsbelastung bei Datenbrillen im Vergleich zu einem Tablet.

Die Ergebnisse zur Effizienz von Arbeitsabläufen basieren auf drei Studien. Eine fand beim Einsatz von Datenbrillen eine signifikant verbesserte Arbeitsleistung im Vergleich zur Verwendung von Papier. Eine weitere zeigte für eine Zeitmessung mit einer standardisierten Fertigungsaufgabe, dass Datenbrillen um ca. 15% bis 20% schlechter abschneiden als eine herkömmliche Wandprojektion. In der dritten war die graphikbasierte Informationsdarstellung bezüglich der Effizienz besser als die textbasierte geeignet.

Der vorliegende Überblick über die aktuelle Literatur zeigt, dass viele der bisher veröffentlichten Studien zur professionellen Nutzung von Datenbrillen in einem Laborsetting unter kontrollierten Bedingungen z.B. in einem nachgebauten Arbeitsumfeld durchgeführt wurden. Die Anzahl der Studien ist noch gering, was den innovativen Charakter der Anwendung im beruflichen Umfeld zeigt. Die Ergebnisse sind teilweise inkonsistent und auch die Autorinnen und Autoren der Studien weisen auf den weiteren Forschungsbedarf hin.

Die Anwendungsgebiete sind vielfältig und Datenbrillen haben Potential einen einfachen Zugriff auf relevante Informationen zu bieten und zugleich die Hände für andere Aufgaben frei zu haben. Doch die Technologie wird als „noch nicht ausgereift“ beschrieben, „dual tasks“ sind für die Studienteilnehmerinnen und –teilnehmer nicht immer wie technisch erwünscht umzusetzen. Für eine adäquate Präsentation für Nutzer und Nutzerinnen ist nach bisheriger Studienlage die graphikbasierte Informationsdarstellung in Datenbrillen, auch bezüglich der Effizienz, gegenüber einer textbasierten Präsentation zu bevorzugen. Auswirkungen von Datenbrillen werden wesentlich durch folgende Faktoren beeinflusst: Art und Komplexität der zu erfüllenden Aufgaben, Nutzungsdauer und eingesetzte Software.

Dies auch in realen Arbeitssituationen zu prüfen und weitere Erkenntnisse zur Nutzung von Datenbrillen und Einflussfaktoren in einer Laborphase zu gewinnen, ist Ziel des Projektes ADAG.

Literaturverzeichnis

- Basoglu, N., Ok, A., & Daim, T. (2017). What will it take to adopt smart glasses: A consumer choice based review. *Technology in Society*, 50, S. 50-56. doi:10.1016/j.techsoc.2017.04.005.
- Berkemeier, L., Werning, S., Zobel, B., Ickerott, I., & Thomas, O. (Oktober 2017). Der Kunde als Dienstleister: Akzeptanz und Gebrauchstauglichkeit von Smart Glasses im Self-Service. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, 54(5), S. 781–794. doi:https://doi.org/10.1365/s40702-017-0342-1
- Borisov, N., Weyers, B., & Kluge, A. (2018). Designing a Human Machine Interface for Quality Assurance in Car Manufacturing: An Attempt to Address the “Functionality versus User Experience Contradiction” in Professional Production Environments. *Advances in Human-Computer Interaction*, 2018. doi:https://doi.org/10.1155/2018/9502692
- Choi, S., & Choi, J. (2017). Miniaturized MIMO Antenna with a High Isolation for Smart Glasses. *IEEE-APS Topical Conference on Antennas and Propagation in Wireless Communications (APWC)* (S. 61-63). Verona: IEEE. doi: 10.1109/APWC.2017.8062241
- Damiani, L., Demartini, M., Guizzi, G., Revetria, R., & Tonelli, F. (2018). Augmented and virtual reality applications in industrial systems: A qualitative review towards the industry 4.0 era. *16th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing INCOM 2018*. 51, S. 624-630. Bergamo: IFAC PapersOnLine. doi:https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.388
- Dougherty, B., & Badawy, S. (2017). Using Google Glass in Nonsurgical Medical Settings: Systematic Review. *JMIR MHEALTH AND UHEALTH*, 5(10). doi:10.2196/mhealth.8671
- Ferreira, M., Oliveira, C., Cardoso, F., & Correia, L. (2016). SAR assessment of google glasses at cellular wireless frequency bands. *10th European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP)* (S. 1-4). IEEE.
- Friemert, D., Ellegast, R., & Hartmann, U. (2016). Data glasses for picking workplaces. *International Conference on HCI in Business, Government, and Organizations* (S. 281-289). Toronto: Springer.
- Gabbard, J., Mehra, D., & Swann, J. (2018). Effects of AR Display Context Switching and Focal Distance Switching on Human Performance. (IEEE, Hrsg.) *IEEE transactions on visualization and computer graphics*. doi:10.1109/TVCG.2018.2832633

- Glockner, H., Jannek, K., Mahn, Mahn, J., & Theis, B. (2014). Augmented Reality in Logistics, DHL Research 2014. Abgerufen am 24. Februar 2019 von <http://www.delivering-tomorrow.de/wp-content/uploads/2015/08/dhl-report-augmented-reality-2014.pdf>
- Gross, B., Bretschneider-Hagemes, M., Stefan, A., & Rissler, J. (2018). Gross, Benno, et al. "Monitors vs. Smart Glasses: A Study on Cognitive Workload of Digital Information Systems on Forklift Trucks. International Conference on Digital Human Modeling and Applications in Health, Safety, Ergonomics and Risk Management. (S. 569-578). Las Vegas: Springer.
- Huckauf, A., Urbina, M., Böckelmann, I., Schega, L., & Mecke, R. (2010). Perceptual Issues in Optical-See-Through Displays. Proceedings of the 7th Symposium on Applied Perception in Graphics and Visualization (S. 41-48). Los Angeles: ACM.
- Ishio, H., Kimura, R., & Miyao, M. (2017). Age-dependence of work efficiency enhancement in information seeking by using see-through smart glasses. Proceedings of the 12th International Conference on Computer Science and Education (ICCSE) (S. 107-109). Houston: Springer.
- Kim, S., Nussbaum, M., & Gabbard, J. (2019). Influences of augmented reality head-worn display type and user interface design in performance and usability in simulated warehouse order picking. *Applied Ergonomics*, 74, S. 186-193. doi:<https://doi.org/10.1016/j.apergo.2018.08.026>
- Koelle, M., El Ali, A., Cobus, V., Heuten, W., & Boll, S. (2017). All about Acceptability?: Identifying Factors for the Adoption of Data Glasses. Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (S. 295-300). Denver: ACM.
- Lewis, J., & Neider, M. (2016). Through the Google Glass: The impact of heads-up displays on visual attention. *Cognitive research: principles and implications*, 1(13), S. 1-13. doi:<https://doi.org/10.1186/s41235-016-0015-6>
- LiKamWa, R., Wang, Z., Carroll, A., Lin, F., & Zhong, L. (2014). Draining our glass: An energy and heat characterization of google glass. Proceedings of 5th Asia-Pacific Workshop on Systems. Beijing.
- Mitrasinovic, S., Camacho, E., Trivedi, N., Logan, J., Campbell, C., Zilinyi, R., . . . Connolly, E. (2015). Clinical and surgical applications of smart glasses. *Technology and Health Care*, 23(4), S. 381-401. doi:10.3233/THC-150910
- Moon, S., & Seo, J. (2015). Integration of smart glass technology for information exchange at construction sites. Proceedings of the International Symposium on Automation and Robotics in Construction (. 32. IAARC Publications.

- Niemöller, C., Zobel, B., Berkemeier, L., Metzger, D., Werning, S., Adelmeyer, T., & Thomas, O. (2017). Sind Smart Glasses die Zukunft der Digitalisierung von Arbeitsprozessen? Explorative Fallstudien zukünftiger Einsatzszenarien in der Logistik. *Wirtschaftsinformatik*. St. Gallen.
- Pizarro, Y., De Salles, A., Severo, S., Garzon, J., & Bueno, S. (2014). Specific absorption rate (SAR) in the head of Google glasses and Bluetooth users. *IEEE Latin-America Conference on Communications (LATINCOM)* (S. 1-6). IEEE.
- Rauschnabel, P., & Ro, Y. (2016). Augmented reality smart glasses: An investigation of technology acceptance drivers. *International Journal of Technology Marketing*, 11(2), S. 123-148.
- Sedighi, A., Ulman, S., & Nussbaum, M. (2018). Information presentation through a head-worn display ("smart glasses") has a smaller influence on the temporal structure of gait variability during dual-task gait compared to handheld displays (paper-based system and smartphone). *PLoS one*, 13(4).
- Tegtmeier, P., & Wischniewski, S. (2018). Tablets and Smart Glasses in Modern Production Environments—A Lab Study on Distracted Walking. *International Conference on Intelligent Human Systems Integration* (S. 614-619). Springer.
- Terhoeven, J., Schiefelbein, F., & Wischniewski, S. (2018). User expectations on smart glasses as work assistance in electronics manufacturing. *Procedia CIRP*, 72, S. 1028-1032. doi:<https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.03.060>
- Theis, S., Mertens, A., Wille, M., Rasche, P., Alexander, T., & Schlick, C. (2015). Effects of data glasses on human workload and performance during assembly and disassembly tasks. *Proceedings 19th Triennial Congress of the IEA*. Melbourne.
- Ubimax. (2015). Volkswagen rolls out 3D smart glasses as standard equipment. Abgerufen am 24. Februar 2019 von <https://www.ubimax.com/web2017/en/references/volkswagen-casestudy.html>
- Wei, N., Dougherty, B., Myers, A., & Badawy, M. (2018). Using Google Glass in Surgical Settings: Systematic Review. *JMIR Mhealth Uhealth*, 6(3). doi: 10.2196/mhealth.9409
- Wille, M., Grauel, B., & Adolph, L. (2014). Strain caused by Head Mounted Displays. In D. de Waard (Hrsg.), *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Europe 2013*, (S. 267-277).